



Gymnázium Jana Nerudy

Závěrečná práce studentského projektu

Alkoholické nápoje

**Evropský sociální fond
Praha a EU – Investujeme do vaší budoucnosti**

2014

Štěpán Krutilek
Aneta Michálková
Eva Pazderková
Kateřina Vyšínová

Čestné prohlášení:

Prohlašujeme, že jsme práci na téma „Alkoholické nápoje“ vypracovali samostatně. Veškeré použité podklady, z kterých jsme čerpali informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a citovány v textu podle normy ACS.

V Praze dne 20. 01. 2014

Podpisy:

Poděkování:

Touto cestou bychom rádi poděkovali RNDr. Markétě Bludské za možnost psát naši práci na téma, které nás zajímá. Dále bychom rádi poděkovali Ing. Martinu Isozovi za poskytnutí cenných rad a připomínek. Poděkování patří i Vysoké škole chemicko-technologické, neboť v jejích prostorách nám bylo umožněno vykonat důležitou praktickou část, bez které by práce v této podobě vůbec nemohla vzniknout.

Abstrakt

Jedním z cílů této vědecké práce bylo zjistit, jakým způsobem jsou chápány alkoholické nápoje v České Republice. V souvislosti s nedávnou metanolovou aférou, které měla vážné důsledky na zdraví a život mnoha konzumentů alkoholu, byly vyhlášeny rozsáhlé kontroly alkoholových nápojů v ČR. Proto je tato práce částečně soustředěna na alkoholické nápoje po formální stránce a to normy, regulace a zákony, které se touto problematikou zabývají a rovněž i na různé analytické metody, jakými lze kontrolovat kvalitu alkoholů na trhu, popřípadě odhalit „pančované“ lihoviny.

Stěžejním tématem této práce však byla praktická práce s etanolem a teorie extrakce etanolu a jiných těkavých látek. Tato práce se zabývá teorií získávání etanolu metodou destilace/rektifikace, jejich různými podtypy a charakteristickými rysy kapalinných směsí. Teorie rektifikace byla uvedena do praxe při získávání potravinářského lihu z 37.5% vodky, za účelem výroby vlastního bylinného likéru. Získaný destilát byl podroben analytické zkoušce. Další praktickou tedy byla samotná výroba bylinného likéru, za účelem odhalení a napodobení tradičního českého výrobku, který je znám pro své ozdravné účinky a jehož složení a způsob výroby jsou samozřejmě tajné. Dále byl vyroben další alkoholický nápoj a to jinou metodou, tedy metodou kvašení a to nápoj na bázi „Cinzana®“, jehož způsob výroby je rovněž tajný.

Klíčová slova:

Alkoholické nápoje, metanolová aféra, normy, zákony, regulace, analýza alkoholu, kvalita alkoholu, pančované lihoviny, etanol, líh, těkavé látky, destilace/rektifikace, charakteristika kapalných směsí, bylinný likér, kvašení

Abstract

One of goals of this research paper was learn to about the status of liquor on Czech market and all the rules of law and regulations that bind it. Due to the “methanol affair” of 2012 (that had a tragic impact upon health and lives of people), Czech Agriculture and Food Inspection Authority has run a series of controls of any liquor sold on the market. Therefore a part of this research paper is focused on the legal measures taken by the AFIA and the methods used for analysis of alcoholic beverages.

The main focus of this paper is the actual work with ethanol and the exploration of the method of separation and extraction of volatile components from a liquid mixture. Using the theory of distillation, the extraction of ethanol was performed in order to gain ethanol for future use. The product of the distillation was later on used as a base of home-made herb liquor. The original recipe of this herb liquor is a treasured secret, but it's long-known for its health-affirming effects. The second alcoholic beverage that was made was a product of fermentation based on its likeness to “Cinzano®”, an Italian alcoholic beverage. The recipe for “Cinzano®” is also a mystery.

Keywords:

Liquor, law, methanol affair, methods of analysis, quality of alcohol, distillation, ethanol, home-made herb liquor, fermentation

Obsah

1. Úvod	7
2. Alkoholické nápoje v České Republice	8
2.1 Legislativa	8
2.1.1 Pivo a nápoje na bázi piva	8
2.1.2 Konzumní líh, lihoviny a jiné alkoholické nápoje.....	8
2.2 Kontrola SZPI.....	9
2.2.1 Průběh kontroly SZPI.....	9
2.2.2 Frekvence kontrol SZPI.....	9
2.2.3 Kvalita kontrol SZPI.....	10
3. Analýza alkoholických nápojů	11
3.1 Senzorická analýza.....	11
3.2 Pyknometrie.....	12
3.3 Plynová chromatografie	12
3.3.1 Plynový chromatograf	13
3.3.2 Výsledný chromatogram	13
4. Destilační metody získání etanolu	15
4.1 Laboratorní destilace	16
4.1.1 Rovnovážný stupeň	17
4.1.2 Vsádková destilace	18
4.2 Rektifikace.....	19
4.2.1 Rovnovážná rektifikace	21
4.2.2 Vsádková rektifikace.....	22
5. Získání etanolu – laboratorní práce	24
5.1 Metoda a cíl práce	24
5.2 Použitá aparatura	25
5.3 Postup.....	27
5.4 Výsledky.....	27
6. Výroba vlastních alkoholických nápojů	29
6.1 „Becherovka“	29
6.1.1 Receptura.....	29
6.1.1.1 „Stomaran [®] “ recept [38].....	29
6.1.1.2 Receptura sestavená z konkrétních bylin [39].....	30
6.1.2 Vlastní receptura.....	30
6.1.2.1 Výsledné množství surovin v g (s přepočty)	31
6.1.2.2 Postup	31
6.1.3 Léčebné účinky.....	31
6.1.3.1 Andělíka lékařská	31

6.1.3.2 Puškvorec lékařský	32
6.1.3.3 Heřmánek pravý	32
6.1.3.4 Řepík lékařský	32
6.1.3.5 Zeměžluč lékařská	32
6.1.3.6 Třezalka tečkovaná	32
6.1.3.7 Máta peprná	32
6.1.3.8 Ostružiník křovitý	32
6.1.3.9 Fenykl obecný	32
6.1.3.10 Pelyněk pravý	32
6.1.3.11 Vachta trojlistá	33
6.1.3.12 Yzop lékařský	33
6.1.3.13 Hřebíček (Hřebíčkovce vonný)	33
6.1.4 Souhrn léčivých vlastností	33
6.1.5 Analýza likéru	33
6.1.6 Výsledek	33
6.2 „Cinzano“	33
6.2.1 Ingredience	34
6.2.2 Postup	34
6.2.3 Výsledek	35
7. Výsledky a diskuze	36
8. Závěr	37
9. Přílohy	38
10. Seznam rovnic	41
11. Seznam použitých zdrojů	42

1. Úvod

V dnešním globalizovaném světě mají alkoholické nápoje svoje nezastupitelné místo ve společnosti, nejen co se sociálních aspektů týče, ale také co se týče technologického vývoje společnosti, tudíž s jejich výrobou a pokročilými analytickými metodami. Jakožto mladí moderní lidé jsme se rozhodli, že si rozšíříme své obzory nad rámec středoškolského vzdělání, práci o fenoménu zvaném alkohol.

Práci je možno rozdělit na dvě části, na část teoretickou a praktickou. V teoretické části se budeme zabývat nejprve pozicí alkoholických nápojů v České republice, jejich legislativě a omezeních. Dále se budeme věnovat analýze alkoholických nápojů a to od nejjednodušších metod zastoupených senzorkou analýzou, až po ty složitější, jakou je například plynová chromatografie. Poté se budeme zabývat jednou ze základních dělicích metod, používaných při výrobě alkoholických nápojů, tedy destilací a její dokonalejší variantou, rektifikací. Tato velmi pokročilá metoda přesahuje rámec osnov středoškolského vzdělání. Z tohoto důvodu je v práci velmi podrobně popsána, vysvětlena konstrukce kolony a také jsou nastíněny některé výpočty potřebné pro její experimentální provoz.

V praktické části se budeme věnovat získávání koncentrovaného ethanolu a jeho využití k potravinářským účelům. Za úkol jsme si dali vyrobit bylinný likér typu „Becherovka[®]“, za použití techniky macerace, a vyrobit alkoholický nápoj typu „Cinzano[®]“, za využití procesu alkoholového kvašení.

Výsledková část textu je pak věnována popisu námi vyrobených alkoholických nápojů a výsledkům senzorké analýzy provedené řešitelským týmem.

2. Alkoholické nápoje v České Republice

Alkoholické nápoje hrají ve společnosti, ale i české ekonomice důležitou roli. Spolu s růstem ekonomiky se spotřeba alkoholu v České republice zvyšuje. Jedním z důvodů může být jeho nízká cena ve srovnání s cenami zahraničními. A to nejen v obchodech, ale i v restauracích, kde je cena piva často nižší než cena jiných nealkoholických nápojů.

2.1 Legislativa

V dnešní době se na všem šetří, a alkoholické nápoje bohužel nejsou výjimkou. Při užívání náhražky při výrobě může dojít k tomu, že výsledný produkt obsahuje látky škodlivé nebo i životu nebezpečné, a proto jsou alkoholické nápoje sledovány nejedním zákonem České Republiky. Alkohol také patří mezi návykové látky a jeho požití má vliv na lidský organismus a může tedy změnit lidské chování i vnímání. [1-2]

Alkoholickým nápojem se rozumí „*lihovina, víno, pivo; alkoholickým nápojem se rozumí též nápoj, který není uveden ve větě první, pokud obsahuje více než 0,5 objemového procenta alkoholu*“. [3]

Dle zákona č. 379/2005 Sb. se může alkohol prodávat jen na místech k tomu určených, jako jsou například specializované prodejny, a jen osobám starším 18 let. Dále také zakazuje podání alkoholického nápoje osobě mladší 18 let, či jeho prodej pomocí automatu, kde nelze zaručit, že se nedostane do rukou nezletilého. Při porušení tohoto zákona je fyzické či právnické osobě uložena pokuta podle §24 (8) zákona č. 379/2005 Sb., nebo zákaz činnosti. [4]

2.1.1 Pivo a nápoje na bázi piva

Vzhledem k nízkému počtu objemových procent u piva a nápojů na jeho bázi, má pivo svoji vlastní část v zákoně č. 335/1997, a to konkrétně oddíl 3. Pivo musí být dle tohoto právního předpisu určitým způsobem označeno. Je třeba, aby na obalu byly napsány údaje o způsobu kvašení, obsah alkoholu v procentech objemových vyjádřený číslem s nejvýše jedním desetinným místem apod. (viz. §13 zákona č. 335/1997 Sb.). [5]

Dále musí splňovat určité fyzikální, chemické i smyslové požadavky jsou uvedeny v Tabulce 1 [6], 2 [6] a 3 [7] v příloze.

U piva jsou přípustné záporné objemové odchylky (viz. Tabulka 2).

Jako každý jiný nápoj je i pivo konzumenty posuzováno senzoričky, tzn. jak chutná, jakou má barvu a jak voní. Proto je pro každý typ piva stanovena jeho chuť, vůně a barva, které jsou pečlivě pojmenovány (viz. Tabulka 3).

2.1.2 Konzumní líh, lihoviny a jiné alkoholické nápoje

Nápoje s vyššími objemovými procenty mají též svou vlastní část v již zmíněném zákoně č. 335/1997 Sb., tou je oddíl 4. Dříve bylo dělení lihovin a jejich označování patřičně jednodušší, neboť byly děleny jen na destiláty a likéry, a to podle původu a způsobu výroby.

U lihovin s vyšším objemovým procentem alkoholu je větší možnost výskytu nechtěných látek, např. větší množství metanolu. Množství jednotlivých látek v daném destilátu je definováno

v Nařízení Evropské Unie 1576/89. Uvedme si jako příklad již zmíněný metanol, který je při větším množství životu nebezpečný.

V případě vínovice, brandy či Weinbrandu je přípustná maximální přípustná hranice 200g metanolu na hektolitr alkoholu o 100 objemových procentech. U lihoviny, která je vyrobena ze zkvašených matolin destilací s vodní parou nebo po přidání vody je 1000g maximálním množstvím metanolu na hektolitr alkoholu o 100 procentech objemových atd. [8]

Lihoviny, konzumní líc i ostatní alkoholické nápoje se rozdělují na druhy a skupiny (viz. Tabulka 4 [9]).

Stejně jako pivo musí být i lihoviny patřičně označeny. Dle §18 předpisu č. 335/1997 Sb. se musí na láhvi nacházet obsah etanolu v objemových procentech vyjádřený číslem s nejvýše jedním desetinným místem. Dále se mohou slovem „starý“ označovat jen lihoviny zrající minimálně jeden rok před stočením s výjimkou „Staré myslivecké“. [10]

Lihoviny také podléhají i jistým požadavkům na jakost, jejíž fyzikální a chemické požadavky jsou uvedeny v Tabulce 5 [11].

2.2 Kontrola SZPI

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) je organizační složkou státu, která kontroluje potraviny, zemědělské výrobky, tabákové výrobky a jejich výrobu, skladování, přepravu i prodej. Kontrola SZPI je kontrolou cílenou, kde je na prvním místě ochrana spotřebitele před potravinami závadnými, neznámého původu, s již prošlým datem spotřeby či klamavě označenými. [12]

2.2.1 Průběh kontroly SZPI

Kontrola SZPI probíhá podle nařízení Komise (EU), které je specifické pro každý daný druh potraviny. V případě výroby v ČR se řídí výše zmíněnými právními předpisy č. 335/1997 Sb.

Inspektoři SZPI mohou navštívit provozovny s předešlým varováním, ale také bez ohlášení. Každý odběr vzorku musí být doložen protokolem. Vzorky bývají podrobeny kontrole, zda neobsahují cizorodé látky, a tudíž jsou vhodné ke konzumaci. Dále se provádí analytická a senzorická analýza výrobku, jejíž výsledky musí odpovídat stanoveným předpisům, jak z hlediska jakosti, tak i z hlediska označení. V některých případech není třeba odesílat vzorky na rozbor, např. při evidentně změněné době trvanlivosti či výrazné barevné odlišnosti. [13]

Během „Metanolové aféry“ v ČR muselo být podrobeno rozborům tisíce lahví alkoholu, a to především lahví nekolokovaných či neznámého původu. Nejrozšířenější metodou otestování alkoholického nápoje na metanol je použití plynového chromatografu. Dále byla uvedena další metoda Vysokou školou chemicko-technologickou (VŠCHT) na principu tzv. Ramanovy spektroskopie, která ale nebyla certifikována. Její výhodou je především kratší doba trvání, než v případě plynového chromatografu, je levnější a dá se provádět i v terénu. [13]

2.2.2 Frekvence kontrol SZPI

Četnost kontrol SZPI se odráží od spousty faktorů. Pokud není inspektorát upozorněn spotřebitelem na nějakou nesrovnalost, jsou kontroly prováděny na základně Analýzy rizika, ve které je brán v potaz typ provozovny, druh potraviny a také zkušenosti SZPI s daným místem.

„Impulsy k realizaci kontroly jsou následující:

- *plnění povinností legislativy*
- *doporučení Evropské komise (monitoring cizorodých látek, mikrobiologie)*
- *notifikace z RASFF*
- *změny právních předpisů*
- *analýza dat ve vlastním informačním systému*
- *aktuální zjištění inspektorů v terénu*
- *podněty spotřebitelů, profesních svazů*
- *impulsy provozovatelů potravinářských podniků*
- *informace od partnerských dozorových orgánů tuzemských i zahraničních*
- *nové vědecké poznatky“ [14]*

2.2.3 Kvalita kontrol SZPI

Státní zemědělská a potravinářská inspekce úspěšně obhájila svůj certifikát ISO 9001:2000, který získala v roce 2005. Norma ISO 9001:2000 uvádí požadavky na systém managementu jakosti. [12]

Každoročně probíhá na ústředním inspektorátu SZPI revize zástupci společnosti Bureau Veritas Certification (bývalé BQVI), kteří kontrolují, zda je norma ISO 9001 splňována. Namátkově nahlíží do kontrolních materiálů, dohlíží na zaměstnance, zda se řídí předpisy SZPI. Inspektoři se také zúčastnili terénních kontrol vyvolaných vnějšími podněty, jako jsou spotřebitelé. [12]

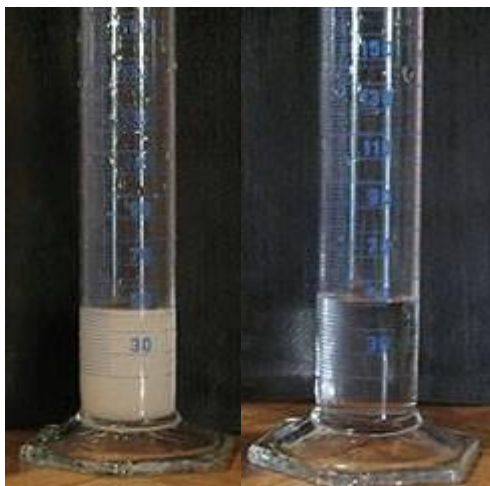
SZPI byla taky prověřena, zda li je schopna zvládnout krizové situace, jež by mohly nastat v ČR, v kterých byla shledána úspěšnou. V závěrečné zprávě bylo uvedeno: *„Můžeme konstatovat, že připravenost SZPI řešit jak krizové, tak i nestandardní situace je na mimořádně vysoké úrovni a vyplývá především ze signifikačního vědomí zodpovědnosti vycházející z platné legislativy.“ [12]*

3. Analýza alkoholických nápojů

Chemická analýza je činnost vedoucí ke zjištění přítomnosti či množství chemických látek[15]. Analýzou alkoholických nápojů se tudíž rozumí tato činnost vedoucí ke zjištění přítomnosti či množství alkoholu a jiných kvalitativních látek. Po vhodném výběru vzorku musí být věnována pozornost otázce nevhodnější techniky nebo technik. Pouze na analytikovi záleží výběr nejúčinnějšího postupu, a aby se dosáhlo správného rozhodnutí, musí být analytik seznámen s praktickými detaily různých technik, ale také znát tyto techniky na teoretickém principu, na němž jsou založeny. Rovněž musí být seznámen s podmínkami, za nichž je každá metoda spolehlivá, vědom si různých interferencí, které mnohdy vznikají[16]. Analyt v řádně odebraném vzorku je možno stanovit mnoha různými analytickými metodami[15]. Mezi nejvýznamnější z těchto metody alkoholové analýzy patří pyknometrie, spektrometrie, plynová chromatografie, ale i senzorická analýza. V následujícím textu budou některé z těchto metod popsány blíže a bude uveden ilustrativní příklad využití jedné z nich při odhalování falšovaných alkoholických nápojů.

3.1 Senzorická analýza

Několik tisíciletí lidé využívali pro hodnocení jídla svých pět smyslů [17]. Senzorická analýza je samostatný vědní obor zabývající se hodnocením produktů pomocí těchto smyslů, konkrétně čichu, zraku a chuti [18]. Osoby, které vykonávají senzorickou analýzu, se nazývají posuzovatelé (hodnotitelé), mezinárodním termínem asesoři. Senzorické hodnocení je poměrně náročná psychická činnost a ne každý má pro ni předpoklady. Hodnotitelé jsou tedy vybíráni podle svých fyzických a psychických předpokladů, odborně vyškoleni (podle požadavků mezinárodních norem) a přezkoušeni. Hlavním kritériem výběru je funkčnost a citlivost jednotlivých smyslů[19].



Obrázek 3.1: Porovnání zakaleného (vlevo) a čirého destilátu (vpravo) [20]

V naší práci byla tato metoda využita jednou. Pomocí zraku bylo zjištěno, že jeden vzorek výsledného destilátu je zakalený a tudíž byl vyřazen.

3.2 Pyknometrie

Stanovení hustoty pyknometrem spočívá v určení hmotnosti známého objemu. Zvážením čistého a suchého pyknometru s přesností na $\pm 0,001$ g, naplněním příslušnou kapalinou a uzavřením citlivým vtlačení kapilární zátky. [21] Nyní konkrétně k pyknometrům. Pyknometry jsou přístroje patřící do skupiny přímých metod. Jsou používány především pro měření hustoty kapalin při atmosférickém tlaku. Vnitřní objem pyknometru je zjištěn kalibrací pomocí kapaliny o známé hustotě (nejčastěji voda, rtuť). Materiálem pyknometrů je nejčastěji sklo, pro vysoké teploty je používán křemen nebo grafit. Pyknometrické metody lze využít i pro měření za vysokých tlaků, kdy je za určité teploty do silnostěnné kovové nádoby (vysokotlaký pyknometr) vpravena pod určitým tlakem kapalina. Pyknometr je uzavřen pomocí ventilu a zvážen. Následně probíhá nejdůležitější část práce s pyknometrem a to kalibrace. Pyknometrická metoda je metodou relativní, kdy srovnáváme hmotnosti stejného objemu referenční (kalibrační) a měřené kapaliny. Při určité teplotě a tlaku platí [22] :

$$m = V * \rho, \rho = \frac{m}{V} \quad \text{rov. 3.2}$$

3.3 Plynová chromatografie

Plynová chromatografie byla objevena na přelomu 19. a 20. století ruským botanikem Michaiem S. Cvětěm. Posléze k rozvoji této metody přispělo mnoho vědců po teoretické i praktické stránce. [23] Plynová chromatografie je vysoce účinná metoda, která se zabývá rozdělením těkavých látek, konkrétně plynů, kapalin, ale i pevných látek mezi dvě fáze, fází pohyblivou a nepohyblivou. Jako pohyblivá fáze se označuje plyn a fáze nepohyblivá může být různého charakteru a je umístěna v koloně chromatografu

Všechny chromatografické separační metody jsou založeny na rovnovážné distribuci složek vzorku mezi dvě fáze. Chromatografický systém se může natolik blížit rovnováze, že distribuci složky A mezi dvě fáze můžeme popsat distribuční (rozdělovací) konstantou K_D , což je poměr rovnovážných koncentrací této složky [A] ve dvou koexistujících fázích, přičemž podle konvence se koncentrace složky ve fázi stacionární $[A]_s$ uvádí v čitateli:

$$K_D = \frac{[A]_s}{[A]_m} = \frac{(n_A)_s}{(n_A)_m} * \frac{V_m}{V_s} \quad \text{rov. 3.3a}$$

kde $(n_A)_s$ a $(n_A)_m$ jsou látková množství složky A ve stacionární a mobilní fázi, V_s a V_m jsou objemy stacionární a mobilní fáze.

Charakteristickou veličinou pro každou separovanou látku v daném systému je eluční (retenční) čas t_R nebo eluční (retenční) objem V_R . Retenční čas je doba, která uplyne od nástřiku vzorku do dosažení maxima eluční křivky a retenční objem je proteklý objem kolonou za tuto dobu. Mezi retenčním časem a retenčním objemem existuje vztah:

$$V_R = F_m * t_R \quad \text{rov. 3.3b}$$

kde F_m je objemová rychlost [cm^3/s]. Objemová průtoková rychlost F_m je rovna součinu lineární rychlosti mobilní fáze (cm/s) a průřezu kolony (cm^2).

Z této rovnice lze odvodit tzv. základní rovnici pro retenční objem:

$$V_R = V_M + K_D V_S \quad \text{rov. 3.3c}$$

Dosažením za distribuční konstantu dostaneme:

$$V_R = V_M(1 + k) \quad \text{rov. 3.3d}$$

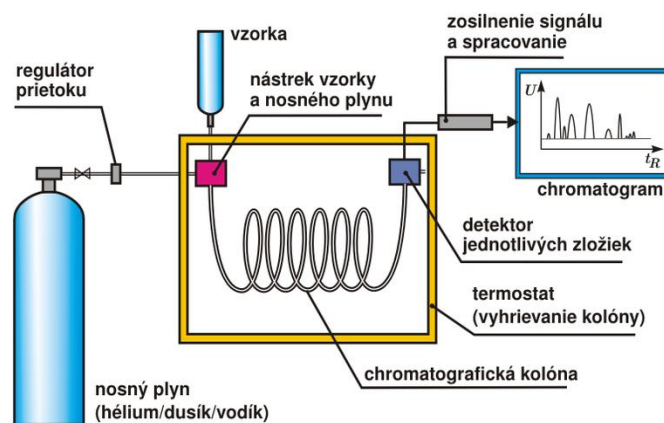
a pro retenční čas t_R

$$t_R = t_M(1 + k) \quad \text{rov. 3.3e}$$

kde V_M je mrtvý objem kolony. Mrtvému retenčnímu objemu přísluší mrtvý retenční čas t_M , což je retenční čas složky (inertu), která není v koloně zadržována a pohybuje se stejnou rychlostí jako mobilní fáze. [24]

3.3.1 Plynový chromatograf

Původně se plynový chromatograf jevil jako nejhodnější způsob analýzy pro naši práci a to zejména pro svou rychlost a přesnost, nakonec však byla zvolena pyknometrická metoda, protože byla přístupnější. Chromatograf funguje na následujícím principu. Vzorek je vstříknut do nástřikové komory, kde je odpařen a do chromatografu pokračuje ve formě par, unášen nosným plynem. Tento plyn unáší vzorek celou kolonou a dělicí proces se neustále opakuje. Tím pádem se každá látka pohybuje v koloně svou vlastní rychlostí a do detektoru vstoupí každá v jiný čas. Nakonec vznikne výsledný grafický záznam závislosti signálu detektoru na čase, který se nazývá chromatogram.

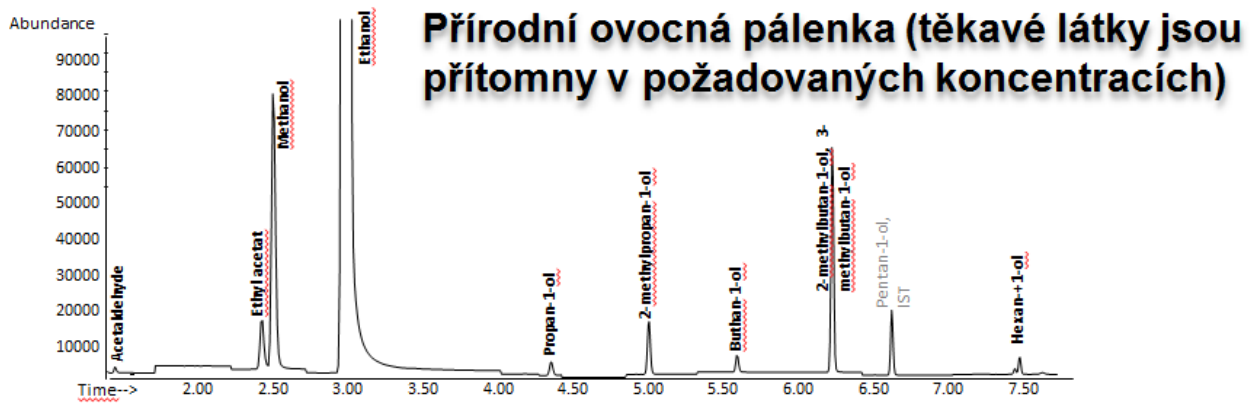
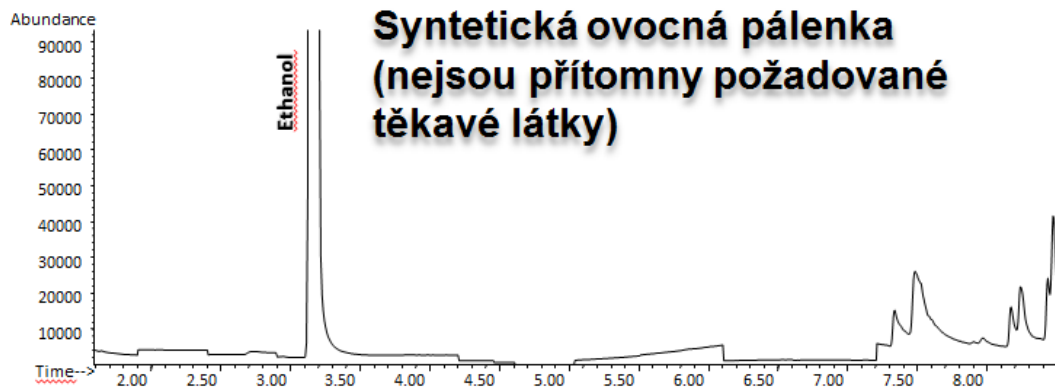


Obr. 3.2. Schéma plynového chromatografu [25]

3.3.2 Výsledný chromatogram

Grafy na obrázku 3.3 jsou příkladem využití plynového chromatografu a porovnání dvou kvalitativně stejně vypadajících lihovin. Obě lihoviny byly označeny jako ovocné pálenky. První graf zobrazuje syntetickou ovocnou pálenku ve které nejsou přítomny těkavé látky, ale pouze látky vonné. To znamená, že sensorickou analýzou tento vzorek projde a proto je nutné použití chromatografu. Druhý graf pak zobrazuje přírodní ovocnou pálenku. Ovocné pálenky a obecně destiláty musí obsahovat alifatické alkoholy, aldehydy, které významně ovlivňují sensorické vlastnosti jednotlivých destilátů, dále acetaldehyd, benzaldehyd, furankarbaldehyda v neposlední řadě methanol, jehož původ pochází z pektinových látek.

Pro srovnání, na druhém grafu tyto látky nalezneme, na prvním nikoliv. Na prvním chromatogramu si můžeme všimnout pouze jednoho píku znázorňující ethanol, zbylé látky chybí.



Obr. 3.3 Chromatogramy, syntetický (nahore) a přírodní (dole)

4. Destilační metody získání etanolu

Destilace a rektifikace jsou chemické metody, sloužící k oddělení jednotlivých složek kapalných směsí. Jsou založené na rozdílných vlastnostech látek při stejném tlaku, tj. těkavosti (= schopnosti látky vypařovat se) či teplotě bodu varu (= rovnosti tlaku nasycených par kapaliny s tlakem okolního plynu) jednotlivých komponent. Lze říci, že těkavější složka má ve většině případů i nižší bod varu. Při zahřívání směsi na určitou teplotu, se začne těkavější z látek vypařovat a lze ji za pomoci aparatury oddělit. Při destilaci je směs udržována při teplotě varu těkavější látky, těkavější látka se částečně vypaří se a pára je pomocí kondenzátoru zchlazena. Výsledná, přeměněná, kapalina se nazývá *destilát* a je bohatší na těkavé látky. Druhým produktem destilace je *zbytek*, tedy zbytková kapalina, chudší na těkavé látky. Původní surovina se nazývá *nástřík*[26].

Mezi nejdůležitější pojmy týkající se destilačních metod bezesporu patří termodynamická rovnováha a rovnováha kapalina-pára.

Termodynamická rovnováha je stav, který je charakterizovaný tím, že hnací síly (rozdíl teplot, tlaků, chemických potenciálů), které by mohly vyvolat nějakou makroskopickou změnu, jsou nulové, a proto všechny veličiny popisující stav systému v rovnováze mají časově stále hodnoty[27].

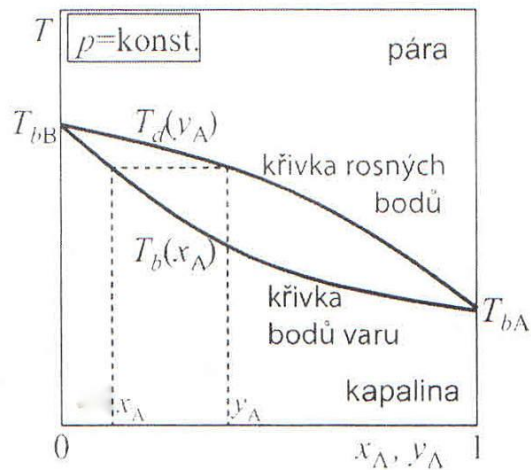
V další části textu se vzhledem k v této práci řešené problematice omezíme na popis rovnováh kapalina - pára v binárních (dvousložkových) směsích. Jednotlivé složky směsi budou pro přehlednost označovány indexy A a B.

Rovnováha kapalina pára binární směsi je stav, kdy za daného tlaku a teploty odpovídá složení par složení v kapalině a výsledný systém je tedy v termodynamické rovnováze. Pro rovnovážné složení par nad hladinou kapaliny lze zapsat,

$$y_A = f(x_A, T, p) \quad \text{rov. 4}$$

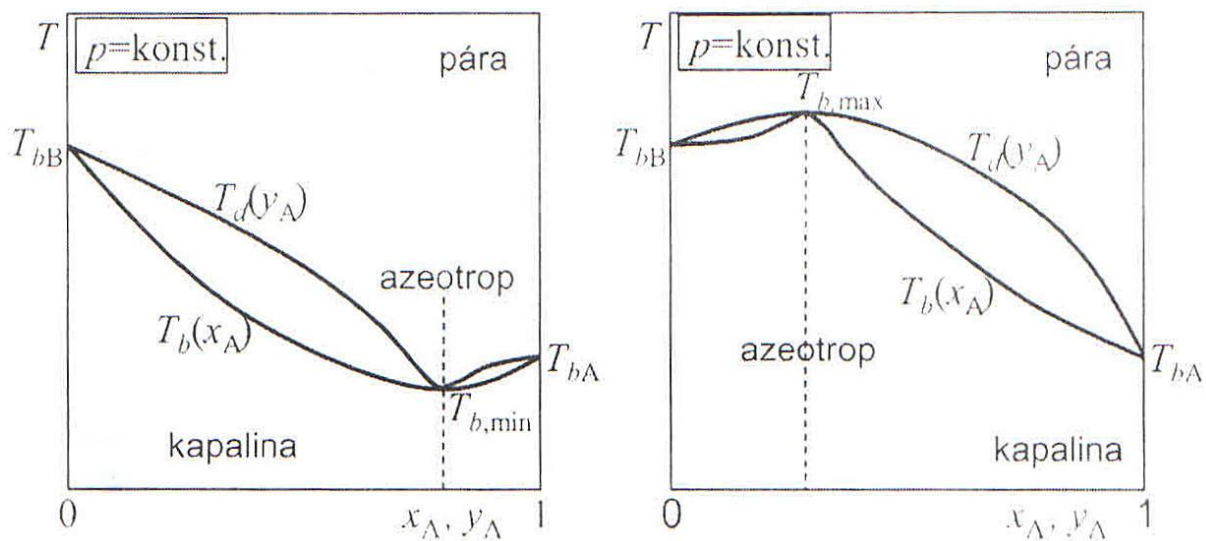
kde y_A je molární zlomek látky A v parní fázi, x_A odpovídající molární zlomek látky A ve fázi kapalné T a p jsou rovnovážná termodynamická teplota a tlak v systému. Lze tedy říci, že na základě molárního zlomku směsi (tedy molárním poměrem mezi složkami), se mění i teplota varu jednotlivých složek[28].

V případě, že se směs chová ideálně (tak jak je zobrazeno na obr. 4 a), je možné zcela oddělit opakovanou destilací látky[28].



obr. 4.a: Rovnováha kapalina- pára, ideální případ [28]

V případě výrazně neideálního chování směsi (obr. 4 b) může nastat případ takzvaného azeotropu, tedy situace, kdy se obě složky mají bod varu stejný[28]. Jelikož destilace/rektifikace probíhají na principu oddělení složek, které se liší bodem varu, jsou azeotropické směsi těmito metodami neoddělitelné a je tedy nutné použít alternativní metody.



obr. 4 b – azeotropická směs [28]

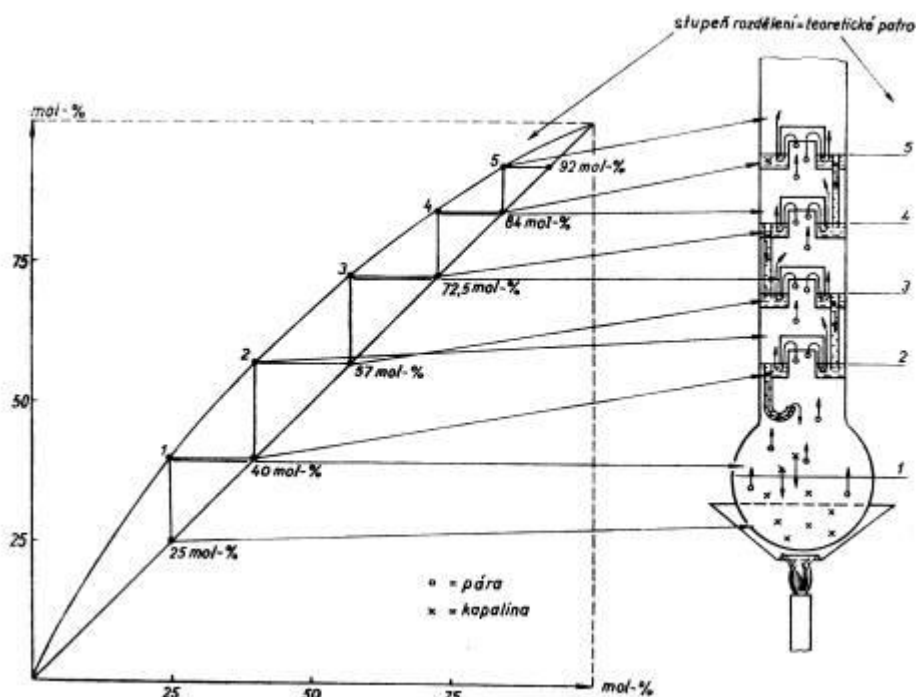
4.1 Laboratorní destilace

Laboratorní destilace je jeden ze způsobů, jak od sebe oddělit látky a to za pomoci už i jednoduché aparatury (obr. 4.1.2). Jedná se o separační metodu, která se již učí na středních školách a gymnáziích. Jde vlastně o vsádkovou destilaci, a pro tuto metodu je zásadní pochopení pojmu rovnovážný stupeň.

4.1.1 Rovnovážný stupeň

Rovnovážný stupeň neboli rovnovážné patro (obr. 4.1.1 a), je oblast v destilační/ rektifikační koloně, ve které dojde k úplné výměně látek a energie neboli k ustanovení termodynamické rovnováhy mezi kapalinou a párou na daném patře[4]. Teoretické patro odpovídá jednomu kroku na McCabe-Thieleho fázovém diagramu (obr. 4.1.1 a).

Na obrázku 4.1.1 je vlevo znázorněn x - y rozdělovací diagram pro těkavější složku binární směsi. Za pomoci McCabe-Thieleho metody jsou zakreslená teoretická patra kolony v případě totálního refluxu. Vpravo je náčrt patrové kolony s odpovídajícími patry reálnými.



Obr. 4.1.1 : Teoretická patra[29]

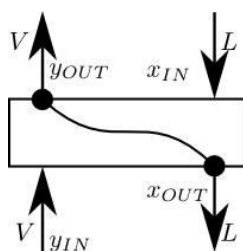
Na obrázku 4.1.1 b je vyznačena základní představa konceptu rovnovážného patra. Do prostoru patra vstupuje jisté látkové množství kapaliny L , a par V , o odpovídajícím složení x_{IN} , y_{IN} . Mezi těmito dvěma vstupními proudy se ustanovuje rovnováha a výsledkem jsou potom proudy výstupní o složení x_{OUT} a y_{OUT} [28]. Každý teoretický stupeň je popsán vyjádřením fázové rovnováhy, bilancí látkového množství a entalpie a rovnicí účinnosti stupně[26]. V měřítku této práce lze látková množství kapaliny i páry uvažovat konstantní a účinnost stupně rovnou jedné. Pro popsání rovnovážného stupně bude tedy uvažována pouze bilance látkového množství a vyjádření fázové rovnováhy tak, jak je definováno rovnicí (4.1 a).

Označíme-li těkavější složku studované binární směsi jako A a dosadíme-li za y_{OUT} z rovnice (4.1 a), můžeme provést bilanci látkového množství rovnovážného patra[28],

$$Vy_{IN}^A + Lx_{IN}^A = Vf(x_{OUT}^A, T, p) + Lx_{OUT}^A \quad \text{rov. 4.1 a}$$

Vzhledem k tomu, že látka A byla vybrána jako těkavější, bude:

$$y_{IN}^A < f(x_{OUT}^A, T, p) = y_{OUT}^A \quad \text{rov. 4.1 b}$$



obr. 4.1.1 b: Princip rovnovážného patra.
Výstupní proudy, spojené křivkou, jsou v termodynamické rovnováze

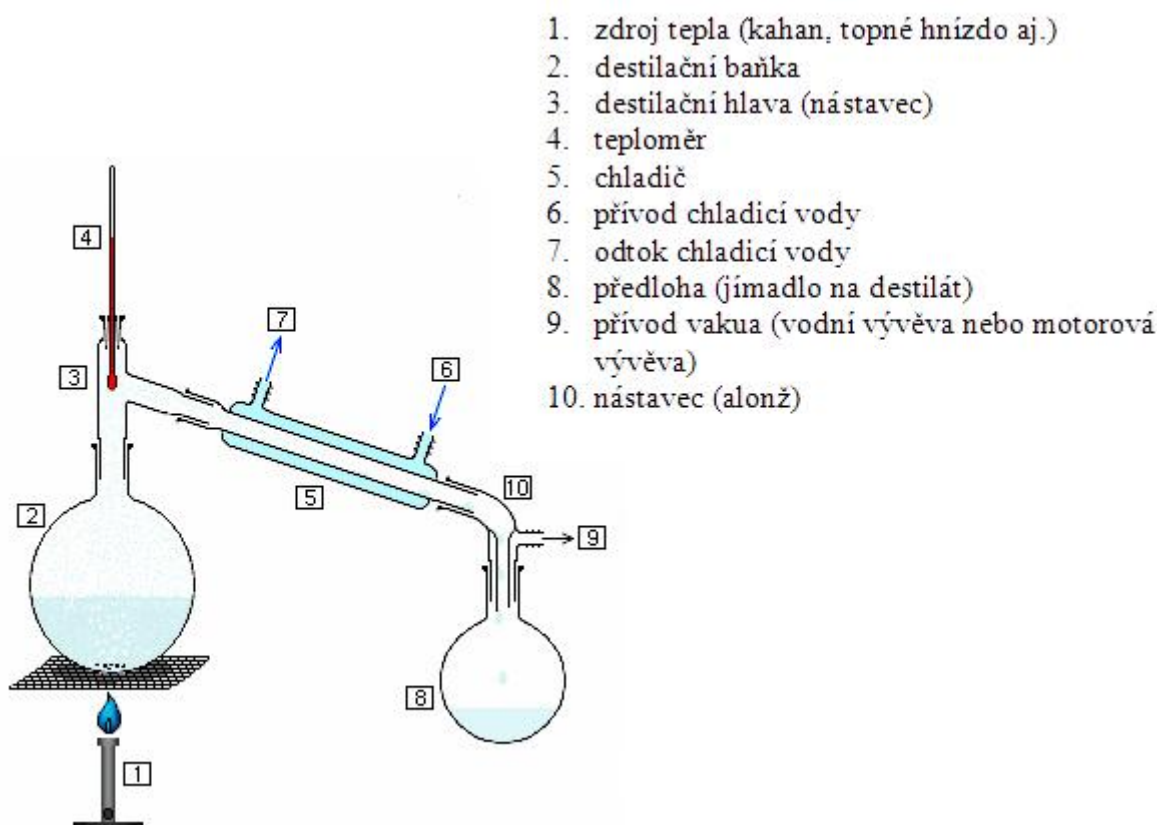
Lze konstatovat, že čím vyšší počet teoretických pater, tím lepší a přesnější oddělení látek ve sloučenině, zejména těch, jejichž bod varu se výrazně neliší.

4.1.2 Vsádková destilace

Vsádková destilace je proces, při kterém dochází pouze k jednoduchému oddělení dvou látek, na základě rozdílu bodů varu. Na vsádkovou destilaci není třeba nijak komplikované aparatury (obr. 4.1.2).

Princip vsádkové destilace je jednoduchý. Kapalinná směs (vsádka) je přivedena na teplotu bodu varu těkavější látky ve varné baňce, která má být oddělena. Ta se začne odpařovat, stoupá destilační hlavou vzhůru a později je ochlazována v kondenzátoru (chladiči), kondenzuje a stéká do nádoby (předlohy) v podobě destilátu.

Touto metodou nelze dosáhnout kvalitního destilátu, protože odebráním destilátu ztrácí na kvalitě vsádka.



Obr. 4.1.2: Destilační aparatura[30]

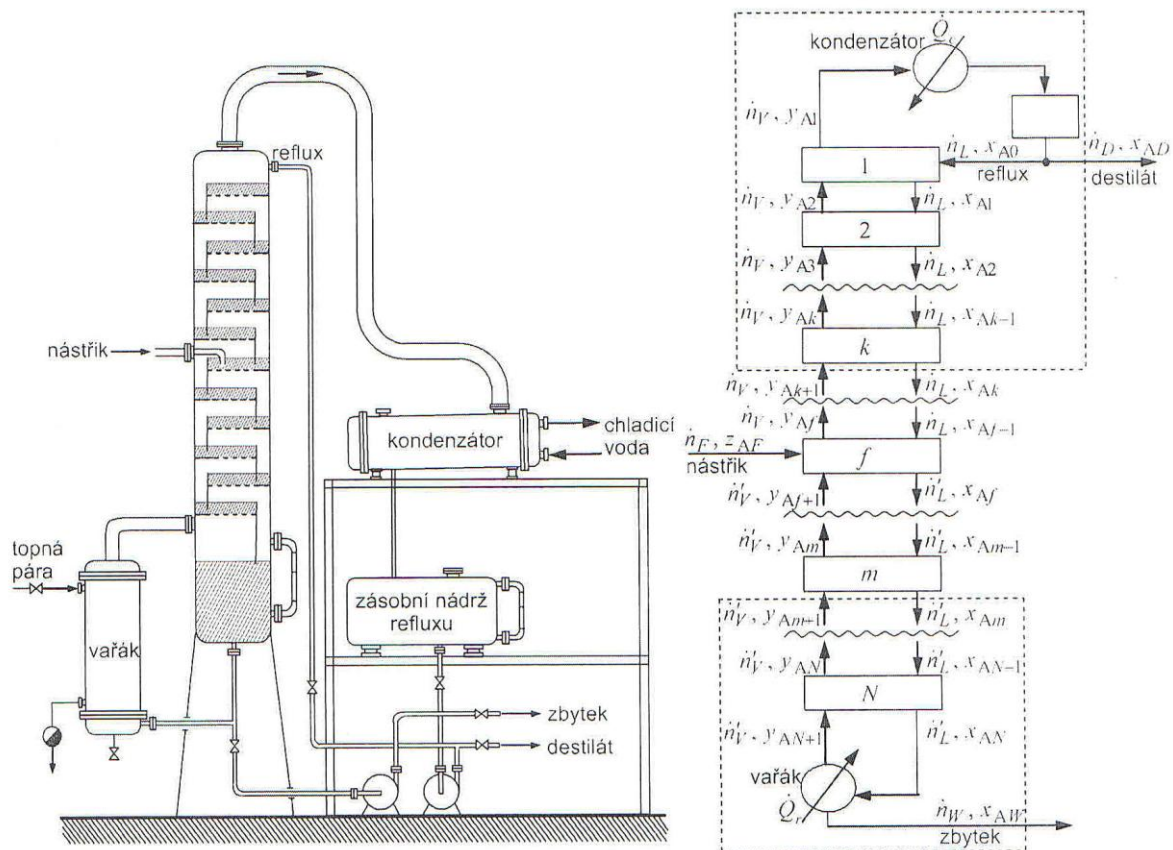
4.2 Rektifikace

Jednou, z výše uvedených metod, je rektifikace (= protiproudová destilace). Jedná se účinný proces oddělování kapalinných složek, zejména těch, jejichž bod varu se liší pouze nepatrně, a tedy by obyčejná destilace byla zdlouhavá a neefektivní. V praxi se rektifikace užívá v ropném, potravinářském a farmaceutickém průmyslu, či při výrobě organických i anorganických látek[26].

Rektifikace probíhá v destilační/rektifikační koloně, v níž dochází k částečné kondenzaci látek. Pro zvýšení efektivity lze zvýšit plochu v koloně, na které mohou látky kondenzovat a to pomocí tzv. výplně. Musí se zajistit, pokud možno, co nejintenzivnější styk plynných a kapalných fází, tak aby došlo k ohřevu kapalných látek teplejší parou a tím k vypaření těkavějších látek.

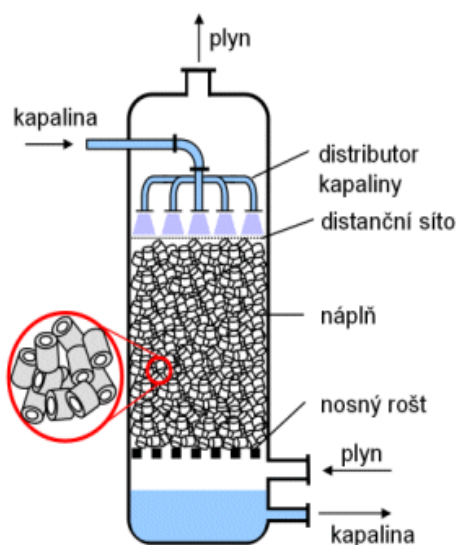
Rozlišujeme kolony patrové a kolony plněné. Plněné kolony dle typu výplně a to sypanou či strukturovanou.

Kolona patrová je vertikální věž, s několika horizontálními perforovanými patry [31]. Takováto kolona je společně s jejím proudovým schématem zobrazena na obrázku 4.2a. Na jedno z pater kolony je přiváděn nástřík, který stéká do nižších pater a přichází do kontaktu („probublává“ [28]) s plynnou fází, která stoupá vzhůru. Část kapalně fáze je ve vařáku opět změněna na fázi plynnou. Plynná fáze je ochlazována v kondenzátoru a část je odebrána jako destilát, zbytek je opět poslán do kolony v rámci refluxu (zpětného toku)[28].



obr. 4.2 a – Patrová kolona [28]

Kolony plněné (neboli kolony s kontinuálním stykem kapalně a parní fáze) (obr. 4.2 b) mohou být plněné sypanou výplní (např. kroužky Raschigovy, kroužky Pall (obr 4.2 c) či sedly Intalox), popřípadě výplní strukturovanou a tedy zvlněným perforovaným a skládaným plechem (obr 4.2.d) [28]. Díky rovnoměrnému smáčení výplně je dosaženo veliké mezifázové plochy, tedy plochy, kde jsou fáze (kapalná a parní) v kontaktu.



obr. 4.2 b – Plněná kolona [32]



obr. 4.2 c: Pall kroužek [32]



obr. 4.2 d: Orientovaná výplň [32]

4.2.1 Rovnovážná rektifikace

Rovnovážná rektifikace (kontinuální rektifikace) slouží k rozdělení binární (dvousložkové) směsi za pomoci patrové kolony s totálním kondenzátorem (obr. 4.2.1).

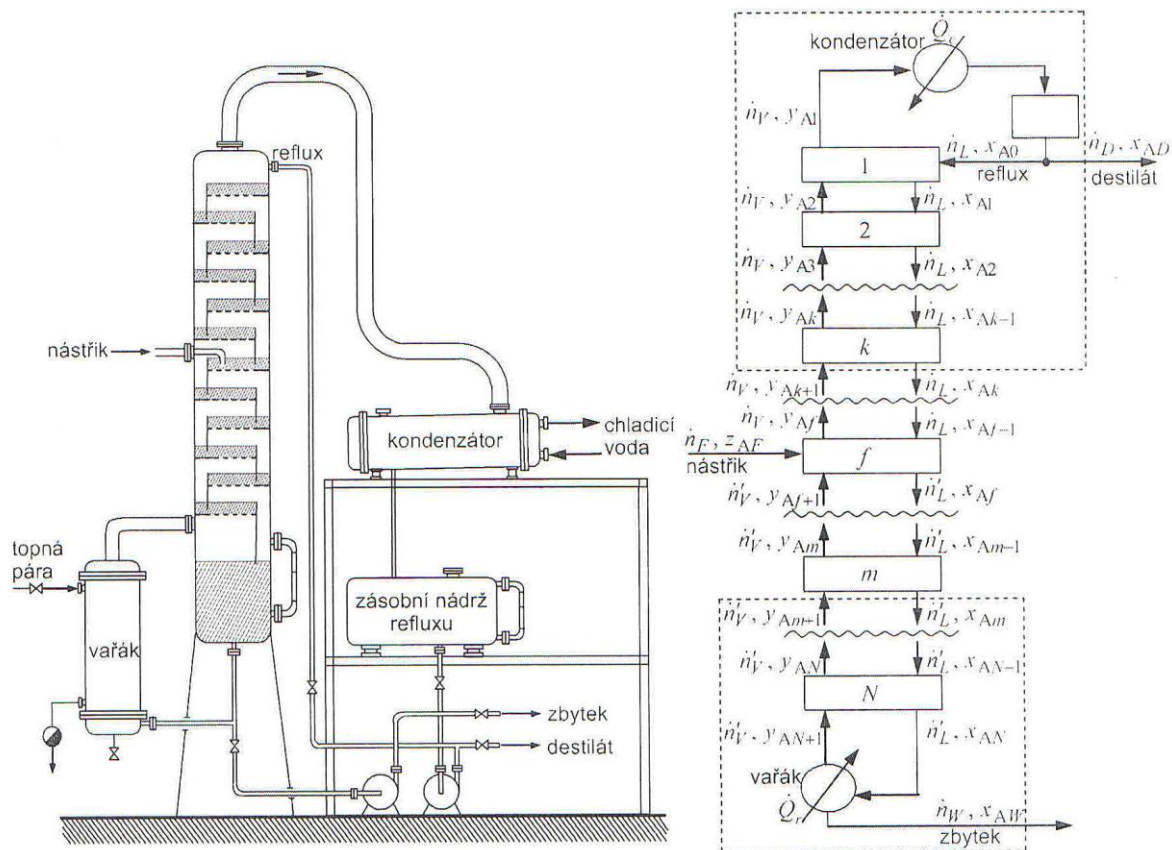
Nástřík je proveden do jednoho z pater kolony (*f-tého*). Postupně kaskádovitě klesá, přičemž se setkává s parní fází, která skrz něj „probublává“ v každém patře. Veškerá sytá pára je odebírána v tzv. totálním kondenzátoru. Část této kapalně fáze je odebírána jako destilát, zbytek je vracen do kolony.

Poměr mezi vracenou a odebíranou částí výstupu z par kolony se nazývá refluxní a lze vypočítat ze vztahu:

$$R = \frac{n_L}{n_D} \quad \text{rov. 4.2.1}$$

n_L ... Část vracená do kolony

n_D ...Část odvedená jako destilát

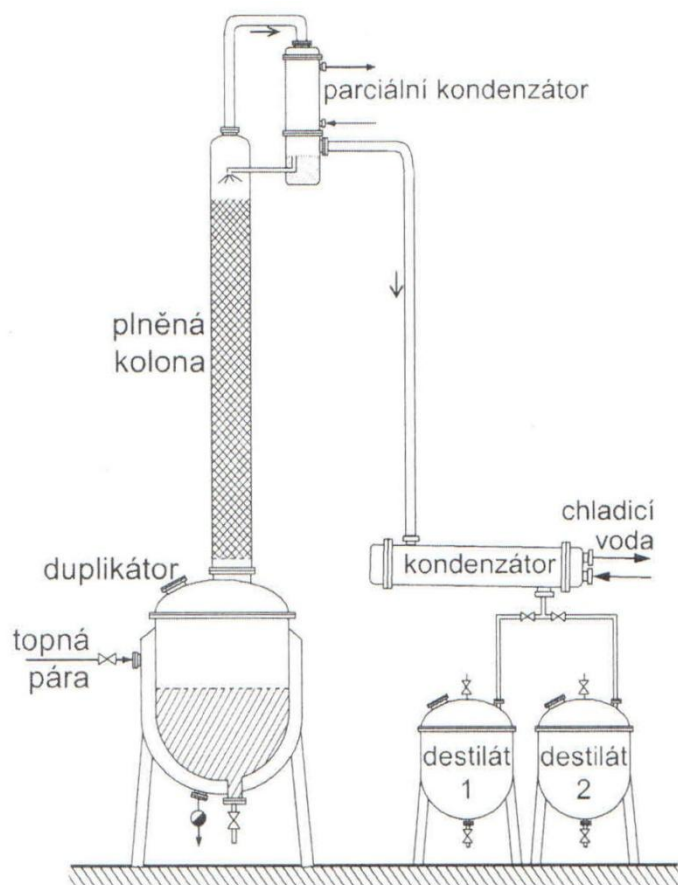


obr. 4.2.1 : Rovnovážná rektifikace – aparatura: patrová kolona s totálním kondenzátorem[28]

4.2.2 Vsádková rektifikace

Vsádková (diskontinuální) rektifikace je takový druh rektifikace, ve kterém je namísto nástriku použita takzvaná *vsádka*. Funguje na stejném principu jako vsádková destilace, tedy oddělení kapalných složek směsi na základě odlišného bodu varu. Užitá aparatura (obr. 4.2.2) je v případě rektifikace opatřena plněnou kolonou, která zefektivňuje celý proces (zvyšuje počet rovnovážných pater) a umožňuje lepší oddělení látek.

Vsádka je umístěna do zahřívací nádoby, vařáku, kde je ohřátá na bod varu, plynná fáze je vedena kolonou. Po vstupu do kondenzátoru je zchlazena a opět zkapalněna. Zprvu funguje aparatura v *totálním refluxu*, tedy veškerá kapalná fáze je z *parciálního* kondenzátoru opět vedena do kolony. Po ukončení tohoto procesu, je již část nezkapalněných par z *parciálního* kondenzátoru odebírána jako *destilát*[28].



obr. 4.2.2 : Vsádková rektifikace [28]

5. Získání etanolu – laboratorní práce

Pro finanční nedostupnost 100% potravinářského lihu, bylo rozhodnuto, získat potravinářský etanol dosažitelnými alternativními metodami, tj. vlastní destilací popřípadě rektifikací.

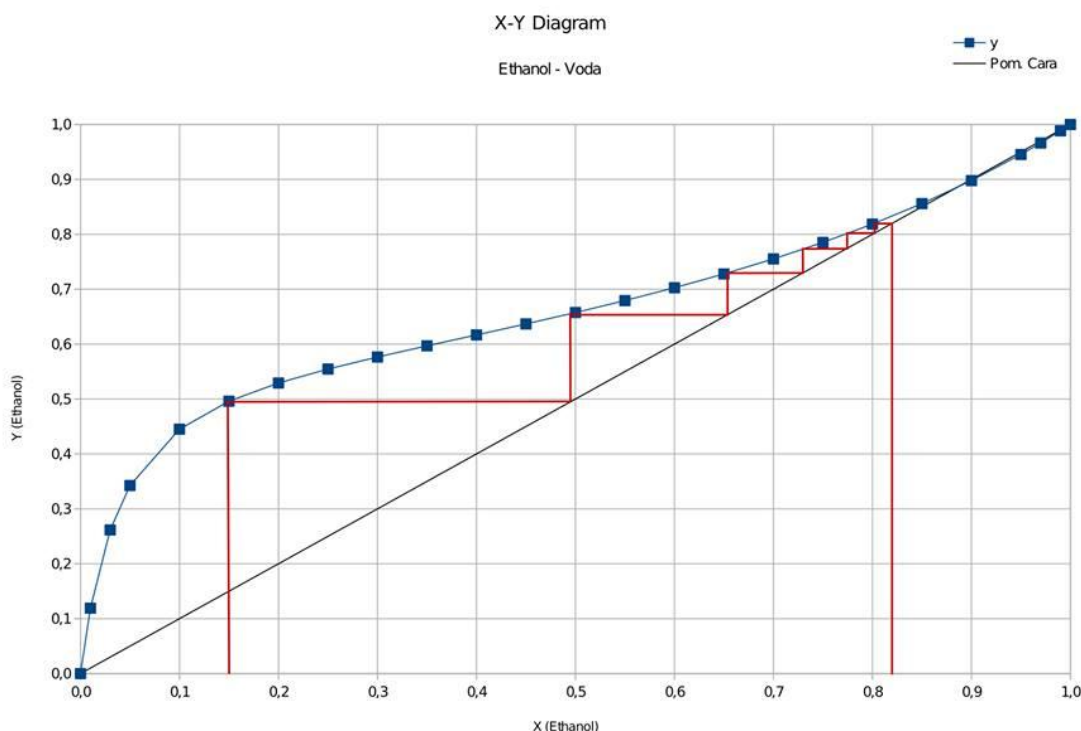
Jakožto *nástřík*, ze kterého jsme etanol extrahovali, byl posloužit 1L 37.5% vodky, který umožnil získat dostatečné množství kvalitního etanolu, vhodného ke konzumaci.

5.1 Metoda a cíl práce

Za účelem výroby vlastního bylinného likéru, bylo třeba zvolit metodu, která umožňuje získat kvalitní potravinářský líh o vysoké koncentraci a čistotě. Proto byla upřednostněna metoda *vsádkové rektifikace* (viz 4.2.2) v plněné koloně, která výše uvedeným požadavkům odpovídá, oproti destilaci, která je pro tyto účely nevhodná. Tedy zdlouhavá a s nízkou účinností.

Pro rovnovážnou rektifikaci bylo užito vařáku, rektifikační kolony se sypanou výplní, kondenzátorů (totální a parciální), kádinek na jímání destilátu, rtuťového teploměru, hadic a chemického skla ke spojení aparatury.

Jelikož bylo základním požadavkem dosažení čistého a kvalitního destilátu, byla zvolena kolona s 6 rovnovážnými patry (jak bylo zjištěno posteriorně pomocí McCabe-Thielova diagramu). Každé rovnovážné patro odpovídá jednomu „kroku“ na fázovém McCabe-Thielově diagramu (obr.5.1).



obr 5.1 : X-Y MCCobe-Thielův diagram znázorňující 6 rovnovážných pater kolony

Kondenzátory ochlazují parní fázi směsi. V případě rovnovážné rektifikace je třeba nechat systém fungovat v *totálním refluxu*, tedy tak, že není odebírán žádný destilát a zchlazené páry jsou opět vráceny zpětným tokem do kolony. Systém kondenzátorů umožňuje později odebrat pouze nejkvalitnější část parní fáze jako kvalitní destilát. Zbytek je opět vrácen do kolny.

Cílem práce nebylo pouze získat destilát, ale také zjistit, jaké je získaný destilát kvality. Proto bylo užito laboratorního hustoměru Anton Paar DMA 5000, aby bylo zjištěno jakou má získaný vzorek hustotu a tedy ověřeno, jaký je podíl etanolu v destilátu.

5.2 Použitá aparatura

Sestavením veškerých součástí bylo dosaženo více než 2 metrů vysoké aparatury (obr. 5.2a).

Vařák (obr. 5.2 b) dodává teplou a ohřívá *nástřik*, tedy při dosažení určité tepelné hodnoty, přeměňuje část kapalné směsi na parní fázi.

Parametry: výkon: 1500W
výška: 30cm
průměr: 8cm
objem: 1L

Rektifikační kolona s výplní slouží k zefektivnění rektifikace. Páry stoupají rektifikační kolonou a část jich kondenzuje na výplni, která výrazně zvyšuje povrch, čímž se rektifikace stává účinnější.

Parametry: výška: 140cm
průměr: 5cm

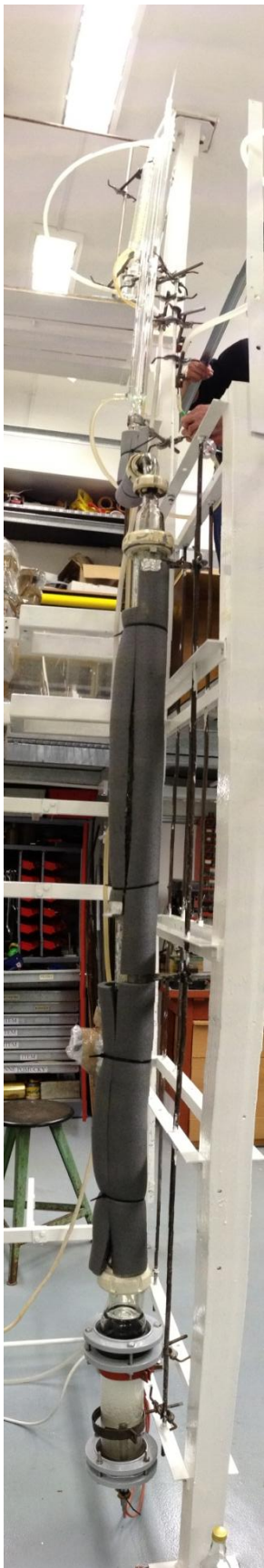
Systém kondenzátorů (obr 5.2 c) umožňuje kondenzaci výstupních par z kolony, které jsou parciálně (částečně) vráceny zpět ve zpětném toku. Nejtěkavější látky jsou však zkondenzovány až v totálním kondenzátoru a odebírány jako kvalitní destilát.

Hadice pro přívod a odvod vody kondenzátorů.

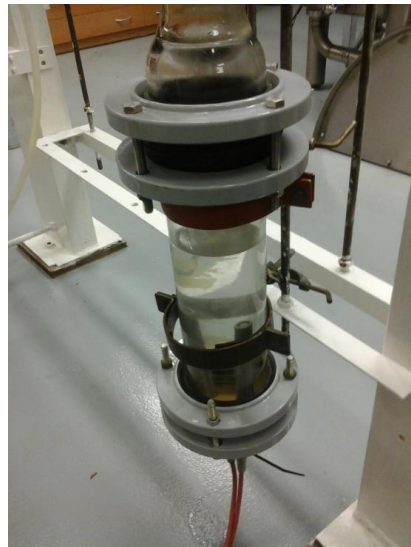
Rtuťový teploměr ke zjišťování teploty parní fáze směsi. Je umístěný v systému kondenzátorů tak, že zjišťuje teplotu par, které jsou zkondenzovány totálním kondenzátorem.

Kádinky (100 mL) k odebrání výsledného *destilátu*.

Držáky k přichycení aparatury.



obr. 5.2 a: Sestavená aparatura



obr. 5.2 b: Vařák - detail



obr. 5.2 c : Systém chladičů

5.3 Postup

Počátečním krokem k úspěšné extrakci etanolu je určit vyhovující typ a sestavit rektifikační kolonu.

Po úspěšném sestavení a zapojení vařáku, rektifikační kolony a systému kondenzátorů, je vařák naplněn 1L vodky (nástřiku) a zapojen a zapnut. Zprvu funguje aparatura v totálním refluxu, tedy systému, kdy není odebírán žádný destilát a veškerá parní fáze je zpětným tokem vracena do kolony. Je důležité regulovat výkon vařáku tak, aby se kolona nehltila (kapalná fáze nebyla fází parní vnášena do kolony).

Pro zjištění maximálního výkonu, při kterém se nebude ještě plnit kolona (což je krajně nežádoucí), je nutno zprvu spočítat tlak nasycených par směsi etanol – voda přes Antoineovu rovnici:

$$\log p\phi = A - B/(C + t) \text{ [kPa]}, \quad \text{rov. 5.3 a}$$

přičemž A, B, C jsou dané konstanty pro tuto směs. Z Antoineovy rovnice se vypočítá molární množství vzniklé parní fáze:

$$n = W/h_v^{sm}(Tv) \quad \text{rov. 5.3 b}$$

Dále potom objem těchto vzniklých par přes rovnici ideálních plynů:

$$Pv = nRT \quad \text{rov. 5.3 c}$$

Z čehož byla vyvozena rychlost postupu par kolonou a bylo zjištěno, že kolona se začne hltit při výkonu 1000 + W

Po dosažení teplotního bodu varu nejtěkavější komponenty se kapalná směs začne vypařovat. Teplota bodu varu etanolu je rovna 78.3°C[33] (oproti například metanolu, jehož teplota bodu varu je nižší, tedy 64,7°C[34]) a tedy je nutno dosáhnout právě této teploty pro jeho destilaci. Chlazení kondenzátorů je regulováno tak, aby již nepracovaly v totálním refluxu, nýbrž byl destilát parciálně (částečně) odebírán a zbytek, o menším podílu těkavých látek, opět vracen do kolony.

Rovnovážná rektifikace o počtu 6 rovnovážných pater umožňuje destilaci kvalitního a čistého potravinářského etanolu tím, že je odebírána jen nejlepší část parní fáze a zbytek je zpětně vracen do kolony.

5.4 Výsledky

Během rektifikace bylo odebráno celkově 250 mL destilátu ve třech různých kádinkách. Byl zanalyzován zbytek po destilaci i nástřik (vodka Leon). Pomocí hustoměru byly zjištěny následující hodnoty a na základě nich, byl vypočten podíl etanolu v jednotlivých vzorcích.

Vzorek	Naměřená hustota: [g/cm ³]	Podíl etanolu [mol. %]	Objem [ml]
Alkohol odebraný k dalšímu použití (čirý)	0.804867	81.5	80
Alkohol odebraný k dalšímu použití (čirý)	0.804754	81.5	85
Nepoužitelný vzorek - zakalený	0.809967	77.8	85
Zbytek po destilaci	0.974942	4	neměřeno
Vodka Leon	0.940910	14.4	1000

Zjištěné hodnoty ukázaly, že bylo vydestilováno 165mL použitelného potravinářského lihu o podílu 81.5 % etanolu.

Nepoužitý vzorek – zakalený byl pro vyřazen z důvodu viditelného zbarvení.

Účinnost procesu	$\frac{\text{mol. EtOH získané}}{\text{mol. EtOH Leon}} \times 100 \text{ [%]} \text{ (čistota [mol. \%])}$
Celková	52.1 (80.2)
Pouze dále využitelné vzorky	34.5 (81.5)

Celkově bylo extrahováno 52.1% etanolu, ale pouze 34.5% bylo použitelných pro výrobu bylinného likéru.

6. Výroba vlastních alkoholických nápojů

6.1 „Becherovka“

Jedním z cílů této práce je i výroba alkoholických nápojů. Bylo rozhodnuto, že ze získaného ethanolu vyrobíme pomocí procesu macerace bylinný likér, jenž by měl být podobný komerčně vyráběnému alkoholickému nápoji „Becherovka® Original“. Tento nápoj je vyráběn v nezměněné podobě již od roku 1807 [35-36], byl vymyšlen (za pomoci Dr. Christiana Frobriga) lékárníkem Josefem Becherem, který tento nápoj vyráběl a prodával pod názvem „English Bitter“, jako velmi účinný lék na zažívací potíže. Z tohoto jsme vycházeli i my při sestavování vlastní receptury, přičemž originální recepturu samozřejmě nebylo možné použít, jelikož se jedná o výrobní tajemství. [35]

6.1.1 Receptura

Při sestavování vlastního receptu bylo využito především lidových receptů. Byly nalezeny dva typy receptů, jednak ty, jenž byly sestaveny z jednotlivých bylin, ale především ty, jenž pro výrobu používaly macerát z čaje Stomaran® od výrobce Leros®; fytoarmakum, jehož indikací jsou poruchy trávení [37].

Ve výsledku bylo rozhodnuto sledovat nejen senzorycké vlastnosti výsledného nápoje, ale také jeho léčebné účinky, tudíž byly vybrány dva reprezentativní recepty, jenž bylo rozhodnuto spojit, za účelem zvýšení nejen léčivého efektu nápoje, ale také za účelem zlepšení jeho senzoryckých vlastností.

6.1.1.1 „Stomaran®“ recept [38]

Ingredience	množství
líh (asi 50%)	1 L
Čaj Stomaran	3 polévkové lžíce
Cukr	3 polévkové lžíce
Vanilinový cukr	1 balíček
hřebíček	5
skořice	2 cm
voda	Na doplnění do 1,5 L

Postup:

Necháme 2-3 dny macerovat, poté scedíme, přidáme cukr a doplníme vodou na požadovaný objem.

Příčemž složení čaje „Stomaran^{®cc}“ (pro 1 nálevový sáček) je [37]:

Bylina	Množství (g)
Andělíka kořen	0,225
Puškvorec kořen	0,225
Heřmánek květ	0,225
Řepík nať	0,15
Zeměžluč nať	0,15
Třezalka nať	0,15
Máta nať	0,15
Ostružiník list	0,15
Fenykl plod	0,075

6.1.1.2 Receptura sestavená z konkrétních bylin [39]

Tato receptura měla podstatnou výhodu a to velmi přesně zaznamenaná množství jednotlivých složek likéru.

Ingredience	množství
Andělíka kořen	1 g
Yzop nať	3 g
Vachta list	1,5 g
Zeměžluč – nať	0,25 g
Pelyněk . nať	0,25 g
Puškvorec – kořen	1 g
Hřebíček	1 g
Cukr	150 g
Lih (40%)	200 – 300 mL + cca 700 mL (na doplnění)

Postup:

Macerace bylin v lihu cca týden, poté filtrace macerátu a přidání cukru, doplnění do 1 L 40% lihem.

6.1.2 Vlastní receptura

Na základě shody některých bylin ve složení, jelikož bylo vycházeno z informací, že originální likér má více než 20 různých složek [39], bylo rozhodnuto o spojení obou receptů. Navíc bylo zjištěno, že po přepočtu si byliny, jenž jsou společné pro obě receptury, poměrově odpovídají (viz níže 6.1.2.1).

6.1.2.1 Výsledné množství surovin v g (s přepočty)

	Stomaran	Stomaran (přepočet)	Recept - byliny	Náš recept
Andělíka kořen	0,225	1	1	1
Puškovec kořen	0,225	1	1	1
Heřmánek květ	0,225	1	0	1
Řepík nať	0,15	0,67	0	0,67
Zeměžluč nať	0,15	0,67	0,25	0,67
Třezalka nať	0,15	0,67	0	0,67
Máta nať	0,15	0,67	0	0,67
Ostružiník list	0,15	0,67	0	0,67
Fenykl plod	0,075	0,33	0	0,33
Pelyněk nať	0	0	0,25	0,25
Vachta list	0	0	1,5	1,5
Yzop nať	0	0	3	3
Hřebíček	0	0	1	1
Cukr – krystal			150	150

6.1.2.2 Postup

1. Odvážíme jednotlivé složky receptu a vše (kromě cukru) se přidá do macerační nádoby.
2. Byliny se zalijí 167 mL 82% lihu, nádobu uzavřeme.
3. Vše se nechá 3 týdny macerovat.
4. Po uplynutí této doby se roztok zfiltruje.
5. Zředíme na celkový objem 750 mL.
6. Přidáme cukr, který za stálého míchání necháme rozpustit. Tento recept bylo nutné dále během samotné výroby upravit.

Poznámka: Během samotné výroby bylo potřeba recept upravit, z chuťových důvodů bylo přidáno 250 g cukru, místo původních 150 g.

6.1.3 Léčebné účinky

V následující stati se pro zjednodušení budeme věnovat pouze léčebným účinkům týkajících se zažívání. Podle složení jednotlivých bylin by likér měl mít tyto léčebné účinky:

6.1.3.1 Andělíka lékařská

„V trávicím systému působí spasmolyticky, tlumí nadýmání při poruchách slinivky břišní a pomáhá likvidovat kvasný nebo hnilobný proces při dyspepsii.“ [40]

6.1.3.2 Puškvorec lékařský

„Puškvorecová droga je univerzálním léčivem zejména v oblasti trávicího ústrojí. Zlepšuje tvorbu trávicích šťáv, tlumí bolestivost a křečovitě bolesti.“ „Výtečně působí proti nadýmání a infekčním průjmům, včetně krvavých.“ [43]

6.1.3.3 Heřmánek pravý

„Z široké palety možného použití uvedeme alespoň následující: léčba žaludečních a střevních chorob, popálenin.“ [41]

6.1.3.4 Řepík lékařský

„Nať řepíku tvoří jednu z nejuniverzálnějších drog. Droga stimuluje činnost žlučníku a napomáhá ke zvýšené detoxifikační účinnosti jater a ke zlepšení metabolismu tuků a cholesterolu. Celkově zlepšuje trávení, tlumí zánětlivé procesy, zejména na sliznicích trávicího ústrojí, a také tlumí průjmy různého původu.“ [43]

6.1.3.5 Zeměžluč lékařská

„Droga výrazně povzbuzuje tvorbu trávicích šťáv a zlepšuje trávení. Používá se též při chorobách žlučníku a žlučových cest.“ [44]

6.1.3.6 Třezalka tečkovaná

„...(léčí) slinivku břišní a – pokud nejsou příliš poškozena – též játra. Léčí žaludek, a dvanáctník, záněty, vředovou chorobu, žaludeční neurózu...“ „Léčí hemeroidy...“ [44]

6.1.3.7 Máta peprná

„Droga výrazně tlumí nadýmání a křečovitě bolesti v trávicím ústrojí, zlepšuje trávení a příznivě ovlivňuje funkci žlučníku.“ [42]

6.1.3.8 Ostružiník křovitý

„Droga je močopudná, staví krvácení, dezinfikuje trávicí i močové ústrojí.“ „Znám je vliv protiprůjmový.“ [42]

6.1.3.9 Fenykl obecný

„Droga je výjimečným karminativem a spasmolytikem – tlumí nadýmání a bolestivé křeče v trávicím ústrojí. Hořký fenchon též zlepšuje vylučování trávicích fermentů a povzbuzuje střevní peristaltiku.“ [41]

6.1.3.10 Pelyněk pravý

„Pelyňkové aromatické hořčiny jsou neobyčejně výrazné a mohutně podporují tvorbu žaludečních šťáv a zažívání vůbec. Droga zvyšuje sekreci šťáv po celé délce zaživací trubice, ovlivňuje činnost žlučníku, jater, dezinfikuje a tlumí křeče, takže se výborně uplatňuje při bolestech břicha nejrůznějšího původu.“ [42]

6.1.3.11 Vachta trojlistá

„Podobně jako hořec patří i hořký jetel do skupiny drog působících jako tzv. Čistá amara (amarum). Zlepšuje sekreci trávicích šťáv a příznivě ovlivňuje střevní peristaltiku. Příznivě také ovlivňuje činnost jater a žlučníku. Používáme jej při všech poruchách trávení. Zejména vynikající jsou účinky drogy při těžkých chorobách spojených s nechutenstvím a při přechodu na normální výživu po delších půstech, nebo hladovkách.“ [44]

6.1.3.12 Yzop lékařský

„Droga působí též v oblasti trávicího ústrojí, kde je vysoce účinná proti zánětům i dyspeptickým potížím, spojeným s nadýmáním.“ [44]

6.1.3.13 Hřebíček (Hřebíčkovec vonný)

„Hřebíčková silice znamenitě tlumí citlivost i bolestivost zubního nervu.“ [41]

6.1.4 Souhrn léčivých vlastností

Na základě výše uvedených vlastností jednotlivých složek likéru, lze předpokládat, že má léčivé účinky, jenž pozitivně ovlivňují trávicí soustavu a to doslova od dutiny ústní až po konečník. Zlepšuje zažívání, peristaltiku a tlumí nadýmání, dále zvyšuje chuť k jídlu, pozitivně ovlivňuje funkci žlučníku, jater i slinivky břišní. Pomáhá při křečích v trávicím ústrojí a má kladný vliv na žaludeční neurózu. V neposlední řadě také pomáhá při zastavování průjmů jakéhokoliv původu a působí na organismus desinfekčně.

6.1.5 Analýza likéru

K analýze likéru byla použita pouze jednoduchá senzorická analýza. Bylo zjištěno, že výsledný nápoj je velmi podobný výrobku „Becherovka® Original“ co se vůně týče, ale je rozdílný v barvě, náš likér byl mnohem zakalenější, než originál. Rozdíly jsou také v chuti, náš likér měl hořčejší chuť a výraznější „ocas“, než originální výrobek.

6.1.6 Výsledek

Získali jsme 750 mL žaludečního likéru, senzoricky podobného s výrobkem „Becherovka® Original“. Avšak na základě senzorické analýzy byla rozhodnuta úprava v receptu (již popsána výše), tedy zvýšení množství cukru z původních 150g na 250g.

6.2 „Cinzano“

Jako druhý alkoholický nápoj k vlastnoruční výrobě jsme zvolili Cinzano, jehož výroba není časově ani finančně náročná.

Cinzano má historii trvající 250 let. Jde o sladký vermut poprvé představen společnosti roku 1757 a dělí se na čtyři druhy: Cinzano Rosso, Cinzano Bianco, Cinzano Extra Dry a Cinzano Rosé. Sídlo společnosti Cinzano se nachází v Santa Vittora d'Alba v Itálii. Díky intenzitě reklam se podařilo tento vermut rozšířit do celého světa. Po těžkém období druhé světové války se společnost vzpružila a jejich reklama zaujala místo i v rádiu či televizi. Nyní je Cinzano stabilní a úspěšnou společností a její nápoje oblíbené v celém světě. [45]

K výrobě našeho „Cinzana“ jsme použili recept od Mgr. Miroslavy Bělochové, která učí na základní škole v Mělníce. [46]

6.2.1 Ingredience

Ingredience potřebné k výrobě „Cinzana“ jsou lehce sehnatelné v jakémkoli obchodním řetězci, neboť se jedná o potraviny běžně užívané v domácnosti.

- voda
- cukr
- droždí
- rýže
- citron
- muškátový oříšek
- muškátový květ
- nové koření
- hřebíček
- tymián
- skořice
- mletý zázvor

Pozn. Z hlediska praktičnosti při nakládání je lepší mít muškátový květ a skořici v sypké podobě.

6.2.2 Postup

1. Nejdříve byl nachystán 5L demižón a všechny ingredience. Zvlášť byl poté připraven hrnec na vařič.
2. Do hrnce bylo nalito 3,5L vody, přidáno 1,5kg cukru a přivedeno k varu.
3. Zatímco se vařila voda s cukrem, byla rýže 20x propláchnuta (ne jen 12x jak je uvedeno v receptu), tak aby byla čistá.
4. Rýži byla následně vložena na dno demižónu.
5. Poté začaly být přidávány jednotlivé menší ingredience: nastrohaná citronová kůra, 0,5 lžičky muškátového květu, 1 muškátový oříšek, 0,5 lžičky skořice, 0,5 lžičky tymiánu, 0,5 lžičky skořice, 0,5 lžičky mletého zázvoru, 5 kuliček nového koření, 5 hřebíčků a nakonec na kolečka nakrájený citron, ze kterého byla předtím ostrouhána kůra.
6. Po tom, co se voda s cukrem svařila, byl sundán hrnec z vařiče, aby mohla voda vychladnout.
7. Vychlazená voda byla nalita do demižónu a demižón zázátkován kvasnou zátkou. (obr. 6.2 Naložený demižón před kvašením, obr. 6.2 Naložený demižón před kvašením – detail)



Obr. 6.2: Naložený demižón před kvašením
[vlastní foto]



Obr. 6.2: Naložený demižón před kvašením - detail
[vlastní foto]

8. Demižón byl postaven do místnosti s cca 23°C.
9. Směs začala poklidně kvasit po 26 hodinách. (obr. 6.2 Naložený demižón během kvašení – zátka + ampule, obr. 6.2 Naložený demižón během kvašení)



Obr. 6.2: Naložený demižón během kvašení – zátka + ampule [vlastní foto]



Obr. 6.2: Naložený demižón během kvašení [vlastní foto]

10. Kvašení ustalo po 4 týdnech a „Cinzano“ se začalo čistit, kdy začala kalnější část klesat ke dnu a čirá zůstávala.
11. 6. týden jsme „Cinzano slili“ do lahví a nechali odstát dalších 6 týdnů.

6.2.3 Výsledek

Z původních tří a půl litrů směsi jsme získali tři litry „Cinzana“. U jednoho litru jsme mohli i po šesti týdnech odstávání pozorovat viditelný zákal (šlo o nejspodnější část v demižonu) než v dalších dvou litrech. Tudíž jsme ho ještě nechali dále odstát, což částečně pomohlo, neboť zůstal jen velmi lehký zákal, ale barevně se nevyrovnal těm dalším dvěma litrům. (obr. 6.2 Výsledný produkt v lahvi)



Obr. 6.2: Výsledný produkt v lahvi [vlastní foto]

7. Výsledky a diskuze

Pro naši práci jsme použili pyknometrickou metodu. Za pomoci hustoměru jsme naměřili hustotu vzorků, což nám pomohlo pro pozdější analýzu. Pokud bychom měli více času a mohli déle pracovat, nechali bychom si naše vzorky analyzovat v plynovém chromatografu a posléze bychom je porovnali s pravými, legislativou uznanými alkoholickými nápoji.

Co se týče našeho vlastního experimentu, čili výroby becherovky, použili jsme již zmíněnou metodu senzorické analýzy. Za pomoci zraku jsme zjistili, že má náš nápoj tmavší barvu nežli nápoj originální. Čichem jsme dokázali, že vůni má téměř totožnou, ale chuť byl mnohem více hořký než originál, což bylo pravděpodobně způsobeno nadměrným množstvím zeměžluči. Doporučili bychom použití některé z přesnějších metod analýzy nápoje, např. metodu GC (viz 3.3), aby bylo možné objektivněji srovnat vzorky. Dále bychom doporučili úpravu receptu, snížením množství některé z hořkých bylin, velmi pravděpodobně by se mělo jednat o snížení množství Zeměžluči lékařské, jejíž charakteristická chuť způsobuje onen již popsany nahořklý „ocas“ likéru. Becherovka Originál ® obsahuje 38% alkoholu, pro srovnání naše Becherovka měla pouhých 18,1%.

Dále co se Cinzana týče, výsledný produkt jsme podrobili senzorické analýze.

	naše „Cinzano“	originální Cinzano
barva	světle zlatavá	světle žlutá až čirá
chuť	sladká	lehce nahořklá
vůně	sytá, intenzivní	svěží

Můžeme pozorovat, že se tyto dva produkty liší, přesto jenom v malé míře. Do budoucna bychom doporučovali taktéž poupravit recept.

8. Závěr

Celou práci jsme rozdělili na teoretickou část a praktickou část. Mezi hlavní cíle naší práce, jež jsou uvedeny v úvodu, bylo vnímat alkoholické nápoje a s nimi spojené úkony a pojmy jak z hlediska teorie, tak z hlediska praxe.

V teoretické části jsme si nejprve ukázali alkoholické nápoje v zákonech České Republiky a zaměřili se také na kontroly nezávadnosti prováděné Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí. Poté jsme si představili různé druhy analýz alkoholických nápojů a vysvětlili jsme, co je to destilace a rektifikace.

V praktické části jsme nejdříve laborovali, abychom obdrželi co nejčistší ethanol, za pomoci velké a složité aparatury. Výsledný ethanol jsme použili k výrobě nápoje typu „Becherovka“, která sestávala také z velkého množství různých bylin. Jako poslední jsme vyrobili nápoj typu „Cinzano“, který nebyl tolik složitý. Výsledné nápoje jsme nakonec porovnali s originály.

9. Přílohy

2.1 Legislativa

Tabulka 1: Fyzické a chemické požadavky [6]

Ukazatel		Skupina piva						
		nealkoholická	se sníženým obsahem alkoholu	stolní	výčepní	ležáky	speciální	portery
Skutečné prokvašení %	tmavá piva	nestanoveno		min. 45				
	ostatní piva	nestanoveno		min. 50				nestanoveno
Alkohol ²⁾ objemových	v %	max. 0,5	0,5-1,2	více než 1,2				
Extrakt mladiny ³⁾ hmotnostních	původní v %	nestanoveno		max. 6	7 až 10	11 až 12	min. 13	min. 18

Tabulka č. 2.1: Fyzikální a chemické požadavky

²⁾ U piv s obsahem alkoholu do 1,2 % včetně se připouští absolutní hodnota kladné i záporné odchylky 0,3 % objemových od deklarované hodnoty, u piv s obsahem alkoholu nad 1,2 do 5,5 % objemových včetně se připouští absolutní hodnota kladné i záporné odchylky 0,5 % objemových od deklarované hodnoty a u piv s obsahem alkoholu nad 5,5 % objemových se připouští absolutní hodnota kladné i záporné odchylky 1,0 % objemových od deklarované hodnoty, přičemž musí být dodrženy minimální nebo maximální stanovené hodnoty.

³⁾ Obsah extraktu původní mladiny, stanovený výpočtem podle velkého Ballingova vzorce, se posuzuje hodnotou zaokrouhlenou na celé číslo směrem dolů.

Tabulka 2: Fyzikální a chemické požadavky [6]

obaly; deklarovaný obsah	nejvýše přípustná záporná odchylka
přepravní obaly (sudy, cisterny apod.)	- 1,0 %
spotřebitelské obaly (láhve, plechovky, minisoudky apod.):	
0,25 l	- 3,6 %
0,33 l, 0,375 l, 0,5 l	- 3,0 %
0,75 l	- 2,0 %
1,0 l až 5,0 l	- 1,5 %

Tabulka č. 2.1: Fyzikální a chemické požadavky

Tabulka 3: Senzorické požadavky [7]

skupiny a podskupiny piva	vzhled piva
obecně všechny skupiny,	čiré až slabě opalizující, zahřáním

kromě specifikovaných	dále	odstranitelný chladový zákal není považován za závadu
pšeničné pivo		čiré až slabě zakalené
kvasnicové a nefiltrované pivo		slabě zakalené až zakalené
skupiny piva		chuť a vůně piva:
obecně všechny skupiny piv		sladová a chmelová, bez cizích vůní a příchutí s jemnou až výraznou hořkostí, s řízem vyvolaným CO ₂ ;
		přípustné jsou velmi slabé příchutě a vůně:
		esterová (ovocná)
		kvasničná
		pasterační (oxidační)
		a po přídavných látkách
u dále specifikovaných piv se rovněž připouští:		chuť a vůně:
polotmavé, řezané a tmavé pivo		mírně nasládlá, karamelová
nealkoholické pivo		mladinová nebo slabě karamelová
kvasnicové pivo		výrazněji kvasnicová
ochucené pivo		odpovídající druhu a charakteru použitých složek (to znamená po látkách aromatických, popřípadě po potravinách nebo surovinách s vlastním aromátem)
svrchně kvašené pivo		slabě ovocná až nakyslá

Tabulka č. 2.1: Senzorické požadavky

Tabulka 4: Členění konzumního lihu, lihovin a ostatních alkoholických nápojů [9]

Druh	Skupina
konzumní líh	
lihovina	tuzemák
	ovocný průtahový destilát - Geist
	pálenka - ovocný destilát
	borovička kvasná
	borovička průtahová
	Zlatá voda
ostatní alkoholické nápoje	
ostatní alkoholické nápoje se sníženým obsahem alkoholu	

Tabulka č. 2.1: Členění konzumního lihu, lihovin a ostatních alkoholických nápojů

Tabulka 5: Fyzikální a chemické požadavky [11]

Lihovina	Obsah etanolu v % objemových v hotovém výrobku nejméně	Extrakt v g/l nejvýše	Cukr jako invertní v g/l
tuzemák	37,5	8	max. 5
ovocný průtahový destilát - Geist	37,5	5	neomezen
borovička kvasná	37,5	-	max. 4
borovička průtahová	37,5	-	neomezen

Tabulka č. 2.1: Fyzikální a chemické požadavky

10. Seznam rovnic

3.2 Pyknometrie

$$m = V * \rho, \rho = \frac{m}{V} \quad \text{rov. 3.2}$$

3.3 Plynová chromatografie

$$K_D = \frac{[A]_S}{[A]_M} = \frac{(n_A)_S}{(n_A)_M} * \frac{V_M}{V_S} \quad \text{rov. 3.3a}$$

$$V_R = F_m * t_R \quad \text{rov. 3.3b}$$

$$V_R = V_M + K_D V_S \quad \text{rov. 3.3c}$$

$$V_R = V_M(1 + k) \quad \text{rov. 3.3d}$$

$$t_R = t_M(1 + k) \quad \text{rov. 3.3e}$$

4. Destilační metody získání etanolu

$$y_A = f(x_A, T, p) \quad \text{rov. 4}$$

4.1 Laboratorní destilace

$$V y_{IN}^A + L x_{IN}^A = V f(x_{OUT}^A, T, p) + L x_{OUT}^A \quad \text{rov. 4.1 a}$$

$$y_{IN}^A < f(x_{OUT}^A, T, p) = y_{OUT}^A \quad \text{rov. 4.1 b}$$

$$R = \frac{n_L}{n_D} \quad \text{rov. 4.2.1}$$

5.3 Postup

$$\log p\phi = A - B/(C + t) [kPa], \quad \text{rov. 5.3 a}$$

$$n = W/h_v^{sm}(Tv) \quad \text{rov. 5.3 b}$$

$$Pv = nRT \quad \text{rov. 5.3 c}$$

11. Seznam použitých zdrojů

[1] Alkohol. <http://paveldanko.com> (accessed Jan 13, 2014).

[2] Zákon o opatřeních k ochraně před škodami působenými tabákovými výrobky, alkoholem a jinými návykovými látkami a o změně souvisejících zákonů - zákon č. 379/2005 Sb.. <http://www.zakonyprolidi.cz>

[3] Zákon o opatřeních k ochraně před škodami působenými tabákovými výrobky, alkoholem a jinými návykovými látkami a o změně souvisejících zákonů - zákon č. 379/2005 Sb.. <http://www.zakonyprolidi.cz>, §2 k).

[4] Zákon o opatřeních k ochraně před škodami působenými tabákovými výrobky, alkoholem a jinými návykovými látkami a o změně souvisejících zákonů - zákon č. 379/2005 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, hlava III.

[5] Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí - zákon č. 335/1997 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, oddíl 3.

[6] Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí - zákon č. 335/1997 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, příloha č. 5.

[7] Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí - zákon č. 335/1997 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, příloha č. 6.

[8] Nařízení rady EU č. 1576/89. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1989R1576:20070101:CS:PDF>, 29. května 1997.

[9] Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí - zákon č. 335/1997 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, příloha č. 7.

[10] Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí - zákon č. 335/1997 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, §18.

[11] Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí - zákon č. 335/1997 Sb.. <http://zakonyprolidi.cz>, příloha č. 8.

- [12] Státní zemědělská a potravinářská inspekce. <http://szpi.gov.cz> (accessed Jan 18, 2014).
- [13] Podnikátor. <http://podnikator.cz> (accessed Jan 18, 2014).
- [14] Kontrola kvality potravin v roce 2011, 2012. Státní zemědělská a potravinářská inspekce. <http://szpi.gov.cz> (accessed Jan 18, 2014).
- [15] Opekar, F.; Jelínek, I.; Rychlovský, P.; Plzák, Z. *Základní analytická chemie*; Karolinum: Praha, 2003.
- [16] Jeffery, G. H.; Bassett, J.; Mendham, J.; Denney, R. C. *Textbook of quantitative chemical analysis*, 5th ed.; Vogel's: London, 1989.
- [17] Drake, M. A. History of sensory analysis. Springer Link. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-0-387-77408-4_1#page-1 (accessed Jan 12, 14).
- [18] Pivovarská škola *Úvod do senzorické analýzy*; 2010.
- [19] Vítová, E. Sensorická analýza – máte dobře fungující smysly?. Vědci pro průmysl a praxi. <http://www.chempoint.cz/senzoricka-analyza> (accessed Jan 12, 14).
- [20] Temna komora. http://www.kozubik.net/kolodium/destilka_ok.jpg (accessed Jan 11, 14).
- [21] HUSTOTA - PRÁCE S HUSTOMĚRY A PYKNOMETREM. <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/anorglab/pdf/ulohy/uloha04.pdf> (accessed Jan 14, 14).
- [22] Cibulka, I. *Základní fyzikálně-chemické veličiny a jejich měření*; Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Ústav fyzikální chemie, 2006.
- [23] Zachař, P.; Sýkora, D. Plynová chromatografie. VŠCHT. <http://www.vscht.cz/anl/lach2/GC.pdf> (accessed Jan 11, 14).
- [24] Nováková, L. Moderní HPLC separace v teorii a praxi I a II. <http://www.hplc.cz/Teorie/uvod.html> (accessed Jan 14, 14).
- [25] Plynová chromatografie. <http://sk.wikipedia.org/wiki/Súbor:SchemaGC.png> (accessed Jan 15, 14).
- [26] Neužil, L.; Míka, V. *Chemické inženýrství II.*; Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Praha, 1999.
- [27] Novák, J.; et al. *Fyzikální chemie - bakalářský a magisterský kurz*, 1st ed.; Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Praha, 2008.
- [28] Hasal, P.; Schreiber, I.; Šnita, D.; et al. *Chemické inženýrství I.*, 2nd ed.; Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Praha, 2007.
- [29] Oteypková, E.; Kvítek, L.; Oteypka, M.; Panáček, A. *Cvičení z vybraných fyzikálně-chemických metod*; 2005.
- [30] Destilační aparatura. Laboratorní technika. <http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/anorglab/pages/destilace.html> (accessed Jan 14, 2014).
- [31] Encyklopedie chemického inženýrství - Patrové kolony. VŠCHT. <http://www.vscht.cz/uchi/echi/ab/patrove.html> (accessed Jan 18, 2014).
- [32] Encyklopedie chemického inženýrství - Výplňové kolony. VŠCHT. <http://www.vscht.cz/uchi/echi/ab/vyplnove.html> (accessed Jan 19, 2014).

- [33] Ethanol. Wikipedia. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Ethanol> (accessed Jan 19, 2014).
- [34] Methanol. Wikipedia. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Methanol> (accessed Jan 19, 2014).
- [35] Becherovka (oficiální stránky). <http://becherovka.cz/o-becherovce/historie-becherovky/> (accessed Jan 19, 2014).
- [36] Rodinné stříbro: Třináctý karlovarský pramen. TV, ČT 2. 11. června 2009.
- [37] Příbalová informace - Leros Stomaran [online]; http://www.leros.cz/phocadownload/cs/stomaran_n.s.pdf (accessed Jan 19, 2014).
- [38] Babské rady - domácí likéry. <http://www.babske-rady.com/clanky/domaci-likery-i/> (accessed Jan 19, 2014).
- [39] Švamberg, M. recept.tex. Jak na LaTeX - Tabulky I. <http://www.root.cz/clanky/jak-na-latex-tabulky/> (accessed Jan 19, 2014).
- [40] JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin - 1.díl*. 1.st ed. Praha: Eminent, 1994. ISBN 80-85876-02-7.
- [41] JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin - 2.díl*. 1.st ed. Praha: Eminent, 1995. ISBN 80-85876-04-3.
- [42] JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin - 3.díl*. 1.st ed. Praha: Eminent, 1995. ISBN 80-85876-14-0.
- [43] JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin - 4.díl*. 1.st ed. Praha: Eminent, 1996. ISBN 80-85876-20-5.
- [44] JANČA, J., ZENTRICH, J. A. *Herbář léčivých rostlin - 5.díl*. 1.st ed. Praha: Eminent, 1997. ISBN 80-85876-32-9.
- [45] History. Cinzano. <http://cinzano.com> (accessed Jan 18, 2014).
- [46] Cinzano. Pedagogický pracovník GJN – RNDr. Markéta Bludská (received Jan 18, 2014).