

# Technologie výroby lihu

Radka Zakopalová, DiS.

---

Bakalářská práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Radka ZAKOPALOVÁ, DiS.  
Osobní číslo: T090617  
Studijní program: B 2901 Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Chemie a technologie potravin  
  
Téma práce: Technologie výroby lihu.

Zásady pro vypracování:

1. Technologie výroby lihu.
2. Fyzikální a chemické vlastnosti lihu.
3. Využití v potravinářském, farmaceutickém průmyslu a jako biopalivo.
4. Výtěžnost lihu ze vstupní suroviny.
5. Zkoušky kvality a atesty lihu.
6. Spotřeba melasy na líh.
7. Spotřeba živin a pomocných látek na líh.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. KADLEC, P. Technologie potravin II . 1.vydání. Praha: Firma-JK, 2002. ISBN 80-7080-510-2.
2. RYCHTERA, M. Lihovarství,droždářství a vinařství II. 2.vydání. Praha: H&H Jinočany, 1991. ISBN 80-7080-117-4.
3. HŘIBOVÁ, M. Zemědělství, mlýny, pivovarnictví a lihovarnictví v českých zemích ve 13.-16.století(stručně). [online]. [cit. 2011-10-13]. Dostupné z: [http://kostym.cz/Cesky/5\\_Eseje/zemedelstvi.pdf](http://kostym.cz/Cesky/5_Eseje/zemedelstvi.pdf)
4. REINBERGR, O. Aktuální stav cukrovarnického a lihovarnického průmyslu v poreformním období. [online]. [cit. 2011-10-09]. Dostupné z: [http://www.cukr-listy.cz/on\\_line/2011/PDF/159-164.pdf](http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/159-164.pdf)

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Josef Mrázek**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**6. ledna 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: ZAKOPALOVA ZADKA

TECHNOLOGIE  
Obor: ML. A MLEC. UVEDENI

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 9.5.2012

Zakopalova Z

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

Děkuji vedoucímu práce Ing. Josefu Mrázkovi za vedení bakalářské práce. Firmě Moravský lihovar Kojetín a.s. a vedoucímu výroby Ing. Martinu Hubovi děkuji za cenné připomínky v oblasti technologie výroby lihu a poskytnutí hodnot výroby procesu kvašení.

## **ABSTRAKT**

Cílem bakalářské práce bylo popsat technologii výroby lihu a jeho využití v jiných průmyslech (kosmetickém, farmaceutickém, petrochemickém). Popsala jsem stručně historii výroby lihu, jeho vlastnosti a kvalitativní rozdělení lihu v závislosti na typu vstupní suroviny. Také jsem se zmínila o negativní spotřebě lihovin.

Dále jsem posoudila výtěžnost lihu za období září 2010 až červen 2011 z poskytnutých dat firmou Moravský lihovar Kojetín a.s.

Klíčová slova: ethanol, kvasinky, destilace, výtěžnost lihu.

## **ABSTRACT**

The aim of this bachelor's thesis was to describe the technology of ethanol production and the use of ethanol in different types of industry (cosmetic, pharmaceutical, petrochemical). I briefly examined the history of ethanol production, the characteristics of ethanol and qualitative differences of ethanol according to the raw material used. I also mentioned the negative usage of alcohol.

I reviewed the yield of ethanol between September 2010 and June 2011 from the data provided by the company Moravský lihovar Kojetín a.s.

Key words: ethanol, yeast, distillation, yield of ethanol

# OBSAH

<b>OBSAH .....</b>	<b>8</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>1 HISTORICKÝ A SOUČASNÝ VÝVOJ LIHOVARNICTVÍ .....</b>	<b>12</b>
<b>2 VLASTNOSTI ETHANOLU.....</b>	<b>14</b>
2.1 OBECNÉ VLASTNOSTI .....	14
2.2 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ VLASTNOSTI.....	14
2.3 BEZPEČNOST .....	15
2.4 CHEMICKÉ REAKCE .....	15
2.4.1 <i>Kyselý charakter vodíkového atomu v ethanolu.....</i>	<i>15</i>
2.4.2 <i>Katalytická dehydratace ethanolu .....</i>	<i>16</i>
2.4.3 <i>Katalytická oxidace ethanolu na acetaldehyd .....</i>	<i>16</i>
2.4.4 <i>Reakce ethanolu s organickými kyselinami.....</i>	<i>16</i>
2.5 SENZORICKÉ HODNOCENÍ LIHU .....	16
2.5.1 <i>Čiřost .....</i>	<i>16</i>
2.5.2 <i>Barva.....</i>	<i>17</i>
2.5.3 <i>Vůně a chuť.....</i>	<i>17</i>
<b>3 DRUHY LIHU .....</b>	<b>18</b>
3.1 SYNTETICKÝ LÍH.....	18
3.2 SULFITOVÝ LÍH .....	18
3.3 KVASNÝ LÍH .....	18
3.4 ZVLÁŠTNĚ DENATUROVANÝ LÍH.....	19
3.5 OBECNĚ DENATUROVANÝ LÍH .....	19
3.6 ÚKAPY A DOKAPY.....	19
3.7 PŘIBOUDLINA .....	19
<b>4 SUROVINY PRO VÝROBU LIHU.....</b>	<b>20</b>
4.1 SUROVINY OBSAHUJÍCÍ SACHARÓZU .....	20
4.2 SUROVINY OBSAHUJÍCÍ ŠKROB.....	20
4.3 SUROVINY OBSAHUJÍCÍ INULIN.....	20
4.4 SUROVINY OBSAHUJÍCÍ CELULÓZU.....	20
<b>5 BIOCHEMIZMUS LIHOVÉHO KVAŠENÍ A PRODUKČNÍ MIKROORGANIZMY .....</b>	<b>21</b>
5.1 BAKTERIE PRODUKUJÍCÍ ETHANOL.....	22
5.2 VLÁKNITÉ HOUBY PRODUKUJÍCÍ ETHANOL .....	22
5.3 KVASINKY PRODUKUJÍCÍ ETHANOL.....	23



<b>6</b>	<b>TECHNOLOGIE VÝROBY LIHU .....</b>	<b>24</b>
6.1	PŘÍJEM A ÚPRAVA MELASY .....	24
6.2	PŘÍPRAVA ZÁPARY .....	25
6.2.1	<i>Živení</i> .....	25
6.2.2	<i>Odpěňování kvasících zápar</i> .....	25
6.3	PŘÍPRAVA KULTURY A PROPAGACE KVASINEK .....	25
6.4	SEPARACE KVASINEK .....	26
6.4.1	<i>Klasický vsádkový proces</i> .....	26
6.4.2	<i>Přítokový způsob</i> .....	26
6.4.3	<i>Způsob s recyklací kvasinek (se zvratnou separací buněk)</i> .....	27
6.4.4	<i>Kontinuální způsob kvašení</i> .....	27
6.5	DESTILACE A REKTIFIKACE .....	27
<b>7</b>	<b>VÝTĚŽNOST LIHU, SPOTŘEBA MATERIÁLU .....</b>	<b>29</b>
7.1	VÝROBA LIHU .....	29
7.2	VÝTĚŽNOST LIHU Z MELASY .....	30
7.3	VÝTĚŽNOST LIHU Z CUKRU .....	31
7.4	SPOTŘEBA MELASY NA LÍH .....	32
7.5	SPOTŘEBA ŽIVIN A POMOCNÝCH LÁTEK NA LÍH .....	33
7.6	ATEST O KVALITĚ LIHU .....	35
<b>8</b>	<b>VYUŽITÍ LIHU V KOSMETICKÉM PRŮMYSLU .....</b>	<b>36</b>
8.1	PLEŤOVÉ VODY .....	36
8.2	MASÁŽNÍ PŘÍPRAVKY .....	36
8.3	VLASOVÉ VODY .....	36
8.4	VODY PO HOLENÍ .....	36
8.5	KOLÍNSKÉ VODY .....	36
8.6	ÚSTNÍ VODY .....	37
8.7	OSVĚŽOVAČE DECHU .....	37
<b>9</b>	<b>VYUŽITÍ LIHU VE FARMACEUTICKÉM PRŮMYSLU .....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>VYUŽITÍ LIHU V PETROCHEMICKÉM PRŮMYSLU .....</b>	<b>40</b>
<b>11</b>	<b>VYUŽITÍ LIHU V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU .....</b>	<b>42</b>
11.1	DESTILÁT PRAVÝ .....	42
11.2	DESTILÁT ŘEZANÝ .....	42
11.3	DESTILÁT VYROBENÝ ZVLÁŠTNÍM ZPŮSOBEM .....	42
11.4	OSTATNÍ LIHOVINY .....	42
<b>12</b>	<b>NEŽÁDOUCÍ SPOTŘEBA ALKOHOLU .....</b>	<b>43</b>

<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>49</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>50</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>51</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>52</b>

## ÚVOD

Výroba kvasného lihu, destilátů a dalších lihovin patří k tradičním fermentačním výrobám. Líh nebo alkohol se v hovorovém jazyce vztahuje k nejčastěji se vyskytující sloučenině ze skupiny primárních alkoholů – k ethanolu. Tato sloučenina se dá vyrobit čistě chemickým způsobem, např. hydratací ethylenu, nebo běžnějším mikrobiologickou cestou – kvasným způsobem [1]. V některých zemích se v poslední době projevil prudký vzestup výroby, což bylo způsobeno energetickou krizí a snahou nahradit pohonné hmoty jinými palivy, např. ethanolem. Ohromný vzestup výroby byl znásoben využitím všech nových vědeckých poznatků se zaměřením dalších výzkumných a výrobních kapacit na tuto oblast. Cílem výroby je získat ethanol o různé kvalitě pro potravinářské, farmaceutické, chemické, petrochemické a jiné účely [2].

## 1 HISTORICKÝ A SOUČASNÝ VÝVOJ LIHOVARNICTVÍ

Prvé známky o alkoholové fermentaci pocházejí z Mezopotámie z doby cca 4200 př. n. l. Technika destilace jako způsob izolace a zakoncentrování ethanolu přichází mnohem později a historické prameny jsou, v otázce kdy a kde to bylo, nejednoznačné. Některé zdroje připisují prvenství sestrojení a používání primitivní destilační aparatury Číňanům cca 1000 – 2000 let př. n. l., jiné hovoří o egyptských alchymistech z téže éry před Kristem. Do Evropy se znalosti o destilaci zkvašených surovin dostávají mnohem později okolo 11. – 12. století přes Španělsko. Z této doby pocházejí od mistra Salerna první dochované písemné prameny [1].

Znalost alkoholu k nám přinesli řádoví kněží. S rozvojem vinařství se začalo šířit pálení méně hodnotných vín – pálenka. Za Karla IV. byla založena palírna v Kutné Hoře. Později se začalo pálit pivo, pivní a vinné kvasnice, obilné i sladové zápary. Destilace se původně prováděla ve skleněných křivulích, spojených s chladiči a jímací baňkou. S rozšiřováním výroby se přecházelo na zařízení kameninové a měděné pocínované [3].

V 16. století byl měděný vařák uložen v pískové nebo popelové lázni, umístěné v píccce na přímém topení. Vařák měl snímací víko – alembík, z něhož vycházela trubka k chladiči a od něho do jímací nádoby. Chladilo se vodou. Pálenky se vyráběly dvojitou destilací. První destilát (břečka, lutr) nepříjemně páchl a chutnal, teprve druhou destilací se vyrobila pitná pálenka, z níž se oddělila první část zvaná předek či úkap od zbytku – flegma. Nečistě pálenky se filtrovaly bavlnou nebo papírem, přepalovaly s jalovcem, vápennou vodou [3].

V našich zemích se začaly používat brambory k výrobě lihu v první polovině 18. století. Počátky našeho lihovarství jsou proto spojeny s vývojem zemědělství. Paření brambor pod tlakem v pařácích je spojeno se jmény Hollefreund a Henze. Pařákový způsob však byl nahrazen difúzním způsobem. První samostatný melasový lihovar vznikl v roce 1838 v Praze při pivovaru na Poříčí. Nejstarší průmyslový lihovar byl postaven v Kolíně v roce 1860, dále pak v Praze Libni, Mladé Boleslavi, Mostě, Pardubicích, Smiřicích, v Rájci nad Svitavou, Olomouci a v Kojetíně [4].

Výroba lihu je v České republice diversifikována do dvou základních oblastí. První oblastí je výroba pitného lihu pro potravinářské účely, které je zajišťována lihovarem v Kojetíně (Moravský lihovar Kojetín a.s.), lihovarem v Chrudimi (Cukrovary a lihovary TTD a.s.)

a lihovarem v Kolíně (Bioferm a.s.). Druhou dynamicky se rozvíjející oblastí je výroba bioethanolu. Tuto oblast zajišťují společnosti Agroetanol a.s. v Dobrovicích a Ethanol Energy a.s. [5].

Svaz lihovarů České republiky byl založen 6. června 2007 za účelem sdružování a hájení zájmů všech českých výrobců lihu. Posláním svazu je zajišťovat, zastupovat a prosazovat zájmy českého lihovarnického průmyslu, spolupracovat se zástupci zemědělského sektoru, petrolejářského průmyslu a státních orgánů a prezentovat stanoviska zástupců lihovarského průmyslu nejen na domácí úrovni, ale i na mezinárodních konferencích a zasedáních evropských lihovarnických svazů [6].

V současnosti jsou členy významní výrobci lihu (surový, jemný, technický, bezvodý) v ČR, a to: Agroetanol TTD (lihoval Dobrovice), AKSIL, Asociace lihovarů ČR, Bioferm Kolín, Cukrovary a lihovary TTD (lihoval Chrudim), Ethanol Energy (lihoval Vrdu), Hanácká potravinářská společnost, Korfil (lihoval Hustopeče), Moravský lihoval Kojetín a.s. a PLP (lihoval Trmice) [6].

## 2 VLASTNOSTI ETHANOLU

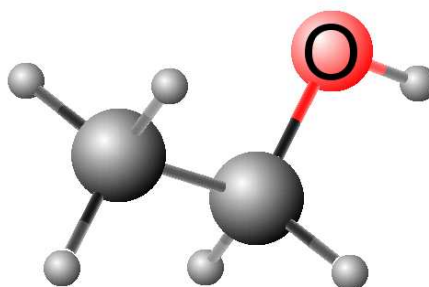
K základním vlastnostem ethanolu patří obecné, fyzikálně chemické vlastnosti, bezpečnost, chemické reakce ethanolu a sensorické vlastnosti.

### 2.1 Obecné vlastnosti

Systematický název: ethanol

Synonyma: ethylalkohol, alkohol etylnatý, alkohol, alcohol ethylicus. Líh, spiritus vini (označení pro směs ethanolu s vodou s případnými doprovodnými znečištěními) [7].

Funkční vzorec:  $C_2H_5OH$  [8]



Obr. 1 Prostorový model ethanolu [9].

### 2.2 Fyzikálně chemické vlastnosti

K nejsledovanějším fyzikálně chemickým vlastnostem ethanolu patří níže vypsané fyzikálně chemické veličiny [10].

$M_r$	46,070 g/mol
$T_t$	-114,1 °C
$T_v$	78,29 °C
$\rho^{25}$	0,7850 g/cm <sup>3</sup>
$pK_a^{25}$	15,9
$\eta^{25}$	1,078 mPa.s
$w_{vaq}$	neomezeně mísitelné

## 2.3 Bezpečnost

R-věty	R11 (Vysoce hořlavý) [11].
S-věty	S7 (Uchovávejte obal těsně uzavřený) S16 (Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – Zákaz kouření) S2 (Uchovávejte mimo dosah dětí) [12].
T vzplanutí	13 °C (5 % vody), 24 °C (50 % vody)
T hoření	30 °C
T vznícení	366 °C
Meze výbušnosti	3,4 – 15 % objemových
Klasifikace	hořlavina 1. třídy [8].



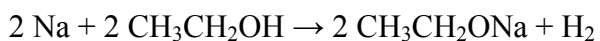
Obr. 2 Výstražný symbol: Vysoce hořlavý F [13].

## 2.4 Chemické reakce

K základním chemickým reakcím ethanolu patří kyselý charakter vodíkového atomu, katalytická dehydratace ethanolu, katalytická oxidace ethanolu na acetaldehyd a reakce ethanolu s organickými kyselinami.

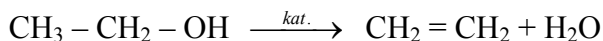
### 2.4.1 Kyselý charakter vodíkového atomu v ethanolu

Kyselý charakter vodíkového atomu v ethanolu vzniká reakcí sodíku s ethanolem, za vzniku ethanolátu sodného a volného vodíku. Při reakci dochází k vývoji plynu [14].



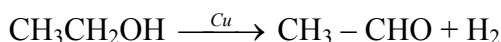
### 2.4.2 Katalytická dehydratace ethanolu

Při katalytické dehydrataci ethanolu z primárních alkoholů vzniká eliminací vody alken s dvojnou vazbou na prvním uhlíku, řetězce. Například účinkem kyselin (sírová, fosforečná), katalytickým působením některých oxidů (oxid hlinitý za vyšších teplot) [14].



### 2.4.3 Katalytická oxidace ethanolu na acetaldehyd

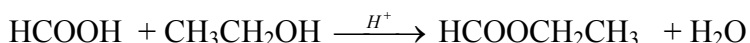
Primární alkoholy mohou být oxidovány na aldehydy, případně až na karboxylové kyseliny. Jako oxidační činidlo můžeme použít oxid chromový, dichroman draselný s kyselinou sírovou. Jako katalyzátor lze použít čistou měď, platinu [14].



### 2.4.4 Reakce ethanolu s organickými kyselinami

Reakce ethanolu s organickými kyselinami se nazývá esterifikace. Vznikají estery a voda. Estery nízkomolekulových alkoholů tvoří příjemně vonící olejovité kapaliny (ovocné estery). Těchto reakcí se využívá k výrobě syntetických ovocných esencí.

Např. reakcí kyseliny mravenčí s ethanolem, katalyzátor kyselina sírová, vzniká ester mravenčanu ethylnatého, který vykazuje rumovou vůni [14].



## 2.5 Senzorické hodnocení lihu

Smyslovými zkouškami se posuzuje vzhled (čirost), barva, vůně a chuť.

### 2.5.1 Čirost

Čirost se posuzuje po zředění na 30 % obj.. Pozoruje se zákal proti bílému pozadí a opalescence proti černé podložce. Rafinovaný líh vyhovuje zkoušce, když po zředění nejví vyší zákal ani opalescenci, než líh nezředěný [15].



### 2.5.2 Barva

Barva se zkouší v bezbarvých zkumavkách proti bílému podkladu při denním světle. Rafinovaný líh vyhovuje zkoušce, když je bezbarvý, bez nepatrného nažloutlého odstínu [15].

### 2.5.3 Vůně a chuť

Zkouška vůně a chutě se provádí v Napoleonkách z bezbarvého skla, přikrytých hodinovým sklíčkem. Zředění lihu odpovídá cca 30 % obj., vůně se zjišťuje ihned, dokud unikají vzduchové bublinky. Chuť se posuzuje po stanovení vůně asi po 2-3 minutách po promíchání [15].

#### **Kvalitativní kategorie lihu, rozdělení dle PP Moravský lihovar Kojetín a.s.:**

**Líh velejemný neutrální** – neutrální vůně a chuť čistého ethanolu, bez vystupujících pachů a příchutí po vedlejších produktech kvašení.

**Líh velejemný** – vůně a chuť čistého ethanolu, bez vystupujících pachů a příchutí po vedlejších produktech kvašení.

**Líh jemný** – vůně a chuť charakteristická po ethanolu, bez výskytu nepříjemných pachů a příchutí po vedlejších produktech kvašení.

**Líh technický** – vůně a chuť charakteristická lihová, dovoluje se vůně a příchut' po vedlejších produktech kvašení [15].

### 3 DRUHY LIHU

Fermentační výroba lihu se dělí na výrobu surového lihu a na výrobu rektifikátu, absolutního lihu a lihovin. Podle zpracovaných surovin, jak uvádí Studnický [16] lze lihovary rozdělit na:

- a) zemědělské (brambory, obilí)
- b) průmyslové (melasa, sulfitované výluhy, zápara po výrobě droždí)
- c) ovocné (jablka, švestky, višně, hroznové a ovocné vína) [16].

Do oběhu lze podle legislativy uvádět líc jen v těchto základních druzích [17]:

#### 3.1 Syntetický líc

Syntetický líc je získán čistě chemickým postupem. Pro průmyslovou produkci je nejběžnější a také nejvíce užívána technologie hydratace etylénu. Syntetický líc má využití pro účely lékařské, farmaceutické a průmyslové [18].

- Rafinovaný
- Bezvodý
- Technický

#### 3.2 Sulfitový líc

Sulfitový líc je vyrobený zkvašováním sulfitového výluhu, v němž zůstává 50 % dřevné hmoty. Výroba sulfitového lihu je důležitým zdrojem surovin chemického průmyslu. Značně omezuje znečišťování vodních toků sulfitovým výluhem [18].

#### 3.3 Kvasný líc

Líc kvasný se získává destilací a rafinací zkvašené zápary, který pochází výhradně ze zemědělských surovin a to z cukrové řepy [19].

- Surový
- Rafinovaný

- Bezvodý
- Ovocné a jiné destiláty

### 3.4 Zvláště denaturovaný líh

Zvláště denaturovaný líh je ethanol s přísadou denaturačního prostředku. Určený pro zvláštní účely výrobních podniků [20].

- Syntetický rafinovaný
- Syntetický technický
- Kvasný

### 3.5 Obecně denaturovaný líh

Obecně denaturovaný líh je ethanol s přísadou několika vzájemně se doplňujících denaturačních prostředků a je určen pro použití všeho druhu [21].

- Syntetický
- Kvasný

### 3.6 Úkapy a dokapy

Úkapy vznikají jako vedlejší produkt při výrobě a zpracování surového lihu a při rafinaci a dehydrataci všech druhů lihů. Vyrábějí se v jednom tržním druhu a v jedné jakosti. Výpary úkapů působí narkoticky, dráždí při kontaktu pokožku a sliznici a při požití mohou vyvolat vážné poškození zdraví. Jsou hořlaviny I. třídy nebezpečnosti. Nesmí být použity pro potravinářské účely ani do výrobků, které by mohly být pro potravinářské účely použity následně [22].

### 3.7 Přiboudlina

Přiboudlina je směs homologických alkoholů s vyšším bodem varu než ethanol, zpravidla izoamylalkoholu, aktivního amylalkoholu, izobutanolu a propanolu, dále mastných kyselin, esterů, vody a jiných látek. Přiboudlina působí narkoticky, dráždí oči, sliznice a pokožku. Je hořlavou kapalinou II. třídy [23].

## **4 SUROVINY PRO VÝROBU LIHU**

Lih se vyrábí z různých zemědělských produktů jako např. z obilí, melasy, ovoce, syrovátky, brambor atd. Energetická krize vytvořila velký zájem o alkoholové kvašení, jeho využití však závisí na dostupnosti, využitelnosti a množství sacharidů v surovině a k jejich následné přeměně na lih. Zemědělské suroviny k výrobě lihu lze rozdělit do čtyř skupin [24].

### **4.1 Suroviny obsahující sacharózu**

Nejpoužívanější surovinou obsahující sacharózu je melasa, dále cukrovka, cukrová třtina, ovoce. Cukry mohou být převedeny na lih přímo [24]. Podstatná nevýhoda výroby lihu z cukrovky jsou vyšší náklady pěstování a vysoký obsah nezpracovaného odpadu [25].

### **4.2 Suroviny obsahující škrob**

Nejpoužívanější surovinou obsahující škrob je obilí, brambory a kořenové plodiny. Většina konzumního a průmyslového lihu je v současnosti zkvašována hlavně ze zrna. Kvašení škrobu z obilovin je složitější než kvašení cukrů na lih. Při klíčení obilí je škrob enzymaticky převeden na glukózu. Výsledná glukóza je zkvašována na lih pomocí kvasinek za vzniku oxidu uhličitého, dále vzniká také nezkvasitelný škrob, vláknina, bílkoviny a popel, který slouží jako krmení pro dobytek [24].

### **4.3 Suroviny obsahující inulin**

Inulin je polysacharid obsahující fruktózu. Tato látka se vyskytuje v topinamburech a v čekance. Štěpení inulinu je jednodušší než štěpení škrobu. Enzym inulináza je obsažen v hlízách a jeho aktivita se postupně zvyšuje. V jarním období dosahuje maxima [25].

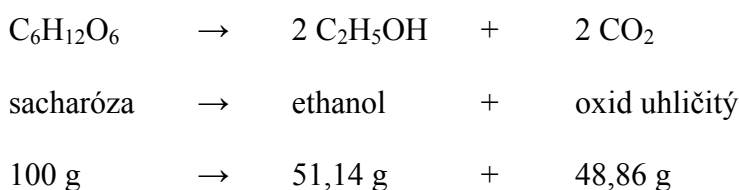
### **4.4 Suroviny obsahující celulózu**

Suroviny obsahující celulózu se používají např. celulóza ze dřeva, zemědělské zbytky, buničina a papír. Celulóza musí nejdříve hydrolyzovat na zkvasitelné cukry působením minerálních kyselin [24].

## 5 BIOCHEMIZMUS LIHOVÉHO KVAŠENÍ A PRODUKČNÍ MIKROORGANIZMY

Lihové kvašení je kvasný nebo fermentační způsob výroby ethanolu, je založen na působení enzymů mikrobiální buňky. Hlavním produkčním mikroorganizmem jsou kvasinky *Saccharomyces cerevisiae*. Jde o proces, který probíhá převážně bez přístupu vzduchu (anaerobně), i když nejde v případě kvasinek o striktně anaerobní podmínky. Mírné provzdušnění kvasného média, hlavně na začátku fermentace, je příznivé pro potřebný nárůst buněk a jejich aktivitu [26].

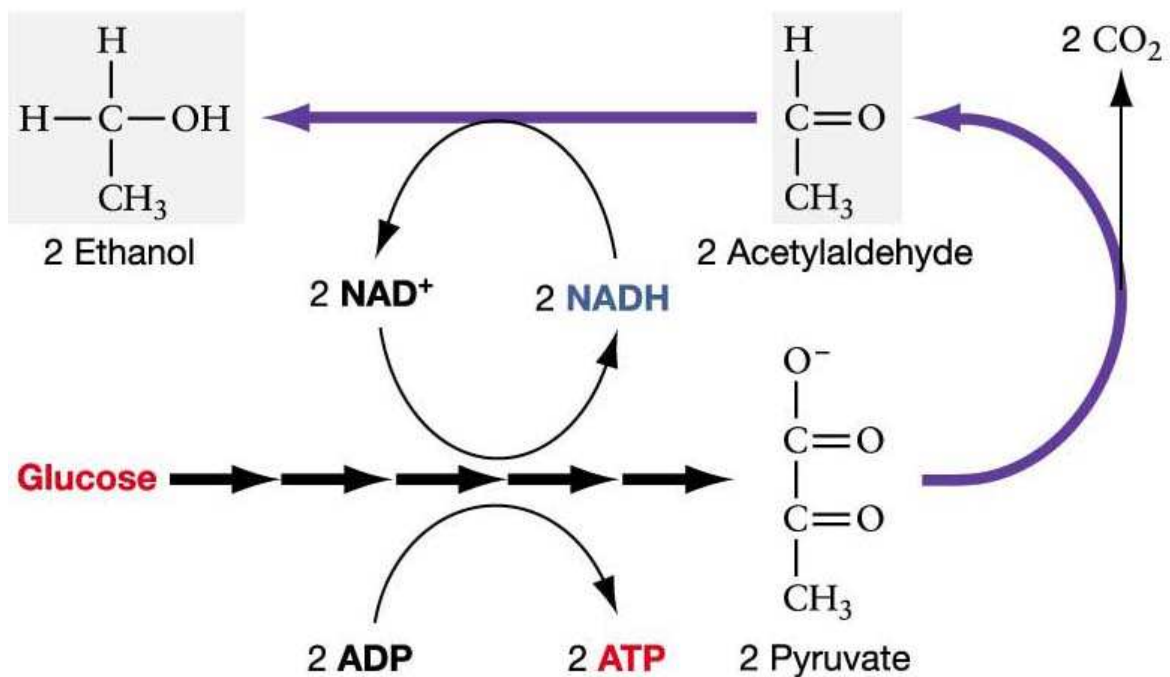
Objasnění tvorby lihu se podařilo začátkem 19. století vědci Gay-Lussacovi [26]:



Při lihovém kvašení vznikají i vedlejší produkty a to vyšší alifatické alkoholy (tzv. přiboudlina), glycerol, 2,3- butylenglykol, acetoin, různé aldehydy a ketony (acetaldehyd, methylglyoxal, isovaleraldehyd), těkavé a netěkavé kyseliny (mravenčí, octová, mléčná, jantarová, pyrohroznová) [4].

Anaerobní fermentační procesy začínají rozkladem glukózy, procesem nazývaným glykolýzou. Prvních deset kroků glykolýzy je stejné i pro alkoholové kvašení, ovšem v posledním kroku je enzym laktátdehydrogenáza nahrazen enzymy pyruvátdekarboxylázou a alkoholdehydrogenázou a kyselina pyrohroznová (pyruvát) je přeměněna na oxid uhličitý a ethanol [27].

Po fermentaci tedy z 1 molu glukózy vznikají 2 moly ethanolu a 2 moly oxidu uhličitého. Kromě toho vznikají i 2 moly ATP vzniklých fosforylací 2 molů ADP. Značná část energie se uvolňuje během alkoholového kvašení v podobě ATP, která poskytuje potřebnou energii pro aktivitu buněk (kvasinek) [28].



Obr. 3 Mechanismus lihového kvašení [29].

## 5.1 Bakterie produkující ethanol

Bakterie produkující ethanol zkvašují ve fermentačním médiu obsažené pentózy, ty jsou obsaženy v hemicelulózách jako součást polysacharidů. U většiny druhů dochází k přímé izomerizaci aldopentózy na ketózu. Tvoří se D-xylulóza z D-xylózy a L-arabinóza je přeměněna na L-ribulózu. Konečné produkty a výtěžnost závisí na použitých mikroorganismech a podmínkách fermentace [4].

*Zymomonas mobilis* v aerobním prostředí oxiduje ethanol na acetát. Používá se často v tropických zemích k přípravě palmového a kaktusového vína. *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus polymyxa* a *Aerobacter indologenes* fermentují hexózy, pentózy na směs kyselin a 2,3- butandiol. *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Clostridium thermocellum* přemění celulózu a hemicelulózu na směs ethanolu, laktátu a acetátu. *Bacillus macerans* produkuje při kvašení ethanol, acetát, oxid uhličitý, aceton a H<sub>2</sub> [4].

## 5.2 Vlákňité houby produkující ethanol

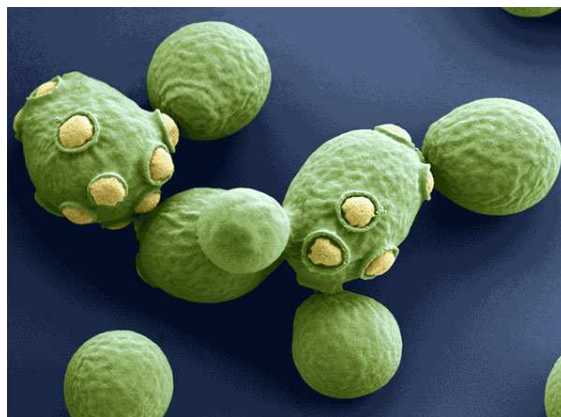
Nejlepším druhem schopným produkovat ethanol, jak uvádí Rychtera [4], je *Fusarium oxysporum*. Ovšem jeho nevýhodou je nízká fermentační rychlost. Další zástupci *Rhizopus sp.* jeho vedlejším produktem je kyselina octová a *Mucor sp.* produkuje jen ethanol [4].

### 5.3 Kvasinky produkující ethanol

Základním požadavkem pro výběr vhodného kmene kvasinky je rychlost produkce ethanolu, vysoká tolerance k produktu, nízké požadavky na růstové faktory, vysoké rezistence vůči kyselinám a některým inhibitorům aj. Zkvašování se zlepšuje ve slabě aerobních podmínkách, kvasinky však musí mít aktivní EMP a pentózafosfátový cyklus. Po vyčerpání xyulózy dochází obvykle k utilizaci vlastního produktu.

Zvýšení výtěžnosti ethanolu za aerobních podmínek vykazují obecně rody *Candida*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Metschnikowia*, *Pichia* a *Pachysolen*. V lihovarech se používají kmeny odvozené od *Saccharomyces cerevisiae*, které splňují při používané technologii a zařízení nejlépe požadavky k výrobě. Začínají se uplatňovat vysokoprodukční a ethanolotolerantní kmeny získané metodami genetického a buněčného inženýrství [4].

*Saccharomyces cerevisiae* neboli pivovarské kvasnice se vyskytují ve volné přírodě na ovoci. energii získává z glukózy, při aerobní a anaerobní fermentaci, za vzniku 2 ATP, oxidu uhličitého a ethanolu [30].



Obr. 4 *Saccharomyces cerevisiae* [31].

## 6 TECHNOLOGIE VÝROBY LIHU

Melasa jako surovina je využívána v průmyslových lihovarech. Z hlediska zpracování je melasa jednodušší surovinou než obilí. Její předností je jednoduchá příprava zápary a skutečnost, že obsahuje přímo zkvasitelný cukr [1].

### 6.1 Příjem a úprava melasy

Melasa se expeduje z cukrovaru v tzv. partiích, musí být plněna do jímek určené pro přepravu melasy, nesmějí být znečištěny látkami pro kvašení škodlivými. Při přejímání se zjistí čistá váha melasy, pak se odebírá vzorek trubkovým vzorkovačem. Odebraný vzorek se procedí hrubým sítem, dobře promísí a naplní do nádob, které se uzavřou a zapečetí. Část takto odebraných vzorků obdrží dodavatel, zbytek si ponechá výrobce. Rozbory melasy uvádějí sacharizaci a polarizaci. Polarizace je podkladem pro zúčtování a výpočet výtěžku lihu na cukr [32].

Je-li melasa teplá, vytéká poměrně rychle. Není-li teplá, pak se ohřívá ostrou párou proudící z trubky zasunuté do melasy směrem k výpusti. Melasa se přečerpává do skladovacích nádrží. Při přečerpávání melasy do skladovací nádrže se vrství, nepromísí se. Tento jev se projevuje v kvasírně nestejnouměrností v práci a výtěžnosti. Je tomu možno zabránit přečerpáním uskladněné melasy z jedné nádrže do druhé, a to tak dlouho až by se dosáhlo dokonalého promísení.

Melasa ke zpracování na líh má být uleželá, nejlépe šest měsíců skladovaná. Během skladování se usadí suspendované látky (látky těžší než melasa), pěna má čas se vyloučit na povrch. Rozloží se různé látky, které mají negativní vliv při zpracování, jakost melasy se vyrovná. Z nádrží se melasa přečerpává v určitém množství do předlohových nebo manipulačních (přípravných, zřed'ovacích) nádrží, ve kterých se zřed'uje vodou. V přípravné nádrži se melasa zřed'uje asi na 30 °Bg, aby ji bylo možno rozvádět v kvasírně přečerpáváním.

Během čerpání se odebírají vzorky, které jsou zpracovány v laboratoři na důležité hodnoty, jako polarizaci, sacharizaci a alkalitu. Tyto hodnoty jsou důležité pro technologické vlastnosti zpracované melasy. Aby nedocházelo k poruchám kvašení, může se při zřed'ování někdy provádět neutralizace, a to přidávkem kyseliny sírové nebo chlorovodíkové [32].



## 6.2 Příprava zápary

Nádrže, ve kterých se zápara připravuje, jsou opatřeny míchacím zařízením a jsou instalovány výše než kvasné kádě, využívá se samospádu. Při kvašení se používá dvou různých koncentrací zápary. Slabší při zahájení (10 – 20 °Bg), silnější pro doplňování fermentoru během kvašení (30 – 40 °Bg). Pro správný průběh kvašení se i zápary okyselují. Okyselení má příznivý vliv na aktivitu kvasinek, ale i vliv antiseptický. Nevýhodou okyselení je, že tvoří s vápenatými sloučeninami melasy těžko rozpustný síran, který způsobuje inkrustaci trubek na odparkách a v destilačních kolonách. Optimální rozmezí pro okyselování zápar leží při pH 4,5 – 5,0 [4].

### 6.2.1 Živení

Dříve se přidávaly do zápary organické živiny (výluh z obilných klíčků, z kukuřičného šrotu), nyní se používají živiny anorganické (síran amonný, hydrogenfosforečnan diamonný). Výpočet živin se musí přizpůsobit používané technologii, aby se zápara nepřeživila. Během kvašení se množství kvasinek dvojnásobí až trojnásobí, proto celkové množství živin se musí počítat pouze na přírůstek kvasinek [4].

### 6.2.2 Odpěňování kvasících zápar

Nejdůležitější vlastností odpěňovačů je jejich vydatnost, trvalý účinek a nesmějí přecházet při destilaci do rafinovaného lihu. Odpěňovadla za normální teploty musí být tekutá. Tuhá odpěňovadla zanášejí odstředivky, ucpávají jejich trysky, v destilační koloně spolu s jinými nečistotami mohou způsobit ucpání [4].

## 6.3 Příprava kultury a propagace kvasinek

Každý lihovar vyhovuje svými specifickými podmínkami určitému kvasničnému typu nebo kmenu a kvasinka jednou přenesená do provozu a z něho opět vrácena do laboratorní kultury se přizpůsobila prostředí a aklimatizovala se [32].

Do dobře vyčištěné, vymyté a za přídavku sody vyvařené kultivační nádoby, nakonec čistou vodou vystříkané a parou vysterilizované, se naplní upravenou záparou a nádoba se hermeticky uzavře. Párou se sterilizuje 30 minut. Díky kyselému prostředí se rozloží soli organických kyselin a uvolněné těkavé kyseliny spolu s těkavými látkami uniknou. Po ukončené sterilaci se začne okamžitě větrat stlačeným vzduchem. Současně se větráním

ochlazuje obsah až na zákvasnou teplotu 29 °C. V tomto okamžiku dochází k zaočkování provozní kulturou.

Účelem propagace kvasinek je další pomnožování kultury a poskytnutí do provozu. Musí vznikat virulentní kvasinky, které by potlačily divoké kvasinky a bakterie. Zápara pro propagaci má 12 – 14 °Bg a je sterilována parou. Očkovací a kvasná teplota je také 29 °C. Větrání musí být živé, prokvašuje se na 6 – 7 °Bg. V tomto stavu se část převede do zákvasné kádě, část se vrátí do propagační nádoby.

Hlavním úkolem zákvasných kádí je rozmnožit kvasinky z propagace na takové množství, které by stačilo pro zkvašení cukru v hlavní kádi. Do hlavní kvasné kádě nateče zákvas, připustí se nesterilní zápara teplé 28 °C ze zřed'ovací epurety pro slabou záparu a vyčká se až kvašením klesne sacharizace na 10 °Bg.

V hlavní kádi se nevětrá, větráním by docházelo k růstu kvasinek a tím by vznikaly ztráty na lihu. Zralá zápara se čerpá na destilaci nebo přepouští do zásobníků. Pokud ze zralé zápary unikl oxid uhličitý, který podporuje rozvoj kyselinotvorných mikroorganismů, oxiduje lih na organické kyseliny. Proto není vhodné vyrábět velké množství zápary do zásoby.

Zvýšením kvasné teploty vznikají veliké ztráty na lihu a oslabují se kvasinky. Použitím zápary o nízké koncentraci se snižuje kapacita kvasného prostoru. Zvýšením množství použitých kvasinek pro násadu je možno zrychlit kvašení [32].

## 6.4 Separace kvasinek

Separaci kvasinek rozumíme oddělení kvasinek od zralé zápary. Podstatou všech způsobů je, že oddělené kvasinky lze přenést do nové zápary a tím ušetřit cukr potřebný k výstavbě kvasničné hmoty ve prospěch lihu [32].

### 6.4.1 Klasický vsádkový proces

Tento proces je velmi jednoduchý, ale dosahuje jen nízkou produktivitu a delší dobu kvašení. Charakteristické je, že probíhá při stejném objemu zápary od začátku do konce [1].

### 6.4.2 Přítokový způsob

Limitujícím faktorem je výsledná koncentrace ethanolu, která se pohybuje od 10 – 12 % obj.. Jedna šarže trvá 17 – 18 hodin. Kvašení se začíná s poměrně vysokou koncentrací

buněk na melasovém médiu o koncentraci sušiny 35 – 38 % hmot. Nevýhodou tohoto způsobu je stálá nutnost přípravy zákvasu [1].

#### 6.4.3 Způsob s recyklací kvasinek (se zvratnou separací buněk)

Tento způsob je znám jako Melle – Boinotův a patří mezi nejrozšířenější. Kvasinky z prokvašené zápary se opakovaně použijí jako inokulum do nové fermentace, tím se ušetří cukr potřebný k syntéze biomasy a je možné pracovat od začátku s vysokou koncentrací buněk, což celkově zrychlí kvašení. K separaci kvasinek se obvykle používají droždářenské odstředivky. Kvasničné mléko prochází preparační lázní, kde po okyselení kyselinou sírovou na pH 2 – 3 dochází k aktivaci kvasinek a usmrcení kontaminujících bakterií. Po skončení preparace se suspenze kvasinek převede do bioreaktoru a začne se přivádět melasová zápara. Koncentrace kvasinek dosahuje až  $4 \cdot 10^8$  buněk/ml [1].

#### 6.4.4 Kontinuální způsob kvašení

Kontinuální způsob lihového kvašení je charakterizován nepřetržitým přítokem čerstvé a odtokem prokvašené zápary z bioreaktoru. Existuje mnoho variant uspořádání, které jsou dnes založeny na principech recirkulace nebo zádrže biomasy a odstraňování ethanolu z bioreaktoru, aby se snížil jeho inhibiční účinek a zvýšila se rychlost kvašení. Společnou nevýhodou všech kontinuálních postupů je velké riziko kontaminace [1].

### 6.5 Destilace a rektifikace

Ze zkvašené zápary se líh odděluje destilací. Kromě ethanolu a vody obsahuje i jiné těkavé látky, jako např. izoamylalkohol, aktivní amylalkohol, izobutylalkohol a n-propylalkohol, dále aldehydy (acetaldehyd), estery, nižší mastné kyseliny, někdy methylalkohol, fural apod. Destilace a rektifikace je založena na různé těkavosti složek roztoku, na různé tenzi par destilujících složek [7].

Rektifikace je opakovaná destilace, jejímž cílem je zkoncentrovat ethanol. Rafinací dochází k odstranění doprovodných látek z lihu. Tyto procesy probíhají v kolonovém uspořádání. Spodní vytápěná část kolony se nazývá vařák a nejhořejší část destilační kolony je hlava. Na patrech dochází ke styku par s kapalinou stékající opačným směrem. Každá kolona je vybavena deflegmátorem, kondenzátorem a chladičem. Deflegmátor slouží k částečné kondenzaci par vystupujících z hlavy kolony a jejich obohacení

o těkavější složku. V kondenzátoru dochází k totální kondenzaci par na kapalinu a chladič ochlazuje destilát.

Pro chod kolony a ustavení rovnováhy je důležitý zpětný tok. Proces destilace je energeticky náročnou operací, proto je snaha maximálním způsobem využít vloženou energii, zejména rekuperaci tepla a uspořádáním kolon do tlakového spádu [1].

Ve firmě Moravský lihovar Kojetín a.s. je k dispozici nejmodernější zařízení od francouzské firmy TECHNIP – SPEICHIM. Toto zařízení typu SPIDRO WWL zajišťuje výrobu v pěti etapách [2]:

- Odplynění zápary, destilace, koncentrace
- Čistění hydroselekcí
- Rektifikace
- Zjemňování a odmetanolování lihu
- Koncentrace alkoholu nižší kvality

Vzhledem k tomu, že některé kolony pracují ve vakuovém systému, umožňuje docílovat nízké spotřeby páry na jednotku výroby. Do zařízení přichází lehká fáze, prokvašená odseparovaná zápara (min. 10 % obj. lihu). Rafinací a rektifikací se na zařízení získávají tři frakce [2]:

- Jemný a velejemný líh
- Líh nižší kvality (úkap)
- Přiboudlina

Moravský lihovar Kojetín a.s. na svém zařízení SPIDRO WWL dociluje špičkové kvality a to velejemného lihu s vynikajícími sensorickými vlastnostmi. Také má k dispozici dvě bezvodé stanice, u kterých uplatňuje azeotropickou technologii DDS I (francouzská technologie) s využíváním odvodňovací směsi cyklohexan – benzin v objemovém poměru 3:1. na požadavky odběratelů a nad rámec normy zajišťuje výrobek o koncentraci min. 99,9 % obj. a s nejnižším obsahem odvodňovací směsi ve výrobku [2].

## 7 VÝTĚŽNOST LIHU, SPOTŘEBA MATERIÁLU

Data ke zpracování výtěžností lihu byly poskytnuty firmou Moravský lihovar Kojetín a. s. V září 2010 probíhalo zahájení kampaně a v červnu 2011 její ukončení [33].

### 7.1 Výroba lihu

Do tabulky byla zahrnuta výroba lihů různé kvality vyrobené v období září – červen.

Tab. 1 Výroba lihů, kampaň 2010/2011

měsíc	líh rafino- vaný me- lasový	líh jemný	líh ve- jemný	líh tech- nický	líh nižší kvality (úkap + dokap)	přiboudlina	výpalky
	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ t ]
září	<b>805,805</b>	23,630	711,175	0,000	70,830	0,170	1514,00
říjen	<b>1750,178</b>	0,000	1290,526	0,000	129,304	0,348	3125,00
listopad	<b>1685,401</b>	0,000	1540,331	0,000	144,748	0,322	2939,00
prosinec	<b>1943,195</b>	0,000	1780,048	0,000	162,784	0,363	3258,00
leden	<b>1613,477</b>	0,000	1475,089	0,000	138,085	0,303	2520,00
únor	<b>1646,052</b>	0,000	1506,383	0,000	139,361	0,308	2688,00
březen	<b>1727,537</b>	0,000	1582,131	0,000	145,067	0,339	2734,00
duben	<b>1612,132</b>	0,000	1478,675	0,000	133,155	0,302	2781,00
květen	<b>1654,505</b>	0,000	1518,173	0,000	136,003	0,329	2935,00
červen	<b>1510,346</b>	0,000	1382,670	0,000	127,387	0,289	2666,00
<b>celkem</b>	<b>15948,628</b>	<b>23,630</b>	<b>14656,201</b>	<b>0,000</b>	<b>1356,724</b>	<b>3,073</b>	<b>27160,00</b>

Z jednotlivých měsíců můžeme vyčíst výsledky výroby lihů různé kvality, součtem těchto hodnot získáme líh rafinovaný melasový.

$$\text{LRM} = \text{LJ} + \text{LVJ} + \text{LT} + \text{LNK} + \text{P}$$

## 7.2 Výtěžnost lihu z melasy

Výtěžnost lihu z melasy zjistíme podílem lihu rafinovaného melasového a 50% polarizací melasy. Práce z hlediska výtěžnosti byla sestavena z pohledu srovnání výtěžnosti melasy podle tab. 3 Alkoholické výtěžky z hlavních lihovarských surovin a posouzení práce. Výtěžnost lihu z melasy za období září – červen podle práce byla velmi dobrá.

Tab. 2 Výtěžnost lihu z melasy

měsíc	líh rafinovaný melasový	melasa 50% polarizace	množství LRM ze 100 kg melasy	práce z hlediska výtěžnosti dle tabulky
	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ t ]	litr a. a. LRM / 100 kg melasy	
září	805,805	2732,00	29,495	průměrná
říjen	1750,178	6114,00	28,626	průměrná
listopad	1685,401	5290,00	31,860	výborná
prosinec	1943,195	6158,00	31,556	velmi dobrá
leden	1613,477	5210,00	30,969	velmi dobrá
únor	1646,052	5140,00	32,024	výborná
březen	1727,537	5480,00	31,524	velmi dobrá
duben	1612,132	5150,00	31,304	velmi dobrá
květen	1654,505	5390,00	30,696	velmi dobrá
červen	1510,346	4950,00	30,512	dobrá
<b>celkem</b>	<b>15948,628</b>	<b>51614,00</b>	<b>30,900</b>	<b>velmi dobrá</b>

$$\text{výtěžnost LRM} = \frac{LRM}{\text{melasa50\% polarizace}} * 100$$

V tab. 3 jsou uvedeny z lihovarských surovin hodnoty vyjádřené % cukru ze 100 kg suroviny. Tato procento je dále posouzeno z pohledu práce.

Tab. 3 Alkoholické výtěžky z hlavních lihovarských surovin a posouzení práce [32].

100 kg	% škrobu % cukru	Práce			
		výborná	velmi dobrá	dobrá	uspokojivá
škrob	100,0	67,0	64,0	62,0	60,0
brambory	22,0	14,7	14,1	13,6	13,2
pšenice	62,0	41,5	39,7	38,4	37,2
sacharóza (řepný cukr)	100,0	64,0	62,0	60,0	58,0
melasa	50,0	32,0	31,0	30,0	29,0

### 7.3 Výtěžnost lihu z cukru

Výtěžnost lihu z cukru zjistíme podílem lihu rafinovaného melasového a 50% polarizací melasy. Práce z hlediska výtěžnosti lihu byla sestavena z pohledu srovnání výtěžnosti cukru podle tab. 3 Alkoholické výtěžky z hlavních lihovarských surovin a posouzení práce. Výtěžnost lihu z cukru za období září – červen podle práce byla velmi dobrá.

Tab. 4 Výtěžnost lihu z cukru

měsíc	líh rafinovaný melasový	melasa 50% polarizace	množství LRM ze 100 kg cukru	práce z hlediska výtěžnosti dle tabulky
	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ t ]	litr a. a. LRM / 100 kg cukru	
září	805,805	2732,00	58,990	průměrná
říjen	1750,178	6114,00	57,251	průměrná
listopad	1685,401	5290,00	63,720	výborná
prosinec	1943,195	6158,00	63,111	velmi dobrá
leden	1613,477	5210,00	61,938	velmi dobrá
únor	1646,052	5140,00	64,049	výborná
březen	1727,537	5480,00	63,049	velmi dobrá
duben	1612,132	5150,00	62,607	velmi dobrá
květen	1654,505	5390,00	61,392	velmi dobrá
červen	1510,346	4950,00	61,024	dobrá
<b>celkem</b>	<b>15948,628</b>	<b>51614,00</b>	<b>61,800</b>	<b>velmi dobrá</b>

#### 7.4 Spotřeba melasy na líh

Norma spotřeby melasy na líh rafinovaný melasový podle firmy Moravský lihovar Kojetín a.s. je 3,2 tun / m<sup>3</sup> a. a. Spotřebu melasy na líh zjistíme podílem melasy 50% polarizací a lihem rafinovaným melasovým. Spotřeba melasy na líh za období září – červen splňuje normu, a to 3,24 tun / m<sup>3</sup> a. a.



Tab. 5 Spotřeba melasy na líh

měsíc	líh rafinovaný melasový	melasa 50% polarizace	spotřeba melasy na LRM
	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	[ t ]	t / m <sup>3</sup> a. a. LRM
září	805,805	2732,00	3,4
říjen	1750,178	6114,00	3,5
listopad	1685,401	5290,00	3,1
prosinec	1943,195	6158,00	3,2
leden	1613,477	5210,00	3,2
únor	1646,052	5140,00	3,1
březen	1727,537	5480,00	3,2
duben	1612,132	5150,00	3,2
květen	1654,505	5390,00	3,3
červen	1510,346	4950,00	3,3
<b>celkem</b>	<b>15948,628</b>	<b>51614,00</b>	<b>3,24</b>

## 7.5 Spotřeba živin a pomocných látek na líh

Norma spotřeby živin a pomocných látek na líh rafinovaný melasový podle firmy Moravský lihovar Kojetín a.s. je u diamonu fosfátu 0,67 kg / m<sup>3</sup> a. a., kyseliny octové 0,6 kg / m<sup>3</sup> a. a., Glanaponu DG21 0,3 kg / m<sup>3</sup> a. a. a kyseliny sírové 18 kg / m<sup>3</sup> a. a. [33]. Spotřeba živin a pomocných látek na líh za období září – červen splňuje normu, a to pro diamon fosfát 0,69 kg / m<sup>3</sup> a. a., kyseliny octové 0,59 kg / m<sup>3</sup> a. a., Glanaponu DG21 0,29 kg / m<sup>3</sup> a. a., kyseliny sírové 187,05 kg / m<sup>3</sup> a. a..

Tab. 6 Spotřeba živin a pomocných látek na lín I.

měsíc	LRM	diamon fosfát		kyselina octová	
	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	spotřeba v kg	spotřeba na LRM	spotřeba v kg	spotřeba na LRM
září	805,805	1085,00	1,35	500,80	0,62
říjen	1750,178	1050,00	0,60	157,50	0,09
listopad	1685,401	1030,00	0,61	1328,00	0,79
prosinec	1943,195	1205,00	0,62	1346,50	0,69
leden	1613,477	1115,00	0,69	906,00	0,56
únor	1646,052	1080,00	0,66	897,75	0,55
březen	1727,537	1405,00	0,81	1044,80	0,60
duben	1612,132	900,00	0,56	986,80	0,61
květen	1654,505	1075,00	0,65	1094,50	0,66
červen	1510,346	1030,00	0,68	1102,50	0,73
<b>celkem</b>	<b>15948,63</b>	<b>10975,00</b>	<b>0,69</b>	<b>9365,12</b>	<b>0,59</b>

Tab. 7 Spotřeba živin a pomocných látek na líh II.

měsíc	LRM	Glanapon DG21		kyselina sírová	
	[ m <sup>3</sup> a. a. ]	spotřeba v kg	spotřeba na LRM	spotřeba v kg	spotřeba na LRM
září	805,805	378,96	0,47	13479,20	16,73
říjen	1750,178	427,37	0,24	33054,40	18,89
listopad	1685,401	484,15	0,29	30736,40	18,24
prosinec	1943,195	614,23	0,32	33955,20	17,47
leden	1613,477	455,84	0,28	28942,40	17,94
únor	1646,052	479,79	0,29	29898,00	18,16
březen	1727,537	508,14	0,29	30480,80	17,64
duben	1612,132	396,88	0,25	29652,00	18,39
květen	1654,505	467,33	0,28	31730,00	19,18
červen	1510,346	387,41	0,26	26001,60	17,22
<b>celkem</b>	<b>15948,63</b>	<b>4600,10</b>	<b>0,29</b>	<b>287930,00</b>	<b>18,05</b>

## 7.6 Atest o kvalitě lihu

Ke každému výrobku určenému k expedici musí být vystaven atest o kvalitě. Takový vystavený atest musí vyhovovat pravidlům podnikové normy. Ukázka atestu viz. příloha PI. a příloha PII.

## **8 VYUŽITÍ LIHU V KOSMETICKÉM PRŮMYSLU**

### **8.1 Pleťové vody**

Pleťové vody (čistící, stahovací) jsou roztoky účinných složek ve vodném roztoku lihu. Podle tržního druhu se obsah lihu pohybuje od 1 do 40 % obj.. Výroba pleťových vod spočívá v rozpuštění jednotlivých složek v lihu nebo v destilované vodě, v případném smísení roztoků, ve zrání směsi, její filtraci, případném barvení a plnění do obalů [35].

### **8.2 Masážní přípravky**

Masážní přípravky pomáhají prokrvit kůži, odstraňují pocit únavy a bolesti při některých onemocněních svalů a kloubů, jsou vhodné po tréninku sportovců a přispívají ke snížení tělesné hmotnosti [35].

### **8.3 Vlasové vody**

Vlasové vody jsou určeny na ošetřování zdravých vlasů nebo na obnovu porušených vlasů. Jsou to lihové roztoky s přísadami různých látek, vyživujících a obnovujících buňky vlasů i pokožky. Úkolem je proniknout do pokožky hlavy, mírně ji podráždit a překravit [35].

### **8.4 Vody po holení**

Vody po holení jsou vodolihové přípravky s vyšším obsahem lihu a s řadou účinných přísad (tymol, mentol, chlorofyl, apod.). Používají se po holení a následném omytí. Stahují kožní póry, zastavují krvácení drobných ranek, dezinfikují, ochlazují, osvěžují a uklidňují pokožku [35].

### **8.5 Kolínské vody**

Kolínské vody jsou roztoky směsí vonných látek ve velejemném rafinovaném lihu. Obsah lihu je 50 až 90 % obj.. Kolínské vody se používají k osvěžení pleti po holení, k parfémaci pleti, vlasů, šatstva, apod. [35].

## 8.6 Ústní vody

Ústní vody slouží k dezinfekci a aromatizaci ústní dutiny, upevňují dásně, omezují vznik zubního kamene. Jsou to roztoky různých účinných látek (tymol, mentol, apod.) v lihu nebo emulze ve vodě. Ústní vody se používají ve značném zředění, proto obsah lihu a účinné látky se pohybuje ve vysokých koncentracích [35].

## 8.7 Osvěžovače dechu

Osvěžovače dechu jsou speciálně upravené koncentrované roztoky aromatických, dezinfekčních, stahujících a chuťových látek v lihu [35].

## 9 VYUŽITÍ LIHU VE FARMACEUTICKÉM PRŮMYSLU

Lih ve farmaceutickém průmyslu se využívá jako selektivní rozpouštědlo pro silice, alkaloidy, glykosidy. K bobtnání pro škroby, polysacharidy. Příklad: přidavek do syntetických etherických olejů neionogenní povahy, kdy užitečná adjuvantní frakce je minimálně 15-20 % ethanolu.

Pod 25 % obsahu ethanolu při topické aplikaci na kůži má chladivý efekt. Nad 50 % naopak pálí. Nad 60 % má baktericidní účinky (lokální antiseptikum).

Využívá se lih bezvodý, lih 96 %, 85 %, 60 %, lih denaturovaný benzínem (1-1,2 % benzínu).

Lékové roztoky jsou jednofázové soustavy, složené ze dvou nebo více složek (rozpuštědlo, rozpuštěná látka). Zde řadíme perorální tekutiny a tekutiny pro kožní aplikaci [36].

### Perorální tekutiny

- Aromatické vody – nasycené vodné roztoky silic s přísadou ethanolu. Nejdříve se rozpustí silice v ethanolu a pak tohoto roztoku ve vodě. Pro vysrážení terpenické složky se musí provést filtrace pomocí mastku. Aromatické vody př. větrová voda, větrová voda červená.
- Aromatické lihy – jsou roztoky silic v lihu v různé (vyšší) koncentraci. Např. anýzový lih složený, etherový lih.

### Tekutiny pro kožní aplikaci

Takové tekutiny jsou tekuté přípravky různé viskozity určené k aplikaci na kůži a nehty. Příkladem může být roztok kyseliny salicylové ethanolický, roztok jodu ethanolický a mýdlový lih [36].

### Dezinfekční prostředky

Mnoho dezinfekčních prostředků se používá samostatně nebo v kombinacích (peroxid vodíku, kyselina peroctová) ve zdravotnictví. Mezi ně patří alkoholy, chlór a sloučeniny chlóru, formaldehyd, peroxid vodíku, kyselina peroctová, fenoly a sloučeniny čpavku. Ve většině případů je daný přípravek určen pro konkrétní účel a musí být použit určitým způsobem (doba působení, koncentrace) [37].

Dezinfekční prostředky na bázi alkoholu se ve zdravotnictví využívají dva vodou rozpustné chemické sloučeniny a to ethanol a isopropylalkohol. Tyto alkoholy jsou rychle baktericidní proti vegetativním formám bakterií, také jsou tuberkulocidní, fungicidní, virucidní. Nezaručují však zničení bakteriálních spór. Účinek dezinfekčního prostředku prudce klesá po zředění pod 50 %. Optimální baktericidní koncentrace je tedy 60 – 90 %.

Dezinfekční prostředky na bázi alkoholu způsobují denaturaci bílkovin, ničí dehydrogenázy *Escherichia coli*, zvyšují lag fázi *Enterobacter aerogenes*. Bakteristatický účinek je způsoben útlumem výroby základních metabolitů pro rychlé dělení buněk. Líh v koncentraci 60 – 80 % je silný virucidní prostředek proti lipofilním virům (herpes, virus chřipky) a hydrofilních virů (adenoviry, obrna, rotaviry) [37].

Tyto dezinfekční prostředky nezpůsobují korozi kovů, neporušují plasty, lepidla, rukavice apod. Ovšem dlouhotrvající používání způsobuje u lepidel a těsnění bobtnání, ztvrdnutí, což je důsledek křehnutí a jeho následné poškození [38].

## 10 VYUŽITÍ LIHU V PETROCHEMICKÉM PRŮMYSLU

V roce 1990 byla zrušena státní cenová podpora odbytu z malých zemědělských lihovarů, které vyrábějí surový kvasný líh z obilí, brambor a odpadních škrobových surovin. Důsledkem bylo snížení produkce a při poklesu exportních možností nemají malé lihovary šanci prodat svůj surový líh. Surový kvasný líh je dodáván k rafinaci převážně průmyslovým lihovarům [39].

Problémový odbyt surového kvasného lihu vede k omezování výroby a útlumu činnosti malých zemědělských lihovarů, které však mohou sehrávat významnou roli v programech regionálního nepotravinářského zpracování nadbytečné zemědělské produkce, zejména obilovin.

Využití kvasného lihu má v palivech řadu variant. Bezvodý líh může být používán jako součást paliv pro zážehové motory, tj. do benzínových směsí, tak i do paliv pro vznětové motory, součást motorových naft. Použití v palivech pro zážehové motory je přímé přimíchání kvasného lihu v množství 5 % do automobilových benzínů. Použití v palivech pro vznětové motory je přímým přimícháním ethylesterů kyselin řepkového oleje a přímým přimícháním bioethanolu do motorové nafty v množství 15 %.

Tato aplikace má však řadu technických problémů. Je nutno provést úpravy motorů. Během skladování u výrobce na čerpacích stanicích, ale i v nádržích vozidel může docházet vzdušnou vlhkostí k rozsazování paliva. Tomuto jevu se dá čelit aditivací paliva. Ethanol zvyšuje třídu požární nebezpečnosti, hlavně u dieslových paliv.

Usnesení vlády České republiky č. 825 ze dne 1. září 2004 byla pro období do 31. května 2013 stanovena minimální kvóta výroby bioethanolu určeného výhradně pro palivové účely v dopravě na trhu ve výši 2 mil. hektolitrů ročně [39].

Biopaliva první generace byly odvozeny od plodin, jako je cukrová třtina, kukuřice a sojové boby, které přispívají k nedostatku vody a odlesňování. Biopaliva druhé generace pochází z lignocelulózového zemědělství a lesního odpadu, avšak tyto zdroje jsou náročné na velké plochy, které by mohly být použity k produkci potravin [40]. Lignocelulózové materiály mohou být např. tvrdé dřevo, papír, skořápky, bavlna, vlasy. Proces zahrnuje hydrolýzu celulózy v lignocelulózových materiálech fermentací cukrů a následné kvašení cukrů na ethanol. Hydrolýzu zajišťuje enzym celulóza, fermentaci pak kvasinky a bakterie [41].



Třetí generace biopaliv se budou odvíjet od řas. Řasy jsou považovány za alternativní zdroj energie, bez nevýhod první a druhé generace biopaliv. Výhody použití řas pro výrobu biopaliv jsou jejich jednoduché dělení cyklu, získávání organických látek fotosyntézou, tolerance k různým podmínkám prostředí, využívání odpadů a brakické vody, využívání půdy pro zemědělskou výrobu. Kromě toho aplikace řas na biopaliva přispívá ke snížení oxidu uhličitého, hlavního skleníkového plynu [40].

## 11 VYUŽITÍ LIHU V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Lihoviny jsou alkoholické nápoje, které obsahují nejméně 15 % a nejvýše 79,5 % obj. ethanolu, kromě piva a vína. Podle obsahu cukru můžeme dělit lihoviny na neslazené (obsah cukru je nižší než 100 g/l), slazené (likéry), krémy (emulzní likéry) [34].

### 11.1 Destilát pravý

Destilát pravý je jednosložkový alkoholický nápoj (ušlechtilá lihovina) získaný destilací z alkoholicky zkvašených surovin (ovoce, bobule, lesní plody), škrobnatých surovin nebo révového vína a upravené destilovanou vodou nebo bonifikátory (přísady používané na zlepšení organoleptických vlastností lihovin). Veškerý alkohol kromě bonifikátorů musí pocházet z původní zkvašené suroviny. Destiláty vyráběné z ovoce známe pod názvem pálenky [34].

### 11.2 Destilát řezaný

Destilát řezaný (poloušlechtilá lihovina) je alkoholický nápoj vzniklý přidáním rafinovaného kvasného lihu k destilátům pravým. Ovšem charakteristická vůně a chuť používaného pravého destilátu musí být poznatelná [34].

### 11.3 Destilát vyrobený zvláštním způsobem

Destilát vyrobený zvláštním způsobem je alkoholický nápoj získaný z těžko zkvasitelných surovin. A to destilací zkvašené zářary s přídavkem nebo bez přídavku lihu, nebo destilací alkoholického macerátu nezkvašené suroviny [34].

### 11.4 Ostatní lihoviny

Alkoholické nápoje vyrobené mísením lihu, destilátů, vody, vonných a chuťových látek, vína, lihovinového kuléru a jiných barviv, macerátů, digerátů, perkolátů nebo eluátů [34].

## 12 NEŽÁDOUCÍ SPOTŘEBA ALKOHOLU

Alkoholismus je primární, chronické onemocnění s genetickými, psychosociálními a environmentálními faktory ovlivňující jeho vývoj a projevy. Vyznačuje se sníženou kontrolou nad pitím alkoholu, i přes nepříznivé následky a narušení myšlení [42].

Alkoholismus je spojený s dalšími problémy, jako je ztráta zaměstnání, problémy ve vztazích a zdravotní komplikace. Mezi zdravotní problémy můžeme řadit zmatenost, ztrátu paměti a spermií, zánět slinivky břišní, vysoký krevní tlak, poškození nervové soustavy a osteoporóza [43].

K příznakům alkoholismu patří samostatné nebo mlčenlivé pití, chuť na alkohol, podrážděnost při nepodání nápoje, abstinenční příznaky při nepití. Zvyšující rizikové faktory ovlivňující pravděpodobnost zneužívání alkoholu může patřit pití více než 1-2 nápojů denně, stresové situace, pití ve věku 16 nebo dříve, psychické poruchy, následky z dětství, kouření. Muži mají větší sklon k závislosti než ženy.

Pití alkoholu v těhotenství může poškodit dítě, což způsobuje onemocnění známé jako fetální alkoholový syndrom. Tento syndrom způsobuje nevratné tělesné a duševní postižení. Jediný způsob zabránění poškození dítěte je nepití alkoholu během těhotenství, ale i před těhotenstvím [43].

Vstřebávání a odbourávání alkoholu má dvě fáze:

- resorpční – vstřebávání ethanolu do krevního oběhu z trávicí soustavy
- eliminační – vylučování

Hodnota ethanolu v krvi se měří v promile a u každého člověka po vypití stejného množství ethanolu může být rozdílná. Tuto hodnotu ovlivňuje hmotnost člověka (tělesný tuk) a pohlaví [44].

Vzhledem k tomu, že chronické užívání alkoholu snižuje chuť k jídlu a absorbování důležitých živin (vitaminů, minerálních látek) je důležité doplňovat živiny potravinovými doplňky obsahující vitamín B komplex, vitamín C, selen, hořčík a zinek. K léčbě nemoci a posílení organismu může být lékařem doporučeno požívání bylin ostropestřce mariánského, kudzu nebo pampelišky. Byliny mají pozitivní vliv na funkci jater nebo snižují chuť na alkohol. Jedinci postižení alkoholismem by měli vyhledat co nejdříve lékařskou pomoc [43].

## ZÁVĚR

Tato bakalářská práce si kladla za cíl shrnout a popsat technologii výroby lihu a jeho využití v jiných průmyslech. V kapitole „Historie a současný vývoj lihovarnictví“ jsou popsány první zmínky o alkoholové fermentaci z dob Mezopotámie, postupný vývoj výroby lihu až současný stav výrobců lihu v České republice.

V kapitole „Vlastnosti ethanolu“ jsou sepsány obecné vlastnosti, fyzikálně chemické vlastnosti, bezpečnost lihu, důležité chemické reakce ethanolu a senzorické hodnocení lihu posouzené smyslovými zkouškami. V další kapitole „Druhy lihu“ je vypsáno rozdělení lihu podle zpracovaných surovin a legislativy. V kapitole „Suroviny pro výrobu lihu“ jsou vypsány suroviny pro výrobu lihu, jak je různí autoři zařazují pro výrobu lihu. V následujícím textu „Biochemismus lihového kvašení a produkční mikroorganismy“ je popsáno lihové kvašení pro výrobu lihu. Principy a zákonitosti biochemického kvašení, mikroorganismy produkující ethanol.

V kapitole „Výtěžnosti lihu, spotřeba materiálu“ byl vypracován tabulkový přehled z výsledků kampaně Moravský lihovar Kojetín a.s. Byla posouzena výtěžnost lihu z melasy a z cukru, spotřeba melasy na líh a spotřeba živin a pomocných látek na líh. Do tabulek byl zahrnut i údaj „posouzení práce“ na podkladě dosažené výtěžnosti lihu. Výsledky potvrzují tu skutečnost, že Moravský lihovar Kojetín a.s. dosahuje odpovědným dodržováním optimálního kvasného procesu při zpracování melasy velmi dobrých výtěžků lihu.

V závěru práce je popsáno negativní požívání lihovin, jeho dopad na vývoj organismu, zdravotní potíže a společnost.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin II*. 1.vyd. Praha: Firma-JK, 2002. s. 159-164. ISBN 80-7080-510-2.
- [2] ZAKOPALOVÁ, Radka. Absolventská práce. *Stanovení kvality melasy*. Kroměříž, 2001. Vyšší odborná škola potravinářská Kroměříž. Vedoucí práce Ing. Zemanová.
- [3] HŘIBOVÁ, Martina. *Zemědělství, mlýny, pivovarnictví a lihovarnictví v českých zemích ve 13. -16. století (stručně)* [online]. [cit. 2011-10-13]. Dostupný z WWW: <[http://kostym.cz/Cesky/5\\_Eseje/zemedelstvi.pdf](http://kostym.cz/Cesky/5_Eseje/zemedelstvi.pdf)>.
- [4] RYCHTERA, M., UHER, J., PÁCA, J. *Lihovarství, droždářství a vinařství I a II*. 2.vyd. Praha: Jinočany H&H, 1991. s. 240-262. ISBN 80-7080-117-4.
- [5] REINBERGR, Oldřich. *Aktuální stav cukrovarnického a lihovarnického průmyslu v poreformním období* [online]. 2011 [cit. 2011-10-09]. Dostupný z WWW: <[http://www.cukr-listy.cz/on\\_line/2011/PDF/159-164.pdf](http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/159-164.pdf)>.
- [6] Dvouleté působení Svazu lihovarů České republiky. In: *Dvouleté působení Svazu lihovarů České republiky* [online]. 2009 [cit. 2012-01-17]. Dostupný z WWW: <<http://biom.cz/cz/zpravy-z-tisku/dvoulete-pusobeni-svazu-lihovaru-ceske-republiky>>.
- [7] DYR, Josef. *Lihovarství II. díl*. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1963. s. 15-28. ISBN 04-829-63.
- [8] *Ethanol* [online]. 2012 [cit. 2012-01-30]. Dostupný z WWW: <<http://dezinfekce.divoce.cz/ethanol-26575/>>.
- [9] *Prostorový model ethanolu* [online]. [cit. 2012-02-02]. Dostupný z WWW: <<http://bryan.jewlib.www.jewlib.freebase.com/view/m/044v4ww>>.
- [10] VOHLÍDAL, Jiří. *Chemické tabulky pro střední průmyslové školy chemické a s chemickým zaměřením*. 2.vyd. Praha, 1985. s. 104. ISBN 04-606-85.
- [11] Seznam standardních vět označujících specifickou rizikovost. *Příloha č. 5 k vyhlášce č. 232/2004 Sb.* [online]. 2004 [cit. 2012-01-29]. Dostupný z WWW: <[http://www.eurochem.cz/index/toxi/232\\_a5.htm](http://www.eurochem.cz/index/toxi/232_a5.htm)>.
- [12] Seznam standardních pokynů pro bezpečné zacházení. *Příloha č. 6 k vyhlášce č. 232/2004 Sb.* [online]. 2004 [cit. 2012-01-29]. Dostupný z WWW: <[http://www.eurochem.cz/index/toxi/232\\_a6.htm](http://www.eurochem.cz/index/toxi/232_a6.htm)>.

- [13] Výstražné symboly. *Vysoce hořlavý* [online]. [cit. 2012-01-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.envigroup.cz/www/podnikova-ekologie/chlp/symboly.html>>.
- [14] KOŘÍNEK, Tomáš. *Soubor chemických experimentů na téma hydroxysloučeniny uhlovodíků pro II. ročník gymnázia* [online]. 1992 [cit. 2012-02-02]. Dostupný z WWW:<[http://www.studiumchemie.cz/materialy/Tomas\\_Korinek/ChemExp.pdf](http://www.studiumchemie.cz/materialy/Tomas_Korinek/ChemExp.pdf)>.
- [15] Moravský lihovar Kojetín a.s. Pracovní postup. *Senzorické hodnocení lihu*. 2.vyd. 2010.
- [16] STUDNICKY, Július. *Prehľad potravinárskych technológií*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1979. s. 199.
- [17] Sbírka zákonů České republiky. *61/1997 Sb. ve znění 281/2009 Sb. s úč. k 1. 1. 2011* [online]. 1997 [cit. 2012-01-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007490&nid=11816&hl=61/1997>>.
- [18] DRING CONSULTING s. r. o. Oborová příručka. *Výroba lihu sulfitového nebo lihu syntetického* [online]. 2009 [cit. 2012-03-06]. Dostupný z WWW: <[http://www.socr.cz/assets/aktivity/informacni-misto-pro-podnikatele/32\\_vyroba\\_a\\_uprava\\_lihu.pdf](http://www.socr.cz/assets/aktivity/informacni-misto-pro-podnikatele/32_vyroba_a_uprava_lihu.pdf)>.
- [19] Moravský lihovar Kojetín a.s. Podniková norma. *Lih kvasný rafinovaný jemný 96%*. 2.vyd. 2006.
- [20] Moravský lihovar Kojetín a.s. Podniková norma. *Lih zvláště denaturovaný kvasný technický 95,7%*. 3.vyd. 2009.
- [21] Moravský lihovar Kojetín a.s. Podniková norma. *Lih obecně denaturovaný kvasný*. 3.vyd. 2011.
- [22] Moravský lihovar Kojetín a.s. Podniková norma. *Úkapy, dokapy 95%*. 2.vyd. 2006.
- [23] Moravský lihovar Kojetín a.s. Podniková norma. *Přiboudlina*. 2.vyd. 2006.
- [24] JITKANG, Lim. Highlighted by Environmental Microbiology. *Fermentation of Ethanol* [online]. 2008 [cit. 2012-02-06]. Dostupný z WWW: <<http://www.andrew.cmu.edu/user/jitkangl/Fermentation%20of%20Ethanol/Fermentation%20of%20Ethanol.htm>>.
- [25] Syllabus přednášek VSCHT. *Tradiční technologie-syllabus přednášek* [online].

- [cit. 2012-02-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.vscht.cz/kch/download/sylaby/tradtech.pdf>>.
- [26] Sylaby VSCHT. *Lihovarnictví a výroba lihu* [online]. [cit. 2012-02-06]. Dostupný z WWW:  
<[http://eso.vscht.cz/cache\\_data/1174/www.vscht.cz/kch/kestazeni/sylaby/liho.pdf](http://eso.vscht.cz/cache_data/1174/www.vscht.cz/kch/kestazeni/sylaby/liho.pdf)>
- [27] MORTON, J. S. *Glycolysis and Alcoholic Fermentation* [online]. [cit. 2012-02-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.icr.org/article/glycolysis-alcoholic-fermentation/>>.
- [28] *Fermentation* [online]. 2010 [cit. 2012-02-07]. Dostupný z WWW:  
<<http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Fermentation>>.
- [29] *Alcohol Dehydrogenase* [online]. 2010 [cit. 2012-02-07]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.bio.davidson.edu/Courses/Molbio/MolStudents/spring2010/Ghant/Protein\\_Template.html](http://www.bio.davidson.edu/Courses/Molbio/MolStudents/spring2010/Ghant/Protein_Template.html)>.
- [30] *Saccharomyces cerevisiae* [online]. [cit. 2012-02-06]. Dostupný z WWW:  
<[http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2007/nelson\\_andr/](http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2007/nelson_andr/)>.
- [31] *Для эукариот более важны гены, полученные от археобактерий* [online]. [cit. 2012-02-06]. Dostupný z WWW: <<http://elementy.ru/news/431430>>.
- [32] DYR, Josef. *Lihovarství I. díl*. 1.vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1956. s. 177-206. ISBN L18-B3-4-I.
- [33] Moravský lihovar Kojetín a. s.. Majetek firmy. [cit. 2012-03-02].
- [34] MOTTL, Jindřich. *Nápoje - výroba, ošetřování, podávání*. 2.vyd. Praha: Grada s.r.o., 1999. s. 79-83. ISBN 80-7169-811-3.
- [35] KAVINA, Josef. *Zbožiznalství potravinářského zboží pro 3. ročník*. 1.vyd. Praha, 1997. s. 267-288. ISBN 815141-95-74.
- [36] *Farmaceutická technologie* [online]. s. 14-26 [cit. 2012-02-18]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.prfasro.com/uploads/material/4/.../Farmtech-prednasky.doc>>.
- [37] RUTALA, W. A., WEBER, D. J., HICPAC. Centers for disease control and prevention. *Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities* [online]. 2008 [cit. 2012-02-19]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.cdc.gov/hicpac/disinfection\\_sterilization/6\\_0disinfection.html](http://www.cdc.gov/hicpac/disinfection_sterilization/6_0disinfection.html)>.

- [38] CRAWFORD, L., JIAN YU, Z., KEEGAN, E., YU, T. *Infection Control Today. A Comparison of Commonly Used Surface Disinfectants: Alcohol-, Phenol-, Chlorine-, and Quaternary Amine-Based Disinfectants* [online]. 2000 [cit. 2012-02-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.infectioncontroltoday.com/articles/2000/11/a-comparison-of-commonly-used-surface-disinfectan.aspx>>.
- [39] SOUČKOVÁ, Helena. *Vyšší využití nepotravinářské zemědělské produkce v průmyslu: QF 4142* [online]. 2004. s. 19-21. [cit. 2012-02-02]. Dostupný z WWW: <<http://www.mze-vyzkum-infobanka.cz/DownloadFile/11828.aspx>>.
- [40] COSTA, J. A. V., de MORAIS, M. G. *Bioresource Technology. The role of biochemical engineering in the production of biofuels from microalgae* [online]. 2011, no. 102. p.2-9. [cit. 2011-07-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852410009946>>.
- [41] SUN, Y., CHENG, J. *Bioresource Technology. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review* [online]. 2002, no.83. p.1-11. [cit. 2011-10-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852401002127>>.
- [42] MORSE, R. M., FLAVIN, D. K. JAMA. *The Definition of Alcoholism* [online]. 1992 [cit. 2012-02-09]. Dostupný z WWW: <<http://jama.ama-assn.org/content/268/8/1012.abstract>>.
- [43] University of Maryland Medical Center. *Alcoholism* [online]. 2011 [cit. 2012-02-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.umm.edu/altmed/articles/alcoholism-000002.htm>>.
- [44] KONRÁDY, Ondřej. *Fakulta aplikovaných věd. Alkohol za volantem & Nehoda* [online]. Plzeň, 2008 [cit. 2012-02-09]. Dostupný z WWW: <<http://num.kma.zcu.cz/galerie/MM-prace/Galerie%20MM%202009/Konrady%20%20-%20Alkohol%20za%20volantem%20&%20Nehoda.pdf>. Seminární práce. Zápa-dočeská univerzita v Plzni, Fakulta aplikovaných věd>.
- [45] PISCHL, Josef. *Vyrábíme ušlechtilé destiláty*. 1.vyd. Praha 5, 1997. s. 47. ISBN 80-237-3441-5.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

% obj.	objemové procento
°Bg	stupně Balinga
ADP	adenosindifosfát
apod.	a podobně
ATP	adenosintrifosfát
EMP	Embden-Meyerhof-Parnasova dráha
LJ	lív jemný
LNK	lív nižší kvality
LRM	lív rafinovaný melasový
LT	lív technický
LVJ	lív velejemný
mil.	milion
$M_r$	relativní molekulová hmotnost
např.	například
P	přiboudlina
$pK_a^{25}$	disociační konstanta při 25 °C
PP	pracovní postup
T	teplota
tj.	to je
$T_t$	teplota tání (bod tání)
$T_v$	teplota varu (bod varu)
$w_{\text{vaq}}$	rozpustnost látky ve vodě
$\eta^{25}$	dynamický viskozitní koeficient při 25 °C
$\rho^{25}$	hustota při 25 °C

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1	Prostorový model ethanolu	14
Obrázek 2	Výstražný symbol: Vysoce hořlavý F	15
Obrázek 3	Mechanismus lihového kvašení	22
Obrázek 4	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	23

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1	Výroba lihů, kampaň 2010/2011	29
Tabulka 2	Výtěžnost lihu z melasy	30
Tabulka 3	Alkoholické výtěžky z hlavních lihovarských surovin a posouzení práce	31
Tabulka 4	Výtěžnost lihu z cukru	32
Tabulka 5	Spotřeba melasy na líh	33
Tabulka 6	Spotřeba živin a pomocných látek na líh I.	34
Tabulka 7	Spotřeba živin a pomocných látek na líh II.	35

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Atest jakosti - líh bezvodý kvasný

Příloha II: Atest jakosti - líh kvasný rafinovaný velejemný

Příloha III: Členění lihovin na skupiny, podskupiny a obsah ethanolu.

Příloha IV: Vhodnost čisticích prostředků pro čištění vnitřních ploch kvasných nádob z různých materiálů.

## Příloha I



## ATEST JAKOSTI

Padlých hrdinů 927/865, 752 33 Kojetín  
tel.: +420 581 753 200 fax: +420 581 762 787

Číslo atestu : 912 / 2011

Zadavatel : MORAVSKÝ LIHOVAR KOJETÍN a.s.  
Datum odběru : 11.11.2011  
Datum analýzy : 11.11.2011

Odběratel : MORAVSKÝ LIHOVAR KOJETÍN a.s.  
Vzorek odebral : Složilová M.  
Datum předání výsledků : 11.11.2011

Vzorek ( číslo - název - místo odběru - norma )

č. 882 lih bezvodý kvasný (tržní druh A) Nádrž č. 41 PN 66 0835 - A4

Výsledek zkoušky :

Parametr	Hodnota	Jednotka	min Norma max.	Metoda
absorbance	vyhovuje			
aldehydy	2.7 +/- 0.7	mg/l aa	750	1 - GC
benz + cykloh	0.00013 +/- 0.00	%obj.	0.10000	1 - GC
benzen	<1.0 +/- 0.1	ppm	2.0	1 - GC
etanol	99.97 +/- 0.05	%obj.	99.70	2 - PYK
kyseliny	2.8 +/- 0.1	mg/l aa	30.0	3 - VOLUM
metanol	<1.0 +/- 30 %	mg/l aa	3000	1 - GC
odparek	2.0 +/- 0.1	mg/l aa	10.0	4 - GRAV
relat. hustota	0.79057 +/-		0.79196	2 - PYK
vyšší alkoholy	<1.0 +/- 30 %	mg/l aa	60.0	1 - GC

**Senzorické hodnocení :**  
Vzhled - čirá tekutina, bez zákalu, sedliny, mechanických a jiných cizích nečistot  
Barva - bezbarvá tekutina i po naředění na 30 % obj. destilovanou vodou

## Posouzení výsledků ve vztahu k jakostní normě

Vzorek č. 882 ve stanovených parametrech vyhovuje PN a vyhlášce MZ č. 141/97 Sb. v plat. znění

Poznámka :  
Metoda 1 = GC - FID

Ved. střediska kontroly jakosti : Složilová Marie

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených předmětů !  
Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý !

Zpracoval : Složilová M.  
V Kojetíně : 11.11.2011

Razítko a podpis :

PRODUKT VYROBEN V SYSTÉMU CERTIFIKOVNÉM DLE ISO 9001 A ISO 14001  
MORAVSKÝ LIHOVAR KOJETÍN - ZÁRUKA KVALITY

## Příloha II



## ATEST JAKOSTI

Padlých hrdinů 927/865, 752 33 Kojetín  
tel.: +420 581 753 200 fax: +420 581 762 787

Číslo atestu : 621 / 2011

Zadavatel : MORAVSKÝ LIHOVAR KOJETÍN a.s.  
Datum odběru : 15.08.2011  
Datum analýzy : 15.08.2011

Odběratel : MORAVSKÝ LIHOVAR KOJETÍN a.s.  
Vzorek odebral : Složilová M.  
Datum předání výsledků : 15.08.2011

Vzorek ( číslo - název - místo odběru - norma )

č. 600 **lih kvasný rafinovaný velejemný** Nádrž č. 43 PN 66 0825 - A2  
lih zemědělského původu - melasový

## Výsledek zkoušky :

Parametr	Hodnota	Jednotka	min Norma max.	Metoda
absorbance	vyhovuje +- 1.2 +- 0.4	mg/l aa	5.0	1 - GC
aldehydy	0.1 +- 0.0	mg/l aa	0.1	3 - VOLUM
dusík, zásady	<1.0 +- 30 %	mg/l aa	30.0	1 - GC
estery	96.17 +- 0.05	%obj.	96.00	2 - PYK
etanol	negat. +- 0.9 +- 0.1	mg/l aa	10.0	3 - VOLUM
fural	38 +- 1	min	20	3 - VOLUM
kyseliny	<1.0 +- 30 %	mg/l aa	15.0	1 - GC
lang	1.0 +- 0.1	mg/l aa	5.0	4 - GRAV
metanol	0.80795 +- <1.0 +- 30 %	mg/l aa	0.80864	2 - PYK
odparek	1.0 +- 0.1	mg/l aa	1.0	1 - GC
relat. hustota	<1.0 +- 30 %	mg/l aa	1.0	1 - GC
vyšší alkoholy	<1.0 +- 30 %	mg/l aa	1.0	1 - GC

**Senzorické hodnocení :**  
Vzhled - čirá tekutina, bez zákalu, opalescence, sedimentů, mechanických a jiných cizích nečistot  
Barva - bezbarvá tekutina  
Vůně - čistého etanolu, bez vystupujících pachů po vedlejších produktech kvašení a bez cizích pachů  
Chuť - čistého etanolu, bez vystupujících příchutí po vedlejších produktech kvašení a bez cizích příchutí

## Posouzení výsledků ve vztahu k jakostní normě

Vzorek č. 600 ve stanovených parametrech vyhovuje PN a vyhlášce MZ č. 141/97 Sb. v plat. znění

Poznámka :  
Metoda 1 = GC - FID

Ved. střediska kontroly jakosti : Složilová Marie

Manažer QMS : Ing. Barnet Jiří

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených předmětů !  
Bez písemného souhlasu laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý !

Zpracoval : Složilová M.  
V Kojetíně : 15.08.2011

Razítko a podpis :

PRODUKT VYROBEN V SYSTÉMU CERTIFIKOVNĚM DLE ISO 9001 A ISO 14001  
MORAVSKÝ LIHOVAR KOJETÍN - ZÁRUKA KVALITY

**Příloha III:** Členění lihovin na skupiny, podskupiny a obsah ethanolu [34].

<b>Druh</b>	<b>Skupina</b>	<b>Podskupina</b>	<b>Obsah ethanolu [% obj.]</b>
<b>Lih konzumní</b>			80
<b>Lihoviny</b>	Destilát pravý	Vínovice - brandy	37,5
		Matolinovice	38
		Mlátovice	38
		Ovocný destilát z peckovin	38
		Ovocný destilát z bobulovin	38
		Ovocný destilát z jádrovin	38
		Rum zámořský	50
		Arrak	50
		Obilný destilát	35
		Korintská pálenka	38
		Whisky/w. sladová, bourbon	40
	Destilát řezaný	Vínovice - brandy	36
		Matolinovice	36
		Mlátovice	36
		Slivovice	36
		Arrak	38
		Whisky	40
	Destilát vyrobený zvláštním tradičním způsobem	Borovička kvasná, průtahová	37,5
		Genever	38
		Gin	37,5
		Aquavit	37,5
		Enzian	38
	Likér nebo krém	Likér z ovocných šťáv	25
		Ovocný likér	25

<b>Druh</b>	<b>Skupina</b>	<b>Podskupina</b>	<b>Obsah ethanolu [% obj.]</b>
<b>Lihoviny</b>	Likér nebo krém	Likér z destilátu	25
		Likér z rostlin	25
		Kávoový, kakaový, čajový, colový likér	25
		Emulzní likér	20
		Mléčný a smetanový likér	15
		Likér obsahující víno	25
		Medový likér	22,5
		Aromatizovaný likér	20
	Ostatní lihovina	Vodka	37,5
		Tuzemský rum	37,5
		Hořká lihovina	35
		Lihovina s přid. ovoc. destilátu	35
		Lihovina s příchutí	15



**Příloha IV:** Vhodnost čisticích prostředků pro čištění vnitřních ploch kvasných nádob z různých materiálů [45].

Konstrukční materiál	Povrchová úprava	Čisticí prostředek			
		slabě alkalický	kyselý	obsahující chlor	obsahující fluor
nerezová ocel	žádná	+	+	-	-
ocel	smalt	+	+	+	-
ocel	umělá hmota	+	+	+	+
hliník	umělá hmota	+	+	+	?
polyesterová pryskyřice zesílená skleněnými vlákny	žádná nebo umělá hmota	+	+	+	?
nízkotlaký polyetylen	žádná	+	+	+	?
beton	umělá hmota	+	+	+	?
beton	smůle podobná tavenina	-	+	+	?
kamenina s glazurou	žádná	+	+	+	-
sklo	žádná	+	+	+	-

Vysvětlivky: + = vhodné použití

- = nevhodné použití

? = problematické použití