

**Mendelova univerzita v Brně**

**Zahradnická fakulta v Lednici**



**MOŽNOSTI VÝROBY NEALKOHOLICKÉHO PIVA**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce:

Ing. Ivo Sural, Ph.D.

Vypracovala:

Jana Krčálová

Lednice 2016

## ZADÁNÍ

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci: Možnosti výroby nealkoholického piva vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47 odst. b) zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědoma, že se na mojí práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 Autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity o tom, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněními a zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný poplatek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Lednici dne:

.....

podpis

## **Poděkování**

Velké díky si zaslouží vedoucí práce pan Ing. Ivo Sural, Ph.D. za užitečné rady a připomínky po celou dobu zpracovávání bakalářské práce. Dále chci poděkovat panu Richardovi Procházkovi za možnost konzultace a jeho prostřednictvím i za setkání s dalšími lidmi z oboru.

## OBSAH:

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Suroviny pro výrobu piva</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>Výroba piva</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Výroba mladiny</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Výroba piva z mladiny</b> .....	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>Výroba nealkoholického piva</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Způsoby výroby omezující tvorbu alkoholu</b> .....	<b>18</b>
3.3.1.1	Zkvašování mladiny s nízkým obsahem sacharidů.....	18
3.3.1.2	Smíchání piva s nezkvašenou sladinou nebo mladinou.....	18
3.3.1.3	Zakvašení dvou mladin různých koncentrací a jejich následné smíchání	19
3.3.1.4	Využití inhibičního účinku tlaku na metabolismus kvasinek .....	19
3.3.1.5	Zahřátí kvasícího média.....	19
3.3.1.6	Výroba z mláta.....	19
3.3.1.7	Vaření piva bez fermentace .....	20
3.3.1.8	Metoda studeného kontaktu .....	20
<b>3.3.2</b>	<b>Postupy se speciálními pivovarskými kvasinkami či mikroorganismy</b> .	<b>21</b>
3.3.2.1	Imobilizované kvasinky .....	21
3.3.2.2	Geneticky modifikované kvasinky .....	21
3.3.2.3	Kvasinky kmene <i>Saccharomyces ludwigii</i> .....	22
3.3.2.4	Jiné mikroorganismy .....	22
<b>3.3.3</b>	<b>Způsoby výroby odstraňující alkohol z piva alkoholického</b> .....	<b>22</b>
3.3.3.1	Vakuová destilace ethanolu .....	22
3.3.3.2	Odstranění ethanolu reverzní osmózou.....	23
3.3.3.3	Dialýza piva .....	25
3.3.3.4	Další méně používané metody .....	26
<b>3.4</b>	<b>Aktuální trendy při výrobě a zpracování piva</b> .....	<b>27</b>
<b>3.5</b>	<b>Legislativní aspekty</b> .....	<b>28</b>
<b>3.6</b>	<b>Srovnání prodeje alkoholických a nealkoholických piv</b> .....	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>VLASTNÍ KOMENTÁŘ K ŘEŠENÉ PROBLEMATICE</b> .....	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>SOUHRN A RESUME, KLÍČOVÁ SLOVA</b> .....	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>33</b>
<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>37</b>

## 1 ÚVOD

Pivovarnictví je jeden z nejstarších oborů lidské činnosti sahající hluboko do historie. V Mezopotámii, tak zvané kolébce pivovarnictví již 7.000 let před naším letopočtem, lidé pěstovali různé druhy obilovin (např. ječmen, proso, pšenici), které jim sloužili pro přípravu chleba a zřejmě i kvašených nápojů, předchůdců dnešních piv. (Basařová, 2010)

Výroba tohoto moku v lidské historii hraje nezastupitelnou roli. Avšak vařit pivo v období pozdního středověku rozhodně nemohl každý. Pro tuto činnost bylo zapotřebí práva várečného, které nejčastěji využívali měšťané, kláštery a postupně i panská sídla. Od 14. století směli vařit pivo už pouze majitelé domů (lidé žijící v podnájmu, nebo na předměstí pivo vařit nesměli). (Feyfrlíková, 2015)

Pivo je alkoholický nápoj, který se vyrábí už po celá staletí. Základními surovinami jsou dnes obilné slady, voda a chmel, ze kterých za přičinění pivovarských kvasinek vznikne tento velmi oblíbený nápoj. (Basařová, 2010)

První pokusy o výrobu nealkoholického piva se objevily ve dvacátých letech minulého století v USA z důvodu tehdejší prohibice. V Evropě to bylo až po druhé světové válce. V současné době se v ČR objevuje přibližně 30 značek nealkoholického piva. Ve většině případů jsou použity metody, které zastavují nebo omezují kvašení, postupy zahrnující speciální či geneticky modifikované kvasinky, nebo metoda zvaná vakuová destilace. Ostatní postupy, které jsou v této práci zmíněny, se většinou nepoužívají pro svoji náročnost na počáteční investice. (Jedličková, 2015, Kotlíková, 2015, Procházka, 2015)

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této práce je popsat postupy výroby a trendy při zpracování piva. Porovnat je s technologiemi pro piva nealkoholická. Dále popsat legislativní opatření těchto výrobků u nás i v zahraničí a v neposlední řadě i ekonomický rozdíl v prodeji nealkoholických a běžných alkoholických piv.

### 3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

#### 3.1 Suroviny pro výrobu piva

Stejně jako tehdy i dnes jsou základními surovinami slad, voda a chmel. (Cibulka, 2003)

Slad se vyrábí z obilí. Podle suroviny se vyrábí slad ječný, pšeničný a žitný. Nejčastěji se však jedná o ječmen, jelikož je pro výrobu piva nejvhodnější. A to díky chuti a také proto, že jednotlivá zrna mají na sobě pluchy, což jsou obalové vrstvy na hřbetní straně zrn, které mají za úkol chránit klíček a endosperm (tzn. vnitřní živné pletivo zrna) před případným vysycháním. Tyto obalové vrstvy zvané pluchy jsou dobré pro filtraci, při které omezují zanášení filtru. (Cibulka, 2003, Samwald, 2008, Basařová, 2010)

Při vaření se ze sladu uvolňují sacharidy (nesprávně označované jako uhlohydráty, či cukry), jejichž zkvašením vzniká alkohol. Nezkvašené zbytky cukrů a ostatních látek dodávají pivu chuť. Sladu je přezdíváno duše piva, jelikož nejvýrazněji ovlivňuje jeho chuť, plnost a barvu.

Doporučuje se používat slad připravený z jedné odrůdy maximálně dvou, ale geneticky podobných.

Slad se vyrábí ve sladovnách, které mohou být součástí pivovaru. Pivovary jej ovšem mohou i zakoupit ve sladovnách, jež slad vyrábí i pro export.

Rozlišujeme tři typy sladů podle způsobu výroby a vlastností konečného produktu:

- a) Slad český (plzeňský) je vyráběn z nejkvalitnějších ječmenů do 11,2 % obsahu bílkovin. Tento typ se používá při výrobě méně chlebnatých piv s nižším obsahem extraktu a středním množstvím alkoholu.



- b) Slad bavorský (mnichovský) je bohatší na bílkoviny. Jejich hodnota bývá 12 % i více. Používaný bývá u výroby atraktivnějších piv s nižším obsahem alkoholu.
- c) Slad vídeňský je jakýmsi přechodem mezi dvěma základními typy, avšak svými vlastnosti je bližší českému typu sladu.

Na trhu existují, mimo tyto základní typy, i slady speciální (karamelové, barevné, diastatické, nakuřované, proteolytické, melanoidinové a slady zvyšující redoxní kapacitu piva) a dokonce i náhražky sladů tzv. surogáty. (Pelikán a kol., 1996, Basařová, 2010, Frančáková, 2012)

Voda je v pivu zastoupena až do 90 %, někdy dokonce i více. Pivovarství vodu rozlišuje na 3 skupiny podle účelu použití.

- a) Varní voda je jednou ze základních surovin pro výrobu, představuje 30 % z celkové spotřeby vody při výrobě piva. Složení varní vody má vliv na konečný produkt, na jeho charakter a kvalitu. Použitá voda musí splňovat požadavky pro pitnou vodu. Požaduje se čirá, bezbarvá, bez rušivých příchutí a pachů. Je obecně známo, že vhodnější pro výrobu světlých piv je voda měkká, nežli tvrdá. Avšak pro tmavší piva lze použít i vodu s vyšší tvrdostí. Všechny procesy, které během výroby piva probíhají, jsou ovlivněny použitou varní vodou, jejím složením (obsahem jednotlivých iontů). (Pelikán, 1996, Kadlec a kol., 2009, Basařová, 2010, Němec, 2012, Jedličková, 2015)
- b) Mycí a sterilační voda nesmí zapáchat, obsahovat mikroorganismy ani chemické kontaminanty. Tyto vody v provozu slouží k vymývání zařízení, čištění, chlazení, popřípadě i k napájení kotlů. Po chemické stránce musí mít tato užitková voda takové složení, aby nezpůsobila inkrustaci, nebo korozi výrobního zařízení. (Pelikán, 1996, Basařová, 2010)
- c) Provozní voda se liší podle standardů operace, na kterou ji chceme použít.

Důležité kritérium pro posouzení, zda je určitá voda vhodná pro jistý technologický postup, je tvrdost vody (obsah rozpuštěných solí). Pod tímto pojmem se rozumí vyjádření obsahu iontů kovů alkalických zemin  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  (případně dalších iontů, které ale nejsou tak významné). Pro tzv. tvrdost vody se používaly v různých zemích odlišné jednotky, současné vyjádření je ale v  $\text{mmol.l}^{-1}$  pro celkovou koncentraci  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  iontů. Podle výše tzv. celkové tvrdosti rozeznáváme vodu měkkou až tvrdou (viz Tab. 1).

Tab. 1: *Různé úrovně tvrdosti vody dle celkového obsahu  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$*  (Basařová, 2010)

Tvrdost vody	$\text{mmol.l}^{-1}$
měkká voda	do 1,3
středně tvrdá voda	1,3 – 2,5
tvrdá voda	2,5 – 3,8
velmi tvrdá voda	nad 3,8

Neméně důležitá je i hodnota pH. Pomocí alkality či acidity lze posuzovat kvalitu varní vody a její vliv na pH mladiny. I výsledné pH rmutů se odvíjí od zbytkové alkality vody. (Pelikán, 1996, Kadlec, 2009, Basařová, 2010)

Chmel se podílí rozhodujícím způsobem na chemickém složení a organoleptických vlastnostech výrobku. Pivo z něj získává svoji typicky hořkou chuť a aroma.

Chemické složení chmelové hlávky je přímo závislé na ročníku, odrůdě, způsobu sklizně a jiných faktorech. V následující tabulce (Tab. 2) je nejběžnější složení suchých hlávek podle různých autorů:

Tab. 2: Chemické složení suchých chmelových hlávek uváděné různými autory (Basařová, 2010)

Složka	(Burgess, 1964)	(Pollock, 1978)	(Rybáček, 1980)	(Basařová a čepek, 1985)	(Narziss, 1985)	(Verzel, 1986)	(Hough a kol., 1982)	(Moll 1994)
	Obsah složky (% hm.)							
voda	10	8 - 12	9 - 11	10	10 - 11	8 - 12	10	10 - 11
pryskyřice	15	-	18	15	10 - 25	-	15	-
$\alpha$ -hořké kys.	-	2 - 12	-	-	-	2 - 12	-	2 - 12
$\beta$ -hořké kys.	-	2 - 10	-	-	-	1 - 10	-	2 - 10
chmel. silice	0,5	0,5 - 1,0	0,3 - 1,2	0,5	0,4 - 2,0	0,5 - 1,5	0,5	0,5 - 2,0
lipidy a vosky	-	-	-	3,0	3,0	0,2 - 0,5	3,0	2,0 - 4,0
proteiny	15	15	10 - 24	15	12 - 22	15	15	12 - 18
aminokyseliny	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-
polyfenoly	4,0	2 - 5	4,6	4,0	4 - 14	2 - 5	4,0	2 - 5
celulosa	43,4	40 - 50	-	44,5	10 - 17	40 - 50	40,4	40 - 50
cukry	-	-	-	-	2 - 4	-	-	-
pektiny	2,0	2,0	-	-	-	2,0	2,0	1 - 2
minerální látky	8	10	6 - 10	8	7 - 10	10	8	7 - 9

Většinou se používá více odrůd chmele najednou. Aktuálně jsou používány čtyři skupiny odrůd chmele označované jako:

- FINE AROMA (jemné aromatické)
- AROMA (aromatické)
- DUAL PURPOSE (jemně hořké)
- BITTER (hořké)
- HIGH ALPHA (vysokoobsažné)

Pro podpoření hořkosti se používají odrůdy vysokoobsažné a pro zdůraznění vůně jsou využívány aromatické odrůdy. Nové poznatky ohledně obsahových látek v chmelu, společně se šlechtěním, jsou příslibem produkce

nových chutí a vůní piva. (Pelikán, 1996, Basařová, 2010, Frančáková, 2012, Farago, 2013, Hasík, 2013)

### 3.2 Výroba piva

Pivo je alkoholický nápoj vyrobený zpravidla z ječného sladu, chmele a vody lihovým kvašením. Obsahuje alkohol, oxid uhličitý a zbytek nezkvašeného extraktu. Slad se připravuje nejčastěji z ječmene, ale je možné použít i jiné obiloviny, například pšeničná piva obsahují do 50 % pšenice. Používanými přísadami k ječmeni je kukuřice, pšenice, rýže. Oves, žito a proso se používají jen zřídka. (Cibulka, 2003)

Původně se pro lepší chuť používal včelí med, poté různé koření jako je jalovec, kmín, ořechové listí, zázvor a dokonce i petržel. Nakonec se však od tohoto koření upustilo a tuto roli převzal chmel. (Pelikán, 1996)

Nicméně výrobu tohoto i nyní populárního nápoje lze rozdělit na dvě části a to na výrobu mladiny a na následnou výrobu piva z již hotové mladiny. Vlastní výroba je složena z několika kroků, které jsou chronologicky znázorněny v následujícím schématu (Schéma 1):

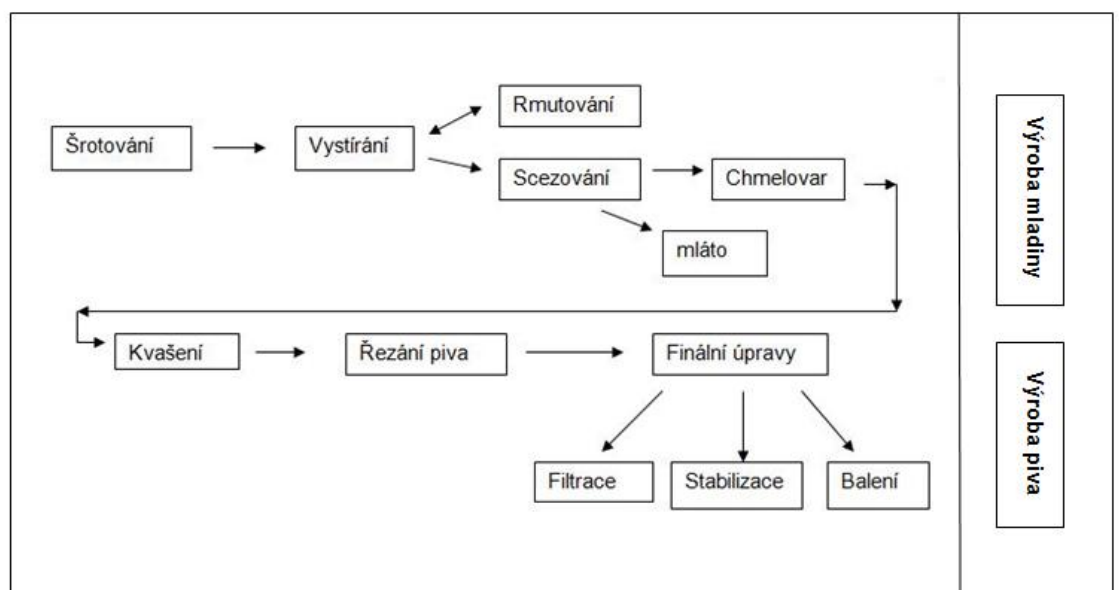


Schéma 1: Chronologicky seřazené kroky při výrobě mladiny a piva

## Výroba mladiny

Jejím cílem v optimálním množství převést rozpustné látky ze sladu a chmele do roztoku dále zajistit, aby kvasinky měly dostatek živin a v neposlední řadě i finální hořkost produktu. Nejpodstatnějšími technologickými pochody v této části výroby je nepochybně štěpení škrobu a bílkovin, které navazují na hydrolytické pochody při sladování (tj. výroba sladu).

## Výroba piva

Při této druhé části procesu se jedná o kvašení mladiny a dokvašování piva s následnými úpravami, kterými rozumíme: filtraci, stabilizaci, stáčení i expedici.

(Pelikán, 1996, Basařová, 2010)

### **3.2.1 Výroba mladiny**

#### Šrotování

Šrotování, nebo tzv. mletí sladu, je dokonalé vymletí endospermu sladových zrn na optimální podíl jemných a hrubých částic při zachování obalových pluch (ty jsou důležité při scezování sladiny). Šrotování patří mezi čistě mechanické procesy a na jeho výsledku závisí průběh varného procesu, výtěžek extraktu, dokonce samotná kvalita mladiny a následně tedy i piva. Je běžné provádět kontroly šrotování, kde se vizuálně kontrolují podíly roztříděného šrotu pomocí tzv. Pfungstadtských prosévadel.

(Pelikán, 1996, Basařová, 2010, Frančáková, 2012)

#### Vystírání

Vystírání má za úkol dokonale smíchat sladový šrot s nálevem varní vody. Použité suroviny, jejich dávky, způsob vystírání a rmutování jsou počátečními předpoklady docílení vhodné sladiny pro určený typ piva.

Převedení většiny částí ze sladu do roztoku samotným vystíráním je velice omezené z toho důvodu, že slad neobsahuje mnoho ve vodě rozpustných látek. Zde nastává problém, protože je třeba převést maximální množství látek do roztoku. Teplotou varní vody se dá ovlivnit i délka procesu. Existuje studené (pod 20 °C), teplé (35 – 38 °C) a horké (50 – 62 °C) vystírání. Podle použité teploty se upravuje délka vystírání mezi 10 až 30 minutami. (Pelikán, 1996, Basařová, 2010)

### Rmutování

Rmutování se týká především enzymů. Při rmutování je hlavním požadavkem to, aby enzymy rozštěpily požadované složky na nižší a lépe rozpustné látky. Nejvýznamnějším procesem je bezesporu štěpení škrobu na zkvasitelné sacharidy. Štěpení škrobu probíhá ve třech stupních: mazovatění, ztekucení a zcukření. (Pelikán, 1996, Basařová, 2010)

Bobtnání a mazovatění jsou fyzikálně-chemické děje, které jsou přímo závislé na teplotě, rychlosti zahřívání a druhu použitého ječmene. Vzniká tak škrobový maz, což je viskózní koloidní roztok nabobtnalých a popraskaných škrobových zrn, samotné bobtnání probíhá za přítomnosti vody i bez ohřevu. Škrob obsažený ve sladech z ječmene běžně mazovají při teplotě od 50 do 57 °C. Znalost těchto dat je důležitá pro případné úpravy technologie při použití sladových náhražek. (Kadlec, 2009, Basařová, 2010)

Oproti tomu ztekucení škrobu je děj enzymatický probíhající současně s mazovatěním. Jedná se o tvoření kratších řetězců molekul amyulózy a amylopektinu, to má za následek pokles molekulové hmotnosti těchto polysacharidů a následně i viskozity roztoku. (Kadlec, 2009, Basařová, 2010)

Třetím a posledním stupněm štěpení škrobu je zcukření, ke kterému dochází v momentě, kdy se již v roztoku nachází pouze štěpné produkty škrobu, již barevně nereagující na jodovou zkoušku. Ztekucení a zcukření je, pro dosažení co nejdokonalejších výsledků, lépe provádět co nejpomalejším

ohřevem a nejintenzivnějším povařováním rmutu, díky čemuž se snadněji uvolňují škrobová zrna ze sladového šrotu. (Kadlec, 2009, Basařová, 2010)

### Scezování

Scezování je fyzikálně chemický proces, který je značně časově náročný. Jeho cílem je oddělit sladinu od mláta filtrací, při níž se nejdříve oddělí tzv. předek obsahující extraktivní látky ze sladu. Další úlohou scezování je vyluhovat extrakt zachycený v mlátě horkou vodou, kdy získanému výluhu přezdíváme výstřelek. Celkovou sladinu získáme právě spojením předku s výstřelkem. Vzniklá sladina by měla být čirá s maximem extraktu. Technologie scezování se může lišit podle konstrukce použitého zařízení. Většina pivovarů však má scezovací varní nádoby a sladinové filtry. (Pelikán, 1996, Basařová, 2010)

### Chmelovar

Chmelovar zahrnuje následující procesy: 1) odpaření přebytečné vody – zahuštění mladiny na požadovanou koncentraci, 2) inaktivaci enzymů za účelem vytvoření charakteristického chemického složení podmiňující senzorickou a koloidní stabilitu piva, 3) sterilizaci pro zajištění biologické čistoty následného kvašení mladiny, 4) odstranění vysokomolekulárních bílkovinných složek, 5) tvorbu barevných, chuťových, aromatických a redukujících produktů Maillardových a dalších produktů doprovodných reakcí, 6) odstranění nežádoucích těkavých složek sladu a chmelu, které by mohly negativně ovlivnit chuť a vůni produktu, 7) převedení důležitých chmelových látek do piva pro dosažení požadované hořkosti a aroma mladiny.

(Faragó, 2013)

### 3.2.2 Výroba piva z mladiny

#### Hlavní kvašení

Hlavní kvašení je proces, jehož cílem je neúplné prokvašení cukrů. Pivovarské kvasinky se zde zmnoží v řízeném procesu na požadovanou koncentraci a poté prokvasí značnou část látek v mladině. Při tomto procesu vzniká ethanol, oxid uhličitý, biomasa a další látky, které mají vliv na aroma piva. Při hlavním kvašení se používají dva typy kvašení: spodní či svrchní podle druhu použitých kvasinek. Rozdíl je v tom, že při spodním kvašení s kvasinkami *Saccharomyces cerevisiae* var. *uvarum* sedimentují kvasinky ke dnu a naopak při svrchním jsou kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* vyplavovány na povrch, kde vytvářejí tzv. deku na hladině kvasícího média. (Pelikán, 1996, Basařová, 2010, Faragó, 2013)

#### Dokvašování

Dokvašování následuje po hlavním kvašení. Výsledkem je zajištění optimálních organoleptických vlastností, nasycení oxidem uhličitým a vyčiření. Jedná se o pomalé zkvašování sacharidů za nižších teplot (0 až 3 °C). Dokvašování a zrání piva probíhá v ležáckých tancích v podzemních sklepech, nebo izolovaných nádobách.

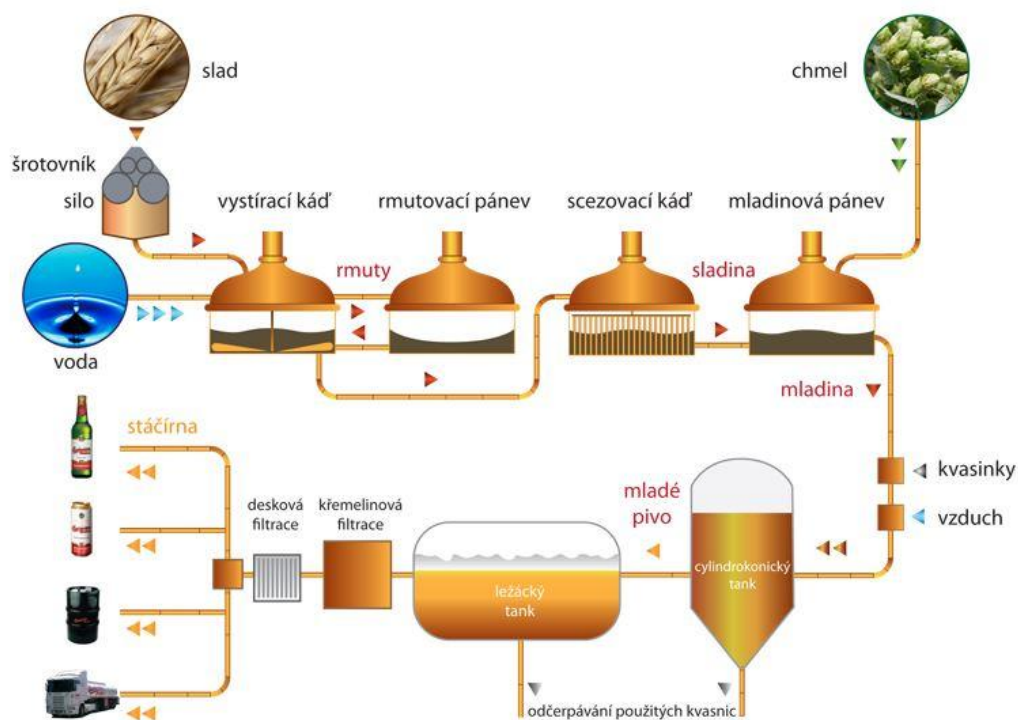
(Pelikán, 1996, Basařová, 2010, Francáková, 2012, Faragó, 2013)

#### Stabilizace

Stabilizací rozumíme závěrečné úpravy piva jako filtraci, pasteraci a stáčení piva do lahví, plechovek či sudů – tím se zabrání působení nežádoucích procesů v již hotovém pivu.

(Basařová, 2010)





Obr. 1: Schéma výroby piva (<http://www.budejovickybudvar.cz>)

### 3.3 Výroba nealkoholického piva

V zásadě lze všechny metody výroby piv s nižším obsahem alkoholu rozdělit do tří skupin.

- První se zabývá omezením tvorby ethanolu úpravou technologického postupu výroby. Tato piva jsou většinou méně náročná po ekonomické stránce, ovšem výsledek není srovnatelný s chutí běžného piva. Piva vyrobená těmito metodami mohou vykazovat mladinové příchutě a jsou náchylná ke kontaminaci.
- Druhou skupinou jsou procesy, které využívají speciálních variant mikroorganismů a kvasinek vyvinutých přímo pro tento účel.
- Do poslední třetí skupiny patří technologie, jejichž cílem je co nejšetrnější cestou odstranit alkohol z piva alkoholického. (Hutkins, 2006, Basařová, 2010)

### 3.3.1 *Způsoby výroby omezující tvorbu alkoholu*

#### 3.3.1.1 *Zkvašování mladiny s nízkým obsahem sacharidů*

K dosažení sníženého obsahu alkoholu během kvašení a redukci mladinové příchutě se používají speciální slady s nízkou aktivitou  $\beta$ -amylázy, které umožňují získat nízký podíl zkvasitelných sacharidů v mladině. Držení sladu ve vysokých teplotách se použilo za účelem výroby mladiny s nízkou schopností fermentace. Teploty kolem 77 °C (172 °F – Sohrabvandi a kol., 2010) jsou vyšší než limit tepelné deaktivace (denaturace)  $\beta$ -amylázy a nižší než  $\alpha$ -amylázy, proto deaktivace  $\beta$ -amylázy za vysoké teploty zpomalí tvorbu maltózy (nejčtenější sacharid v mladině). Zakvašuje se mladina ochlazená na nízkou teplotu 3,0 °C až 3,5 °C a při krátkém kvašení se nechá vystoupat nejvýše na 6 °C (při tradičním kvašení to bývá rozmezí 6 °C až 13 °C). Následuje ochlazení k 0 °C, kdy se nechá pivo ležet na kvasnicích, pro obohacení buketními látkami, přičemž pivo nesmí prokvašovat. Filtrací a stabilizací se sníží obsah koloidů typu polypeptidů a polyfenolů, které narušují fyzikálně-chemickou stabilitu. Tyto výrobky je třeba důkladně sledovat, jelikož produkty mají tendenci k silné sladové příchuti, která může být velmi nepříjemná. (Basařová, 2005, Basařová, 2010, Sohrabvandi a kol., 2010)

#### 3.3.1.2 *Smíchání piva s nezkvašenou sladinou nebo mladinou*

Tímto postupem se docílí toho, že koncentrace alkoholu se naředí na legislativně přijatelnou hodnotu pro nealkoholická piva (tedy na 0,5 % objemových ethanolu). Směs se nechá ležet několik týdnů na kvasnicích za teploty, která omezí metabolismus kvasnic. Následují filtrační a stabilizační operace. Lze předpokládat, že pivo vyrobené touto cestou bude vykazovat silnou sladinovou či mladinovou příchut'. (Basařová, 2005, Basařová, 2010)

### *3.3.1.3 Zakvašení dvou mladin různých koncentrací a jejich následné smíchání*

Oddělené zakvašení dvou mladin s různou koncentrací extraktu a následné smíchání mladinového piva obou várek v poměru, který zajistí požadovanou redukovanou hodnotu ethanolu ve finálním výrobku. Toto míchání je základem tzv. Barrel – patentu pocházejícího z Anglie. Pro zajištění správného buketu piva je možné regulovat množství těkavých látek jejich převodem během kvašení z jedné várky do várky druhé.

(Basařová, 2005, Basařová, 2010)

### *3.3.1.4 Využití inhibičního účinku tlaku na metabolismus kvasinek*

Při fermentaci se produkuje množství plynu ve formě oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>), proto se v tomto případě při procesu zvýší tlak na takovou hodnotu, že se fermentace omezí či úplně zastaví. Lze tak ovlivnit činnost kvasinek, a tím omezit tvorbu ethanolu. Pro zvýšení inhibiční účinnosti by tento proces měl být prováděn při nízkých teplotách.

(Sohrabvandi a kol., 2010)

### *3.3.1.5 Zahřátí kvasícího média*

Dostatečné zahřátí mladého piva po hlavním kvašení vede k deaktivaci kvasinek a následně k zastavení alkoholické fermentace. Nicméně, tato procedura se běžně nepoužívá kvůli možným nechtěným změnám v důsledku působení vysokých teplot v pivu. Většinou se jedná o značné změny barvy, narušená sensorická jakost a koloidní vlastnosti piva, které se pak mohou během skladování či transportu přetvořit na nebiologické zákaly.

(Basařová, 2005, Sohrabvandi a kol., 2010)

### *3.3.1.6 Výroba z mláta*

Metoda publikovaná jako možný postup snížení množství zkvasitelných sacharidů v mladině, a tím i tvorbu ethanolu, je výroba z mláta. Mláto se nejdříve extrahuje vodou či se podrobí kyselé hydrolyze.

Následuje var mladiny s chmelem po dobu 90 minut. Pivo se nechává cca 14 dní po prokvašení dokvasit. Ovšem chuťové vlastnosti takto vyrobeného produktu se nepřibližují chuti běžných piv.

(Basařová, 2005, Basařová, 2010)

### *3.3.1.7 Vaření piva bez fermentace*

Během tohoto procesu se nepřidávají žádné pivovarské kvasnice. Jinými slovy, fáze fermentace je zcela odstraněna. Významné je zde používání různých aditiv ve snaze zlepšení sensorických vlastností. Tato piva většinou končí jako piva s prázdnou a nezajímavou chutí, protože vůbec neobsahují alkohol, jehož sensorické vlastnosti jsou nenahraditelné. To je také hlavní důvod proč se většinou v nealkoholickém pivu nachází určité malé množství alkoholu (a to do 0,5 % objemových). Avšak pro svou jednoduchost a ekonomickou nenáročnost v porovnání s jinými technikami výroby nealkoholických piv se tato metoda používá v některých islámských zemích, jako je například Irán.

(Sohrabvandi a kol., 2010)

### *3.3.1.8 Metoda studeného kontaktu*

Velmi praktický nástroj k potlačení metabolismu kvasinek je nízká teplota. Jedná se o jistý „cold contact process“ (CCP), který je nejrozšířenějším příkladem limitované fermentace. Je založená na nasazení velkého množství kvasnic a fermentaci při teplotě 0 °C až 4 °C po dobu 24 hodin a více. Vytváření ethanolu je zpomaleno, zatímco ostatní biochemické děje probíhají obvyklou rychlostí. Tyto nízké teploty snižují činnost kvasinek a ty poté produkují výrazně menší množství ethanolu, vedle toho ale ostatní metabolické děje nejsou nízkou teplotou prakticky inhibovány. Pro optimalizaci procesu se doporučuje, aby pH mladiny bylo upraveno na hodnotu 4.

(Selecký, 2007, Preedy, 2009, Sohrabvandi a kol., 2010, Brányik a kol., 2012)

### 3.3.2 *Postupy se speciálními pivovarskými kvasinkami či mikroorganismy*

#### 3.3.2.1 *Imobilizované kvasinky*

Pro účely hlavního kvašení piva se v posledních letech v řadě států i v Česku pivovarníci zabývali zkoušením využití imobilizovaných kvasnic, tedy kvasnic, které jsou ukotveny na nosiči. Pro tuto technologii musí být mladina předem vyčiřena z toho důvodu, aby nebyl imobilizovaný systém zalepen tuhými částicemi. Kvasinky se poutají na nosič (alginát, diethylaminoethyl celulózu (DEAE), apod.) a střídavě se ponořují a vyjímají z mladého piva do momentu, kdy docílíme hraniční nízké hladiny alkoholu. Účelem tohoto způsobu aplikování je především zkrácení doby fermentace (ze dnů na desítky hodin). Není nutno dále zakvašovat, nebo kvasnice po skončení hlavního kvašení sbírat, jelikož kvasinky upoutané na nosiči jsou lehce oddělitelné. Další výhodou imobilizovaných kvasnic je schopnost vydržet při vhodné manipulaci i několikaměsíční provoz. Následuje zrání při nízké teplotě a další běžné úpravy. (Chládek, 2007, Basařová, 2010)

#### 3.3.2.2 *Geneticky modifikované kvasinky*

Mezi nejčastější metody mezi pivovarníky neodmyslitelně patří použití speciálních kvasnic, kterým byla genovým inženýrstvím zakódována inhibice dekarboxylace pyruvátu. (Basařová, 2010)

Standartní proces alkoholového kvašení se skládá z řady reakcí, díky kterým dospějeme k látce, která je pro fermentace, ať už pro kvašení alkoholické, mléčné, máselné, atd., přímo klíčová – a to k pyruvátu. Pyruvát (nebo-li kyselina pyruhroznová) je  $\alpha$ -ketokyselina, která se následně dokáže měnit na acetaldehyd, jehož hydrogenací vzniká ethanol. Avšak geneticky modifikované kvasinky mohou omezit výše popsanou dekarboxylaci pyruvátu, která je jedním z nezbytných kroků produkce ethanolu. (Koštář, 1974, Zehnálek, 2007)

### 3.3.2.3 *Kvasinky kmene Saccharomyces ludwigii*

Nahrazením *Saccharomyces cerevisiae* var. *uvarum* kmenem *Saccharomyces ludwigii*, který má schopnost zkvašovat glukózu, fruktózu a sacharózu (15 % všech cukrů v mladině), ale nedokáže zkvašovat maltózu, tedy nejvíce obsažený sacharid v mladině. Avšak i přes skutečnost, že maltóza není zdaleka tak sladká jako glukóza, může takovéto pivo vykazovat vyšší sladkost právě z důvodu vyšší koncentrace maltózy. Pivo je však náchylné na kontaminaci, proto je nutné dodržování vysokých hygienických požadavků. Při případné kontaminaci, například běžnými pivovarskými kvasinkami, je velmi pravděpodobné, že se naplno rozběhne nežádoucí ethanolové kvašení, které ohrožuje nízký obsah alkoholu v pivu. (Preddy, 2009, Basařová, 2010, Jedličková, 2015)

### 3.3.2.4 *Jiné mikroorganismy*

K výrobě piva s nízkým množstvím alkoholu lze použít i jiné mikroorganismy než pivovarské kvasinky. Při smíchání s mladinou obsahující nízký obsah sacharidů díky upravenému technologickému postupu a vybraným surovinám, lze zajistit nízký obsah ethanolu ve výsledném produktu. Senzorické rozdíly oproti pivům alkoholickým jsou však významné. (Basařová, 2010)

## 3.3.3 ***Způsoby výroby odstraňující alkohol z piva alkoholického***

### 3.3.3.1 *Vakuová destilace ethanolu*

Postup výroby je následující: pivo z přetlačného tanku putuje do deskového výměníku (36 °C až 40 °C), následuje oddělení těkavých látek, které se po dokončení dealkoholizace do piva opět navrátí. Tyto látky jsou důležité zejména pro buket piva. V koloně je pivo zbavováno alkoholem, za sníženého tlaku, tak že při teplotě 40 °C se ethanol odpaří a převede do kondenzátoru. Pivo zbavené alkoholem se ochladí na deskovém výměníku na cca 3 °C, zde se k pivu opět připojí ony těkavé látky, které se na začátku oddělily. Dále je pivo naředěno odplyněnou vodou na správnou koncentraci

a následně se provedou klasické stabilizační postupy. Pro správný chod výrobní linky je třeba zajistit konstantní podmínky, jelikož nedodržení některého z parametrů obvykle vede ke zvýšení obsahu alkoholu v pivu. Nicméně pivo vyrobené vakuovou destilací lze srovnat s alkoholickým pivem z hlediska obsahu vyšších alkoholů. (Basařová, 2005, Potěšil, 2008, Sohrabvandi a kol., 2010, Brányik, 2012)

Následující tabulky (Tab. 3 a 4) poskytují srovnání piva alkoholického a piva upraveného vakuovou destilací:

Tab. 3: *Hodnoty vybraných parametrů před a po vakuové destilaci (Potěšil, 2008)*

	Původní 10 % pivo	Nealkoholické pivo
Barva (j.EBC)	10,1	10,1
pH	4,5	4,4
Hořkost (j.EBC)	22,7	21,9
Alkohol (% v/v)	4,11	0,004

Tab. 4: *Obsah některých sensoricky aktivních látek před a po vakuové destilaci (Potěšil, 2008)*

	Původní 10 % pivo	Nealkoholické pivo
Estery celkem (mg/l)	0,77	0,11
2-Fenyl methanol (mg/l)	13,5	12,6
Tyrosol (mg/l)	6,4	6,7
4-Vinylguajakol (mg/l)	2,9	2,2

### 3.3.3.2 Odstranění ethanolu reverzní osmózou

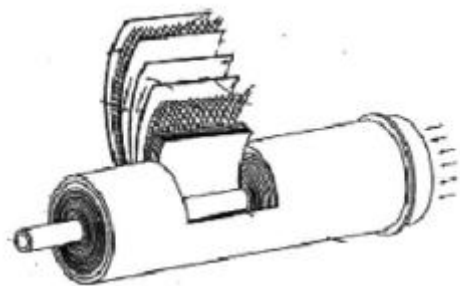
Reverzní osmóza (RO) je jeden z postupů, který redukuje obsah ethanolu v alkoholickém pivu pomocí membránových technik. Tento proces probíhá při tangenciálním nátoku piva (tzv. filtrace cross-flow). Membránou, která je většinou vyrobena z acetátu celulózy, nylonu, nebo jiných polymerů, projdou pouze malé molekuly především voda a ethanol.

Nástrojem reverzní osmózy je spirálová membrána uvnitř filtračního zařízení (Obr. 2), která se skládá ze tří vrstev a dvou membránových součástí, z nichž každá má dvě od sebe oddělené a na okrajích utěsněné vrstvy polopropustné membrány. Celá tato spirálová membrána je umístěna v tlakové nádobě ze skelného vlákna. Nápoj je pod vysokým tlakem 3 MPa až 6 MPa transportován ve výrobním systému. Ethanol a voda pronikají membránou proti přirozenému osmotickému tlaku, zatímco na druhé straně větší molekuly, jako aromatické a chuťové sloučeniny, zůstávají z větší části v zakonzentrovaném pivu (Obr. 3).

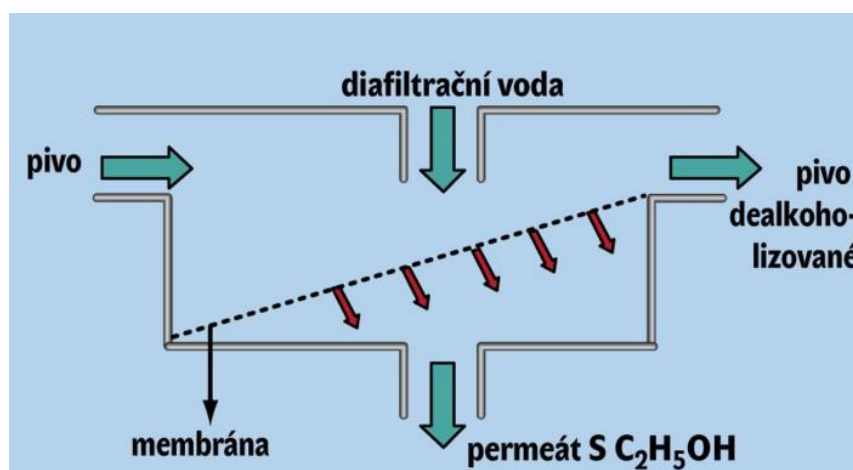
Kvůli ztrátě vody vzniká zahuštěné pivo, které se následně ředí odplyněnou diafiltrační vodou na původní koncentraci. Při snížení obsahu alkoholu ze 4 na 0,5 % objemových se spotřeba vody pohybuje mezi 2 až 3 hl na 1 hl piva. Díky vysokému tlaku se celý přístroj zahřívá, a proto je nutné jej chladit, aby teplota piva nepřekročila 15 °C.

Lze shrnout, že RO je efektivní proces k výrobě nealkoholického piva, s hodnotami ethanolu pod 0,5 %. Nicméně, výroba piva (a vína) pomocí reverzní osmózy je nepříznivá z hlediska ekonomické stránky procesu. Pokud by se tento proces, i přes svou nevýhodnou ekonomickou stránku, měl komerčně využívat, bylo by nutné pravidelně kontrolovat stav membrány, který by se jistě zhoršoval z důvodu působení tlaku a znečištění. Toto stárnutí membrány bylo studováno na laboratorní úrovni a zjistilo se, že by se dalo značně zpomalit, pokud by se membrána nenechávala vyschnout, na druhé straně existují i čisticí prostředky s aplikací na vysušenou membránu, které jsou mnohdy velmi kladně hodnoceny. (Catarino a kol., 2000, Basařová, 2005, Pilipovik, 2005, Basařová, 2010, Catarino a kol., 2011)





Obr. 2: Spirálová membrána uvnitř filtračního zařízení (Pilipovik, 2005)



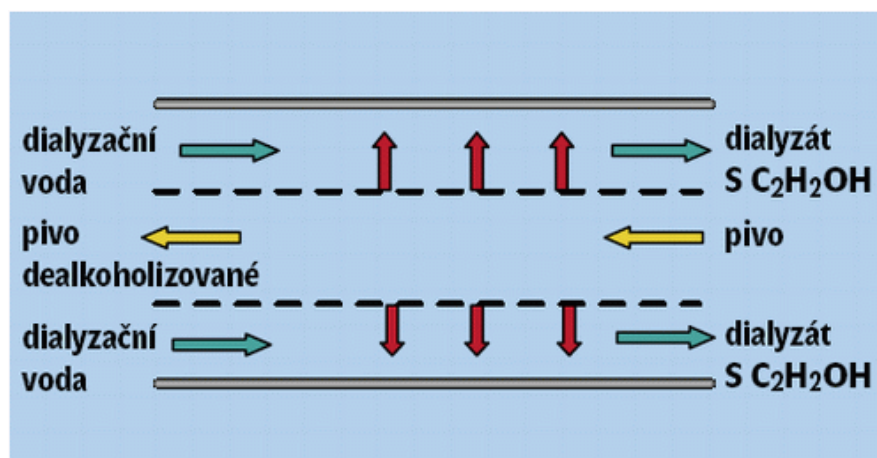
Obr. 3: Schéma dealkoholizace reverzní osmózou (Basařová, 2005)

### 3.3.3.3 Dialýza piva

Dialýza se používá pro odstranění alkoholu z piva. Vše funguje za nízké teploty a použití polopropustné membrány. Malé molekuly putují membránou do dialyzačního média. Membránové póry (např. vlákna celulózy) velmi specifických rozměrů propouští pouze molekuly vody a ethanolu (Obr. 4). Alkohol přechází z piva do dialyzátu dokud nedosáhne stejné koncentrace na obou stranách membrány. Následně přechází do vakuového válce, ve kterém je alkohol průběžně odstraňován odparem a proud destilátu bez alkoholu (dialyzát) se vrací do dialyzační jednotky. Zařazením rektifikační kolony lze z dialyzátu oddělit frakce, které neobsahují alkohol, ale obsahují buketní látky a ty se mohou dodat zpět do piva. Proces se provádí při teplotách od 1 do 6 °C. Konečný produkt může obsahovat nejvíce 0,5 % obj. alkoholu. Proces je dostatečně šetrný, proto nedochází ke změnám barvy ani pivního extraktu. Pivo se nemusí ředit, na

rozdíl od reverzní osmózy si nápoj zachovává původní koncentrace jednotlivých složek kromě oxidu uhličitého. Z důvodu vysokých počátečních investic a velké spotřeby energie je tento postup poněkud vzácný a produkty takto vyrobené dražší.

Nealkoholická piva zbavená alkoholu pomocí dialýzy mají vynikající sensorické parametry, avšak ani zdaleka nedosahují kvalit původního piva. Takové kvality nelze v podstatě dosáhnout z důvodu ztráty alkoholu, který hraje významnou až nepostradatelnou roli v rámci sensorického hodnocení. (Basařová 2005, Selecký, 2007, Basařová, 2010, Sohrabvandi a kol., 2010)



Obr. 4: Schéma dealkoholizace piva dialýzou (Basařová, 2005)

#### 3.3.3.4 Další méně používané metody

- Extrakce piva fluidním CO<sub>2</sub> (který má kritický bod: 31 °C a 7,3 MPa), je prováděna za různých teplot a tlacích. Obdobným procesem je extrakce aromatických látek pomocí CO<sub>2</sub>. (Basařová, 2010)
- Sprejové sušení piva a následné naředění odplyněnou vodou
- Frakční krystalizace s následnou lyofilizací

### 3.4 Aktuální trendy při výrobě a zpracování piva

V posledních letech dochází ke zvýšení podílu produkce piv s nízkým nebo žádným podílem alkoholu. (Sohrabvandi a kol., 2010)

Na základě osobní a emailové komunikace se zástupci jednotlivých pivovarů bylo zjištěno, že ze všech zmíněných metod se na území České republiky používají pouze čtyři výše zmíněné metody: přerušované kvašení, speciální kvasinky, geneticky modifikované organismy (GMO kvasinky) a vakuová destilace.

Vakuová destilace je používána jen pivovarem Černá Hora, kde z hotového alkoholického piva technologicky odstraňují alkohol pomocí třípatrové vakuové destilační kolony. Tento způsob výroby je mezi pivovary vskutku unikátní.

Tab. 5: *Metody používající pivovary v ČR*

<b>PIVOVAR</b>	<b>POUŽÍVANÁ METODA</b>	<b>INFO. SDĚLIL</b>
Budějovický Budvar, n.p.	Přerušované kvašení	Petr Samec, 2016
Černá Hora, a.s.	Vakuová destilace	Vlastimil Zedek, 2016
Pivovary Lobkowicz, a.s.	GMO kvasinky	Blanka Kotlíková, 2015
Pivovar Protivín, a.s.	Přerušované kvašení a GMO kvasinky	Blanka Kotlíková, 2015
Plzeňský Prazdroj, a.s.	Speciální kvasinky	Jakub Jedlinský, 2016

Vedle těchto pivovarů byly kontaktovány ještě další: Bernard, a.s., Samson, a.s., Staropramen, s.r.o., kdy ale pivovary nesdělily používanou technologii výroby nealkoholického piva.

### 3.5 Legislativní aspekty

Rozdělení piv na piva alkoholická, nízkoalkoholická a nealkoholická není ve všech zemích světa stejné. Nicméně v rámci Evropské unie došlo k určitému sjednocení tohoto rozdělení. Dle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 335/1997 Sb., se jako nealkoholické pivo označuje produkt s maximálním množstvím alkoholu do 0,5 % obj., za nízkoalkoholické pivo s obsahem alkoholu nejvýše 1,2 % obj., a ostatní alkoholická piva mající více než 1,2 % obj. alkoholu. (vyhláška 335/1997 Sb., Basařová, 2010)

Další ukazatele jako je doba skutečného prokvašení, či hmotnost extraktu původní mladiny, rozdělení (na stolní, výčepní, ležáky, postery a speciální piva) a jiné jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tab. 6: *Fyzikální a chemické požadavky na jakost piva* (vyhláška 115/2011 Sb.)

Ukazatel		Skupina piva						
		nealkoholická	se sníženým obsahem alkoholu	stolní	výčepní	ležáky	speciální	portery
Skutečné prokvašení v %	tmavá piva	nestanoveno	min. 45.					
	ostatní piva	nestanoveno	min. 50					nestanoveno
Alkohol v % obj.		max. 0,5	0,5 – 1,2	více než 1,2				
Extrakt původní mladiny v % hm.		nestanoveno		max. 6	7 - 10	11 - 12	min. 13	min. 18

### 3.6 Srovnání prodeje alkoholických a nealkoholických piv

Na základě mnou provedeného průzkumu trhu, který se konal 4. 3. 2016 v deseti různých prodejních místech na Jihlavsku, byly porovnávány ceny nealkoholických piv s alkoholickými bez ohledu na jejich stupňovitost.

Hrubý průměr ceny vycházející z nabídky nealkoholického piva v těchto obchodech činí 12,56 Kč (se směrodatnou odchylkou 2,81 Kč), u alkoholického 13,70 Kč (směrodatná odchylka 4,90 Kč).

Dalším krokem bylo porovnání výrobků od stejného výrobce v totožném balení (0,5 l skleněná lahev), kde největší zajímavostí byly významné záporné rozdíly cen (dražší nealkoholické pivo než alkoholické) a kladné rozdíly cen (dražší alkoholické pivo než nealkoholické) u párů výrobků od stejného výrobce. Největší kladný rozdíl měla piva Budějovického Budvaru, kde rozdíl činil 12,60 Kč (tzn. o 141,57 %). Opačný případ byl u pivovaru Radegast, kde alkoholické pivo bylo oproti nealkoholickému levnější o 8,10 Kč (tzn. o 46,71 %). Ze všech 48 párů alkoholických a nealkoholických piv bylo zjištěno následující: cenový rozdíl byl v osmi případech nulový a u sedmi párů nebyl tento rozdíl větší než 1,00 Kč, dále u 24 párů nastala situace, kdy alkoholické pivo bylo levnější než nealkoholické a u 16 párů výrobků naopak.

Dalším zjištěným parametrem bylo nalezení nejmenšího rozdílu cen mezi alkoholickým a nealkoholickým pivem od stejného výrobce. Tímto způsobem bylo sledováno 23 párů piv stejného balení (0,5 l skleněná lahev). Průměrná cena nealkoholických piv z daného výběru byla 12,26 Kč (směrodatná odchylka 2,93 Kč) a u alkoholického piva 10,94 Kč (směrodatná odchylka 3,50 Kč). Při dalším srovnání cen těchto 23 párů byl nulový rozdíl cen shledán celkem čtyřikrát a třikrát jen do 1,00 Kč.

Posledním sledovaným ukazatelem byl rozdíl mezi výší slev a původními cenami výrobků. Obě výše cen jsou zaznamenány v přílohách číslo 2 a 3. I u rozdílů těchto dat (slevy a ceny jednotlivých výrobků) se zjišťovala průměrná hodnota a směrodatná odchylka. U nealkoholického piva se průměr rozdílů ceny a slevy rovnal 3,00 Kč (směrodatná odchylka 0,82 Kč). Alkoholické pivo se od nealkoholického v těchto hodnotách významně nelišilo, zde byla průměrná hodnota stanovena na 3,66 Kč se směrodatnou odchylkou 1,01 Kč.

#### 4 VLASTNÍ KOMENTÁŘ K ŘEŠENÉ PROBLEMATICE

V bakalářské práci bylo popsáno mnoho technologií výroby nealkoholického piva, z literatury však nebylo zřejmé, které se v pivovarech skutečně využívají. Po konzultaci této problematiky se zaměstnanci různých pivovarů: Budějovický Budvar n.p., Černá Hora, a.s., Pivovary Lobkowicz, a.s. a Pivovar Protivín, a.s., Pivovar Jihlava, a.s., Plzeňský Prazdroj, a.s., Rodinný pivovar Bernard, a.s., Samson, a.s., Staropramen, a.s., se dospělo k tomu, že přesto kolik je známých metod výroby nealkoholického piva, jsou ve skutečnosti v České republice používány jen čtyři. Těmi jsou: metoda přerušovaného kvašení, použití speciálních kvasinek či geneticky modifikovaných kvasnic a odstraňování alkoholu pomocí vakuové destilace. Ostatní metody nevyhovují buď požadavkům na hotový produkt, nebo by počáteční vklad či i vlastní provoz byl natolik ekonomicky neúnosný, že si ji pivovary nemohou dovolit investovat.

Práce se zabývala i ekonomickým aspektem a to z pohledu zákazníka, kdy se jednalo o průzkum cen těchto produktů v obchodních řetězcích s potravinami, jako je Tesco, Albert (supermarket i hypermarket), Kaufland, Billa, Penny, Lidl, ale i v menších obchodech, jako jsou například Flop, Horpo a Terno. Po vyhodnocení těchto dat vyplynulo zajímavé zjištění, že rozdíl průměrů cen alkoholického i nealkoholického piva napříč nabídkou těchto obchodů se nelišil o nijak výraznou částku, ale zůstal v řádech korun.

Tento poznatek ukazuje fakt, že pokud zákazník nevyhledává určitou značku, má vždy možnost koupit si nealkoholické pivo za cenu zhruba odpovídající ceně piva alkoholického a to i při skutečnosti, že technologie výroby nealkoholických piv bývají náročnější a uvařit po sensorické stránce dobré nealkoholické pivo je těžší.

## 5 ZÁVĚR

V bakalářské práci byly popsány mnohé známé metody výroby nealkoholického piva. Některé z nich byly shledány v praxi velmi významné, jiné zase jako ekonomicky tak náročné, že se nevyplatí je v pivovarech zavádět. Jsou známy i metody, kdy jimi vyrobené pivo neodpovídá organoleptickým standardům. Nicméně všemi výše zmíněnými metodami lze dosáhnout toho, aby pivo odpovídalo legislativní hranici obsahu alkoholu pro nealkoholické pivo tj. do 0,5 % objemových.

Součástí bakalářské práce byl i průzkum trhu na Jihlavsku, který ukázal velmi zajímavé výsledky. A to, že ceny nealkoholických piv a alkoholických piv se v průměru prakticky neliší. Konzument by tedy byl schopen zakoupit si oba druhy piv za velmi obdobné ceny (běžně je rozdíl 11 %). Pokud by ovšem vyhledával určitou značku, byl by cenový rozdíl významnější a to až 142 %.

Každopádně oblíbenost nealkoholických piv je zřejmá a dokazuje ji fakt, že pivovary stále rozšiřují jejich nabídku o různé inovace (balení, příchut', apod.). Ačkoli se to na první pohled nezdá, nealkoholická piva jsou nepostradatelná. Například pro lidi, kterým profese, nemoc, či náboženství neumožňuje konzumovat tento mok v alkoholické formě, pro takové zákazníky je nealkoholické pivo zajímavou dostupnou variantou.

## 6 SOUHRN A RESUME, KLÍČOVÁ SLOVA

### Souhrn

Název práce: Možnosti výroby nealkoholického piva

V této bakalářské práci se pojednává o surovinách potřebných k výrobě piva i o výrobě samotné, ale především o různých cestách k získání piva nealkoholického. K přípravě tohoto nápoje vedou tři hlavní používané cesty. Těmi jsou přímá výroba nealkoholického piva, použití speciálních mikroorganismů a odstraňování alkoholu z hotového piva. Každá z těchto metod má své výhody i úskalí. Pro rozšíření práce o zajímavý pohled byl proveden průzkum trhu za účelem zjistit, zda se významně liší ceny piv nealkoholických od alkoholických. Ze zpracovaných dat tohoto průzkumu trhu byly vyvozeny zajímavé pohledy na cenovou problematiku.

Klíčová slova: nealkoholické pivo, fermentace, kvasinky, výroba, teplota

### Resume

The work title: Nonalcoholic beer production

This work (bachelor degree) deals with the ways how to produce nonalcoholic beer. The ingredients and production itself are included as well. The most used ways are three. The direct production, the microorganism application and the alcohol removal. All of them show advantages and disadvantages that are presented. The market survey was performed as well to prove the possible differences between alcoholic and nonalcoholic beer prices. For that reason, this work is broadened concerning market research and its price policy results.

Key words: nonalcoholic beer, fermentation, yeast, production, temperature



## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BASAŘOVÁ G., *Jak se vyrábí nízkoalkoholické a nealkoholické pivo?*, [online] Vesmír, 2005, [cit. 2014-03-09]. Dostupné na: <http://casopis.vesmir.cz/clanek/jak-se-vyrabi-nizkoalkoholicke-a-nealkoholicke-pivo>

BASAŘOVÁ, G., *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010, 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7.

BASAŘOVÁ, G. a J. Čepička. *Sladařství a pivovarství*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1985. 256 s.

BRÁNYIK a kol., *A review of method of low alcohol and alcohol-free beer production*, Journal of Food Engineering, Volume 108, 2012, Issue 4, 493-506 s.

BURGESS, A. H., *Hops: botany, cultivation, and utilization*. New York, Interscience Publishers, 1964, 300 s.

CATARINO M., Mendes A., et al., *Non-alcoholic beer – A new industrial process, Separation and purification technology*, 2011, 79, 342-351 s.

CATARINO M., Mendes A., Madeira L., Ferreira A., et al., 2006, *Beer dealcoholization by reverse osmosis*, Desalination, Volume 2000, Issue 1-3, 397-399 s.

CIBULKA, J., *Domácí vína, piva, likéry a medoviny*. Vyd. 1. Liberec: GEN, 2003, 269 s., [8] s. barev. obr. příl. ISBN 80-86681-23-8.

FARAGÓ, J. a E. Üргеová. *Chmel' obyčejný: nové pohľady na tradičnú plodinu*. Vyd. 1. Trnava: Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Fakulta prírodných vied, 2013, 180 s. ISBN 978-80-8105-518-8.

FEYFRLÍKOVÁ, M., *Kuchyně pozdního středověku*. Praha: Grada Publishing, 2015. ISBN 978-80-247-5431-4.

FRANČÁKOVÁ, H. a Ž. Tóth. *Sladovníctvo a pivovarníctvo*. 2. nezmen. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012, 141 s. ISBN 978-80-552-0762-9.

HASÍK, T., *Svět piva a piva světa*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 125 s. ISBN 978-80-247-4648-7.

HOUGH, J. S., Briggs D. E., Stevens, R., Young, T. W.: *Malting and Brewing Science*, Vyd. 2, Chapman&Hall, 1982, 885 s. ISBN 0 12 165902.

HUTKINS, R. W., *Microbiology and technology of fermented foods*. 1st ed. Ames, Iowa: Blackwell Pub., 2006. ISBN 9780813800189.

CHLÁDEK, L., *Pivovarnictví*. 1. vyd. Praha: Grada, 8 s. barev. obr. příl. Řemesla, tradice, technika. 207 s., 2007, ISBN 978-80-247-1616-9.

JEDLIČKOVÁ, N., *Technologie výroby nízkostupňových piv*, Diplomová práce. Brno: MENDELU Brno, 2015, 71 s.

JEDLINSKÝ, J., *písemné sdělení*, zaměstnanec Plzeňského Prazdroje, a.s., Ovocný trh 8, Praha 110 00, 15. 4. 2016

KADLEC, P., K. Melzoch a M. Voldřich. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.

KOŠTÍŘ, J., *Biochemie*. Vyd. 1. V Praze: Avicenum, zdravotnické nakladatelství, n. p., 1974, 568 s. ISBN 08-066-74

KOTLÍKOVÁ, B., *ústní sdělení*, zaměstnanec Pivovaru Protivín, a.s., Pivovar 168, Protivín 398 11, 17. 12. 2015

MOLL, Manfred, *Beer & Coolers*. Andover, Hampshire: Intercept Ltd., 1994. 495 s. ISBN 97-1898298090

NARZISS, Ludwig, Bellmer, H. G., *Veränderungen der Polyphenole während des Maischens und Abläuterns*. Brauwissenschaft 1976, 144 - 152 s.

NĚMEC D., *Problematika technologie nealkoholického piva v pivovaru Černá Hora*, Bakalářská práce, Brno: MENDELU Brno, 2012, 48 s.

PELIKÁN, M., D. Míša a F. Dudáš. *Technologie kvasného průmyslu*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996, 129 s. ISBN 80-7157-240-3.

- PILIPOVIK M. V., RIVEROL C. a kol., *Assessing dealcoholization systems based on reverse osmosis*, Journal of Food Engineering, Volume 69, 2005, Issue, 4, 437 - 441 s.
- POLLOCK, James Richard Allan. *Brewing science*. New York: Academic Press, 1979. Food science and technology. ISBN 0125610017.
- POTĚŠIL V., ZEDEK V., *Výroba nealkoholického piva vakuovou destilací*, Kvasný průmysl, 2008, roč. 54, č. 5, 149-151 s.
- PREEDY R. V. (ED.), 2009: *Beer in Health and Disease Prevention*. Academic Press in an important of Elsevier, Burlington, USA, 1101 s.
- PROCHÁZKA, R., *ústní sdělení*, výrobní ředitel pivovaru Jihlava a.s., Vrchlického 2, Jihlava 586 01, 17. 12. 2015
- RYBÁČEK, V., *Chmelařství*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1980, 426 s.
- SAMEC, P., *písemné sdělení*, PR manager Budějovický Budvar, n. p., K. Světlé 512/4, České Budějovice 370 04, 31. 3. 2016
- SAMWALD, A., *Sušíme ovoce, zeleninu, bylinky a houby*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-2566-6.
- SELECKÝ R., ŠMOGROVIČOVÁ D., *Technologické a mikrobiologické aspekty výroby piva so sníženým obsahem alkoholu*. Chemické Listy 101, 2007, 542-548 s.
- SOHRABVANDI S., a kol., *Alcohol-free beer: Method of production, sensorial defects, and healthful effects*, Food Reviews International, Volume 26, 2010, Issue 4, 335 - 352
- VERZELE, M., *100 yeasts of hops*. In: *Brewings science*, Vyd. 1., Pollock J. R. A. London: Academic Press, 1979, 579 s.
- VYHLÁŠKA 335/1997 Sb., online [cit. 2016-02-5]. Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy->

mze/tematickyprehled/Legislativa-MZe\_uplna-zneni\_vyhlaska-1997-335-  
potraviny.html

ZEDEK, V., *písemné sdělení*, výrobní ředitel pivovaru Černá Hora, a. s., nám. U  
Pivovaru 3, Černá Hora 679 21, 8. 4. 2016

ZEHNÁLEK, J., *Biochemie 2*. Dotisk vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a  
lesnická univerzita v Brně, 2007. ISBN 978-80-7157-716-4.

## 8 PŘÍLOHY

Příloha 1: *Tabulka dat získaných průzkumem trhu, kdy prázdná místa označují absenci vhodného produktu v prodejně (1. část)*

	výrobce - pivovar	nealkoholické pivo	Kč	alkoholické pivo	Kč
<b>Flop</b>	Plzeňský prazdroj			Pilsner urquel 12°	22,90
	Plzeňský prazdroj			Gambrinus 10 °	9,90
	Radegast	Birell	13,90		
	Velké popovice			Kozel 11°	10,90
<b>TESCO</b>	Bernard	Bernard s čistou hlavou jantar	14,90	Bernard 10°	12,50
	Bernard	Bernard s čistou hlavou Free	14,50	Bernard 10°	12,50
	Browar Van Pur S.A.	Rastinger free 0,5l (plech.)	9,90	Rastinger 7% obj. (plechovka)	11,90
	Budějovický budvar	Budweiser budvar B:FREE	12,90	Budweiser budvar 10°	12,90
	Heineken	Zlatopramen N-A	12,50	Zlatopramen 11°	12,90
	Jihlava			Ježek 11°	11,90
	Litovel	Zubr free	13,90		
	Lobkowicz	Lobkowicz nealkoh. premium	13,50		
	Platan	Platan nealko	9,50	Platan 11°	12,50
	Primátor	Primátor nealko	6,90		
	Radegast	Birell	13,90	Radegast 10°	12,90
	Radegast	Birell polotmavý	14,90	Radegast 10°	12,90
	Radegast	Birell 0,5l (plechovka)	18,90		
	Samson	Pito	10,90		
	Staropramen	Stella artois N-A (0,33 l)	16,90	Stella artois (0,5 l)	25,90
	Staropramen	Staropramen Nealko	13,90	Staropramen 11°	13,50
	Staropramen	Staropramen Nealko (plech.)	16,90	Staropramen 11° (plech.)	15,90
Svijany	Svijany - svijanský vozka	9,90	Svijanský maz 11°	11,90	
<b>Lidl</b>	Plzeňský prazdroj			Pilsner urquel 12°	23,90
	Protivín	Argus nealko	7,90	Argus 12°	10,90
	Radegast	Birell	13,90		
<b>Supermarket Albert</b>	Bernard	Bernard s čistou hlavou Free	14,90	Bernard 11°	15,90
	Budějovický budvar	Budweiser budvar B:FREE	12,90	Budweiser budvar 12°	21,90
	Heineken	Zlatopramen N-A	12,90	Zlatopramen 11°	14,50
	Lobkowicz	Bertold nealkoholické pivo	6,90	Bertold 12°	11,90
	Radegast	Birell polotmavý	14,90	Radegast 10°	12,90
	Samson	Pito	9,90		
	Staropramen	Staropramen Nealko	12,90	Staropramen 11°	12,90
<b>Kaufland</b>	Bernard	Bernard s čistou hlavou Free	13,90	Bernard 11°	11,90
	Budějovický budvar	Budweiser budvar B:FREE	12,90	Budweiser budvar 10°	12,90
	Heineken	Zlatopramen N-A	12,50	Zlatopramen 11°	13,90
	Holba	Ambrosius Free	6,90	Ambrosius 10°	5,60
	Lobkowicz	Lobkowicz nealko. premium	12,90	Lobkowicz 12°	21,90
	Platan	Platan nealko	8,90		
	Radegast	Birell polotmavý	13,90	Radegast 10°	12,90
	Radegast	Birell	13,90		
	Samson	Pito	12,90	Samson 10°	10,90
	Staropramen	Stella artois N-A (0,33 l)	16,50	Stella artois (0,5 l)	25,90
	Staropramen	Staropramen Nealko	11,90	Staropramen 10°	7,70

Příloha 1: Tabulka dat získaných průzkumem trhu, kdy prázdná místa označují absenci vhodného produktu v prodejně (2. část)

	výrobce - pivovar	nealkoholické pivo	Kč	alkoholické pivo	Kč
Hypermarket Albert	Bernard	Bernard s čistou hlavou Free	13,90	Bernard 10°	11,90
	Budějovický budvar	Budweiser budvar B:FREE	12,90	Budweiser budvar 10°	12,90
	Heineken	Zlatopramen N-A	12,90	Zlatopramen 11°	12,90
	Lobkowicz	Bertold nealkoholické pivo	6,90	Bertold 10°	7,40
	Platan	Platan nealko	9,90	Platan 10°	6,90
	Radegast	Birell polotmavý	13,90	Radegast 10°	9,60
	Radegast	Birell	13,90	Radegast 10°	9,60
	Samson	Pito	9,90	Samson 12°	14,90
	Staropramen	Stella artois N-A (0,33 l)	16,90	Stella artois (0,33 l)	18,60
	Staropramen	Staropramen Nealko	12,90	Staropramen 10°	11,90
Penny	Budějovický budvar	Budweiser budvar B:FREE	8,90	Budweiser budvar 12°	21,50
	Nymburk	Staročech nealko. pivo	6,90	Staročech 10°	6,90
	Plzeňský prazdroj			Pilsner urquel 12°	23,90
	Radegast	Birell	13,90		
Terno	Bernard	Bernard s čistou hlavou Free	14,90	Bernard 10°	11,90
	Bohemia regent	Regent Regenát nealko. pivo	7,90	Regent 10°	7,90
	Platan	Platan nealko	9,50	Platan 11°	10,90
	Radegast	Birell	13,90	Radegast 10°	12,90
	Radegast	Birell polotmavý	13,90	Radegast 10°	12,90
	Samson	Pito	8,50		
	Staropramen	Staropramen Nealko	11,90	Staropramen 11°	13,90
Horpo	Platan	Platan nealko	13,90		
	Plzeňský prazdroj			Pilsner urquel 12°	22,70
	Radegast	Birell	15,20	Klasik 10°	7,10
	Staropramen	Staropramen Nealko	14,90	Staropramen 12°	12,00
Billa	Bernard	Bernard s čistou hlavou Free	14,90	Bernard 10°	12,50
	Lobkowicz	Lobkowicz nealk. premium	14,50	Lobkowicz 12°	21,90
	Platan	Platan nealko	9,90	Platan 10°	9,90
	Radegast	Birell	13,90	Radegast 10°	12,90
	Radegast	Birell polotmavý	14,90	Radegast 10°	12,90
	<b>Průměr</b>		<b>12,56</b>		<b>13,72</b>
	<b>Sm. odchylka</b>		<b>2,81</b>		<b>4,90</b>

Příloha 2: *Tabulka obsahující nealkoholická piva ve slevě*

<b>Pivovar</b>	<b>Název nealkoholického piva</b>	<b>Cena Kč</b>	<b>Sleva Kč</b>	<b>Rozdíl Kč</b>
Radegast	Birell	13,90	11,90	2,00
Staropramen	Staropramen Nealko (plech.)	16,90	12,90	4,00
Radegast	Birell polotmavý	14,90	11,90	3,00
Samson	Pito	12,90	9,90	3,00
<b>Průměr</b>		<b>14,65</b>	<b>11,65</b>	<b>3,00</b>
<b>Sm. odchylka</b>		<b>1,71</b>	<b>1,26</b>	<b>0,82</b>

Příloha 3: *Tabulka obsahující alkoholická piva ve slevě*

<b>Pivovar</b>	<b>Název alkoholického piva</b>	<b>Cena Kč</b>	<b>Sleva Kč</b>	<b>Rozdíl Kč</b>
Platan	Platan 11°	12,50	9,90	2,60
Radegast	Radegast 10°	12,90	7,90	5,00
Radegast	Radegast 10°	12,90	7,90	5,00
Budějovický budvar	Budweiser budvar 10°	12,90	8,90	4,00
Radegast	Radegast 10°	12,90	9,90	3,00
Radegast	Radegast 10°	12,90	9,90	3,00
Platan	Platan 10°	9,90	6,90	3,00
<b>Průměr</b>		<b>12,41</b>	<b>8,76</b>	<b>3,66</b>
<b>Sm. odchylka</b>		<b>1,12</b>	<b>1,21</b>	<b>1,01</b>