

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Výroba a hodnocení kvality alkoholických nápojů

Kateřina Hemalová

Bakalářská práce
2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Hemalová**
Osobní číslo: **C15210**
Studijní program: **B3912 Speciální chemicko-biologické obory**
Studijní obor: **Klinická biologie a chemie**
Název tématu: **Výroba a hodnocení kvality alkoholických nápojů**
Zadávací katedra: **Katedra biologických a biochemických věd**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte literární rešerši zabývající se historií, výrobou a hodnocením kvality alkoholických nápojů. Při zpracování rešerše se zaměřte na ovocné destiláty, a také na zdravotní aspekty konzumace lihovin.
2. Závěry kriticky zhodnoťte

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Bajer, Ph.D.**

Katedra analytické chemie

Konzultant bakalářské práce: **doc. Ing. Petra Bajerová, Ph.D.**

Katedra analytické chemie

Datum zadání bakalářské práce: **27. listopadu 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. července 2018**



prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

L.S.



prof. Ing. Alexander Čegan, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2018

Prohlašuji:

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

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

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 30.6.2018

Kateřina Hemalová

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé práce Ing. Tomášovi Bajerovi, Ph.D a konzultantce doc. Ing. Petře Bajerové, Ph.D za rady, pomoc a poskytnuté materiály při psaní této bakalářské práce.

ANOTACE

V první části této bakalářské práce jsou popsány alkoholické nápoje. Další části práce se zaměřují na ovocné destiláty, látky v nich obsažené, jejich výrobu a hodnocení. Poslední část je věnována zdravotním aspektům konzumace lihovin.

KLÍČOVÁ SLOVA

alkoholické nápoje, ovocné destiláty, methanol, ethanol

TITLE

Production and quality assessment of alcoholic beverages.

ANNOTATION

The first part of this bachelor thesis describes alcoholic beverages. Next parts of the work focus on fruit distillates, substances contained therein, their production and evaluation. The last part deals with the health aspects of the consumption of spirits.

KEYWORDS

alcoholic beverages, fruit distillates, methanol, ethanol

OBSAH

ÚVOD	9
1. ALKOHOLICKÉ NÁPOJE	10
1.1. Fermentované alkoholické nápoje.....	10
1.2. Destilované alkoholické nápoje	12
2. OVOCNÉ DESTILÁTY	14
2.1. Látky obsažené v ovoci a pálenkách.....	14
2.1.1. Alkoholy.....	15
2.1.2. Sacharidy.....	22
2.1.3. Organické kyseliny.....	23
2.1.4. Pektiny	23
2.1.5. Třísloviny (taniny)	23
2.1.6. Dusíkaté látky.....	23
2.1.7. Éterické oleje.....	24
2.1.8. Minerální látky	24
2.2. Příprava ovoce (rmutování).....	24
2.3. Zkvašování	25
2.3.1. pH rmutu	25
2.3.2. Stanovení konce kvašení	26
2.4. Destilace.....	26
2.4.1. Destilace v alembic charentais	28
2.4.2. Destilace v dávkové destilační koloně	29
2.4.3. Části destilačních přístrojů.....	30
2.4.4. Porovnání dvou destilačních technik pro výrobu ovocných destilátů.....	32
3. HODNOCENÍ OVOCNÝCH DESTILÁTŮ	35
3.1. Senzorické hodnocení ovocných destilátů	35
3.2. Chemické hodnocení ovocných destilátů.....	36
3.2.1. Plynová chromatografie	36
3.2.2. Stanovení kovů.....	37
3.2.3. Fluorescenční spektroskopie	38
3.2.4. Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR).....	38
3.2.5. Olfaktometrie	38

4.	ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KONZUMACE LIHOVIN	40
4.1.	Alkoholismus	40
4.2.	Karcinogenita ethylkarbamátu v alkoholických nápojích	41
4.3.	Statistické údaje o konzumaci alkoholu pro ČR	41
	ZÁVĚR	42
	CITOVANÁ LITERATURA.....	43

Seznam obrázků

Obrázek 1: Redukce aldehydů a ketonů, kde [H] značí redukční činidlo (10).	17
Obrázek 2: Schéma redukce karboxylových kyselin nebo esterů kde [H] značí redukční činidlo (10).	18
Obrázek 3: Příklad reakce Grignardova činidla s formaldehydem (10).	18
Obrázek 4: Schéma odbourávání methanolu (15).	20
Obrázek 5: Schéma metabolismu ethanolu (21).	22
Obrázek 6: Schéma jednoduchého destilačního přístroje (27).	28
Obrázek 7: Schéma moderního destilačního přístroje (28).	30
Obrázek 8: Schéma plynového chromatografu (35).	37
Obrázek 9: Plamenový ionizační detektor (31).	37
Obrázek 10: Vzorec ethylkarbamátu (50).	41

Seznam tabulek

Tabulka 1: Procentuální chemické složení ovoce podle J. Kochse a A. Knautha (9).	15
Tabulka 2: Body varů alkoholů (11).	16
Tabulka 3: Průměrný obsah látek obsažených ve slivovici při první a druhé destilaci (26). ...	29
Tabulka 4: Obsah ethanolu v destilátu po druhé destilaci (29).	33
Tabulka 5: Koncentrace těkavých látek v konečném destilátu (v mg/l) (29).	33
Tabulka 6: Pozitivní a negativní sensorické vlastnosti hodnocených destilátů (30).	36
Tabulka 7: Ovocné destiláty a jejich fluorescenční vlastnosti (37).	38
Tabulka 8: Průměrná roční spotřeba alkoholu vyjádřená v litrech podle pohlaví a věkových skupin z roku 2016 (51).	41

Seznam rovnic

Rovnice 1: Alkoholové kvašení (1).	10
Rovnice 2: Hydrogenace oxidu uhelnatého (13).	19
Rovnice 3: Výroba ethanolu (18).	21
Rovnice 4: Výroba ethanolu hydratací ethenu (18).	21

Seznam zkratk a značek

ČR	Česká republika
ATP	Adenosintrifosfát
Sb.	Sbírka
ADH	Alkohol dehydrogenáza
ISBN	International Standard Book Number
ES	Evropské společenství
NAD	Nikotinamid adenin dinukleotid
CoA	Koenzym A
FID	Plamenový ionizační detektor
FAAS	Plamenová atomová absorpční spektrometrie
FTIR	Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací

ÚVOD

Alkoholické nápoje provázejí lidstvo již několik tisíciletí. Prvními nápoji byly kvašené nápoje (víno a pivo). Proces destilace byl objeven až později. Objeviteli destilace byli Arabové, kteří destilát nepoužívali ke konzumaci, ale k lékařským účelům a k výrobě vonných esencí. Do Evropy se destilace dostala pravděpodobně až s křížovými výpravami. Nejdříve byly v Evropě také používány především k lékařským účelům, ale později se začaly rozmáhat soukromé a městské palírny. V současné době jsou alkoholické nápoje součástí kulturních tradic států celého světa. Konzumují se při různých příležitostech a v některých zemích jsou pořádány i festivaly zaměřené na určitý alkoholický nápoj (např. Oktoberfest – pivní festival pořádáný v Německu). Známa je konzumace piva v Německu a ČR, vína ve Francii, tequilly v Mexiku, vodky v Rusku nebo whisky v Irsku a Skotsku.

V první části budou popsány alkoholické nápoje všeobecně a jejich rozdělení dle způsobu výroby. Budou také uvedeny příklady surovin, ze kterých se alkoholické nápoje vyrábějí.

Druhá část bude zaměřena na ovocné destiláty, kde budou popsány látky v nich obsažené (alkoholy, sacharidy, organické kyseliny atd.) Z alkoholů budou podrobněji popsány methanol a ethanol. Součástí této části bude také příprava ovoce, zkvašování a destilace. Budou zde uvedeny způsoby destilace, jejich provedení a schémata přístrojů.

Třetí část bude o senzoričném (smyslovém) a chemickém hodnocení alkoholických nápojů. V této kapitole budou popsány techniky analýz, potřebné nástroje a kritéria, která se hodnotí.

Poslední část bude obsahovat zdravotní aspekty konzumace lihovin a statistické údaje o konzumaci lihovin v ČR.

Cílem této bakalářské práce je vypracovat literární rešerši zabývající se historií, výrobou a hodnocením kvality alkoholických nápojů se zaměřením na ovocné destiláty a zdravotní aspekty konzumace lihovin.

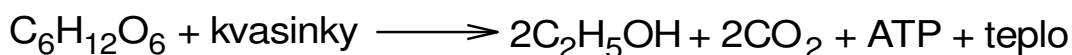
1. ALKOHOLICKÉ NÁPOJE

Alkoholické nápoje jsou nápoje obsahující alkohol. V mnoha zemích světa jsou součástí každodenního života lidí. Rozmanitost alkoholických nápojů je dána charakteristickými chuťovými profily, které vznikají přeměnami cukrů na ethanol (1). Níže se budu věnovat především ovocným destilátům.

Alkoholické nápoje můžeme rozdělit do 2 hlavních kategorií: fermentované a destilované (1).

1.1. Fermentované alkoholické nápoje

Fermentace neboli alkoholové kvašení je enzymatická přeměna cukru na oxid uhličitý a ethanol za vzniku energie a tepla pomocí kvasinek za anaerobních podmínek. Během přeměny metabolitů cukru na energii ve formě ATP se vytvářejí elektrony, které přijímá uhlíkatá sloučenina a vzniká ethanol. Výsledná koncentrace ethanolu závisí na teplotě, rychlosti kvašení a původní koncentraci cukru (1).



Rovnice 1: Alkoholové kvašení (1).

Mezi fermentované alkoholické nápoje patří pivo a víno.

Víno vzniká fermentací ovocných šťáv. Ve srovnání s jinými nápoji, které jsou také připraveny kvašením, je víno velmi kyselé (pH bývá 2,8-3,8). Hlavním využívaným ovocem je hroznové víno, ale je možné použít i jiné ovoce (například jablka). Ovocné šťávy obsahují především glukózu a fruktózu, které jsou pomocí kvasinek fermentovány na ethanol a oxid uhličitý. Jako fermentor se používají dubové sudy nebo nádrže z nerezavějící oceli. Nejvíce využívaným mikroorganismem při výrobě vína je *Saccharomyces cerevisiae*. Existuje mnoho hledisek pro rozdělení druhů vín. Dle barvy dělíme víno na bílé, červené a růžové. Dle obsahu cukru na suché, polosuché, polosladké a sladké. Dle třídy a druhu na stolní, víno s přívlastkem, aromatizované víno, šumivé víno, likérové, perlivé, přírodní a dealkoholizované. Kvalitu vína určuje především chuť, vůně a barva, která se hodnotí senzorycky (2; 3).

Základní surovinou pro výrobu piva je ječmen, ale je možné použít i například zrna pšenice nebo kukuřice. Zrna se nechají klíčit a následně jsou zmačkány (sladování). Dalším krokem je převedení sladu na fermentovatelné sacharidy a další živiny potřebné pro kvasinky. Mikroorganismus používaný při výrobě piva je převážně *Saccharomyces cerevisiae*. Kvalita piva je hodnocena na základě chuti, vůně, čírosti, barvy atd. Pro spotřebitele je významný i vzhled a plnost obalu nebo také reklama a známost značky (1).

Dle vyhlášky č.335/1997 Sb. „se rozumí

a) pivem pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových produktů, který vedle kvasným procesem vzniklého alkoholu (ethylalkoholu) a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu; slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem, zejména cukru, obilného škrobu, ječmene, pšenice nebo rýže; u piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidávkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů,

b) sladem obilná zrna ječmene, pšenice nebo jiných obilovin, u nichž sladováním došlo k enzymatickým přeměnám endospermu a k vytvoření typických chuťových, aromatických látek a barvicích látek,

c) pivem spodně kvašeným pivo vyrobené za použití pivovarských kvasinek spodního kvašení,

d) pivem svrchně kvašeným pivo vyrobené za použití pivovarských kvasinek svrchního kvašení a případně i spontánní mikroflóry mléčných nebo octových bakterií,

e) světlým pivem pivo vyrobené převážně ze světlých sladů,

f) tmavým a polotmavým pivem pivo vyrobené z tmavých sladů, sladů karamelových, případně barevných sladů ve směsi se světlými slady,

g) řezaným pivem pivo vyrobené při stáčení smíšením světlých a tmavých piv,

h) stolním pivem pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny do 6 % hmotnostních včetně,

i) výčepním pivem pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 7 až 10 % hmotnostních,

j) ležákem pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 11 až 12 % hmotnostních,

k) pivem speciálním pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 13 % hmotnostních a vyšším,

- l) porterem tmavé pivo vyrobené převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 18 % hmotnostních a vyšším,
- m) pivem se sníženým obsahem alkoholu pivo s obsahem alkoholu nejvýše 1,2 % objemových (1,0 % hmotnostních),
- n) nealkoholickým pivem pivo s obsahem alkoholu nejvýše 0,5 % objemových (0,4 % hmotnostních),
- o) pivem z jiných obilovin pivo vyrobené s podílem extraktu z použitého sladu jiné obiloviny než ječmene nebo pšenice vyšším než jedna třetina hmotnosti extraktu,
- p) pšeničným pivem pivo vyrobené s podílem extraktu z použitého pšeničného sladu vyšším než jedna třetina hmotnosti celkově dodaného extraktu,
- q) kvasnicovým pivem pivo vyrobené dodatečným přídavkem čisté kvasničné kultury nebo podílu rozkvašené mladiny do hotového piva,
- r) pivem ochuceným pivo vyrobené s přídavkem látek určených k aromatizaci, potravních doplňků, potravin nebo surovin s vlastním aromatem, lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů uvedených v § 16. Obsah alkoholu pocházejícího z lihovin a ostatních alkoholických nápojů přitom nesmí překročit obsah alkoholu v původním pivu,
- s) sladinou výluh ze sladu získaný za použití pivovarské technologie,
- t) nápojem na bázi piva kvašený sladový nápoj nebo míchaný nápoj z piva,
- u) kvašeným sladovým nápojem nápoj vyrobený ze sladiny pivovarskou technologií, popřípadě ochucený,
- v) míchaným nápojem z piva (Beercooler) nápoj vyrobený smícháním piva s nealkoholickým nápojem nebo s nápojovým koncentrátem pro přípravu nealkoholických nápojů a sodovou vodou“ (4).

1.2. Destilované alkoholické nápoje

Destilované alkoholické nápoje se vyrábějí fermentací sacharidů obsažených v surovinách. Rozdíl mezi fermentovanými a destilovanými alkoholickými nápoji vzniká poté, kdy je navýšena koncentrace ethanolu oproti původní fermentované směsi pomocí destilace. Principem destilace jsou rozdílné body varu alkoholů a vody a jejich oddělení od sebe. Mezi suroviny s obsahem přírodních cukrů patří ovoce (hroznové víno, jablka, broskve) a zelenina (cukrová řepa, cukrová třtina, agáve). Další suroviny jsou brambory, kukuřice, rýže, ječmen a pšenice (5).

Druhy destilovaných alkoholických nápojů: whisky (z fermentované cereální kaše z ječmene, žita, kukuřice a dalších obilovin), rum (z fermentované melasy z cukrové třtiny), brandy (vinné hrozny), vodka (fermentované brambory), likér (ovoce, bylinky, ořechy), tequilla (fermentovaná rostlina agáve) a gin (fermentované bobule jalovce) (6).

2. OVOCNÉ DESTILÁTY

Ovocné destiláty jsou rozděleny do 2 kategorií. Ovocnými lihovinami se označují aromatizované destiláty, které byly aromatizovány pomocí přírodního aroma a musí obsahovat minimálně 25 % objemových alkoholu. Ovocné pálenky musí obsahovat minimálně 37,5 % objemových alkoholu (7).

Ovocné pálenky jsou řazeny dle nařízení evropského parlamentu č. 1576/89 do 3 kategorií:

- a) Ovocná pálenka, která byla získána alkoholickým kvašením a destilací z čerstvého dužnatého ovoce (s peckami nebo bez) nebo ze šťávy z tohoto ovoce. Při destilaci musí být zachována chuť a aroma použitého ovoce. Obsah musí být méně než 86 % objemových alkoholu a přinejmenším 200 g těkavých složek na 100 l čistého alkoholu a pálenky z peckovic nesmí obsahovat více než 10 g kyseliny kyanovodíkové na 100 l čistého alkoholu.
- b) Ovocná pálenka, u které bylo částečně prokvašené nebo neprokvašené ovoce macerováno (neutrálním alkoholem, pálenkou nebo destilátem) a následně predestilováno. Na 20 l čistého alkoholu musí být použito minimálně 100 kg ovoce. Pro tento typ výroby mohou být použity jen tyto druhy ovoce: oSTRUŽINY, jahody, borůvky, maliny, rybíz, trnky, jeřabiny, plody cesmíny, bezinky, šípky a černý rybíz.
- c) Pokud bylo pro výrobu použito výše uvedené ovoce a celé neprokvašené plody byly macerovány v neutrálním alkoholu a následně destilovány, pak tuto pálenku označujeme jako geist (například borůvkový geist) (7).

2.1. Látky obsažené v ovoci a pálenkách

Z hlediska vlastností můžeme tyto látky rozdělit do následujících skupin:

- a) Látka obsažená v ovoci, která projde procesem kvašení a destilace a bude obsažena v destilátu (éterické oleje a další těkavé látky, které mají vliv na chuť a aroma destilátu).
- b) Látka obsažená v ovoci, která se při kvašení přemění na jinou látku a bude obsažena v destilátu (sacharidy, které se zkvašují na alkohol).
- c) Látka obsažená v ovoci, která nebude obsažena v destilátu, ale nepřímo ho ovlivňuje. (organické kyseliny – mohou nepříznivě působit na kvašení, minerální látky – jsou jako živné prostředí pro mikroorganismy, zprostředkující přeměnu cukrů na alkohol) (8).

Ovoce obsahuje 80-90 % vody. Hlavní složkou sušiny jsou sacharidy, dále organické kyseliny, minerální látky, vitamíny, aromatické látky atd. Pokud má ovoce jádra jsou přítomny i tuky a bílkoviny.

Pro výrobu alkoholu má největší význam obsah cukru v ovoci. Ostatní složky jsou ale také důležité, protože tvoří harmonický celek. Uplatňují se v průběhu kvašení, destilace i skladování pálenky. Poměr těchto látek je závislý na druhu ovoce, podmínkách pěstování, sklizni i skladování (8).

Tabulka 1: Procentuální chemické složení ovoce podle J. Kochse a A. Knautha (9).

Druh ovoce	Voda (%)	Invertní cukr (%)	Sacharosa (%)	Organické kyseliny (%)	Dusíkaté látky (%)	Pektin (%)	Popel (%)
Jablka	84,37	7,97	0,88	0,70	0,30	3,18	0,32
Hrušky	83,37	7,61	1,50	0,19	0,35	3,79	0,29
Švestky	81,62	5,92	5,73	0,92	0,78	4,19	0,55
Broskve	82,96	3,66	5,62	0,72	0,93	0,48	0,58
Třešně	80,57	11,17	-	0,76	1,29	1,70	0,52
Rybíz	84,31	6,64	0,06	2,24	0,40	1,47	0,55
Maliny	85,12	4,38	0,95	1,48	0,40	1,45	0,32
Borůvky	81,85	5,29	-	1,37	0,77	0,49	0,71
Brusinky	89,59	1,53	-	2,34	0,12	-	0,16
Jahody	86,99	5,13	1,11	1,10	0,59	0,46	0,26

2.1.1. Alkoholy

Alkoholy patří mezi hydroxyderiváty, tedy organické sloučeniny obsahující hydroxylovou skupinu (-OH), která je navázána na uhlíkový atom (sp^3 -hybridizovaný). Nalézáme je v přírodě a mají velké využití v potravinářství a farmacii.

Hydroxylová skupina může být navázána na primární, sekundární nebo terciární atom uhlíku. Podle toho rozdělujeme alkoholy na primární, sekundární a terciární. Dalšími hledisky pro dělení je počet obsažených hydroxylových skupin (alkoholy jednosytné, dvojsytné, trojsytné), nebo počet uhlíků. Dle počtu uhlíků jsou alkoholy nižší (do 4 uhlíků) a vyšší (4 a více uhlíků) (10).

2.1.1.1. Fyzikální vlastnosti alkoholů

Nižší alkoholy jsou bezbarvé kapaliny, vyšší alkoholy (4-10 uhlíků) jsou olejnaté, a alkoholy, které mají více než 12 uhlíků, jsou pevné látky. Jsou to látky rozpustné ve vodě (methanol a etanol se mísí neomezeně), protože voda obsahuje hydroxylové skupiny, které s hydroxylovými skupinami alkoholů vytváří vodíkové můstky. S rostoucí délkou uhlovodíkového řetězce klesá rozpustnost ve vodě a zvyšuje se rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech. Způsobují to přitažlivé síly mezi uhlovodíkovými řetězci.

Bod varu je u alkoholů vyšší než u jiných sloučenin s podobnou molekulovou hmotností. Způsobují to vodíkové vazby vytvořené mezi molekulami (11).

Tabulka 2: Body varů alkoholů (11).

Alkohol	Bod varu (°C)
Methanol	65
Ethanol	78
Propanol	97
Butanol	118
Isobutanol	108
Isoamylalkohol	132

2.1.1.2. Chemické vlastnosti alkoholů

Struktura alkoholů je podobná struktuře vody a podobné jsou i jejich acidobazické vlastnosti. V kyselém prostředí se chovají jako slabé báze a mohou se reverzibilně protonovat za vzniku oxoniových iontů (ROH_2^+).

V zásaditém prostředí mají alkoholy vlastnosti jako slabé kyseliny, odštěpují proton a vytvářejí alkoxidový aniont (RO^-) (10).

Alkoholy reagují s organickými kyselinami za vzniku esterů. Estery jsou většinou kapalné, příjemně vonící látky. Jejich tvorbu lze sledovat v destilátech při uskladnění (10).

2.1.1.3. Příprava alkoholů

Alkoholy je možné připravit z více typů organických sloučenin.

2.1.1.3.1. Hydratace alkenů

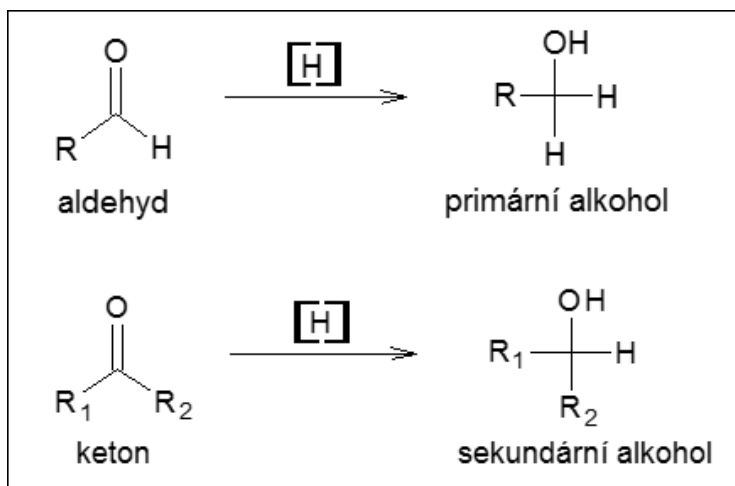
Používají se dvě nepřímé metody. Hydroborace/oxidace, která probíhá s regioselektivitou proti Markovnikovu pravidlu, nebo hydroxymerkurace/redukce, při které vzniká alkohol podle Markovnikova pravidla.

Přímá laboratorní metoda hydratace s působením kyseliny sírové není příliš výhodná z důvodu malých výtěžků produktu a silně kyselého reakčního prostředí (10).

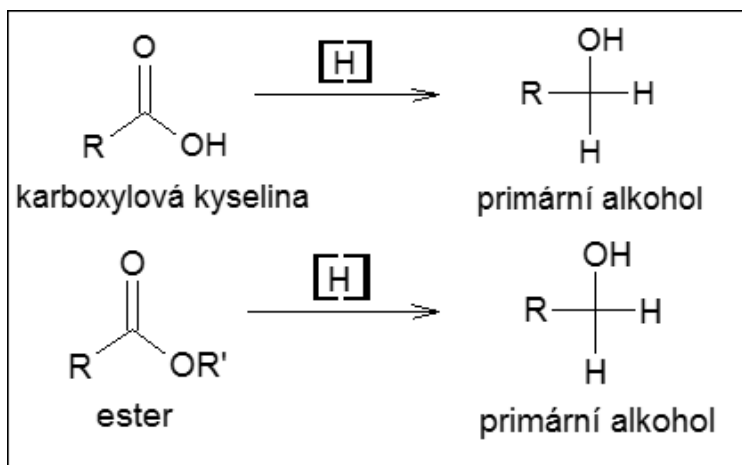
2.1.1.3.2. Redukce karbonylových sloučenin

Redukcí aldehydů vznikají primární alkoholy a redukcí ketonů sekundární alkoholy. Pro jejich redukcí je nejčastějším činidlem tetrahydridoboritan sodný NaBH_4 , nebo tetrahydridohlinitan lithný LiAlH_4 .

Další sloučeniny, které se redukují na primární alkoholy, jsou karboxylové kyseliny a jejich estery. Jako činidlo se používá tetrahydridohlinitan lithný LiAlH_4 (10).



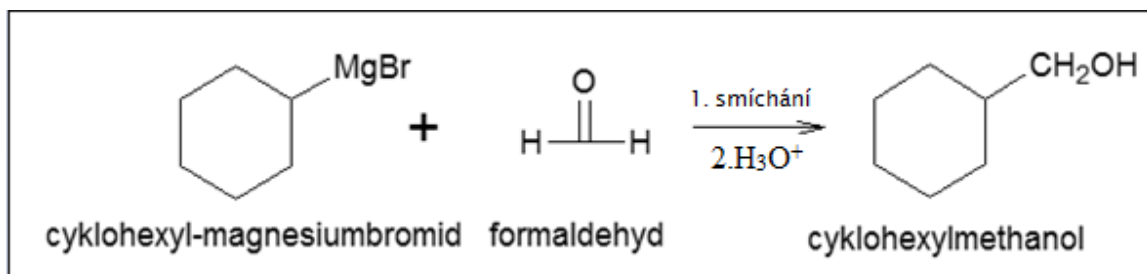
Obrázek 1: Redukce aldehydů a ketonů, kde [H] značí redukční činidlo (10).



Obrázek 2: Schéma redukce karboxylových kyselin nebo esterů kde [H] značí redukční činidlo (10).

2.1.1.3.3. Reakce karbonylových sloučenin s Grignardovými činidly

Grignardova činidla jsou organochořecnaté sloučeniny, které reagují s karbonylovými sloučeninami podobně jako hydridová činidla. Příkladem takové sloučeniny je například cyklohexylmagnesiumbromid nebo ethylmagnesiumbromid. Reakcí Grignardova činidla s formaldehydem vznikají primární alkoholy, s aldehydy vznikají sekundární alkoholy a s ketony a estery vznikají terciární alkoholy (10).



Obrázek 3: Příklad reakce Grignardova činidla s formaldehydem (10).

2.1.1.4. Methanol

Methanol je nejjednodušší alkohol. Je to bezbarvá hořlavá kapalina s typickým zápachem. Bod varu je $65\text{ }^\circ\text{C}$ a bod tání $-98\text{ }^\circ\text{C}$. Je lehce rozpustný v tucích a olejích a neomezeně mísitelný s vodou. Velký význam má v chemickém průmyslu. Používá se jako surovina, rozpouštědlo, palivo do motorů a k výrobě dalších látek (formaldehyd, různé estery a ethery). Přidává se do nemrznoucích směsí nebo bezolovnatých paliv.

„Klasifikace podle Nařízení (ES) č.1272/2008:

Hořlavé kapaliny (Kategorie 2),

Akutní toxicita, Orálně (Kategorie 3),

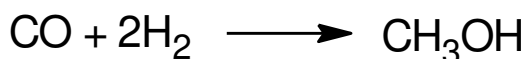
Akutní toxicita, Vdechnutí (Kategorie 3),

Akutní toxicita, Kožní (Kategorie 3),

Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice (Kategorie 1)“ (12).

2.1.1.4.1. Výroba methanolu

Methanol je možné vyrobit z několika surovin, které obsahují uhlík (uhlí nebo biomasa). Dříve používanou metodou byla suchá destilace dřeva. Dnes se vyrábí synteticky katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého (ze syntézního plynu). Katalyzátory: ZnO, Cr₂O₃. Tato reakce je vratná (13).



Rovnice 2: Hydrogenace oxidu uhelnatého (13).

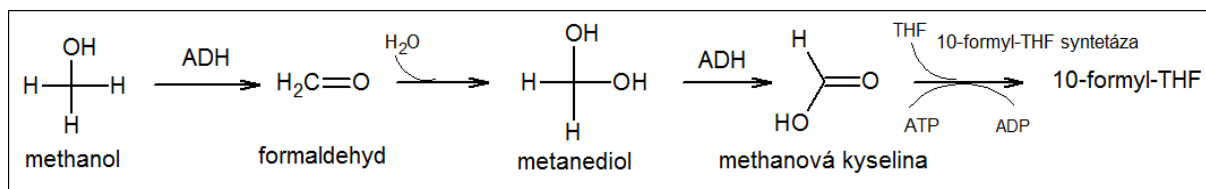
Výroba methanolu z biomasy a uhlí je založena na zplyňování těchto surovin na plynné produkty, které jsou obsažené v syntézním plynu (14).

2.1.1.4.2. Vliv methanolu na organismus

Methanol řadíme mezi kumulativní jedy, ale samotný methanol není příliš jedovatý. Způsobuje útlum centrální nervové soustavy. Vysoce toxické jsou až jeho metabolity – formaldehyd a kyselina mravenčí.

Methanol je hůře a pomaleji odstraňován z těla než ethanol. Je rychle absorbován gastrointestinálním traktem. Dále je absorbován kůží a plícemi. Snadno prostupuje buněčnými membránami, díky své dobré rozpustnosti ve vodě a v tucích.

Metabolismus methanolu probíhá v játrech, kde je za katalýzy alkohol dehydrogenázou přeměněn na formaldehyd, který je rychle oxidovaný v krvi enzymovými systémy na kyselinu mravenčí. Kyselina mravenčí je poté pomalu metabolizována na CO₂, vodu a kyselinu listovou. Tělo se methanolu zbavuje především oxidací a sekundární sekrecí. Nezměněný methanol je částečně vylučován močí a částečně vydechován (15).



Obrázek 4: Schéma odbourávání methanolu (15).

2.1.1.4.3. Toxicita methanolu

Nahromaděná kyselina mravenčí vede k metabolické acidóze a hyperventilaci. Její koncentrace může být vyšší než 20 mmol/l. Dochází k útlumu centrální nervové soustavy. Kyselina mravenčí také způsobuje nevratné poškození sítnice a zrakového nervu. Již při požití malého množství (4 ml) může dojít k oslepnutí. Při delším působení methanolu může dojít i k poškození mozku. Mravenčan působí na úrovni mitochondrií jako inhibitor cytochrom oxidázy, čímž může dojít k hypoxii. Smrt bývá způsobena kombinací metabolické a respirační acidózy (15; 16).

2.1.1.4.4. Příznaky otravy methanolem a léčba

První příznaky jsou podobné otravě ethanolem. Dochází k útlumu centrální nervové soustavy, bolestem hlavy nebo nevolnosti. Další příznaky se objevují z důvodu pomalého metabolismu methanolu v těle po 12 až 24 hodinách. Po této době bez příznaků se objevuje nevolnost se zvracením, průjem, zhoršené vidění a při těžkých otravách i útlum dýchání a srdeční činnosti. Poslední fázi jsou křeče, bezvědomí a smrt.

Hlavním principem léčby je zabránění přeměně methanolu na formaldehyd a kyselinu mravenčí a zvýšení jeho eliminace z těla. Pro léčbu se používá fomepizol nebo ethanol. Obě tyto látky mají vyšší afinitu k alkohol dehydrogenáze a tím zabraňují metabolismu methanolu, který je vyloučen močí.

Další metodou léčby je hemodialýza, která pomáhá odstranit z krve látky dříve, než dojde k jejich oxidaci, nebo produkty, které již vznikly (16; 17).

2.1.1.5. Ethanol

Ethanol je hořlavá bezbarvá kapalina s příjemným zápachem. Bod varu ethanolu je 78 °C a bod tání -114 °C. Dobře se mísí s vodou a organickými rozpouštědly. Ethanol nepatří mezi jedovaté látky, ale řadíme ho mezi psychotropní a návykové látky. V průmyslu je používán jako rozpouštědlo, palivo, nebo po výrobu některých látek (acetaldehyd), dále má využití ve farmacii a kosmetice. Velký význam má v potravinářském odvětví, kde je součástí alkoholických nápojů a některých potravin (18).

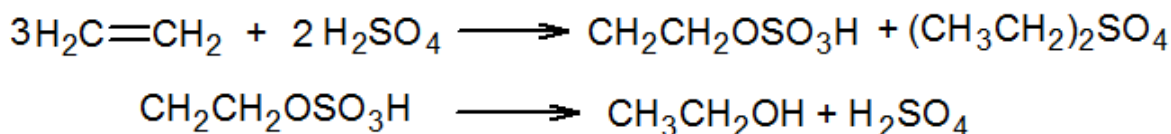
„Klasifikace podle Nařízení (ES) č.1272/2008:

Hořlavé kapaliny (Kategorie 2),
Podráždění očí (Kategorie 2)“ (19).

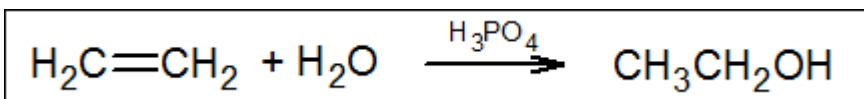
2.1.1.5.1. Výroba ethanolu

Mezi běžné metody výroby ethanolu patří fermentace a syntéza. Proces fermentace je enzymatický rozklad látek obsahujících sacharidy. V případě zisku alkoholu tento proces nazýváme alkoholové kvašení, které bude podrobněji vysvětleno v další části této práce.

Synteticky se ethanol vyrábí absorpcí ethenu koncentrovanou kyselinou sírovou. Vznikne meziprodukt kyselina ethylsírová, která je hydrolyzována na ethanol a kyselinu sírovou. Dalším způsobem je přímá hydratace ethenu za katalýzy kyselinou fosforečnou (18).



Rovnice 3: Výroba ethanolu (18).



Rovnice 4: Výroba ethanolu hydratací ethenu (18).

2.1.1.5.2. Vliv ethanolu na organismus

Ethanol nepatří mezi kumulativní jedy. Má nižší toxicitu než methanol a nevytváří toxické metabolity. Jedná se o látku psychotropní a návykovou (18).

Ethanol je do těla vstřebáván gastrointestinálním traktem při požití, absorpce začíná v dutině ústní, pokračuje v žaludku a největší část se vstřebává ve dvanáctníku. Další cesta ethanolu do těla je přes plíce při vdechování jeho par. Jen malá část nezměněného ethanolu je vyloučena plícemi nebo močí. Zbytek je metabolizován.

Absorbovaný ethanol je oxidován na acetaldehyd třemi cestami:

a) Alkohol dehydrogenáza (ADH)

ADH, která je obsažena v cytosolu hepatocytu, spojuje oxidaci ethanolu s redukcí nikotinamid adenin dinukleotidu (jeho oxidované formy NAD^+) na NADH.

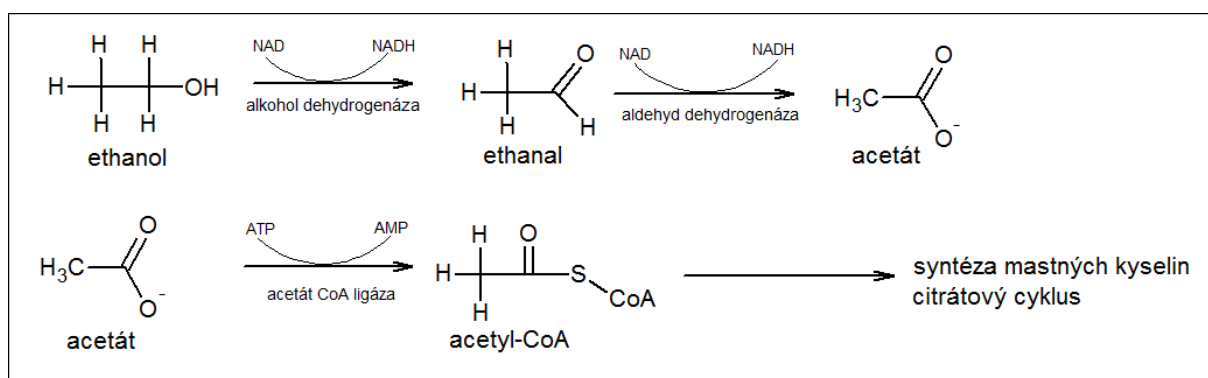
b) Systém mikrosomální oxidace ethanolu (MEOS)

Tento způsob oxidace probíhá v jaterních buňkách v endoplazmatickém retikulu aktivitou cytochromu P450.

c) Katalasa

Tato cesta má malý význam v metabolismu ethanolu. Důvodem je, že oxidace ethanolu pomocí ADH inhibuje aktivitu katalasy.

Vzniklý acetaldehyd je přeměněn katalytickou reakcí za přítomnosti aldehyd dehydrogenázou na acetát, který je dále převeden na acetyl-CoA za katalýzy enzymem acetyl-CoA syntetázou. Získaný acetyl-CoA je využit v Krebsově cyklu, nebo přeměněn na potřebné látky (glycerol, glykogen) (20)



Obrázek 5: Schéma metabolismu ethanolu (21).

2.1.1.5.3. Příznaky otravy a léčba

Inhalace par dráždí spojivku oka a dýchací soustavu. Dalšími příznaky otravy mohou být bolesti hlavy, nervozita a nevolnost spojená se zvracením a také dehydratace. Požití ethanolu nepoškozuje oční nerv, jako methanol, ale dočasně zhoršuje vidění. Symptomy otravy se objevují při požití 75-80 g alkoholu a 200-500 g alkoholu může být smrtelná dávka. Smrt bývá způsobena poruchou dýchání.

Opakované požívání ethanolu vede k zvýšení tolerance k dávkám a poklesu příznaků. Přímá léčba otravy není specifikovaná, pacient je monitorován a zároveň jsou potlačovány příznaky, dokud nedojde k metabolismu celého množství v těle (17; 18).

2.1.2. Sacharidy

Obsah cukru v ovoci závisí na odrůdě a druhu ovoce, zralosti, klimatu a vegetačním období. Hlavní podíl mají monosacharidy (glukóza a fruktóza). Peckovité ovoce obsahuje především glukózu, jádrovité především fruktózu. Pro pálenice je významným disacharidem v ovoci sacharóza (v bobulovitém ovoci) a maltóza a trisacharidem rafinóza. Monosacharidy a oligosacharidy mohou být zkvašovány kvasinkami. Polysacharidy jsou obsaženy v nezralém ovoci a nemohou být kvasinkami zkvašovány, proto se jeví jako problém při zpracování.

Nejvýznamnějším polysacharidem je škrob, který musí být před kvašením rozštěpen na základní jednotku – glukózu.

V mnoha ovocných druzích může být obsažen sorbit (alkoholický cukr), který není kvasinkami zkvašován. Jeho množství závisí na stupni zralosti (8; 22)

2.1.3. Organické kyseliny

Jejich množství se v průběhu zrání ovoce mění. Nejvíce jich je v nezralém ovoci, padavkách a poškozených plodech. Nejvíce zastoupené kyseliny jsou jablečná (jádrové a peckové ovoce) a citronová (bobulovité ovoce). Dalšími vyskytujícími se kyselinami jsou: vinná (hroznové víno, angrešt), šťavelová (rebarbora), benzoová (brusinky) a jantarová.

Organické kyseliny přispívají k chuťové vyváženosti ovocných šťáv. Ve větší míře neusnadňují kvašení ovoce. Množství, ve kterém se vyskytují, je pro člověka zdraví prospěšné. Působí jako antiseptické činidlo v trávicím ústrojí (8; 22).

2.1.4. Pektiny

Pektin obsahují buněčné stěny rostlin. Skládá se z dlouhých řetězců kyseliny galakturonové. S pektinem také souvisí malý obsah methanolu v ovocných šťávách a vínech z důvodu vzniku pektinových kyselin pomocí enzymů pektinesteráza a polygalakturonáza). Dochází ke zmydelnění esterových vazeb a k odštěpení methanolu. Do ovocných pálenek musí být pektin rozštěpen pomocí enzymu pektinasy, aby z ovoce mohla být získána šťáva bohatá na cukr (8; 22).

2.1.5. Třísloviny (taniny)

Třísloviny jsou látky obsahující kyselinu gallovou. Je to skupina organických látek ovlivňujících chuť. Charakteristická je pro ně trpká, stahující a velmi slabě hořká chuť. Vyšší obsah má nepříznivý vliv na kvašení, protože tvoří s bílkoviny komplex a ty nemohou být zdrojem dusíku pro kvasinky (8; 22).

2.1.6. Dusíkaté látky

Dusíkaté látky jsou v ovoci zastoupeny především bílkoviny a aminokyselinami. Jejich přítomnost je významná pro kvašení a jejich rozkladem nebo přeměnou vznikají látky, které mohou ovlivňovat charakter hotové pálenky. Příkladem jsou aminokyseliny leucin, izoleucin a valin, jejichž přeměnou vznikají vyšší alkoholy. (8; 22).

2.1.7. Éterické oleje

Nejvíce jsou tyto látky obsaženy ve slupce ovoce a způsobují vůni plodu (například seskviterpeny v jablkách nebo v malinách obsažené apokarotenoidy). Složení těchto olejů je proměnlivé v závislosti na druhu ovoce. Je žádoucí, aby tyto oleje byly obsaženy i v destilátu. Problém nastává, když se některé látky přemění v průběhu kvašení, nebo se do kvasu dostane nekvalitní ovoce, pak může dojít ke vzniku nežádoucích pachů (8; 22; 23).

2.1.8. Minerální látky

Velký význam pro kvašení mají stopové prvky obsažené v ovoci. Jejich funkcí je stimulace a aktivace kvasinek. Jsou to například mangan, měď, vápník, železo a olovo. (8; 22).

2.2. Příprava ovoce (rmutování)

Při přípravě rmutu se musí dbát na čistotu a přesnost, protože kvalitní rmut je dobrým základem pro dobrý destilát. Vzniklé chyby při přípravě se těžce dodatečně napravují. Rmutování probíhá v následujících krocích:

a) praní

Před vlastní přípravou rmutu se musí ovoce očistit – odstraní se nahnilé ovoce, listy, stopky a pomocí vody zbytky zeminy nebo mikroorganismy. Pro jádrové ovoce existují speciální pračky, které se skládají z nádoby na vodu s přítokem a odtokem a vertikálního dopravního elevátoru. Bobulovité ovoce se dopravuje přes stoupající rozdrůžovací pás, který je opatřen mycími tryskami a vede k dalšímu zpracování (7; 24).

b) Drcení

Ovoce musí být pro usnadnění kvašení rozdrceno, aby se uvolnil cukr. Jádra a pecky ale nesmějí být rozdrceny, aby nedošlo k uvolnění amygdalinu v nich obsaženého, protože jeho enzymatickým rozložením vzniká jedovatý kyanovodík a benzaldehyd.

Pro jemné peckové nebo bobulovité ovoce se používají míchačky nebo řezačky poháněné silnou vrtačkou. Na jádrové ovoce se používají tzv. rozmělnovače (řezací mlýnky), struhadlové mlýnky nebo kladívkové mlýnky. U rozmělnovače padá ovoce na nůž, který rotuje a rozbíjí ho a protlačuje sítím ven. Pro domácí drcení se dá použít například mačkadlo na brambory, odšťavňovač, zahradnická řezačka nebo mlýnek na ovoce. Osvědčenou domácí metodou je však šlapání, kdy se ovoce nasype do velké vany a šlape se po něm v gumových botách (7; 24).

c) Doprava, čerpání a míchání

V pálenicích se rozmělněné plody dopravují čerpadly, tzv. excentrickými šnekovými pumpami. Je to rotační plunžrové čerpadlo, kde se rotující element (excentrický šnek) otáčí kolem stacionárního elementu (stator). Tímto se dopravují pevné látky od 5 do 27 mm. Pro dopravu pasírovaných rmutů a rmutů z bobulí se používají suchá samonasávací rotační čerpadla, která mají jednotlivé lopatky oběžného kola uloženy na excentrické desce, čímž na sací straně vzniká vakuum.

Míchání probíhá na dvou místech. V kvasných nádržích pro rovnoměrné rozdělení kvasinek, enzymů a kyselin a v destilačním kotli k zajištění rovnoměrné výměny tepla při zahřívání nebo chlazení (7; 24).

2.3. Zkvašování

Kvasnou nádobou může být jakákoliv velikostně odpovídající nádoba ze skla, plastu nebo nerezavějící oceli s dostatečným otvorem na plnění a vyprazdňování. Měla by také mít těsné víko. Cenově dostupné a vhodné jsou „modré soudky“ nabízené v objemech 30, 60, 120 nebo 220 litrů. Do víka se dělá otvor pro kvasný uzávěr, kterým odchází oxid uhličitý vznikající při kvašení. Kvasný uzávěr obsahuje tzv. uzavírací kapalinu (2% roztok kyseliny siřičité), která má sterilizační vlastnosti a chrání kvas před vniknutím mikroorganismů nebo hmyzu. Vhodné uložení kvasné nádoby je čisté a suché prostředí.

Kvašení je nejdůležitější fáze výroby. Zde vzniká alkohol. Kvašení má 4 etapy: zahájení (množení kvasinek), bouřlivé kvašení (velká intenzita kvasných pochodů a největší intenzita zkvašení cukrů), klidné kvašení (dokvašování – zkvašuje zbytek cukrů a ustává tvorba oxidu uhličitého) a konec kvašení.

Kvasný pochod může být zastaven z důvodu nevhodných podmínek. Jsou to: nevhodná teplota okolí, přítomnost vzduchu pronikajícího dovnitř nádoby, nedostatečné množství kvasinek na začátku, nevhodné nebo nevhodně připravené ovoce a množství kyselin (7; 8; 22).

2.3.1. pH rmutu

Na hodnotě pH rmutu je závislý růst kvasinek. Při nízkém nebo vysokém pH může dojít k úhynu kvasinek a množení bakterií a k jinému (nežádoucímu) kvašení. Ideální pH pro ovocné kvasy je 3-4,5. V praxi se většinou objevují málo kyselé kvasy. Hodnota pH se upravuje pomocí kyseliny sírové nebo směsí kyselin. V domácí přípravě je možné použít citrony, pomeranče nebo běžně dostupnou kyselinu citronovou. Po jejich přidávku se musí rmut dobře promíchat. Kyselina přechází do rmutu pomalu, a proto nesmí následovat další měření pH rychle po

přídavku. Mohlo by tak dojít k chybnému stanovení hodnoty pH a následné nesprávné přidání kyseliny způsobí smrt kvasinek (7; 24; 25).

Nejjednodušší metodou stanovení pH je indikátorová tyčinka. Plastová tyčinka s indikátorem se na krátkou chvíli ponoří do kvasu, indikátor se zbarví a výsledek se porovná s barevnou škálou na obalu a odečte se pH. Pro ovocné kvasy jsou používány tyčinky s rozmezím pH 2-5. Jednoduchou a velmi přesnou metodou je stanovení pomocí pH metru. Je to skleněná elektroda, která se ponoří do kvasu a hodnota pH se ukáže na digitální stupnici. Nejvhodnější pro domácí stanovení jsou pH papírky, které obsahují acidobazický indikátor. Po krátkém ponoření do kvasu se indikátor zbarví a výsledek se porovná se stupnicí na obalu (7; 24; 25).

2.3.2. Stanovení konce kvašení

Na konec kvašení mají vliv faktory: teplota, druh ovoce, jeho stav a úprava. Stanovení konce je důležité proto, aby se kvas nenechával dlouho v nádobě, protože by mohlo dojít ke zhoršení kvality suroviny pro destilaci v důsledku hnilobných procesů ve zplodinách kvašení.

Znaky neprobíhajícího kvašení jsou: nepozorujeme průchod oxidu uhličitého kvasným uzávěrem, při míchání kvas nepění, pevné složky klesly na dno a kvas je chuťově trpký. Průkaznějším koncem kvašení, než je stupeň vývinu oxidu uhličitého, je množství nezkašeného cukru. Po skončení kvašení by měl být všechno cukr přeměněn na alkohol (až na množství tzv. zbytkového). Způsoby stanovení nezkašeného cukru jsou:

a) Prověření schopnosti dalšího kvašení

Odebereme vzorek kvasu a přefiltrujeme ho do skleněné nebo plastové nádoby. Přidáme kulturu kvasinek a uzavřeme kvasnou trubičkou. Pokud po 3 dnech při 30 °C unikají kvasné plyny, tak cukr v kvasu nebyl prokvašen a je nutné pokračovat v kvašení.

b) Použití alkoholoměru (lihoměru), cukroměru

Stanovení spočívá v různých hustotách roztoku cukru ve vodě. Čím je obsah cukru ve vodě vyšší, tím je vyšší její hustota. Stanovení se dělá jako stanovení alkoholu hustoměrem. Hustoměry pro stanovení cukru jsou Oeschleho vážky nebo sacharimetry. Oeschleho vážky udávají obsah ve stupních Oeschle (°Oe) při 20°C. Sacharimetr udává obsah cukru ve váhových procentech (g/100g) při 20 °C, označovaných také jako stupně Brix (°brix) (7; 8; 24).

2.4. Destilace

Destilace je proces, při kterém dochází k odpaření kapaliny a její následné kondenzaci. Je to velmi stará separační technologie pro oddělování jednotlivých složek kapalných směsí pomocí tepla. Základem pro separaci složek jsou rozdílné body varu. Bod varu ethanolu je

78 °C, methanolu 66 °C a vody 100 °C. Tyto teploty platí pro 100% látky. Ve směsi mají látky během destilace proměnlivé vlastnosti. Snižováním obsahu jedné látky dochází ke změnám poměru ve zbývající části. Důsledkem je to, že i přes rozdílné body varu methanolu a ethanolu bude vždy určité procento methanolu v destilátu obsaženo (26).

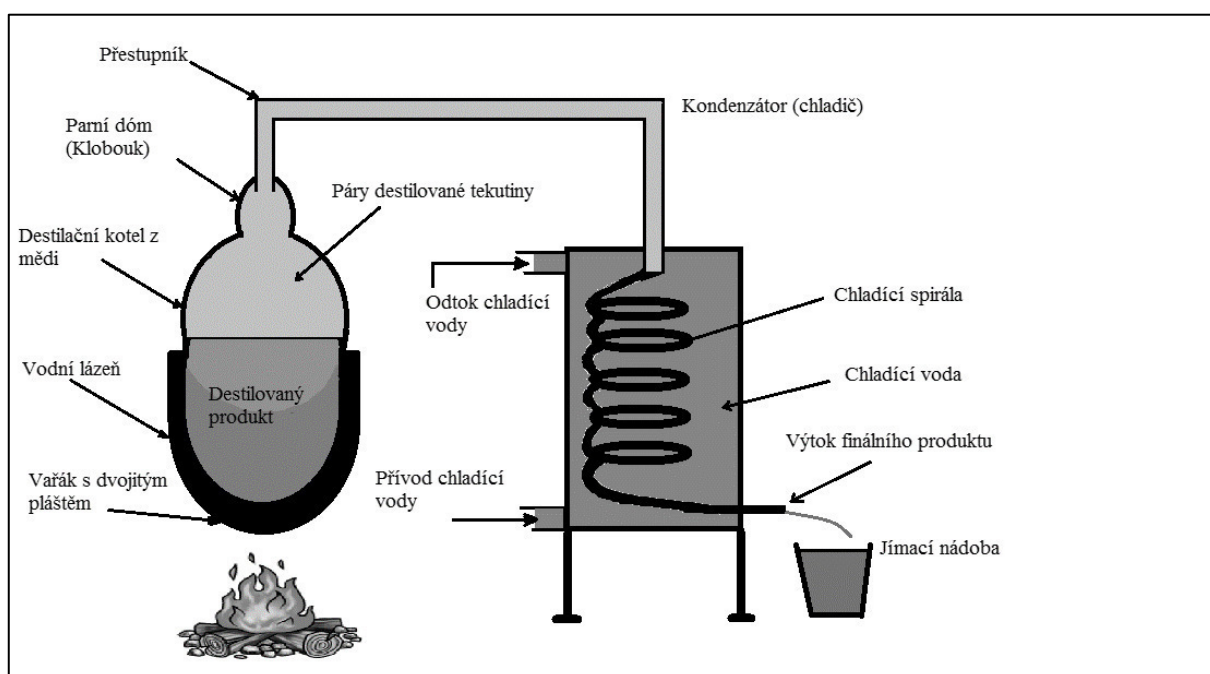
Při výrobě ovocných destilátů je výchozí surovinou pro destilaci fermentovaná šťáva nebo kaše. Hlavními složkami jsou ethanol a voda a dále velké množství těkavých látek, které mají velmi rozdílné body varu (například acetaldehyd 20,8 °C a benzaldehyd 179 °C). Předpokládá se, že ethanol je nosič aromatických látek ovlivňujících chuť a aroma destilátu a tím i jeho kvalitu. Na počátku destilace je ethanol s vysoce těkavými sloučeninami. Časem dojde ke snížení obsahu alkoholu a zvýšení obsahu vody a málo těkavých sloučenin. Dle toho se destilát rozděluje na 3 části (frakce): hlava, srdce a ocas (dle knihy Josefa Škopka z roku 2003 je to předek – úkap, jádro – prokap a dotok – dokap (8)). Hlava obsahuje především látky s nižším bodem varu a nežádoucí sloučeniny, které dávají destilátu ostrý silný a nepříjemný zápach (aldehydy, estery, methanol). Srdce je destilát bohatý na ethanol s příjemným ovocným aroma a čistou chutí. Poslední frakce ocas nese složky z tuku a olejů a vyšší alkoholy a kyseliny. Hlavním nosičem v této frakci je voda (26).

Pro získání aromatického, harmonického a příjemně ovocného destilátu je třeba znát správný čas pro oddělení jednotlivých frakcí destilátu. Během destilace je možné manipulovat s oddělením vysoce těkavých látek, odstranit nežádoucí aromatické sloučeniny a zvýšit koncentraci těch žádoucích. Výsledný destilát závisí na schopnosti destilátéra vhodně oddělit jednotlivé frakce. Nejspolehlivější metodou pro určení vhodné doby je vůně a chuť. Další metodou pro určení času oddělení je procentuální obsah, především pro oddělení srdce od ocasu. Koncentrace ethanolu by mohla být limitní hodnotou pro přechod mezi srdcem a ocasem. Tento limit však závisí na použitém destilačním zařízení, na odrůdě ovoce, kvalitě kvasu atd. Třetím způsobem určení je teplota páry před vstupem do kondenzátoru. Destilátér může provést první oddělení (srdce od hlavy) při přibližné teplotě v měděné trubce 74-76 °C. Oddělení ocasu od srdce je vhodné, když je teplota páry přibližně 87-88 °C. Destilace je u konce při teplotě kolem 92-93 °C. Každý z těchto způsobů má nějaký nedostatek a nejlepší je použít všechny pro určení správného času (26).

Destilace může být provedena dávkově nebo nepřerušovaně. Ovocné pálenky se vyrábějí dávkovou destilací. Pro jejich výrobu jsou 2 různá destilační zařízení: měděný alembic charentais – destilační kotlík (francouzský styl) a dávkovací destilační kolona (německý styl) (26).

2.4.1. Destilace v alembic charentais

Destilační přístroj je jednoduchý bez zesilovacího zařízení. Skládá se z destilačního kotle s topením, klobouku, lihové trubky (přestupníku), chladiče a předlohy (jímače). Destilace v tomto zařízení vyžaduje více destilací (obvykle dvě), aby se získal velký výtěžek alkoholu. Cílem první destilace je získat co nejvíce alkoholu z ovocného kvasu. Jde o tzv. surový destilát s obsahem alkoholu kolem 15-25 % v závislosti na bohatosti směsi na alkohol. Jemný destilát se získá při druhé destilaci, kdy je surový destilát zesílen a vyčištěn. V této části dochází k rozdělení destilátu na 3 frakce a musí být odděleno srdce od hlavy a ocasu. Množství hlavy závisí na poškození kvasu před destilací. Pokud ovocný kvas čeká delší dobu před destilací, musí být odděleno více hlavy. Tato část je vyhazována, protože obsahuje hodně nechtěných a také toxických látek. Frakce srdce začíná při 60 až 70 % ethanolu a sbírá se, dokud neklesne pod 40-50 %. Poté se pokračuje destilací ocasní frakce až do konce. Tato frakce se sbírá, protože je možné ji redestilovat. Získaná srdeční frakce obsahuje 40-70 % ethanolu v závislosti na druhu a odrůdě použitého ovoce. V balkánských zemích je slivovice občas připravována jen jednou destilací. Ta je velmi aromatická, ale obsahuje velké množství kongenerů a některé z nich jsou nežádoucí. Vedle ethanolu se při druhé destilaci zvyšuje i množství methanolu, protože methanol následuje ethanol během destilace a s jeho rostoucí koncentrací se zvyšuje i koncentrace methanolu (26).



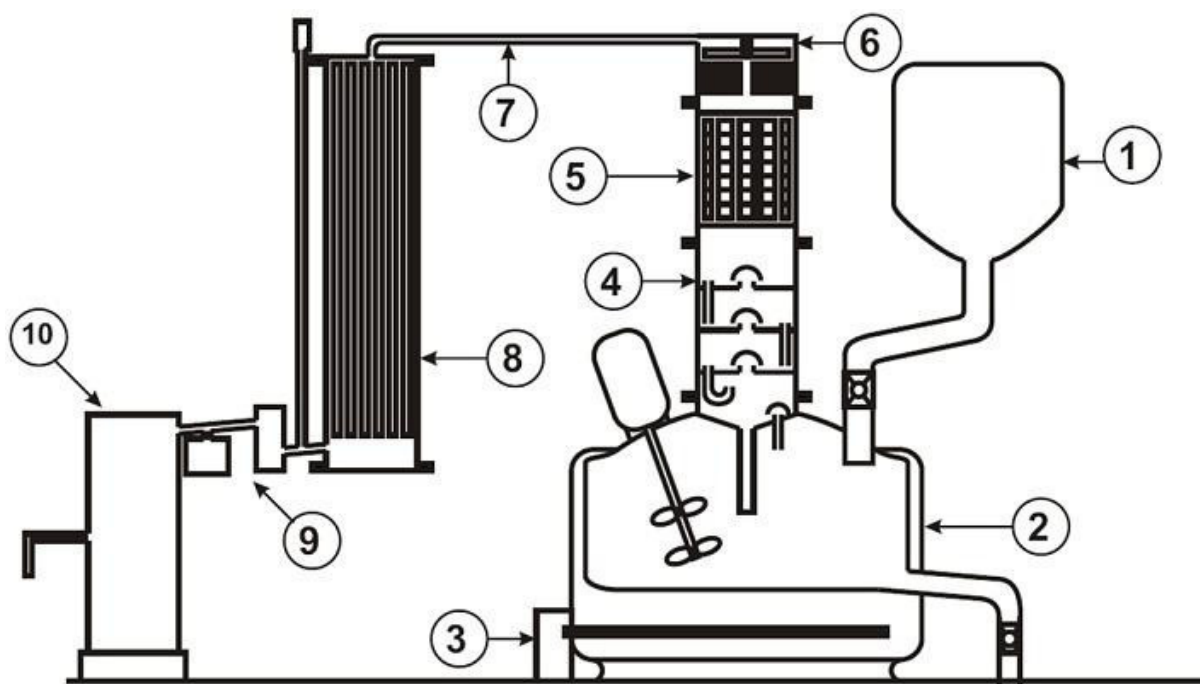
Obrázek 6: Schéma jednoduchého destilačního přístroje (27).

Tabulka 3: Průměrný obsah látek obsažených ve slivovici při první a druhé destilaci (26).

Destilace	Ethanol (%)	Kyseliny (g/l)	Aldehydy (mg/l)	Estery (mg/l)	Vyšší alkoholy (mg/l)	Methanol (%)
První	43,8	1,39	448,19	6611,4	4779,39	0,84
Druhá	60,6	0,36	209,68	3243,0	3264,11	1,03

2.4.2. Destilace v dávkové destilační koloně

Při použití této destilační aparatury stačí jedna destilace pro získání vysokého procenta alkoholu. Při této destilaci jsou odděleny všechny 3 frakce: hlava, srdce a ocas. Destilační přístroj je složen z měděného kotle, zesilovače = kolony (pater a deflegmátoru), katalyzátoru, lihové trubky, chladiče a předlohy (jímače). Na počátku destilace jdou páry, složené ze směsi těkavých látek, z kotle do deflegmátoru. Tyto páry jsou částečně v deflegmátoru kondenzovány a kondenzát se vrací do pater. Tento proces se nazývá reflux a kapalina z deflegmátoru se nazývá flegma. Flegma plní patra v koloně. Během destilace, pára procházející kolonou odpařuje alkohol z flegmy. Na každém patře dochází ke kontaktu kapaliny a páry. Pára se tak obohacuje o lehčí látky, a kapalina o těžší. Při každém setkání těchto dvou vrstev dochází k lepšímu oddělení přítomných sloučenin. Tento proces se nazývá rektifikace. Čím více pater obsahuje kolona, tím vyšší koncentraci alkoholu a nižší koncentraci kongenerů výsledný destilát obsahuje. Některé z kongenerů dávají pálenice příjemné aroma a proto není dobré alkohol příliš čistit. Proto musí rektifikace probíhat opatrně a musíme vědět, jaké látky chceme v pálenice mít. Množství frakce hlavy je nižší než při použití předchozí aparatury. Frakce hlavy se sbírá, dokud koncentrace alkoholu neklesne na 55-70 %. Frakce srdce se získává při koncentraci alkoholu 65-78 %. Poté se destiluje frakce ocas, dokud koncentrace alkoholu neklesne na 20-30 % (26).



Obrázek 7: Schéma moderního destilačního přístroje (28).

1. Předlohová nádrž (předehřívání kvasu) 2.Surovinový kotel s míchadlem 3.Elektronická patrona (zahřívání kvasu) 4.Kolona (s třemi kloboukovými patry) 5.Deflegmátor 6.Katalyzátor 7.Přestupník (= lihová trubka) 8.Trubkový chladič 9.Předloha s lihoměrem 10.Lihové měřidlo

2.4.3. Části destilačních přístrojů

2.4.3.1. Destilační kotel s vytápěním

Dříve se destilační kotle zahřívaly přímo pomocí vytápění dřevem. Při tom se musel dávat pozor, aby nedošlo k připálení kvasu a aby se do destilátu nedostaly nepříjemné a pálivé látky. Dnes se destilační kotle zahřívají nepřímo pomocí vodní lázně nebo páry. Tím je možná jemná regulace ohřevu a nedochází k přehřátí nebo připálení kvasu. Do kotle jsou zabudovaná míchadla, která kvas míchají a tím zajišťují rovnoměrnou výměnu tepla při zahřívání nebo chlazení (7).

2.4.3.2. Zesilovací patra

Nejčastěji se používají kloboučková patra. Obvykle bývá na jednom patře jeden klobouček, ale vyrábějí se i patra s větším počtem malých kloboučků, aby byla výměna látek i tepla mezi parní a tekutou fází intenzivnější. Intenzita výměny látek a tepla mezi fázemi může být během destilace kontrolována průzory, které jsou na každém patře. Ideálním případem by bylo, kdyby bylo na celém patře vidět intenzivní vření. U kloboučkových pater je důležité, aby

byl okraj kloboučku ponořen v kapalině stojící na patře, aby pára proudila tou kapalinou na patře. Moderní přístroje mají funkci, že je možné vyřadit účinek jednotlivých pater tím, že po otevření ventilu je klobouček odklopen nahoru a patro běží naprázdno (7).

2.4.3.3. Deflegmátor

Název této součásti je odvozen od flegmy (zpětného toku). Obtížněji vroucí kapalina se sráží a kondenzát se vrací zpět do systému. Zesilovací účinek deflegmátoru (chladiče zpětného toku) závisí na ploše pro výměnu tepla, průtoku chladicí kapaliny a rozdílu teplot mezi studenou vodou a alkoholickými parami. Existují 2 typy deflegmátoru. První typ je deflegmátor se zásobníkem vody, jehož horní díl je pouze cylindrická uzavřená kovová nádoba, vybavená přívodem a výpustí studené vody. Jeho zesilovací účinek je ale relativně slabý, protože plocha pro výměnu tepla je relativně malá. Druhým typem je trubkový deflegmátor. V něm vedou četné trubky přes cylindrickou nádobu, která je chlazená studenou vodou (7).

2.4.3.4. Katalyzátor

Katalyzátory se vkládají mezi deflegmátor a chladič. Mohou se umístit buď kolmo na kolonu, stranou stojící nebo horizontálně. Jejich přítomností dochází ke snížení obsahu etylkarbamátu v destilátu. Měděné katalyzátory zvětšují měděný povrch destilačního zařízení. V páře obsažená kyselina kyanovodíková (předstupeň etylkarbamátu) reaguje s mědí a přechází na těžko těkavé sloučeniny mědi, které nemohou přecházet do destilátu. Katalyzátor může být během destilace vyřazen. Důležité je i jeho pravidelné čištění, protože kyselina kyanovodíková a některé další látky v kvasu tvoří reakcemi s mědí povlaky (7).

2.4.3.5. Chladič a předloha

Alkoholické páry přecházejí z lihové trubky do chladiče. Dnes se používá převážně chladič trubkový, vyrobený z ušlechtilé oceli. Chlazení je provedeno protiproudě. V hlavě chladiče je zabudován teplotní senzor, který zajišťuje zapojení, případně regulování studené vody. Ventil se otevírá automaticky, když se k senzoru dostane horká pára.

Z chladiče kape destilát do předlohy. Předloha je nádoba z ušlechtilé oceli. Její funkcí je zachycení a odvod kondenzátu. Uvnitř nádoby je malý plovoucí alkoholometr, který ukazuje obsah alkoholu v destilátu pro snadné oddělení 3 frakcí – hlavy, srdce a ocasu (7).

2.4.3.6. Teplotní čidlo

Pro kontrolu destilace můžou být zabudovaná na různých místech destilační aparatury teplotní čidla. Vhodná místa pro umístění čidla jsou: destilační kotol (kontrola teploty kvasu), jednotlivá patra zesilovače, deflegmátor (teplota vody – nejlépe na výtoku studené vody),

lihová trubka (informace o čase, kdy je třeba oddělit frakci ocasu). V praxi bývá na teplotním čidle v lihové trubce připojena houkačka pro včasné oddělení ocasní frakce (7).

2.4.4. Porovnání dvou destilačních technik pro výrobu ovocných destilátů

V roce 2002 byl proveden výzkum s melouny (29). Ty byly posbírány, omyty a následně upraveny 3 způsoby a získaly se tak 3 druhy ovocného kvasu. Prvním způsobem byly melouny upraveny tak, že byly oloupany, nakrájeny (ručně), a rozdrceny. Poté byly vymačkány ve vertikálním lisu a získaný produkt se nazval „šťáva“. Při druhém způsobu byly melouny také nakrájeny, oloupany a rozdrceny (ne však lisovány). Výsledek se nazval „pasta bez slupek“. Třetí způsob byl stejný jako druhý jen s rozdílem, že nebylo ovoce oloupano. Proto se výsledek nazval „pasta“. Při kvašení měly tyto 3 kvasy stejné podmínky. Po kvašení byly ihned destilovány dvěma způsoby: v měděném kotli a v koloně (29).

Destilace v koloně: byla použita skleněná 50 cm dlouhá kolona vyplněna z 50 % raschigovými kroužky a 10 l baňka s kulatým dnem. Baňka byla vždy naplněna jedním druhem kvasu (5 l). Pro rovnoměrné zahřívání byly přidány do baňky varné kamínky.

Destilace v měděném kotli: 30 l kotel byl naplněn 15 l kvasu.

V obou případech u všech 3 druhů kvasu byly provedeny 2 destilace. První destilace byla zastavena, jakmile stupeň alkoholu byl nižší než jeho stupeň v kvasu. Získal se tak destilát s 17-20 % alkoholu. Při druhé destilaci byla vyřazena frakce hlavy a ocasu a byl získán destilát s přibližně 55 % alkoholu. Z destilační kolony bylo odebráno vždy 400 ml destilátu a z měděného kotle 1 l. Aby se předešlo ztrátám aromatických látek, všechny frakce byly udržovány při 4 °C, dokud nebyla provedena analýza (29).

Alkohol byl ve všech frakcích stanoven pomocí elektronické denzimetrické metody. Hlavní těkavé sloučeniny byly analyzovány pomocí plynové chromatografie. Analyzované těkavé látky byly: acetaldehyd, methanol, 1-propanol, 1-butanol, 2-butanol, 2-methyl-1-propanol, 2-methyl-1-butanol, 3-methyl-1-butanol, ethyl acetát, ethyl butyrát a ethyl laktát (29).

Původní pH bylo mezi 4,4 a 4,9. Před fermentací bylo upravené pomocí kyseliny citronové na hodnotu 4 kvůli inhibici kyseliny mléčné a octových bakterií. Nejvyšší obsah kyseliny octové byl v případě pasty, pravděpodobně z důvodu kontaminace octovými bakteriemi. Následující tabulky ukazují výsledky analýz (29).

Tabulka 4: Obsah ethanolu v destilátu po druhé destilaci (29).

Stupeň ethanolu (%)				
	První frakce	Druhá frakce	Třetí frakce	Průměr
Měděný kotel				
Šťáva	68,6	61,5	44,2	58,1
Pasta bez slupek	69,8	62,8	44,6	59,1
Pasta	65,6	52,1	27,9	48,5
Kolona				
Šťáva	79,5	60,5	12,3	50,8
Pasta bez slupek	80	61,3	11,2	50,8
Pasta	75	54	10,6	46,5

Při obou způsobech destilace byl stupeň alkoholu při frakci srdce (druhá frakce) pasty nižší, protože i původní stupeň alkoholu (před destilací) byl nižší (29).

Tabulka 5: Koncentrace těkavých látek v konečném destilátu (v mg/l) (29).

	Měděný kotel			Kolona		
	Šťáva	Pasta bez slupek	Pasta	Šťáva	Pasta bez slupek	Pasta
Acetaldehyd	153	237	182	243	163	230
Methanol	1539	618	4564	699	695	4749
1-Propanol	297	479	625	808	591	822
2-Methyl-1-propanol	229	215	221	310	280	261
1-Butanol	1,7	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0
2-Methyl-1-butanol	418	143	142	220	183	155
3-Methyl-1-butanol	658	685	691	881	909	746
Vyšší alkoholy	1603	1530	1681	2219	1963	1984
Ethyl laktát	379	368	902	744	649	274
Ethyl acetát	40,8	154	74,4	74,1	64,6	154
Ethyl butyrát	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nejvíce sledovaná složka je methanol. V určitém množství může být nebezpečný z důvodu oxidace na formaldehyd a kyselinu mravenčí. Nejvyšší koncentrace methanolu je v pastě.

Vyšší koncentrace vyšších alkoholů může způsobit nepříjemnou chuť destilátu. Výsledkem bylo, že rozdílné přístroje pro destilaci vedou k rozdílnému složení destilátu. Pro získání melounového destilátu se správným sensorickým profilem je lepší měděný kotel. Přestože má pasta lepší výtěžnost, není vhodným substrátem z důvodu pomalého kvašení a vysokého obsahu methanolu (29).

3. HODNOCENÍ OVOCNÝCH DESTILÁTŮ

U ovocných destilátů se provádí hodnocení senzoričké a chemické. Při senzoričké hodnocení se hodnotí například chuť, vůně nebo čistota destilátu. Chemické hodnocení zahrnuje stanovení složení destilátu nebo určení konkrétního druhu ovoce, ze kterého je destilát vyrobený.

3.1. Senzoričké hodnocení ovocných destilátů

Při hodnocení kvality ovocných destilátů není důležité jen chemické stanovení, ale také senzoričké (smyslové) hodnocení člověkem (destilátor, konzument). Zkušený člověk dokáže jmenovat pozitiva i negativa destilátu a z toho lze usuzovat, jak probíhalo kvašení a destilace. U destilátorů je tato schopnost důležitá, pro případné vyvarování chyb při dalších destilacích (30).

Při zkouškách by měla být hodnotící osoba najedená, ale nesmějí se jíst ostrá, kyselá ani kořeněná jídla. Mezi jednotlivými hodnoceními destilátů je povoleno bílé pečivo. Testy se provádí při pokojové teplotě destilátu, protože nižší teploty mohou zakrývat aroma a některé vady. Vzorky by neměly být polykány, ale hodnoceny pouze v ústní dutině, která by po každém vzorku měla být vypláchnuta neperlivou vodou. Obvyklé množství je 5 ml vzorku. Toto množství by mělo být u všech hodnocených vzorků přibližně stejné (při menším množství se může destilát zdát jemnější a aromatictější a při větším množství palčivější) (30).

Kritéria hodnocení jsou: čirost destilátu (jiskrný, čirý, čirý se sedimentem, lehce zakalený, zakalený, zakalený se sedimentem), barva (barva by měla být čirá, pokud není destilát skladován v dřevěném sudu, pak barva může být světle žlutá až hnědožlutá), vůně (měla by být po ovoci, ze kterého je destilát vyrobený, nežádoucí pachy jsou většinou způsobeny estery, benzaldehyd, kyselina mléčná a octová), chuť a perzistence (= doba, po kterou přetrvává vjem v ústech, čím je doba perzistence delší tím kvalitnější je destilát) (30).

Existuje několik testů využívajících smyslové hodnocení: řadový test (vzorky jednoho druhu se seřadí dle kvality), párový test (principem je porovnání dvou vzorků s odlišnými smyslovými znaky), trojúhelníkový test (srovnání tří vzorků, ale dva z nich jsou totožné) a bodovací test (hodnotí se jednotlivá kritéria destilátu pomocí bodů dle bodovacího schématu, provede se součet bodů a dle toho se destiláty zařadí. Tento test se často provádí při neoficiálních soutěžích) (30).

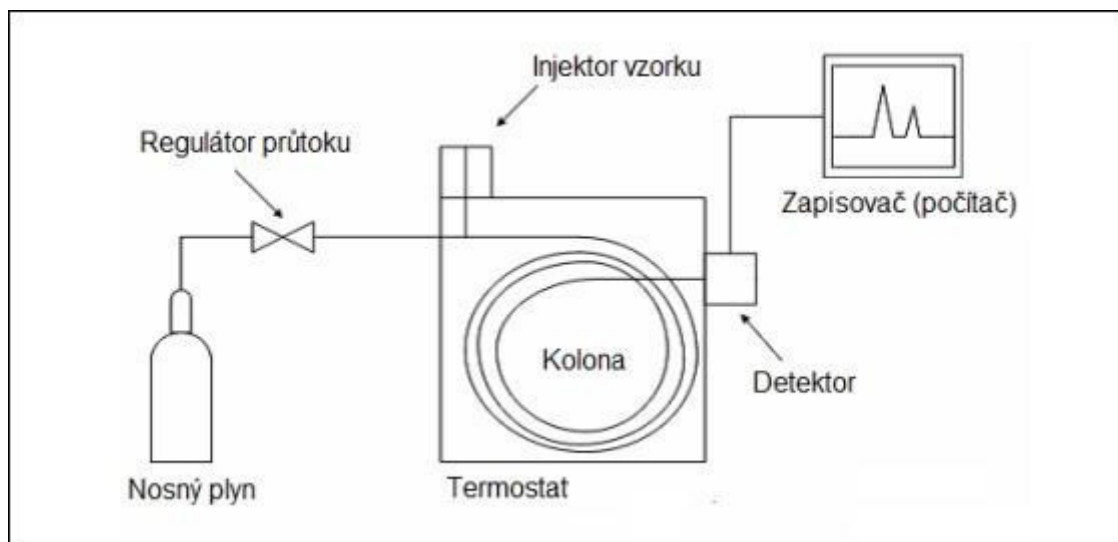
Tabulka 6: Pozitivní a negativní senzoričné vlastnosti hodnotených destilátů (30).

Pozitivní	Negativní
Čistota	
Čistý	Úkap, dokap, zatuchlý, kyselý, esterický
Vůně	
Intenzivní, ovocná, marcipánová	Jednostranná, nasládlá, živočišná, chemická
Čokoládová, těžká, šťavnatá	Neutrální, plochá, alkoholická, drsná
Chuť	
Kulatá, plná, silná, vydatná	Ostrá, pichlavá, alkoholická, tvrdá, slabá
Harmonická, jemná	Vodová, štíhlá, palčivá, dřevnatá
Perzistence	
Dlouhá, komplexní, výrazná	Krátká, nenápadná, omezená, jednostranná
Výjimečná, nekonečná	Ostrá, méně výrazná

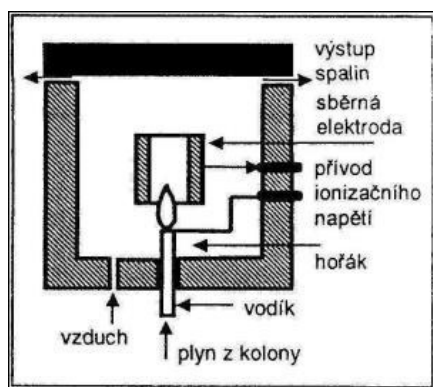
3.2. Chemické hodnocení ovocných destilátů

3.2.1. Plynová chromatografie

Plynová chromatografie se používá pro stanovení hlavních těkavých sloučenin. Vzorek je dávkován do dávkovacího zařízení, kde se přemění vysokou teplotou na plyn a je unášen mobilní fází (plynem) kolonou. Nosným plynem může být například helium a stacionární fází polyethylenglykol. Na základě různé schopnosti navázat se na stacionární fází se těkavé sloučeniny separují. Některé složky se v důsledku rozdílného bodu varu zdrží v separační koloně déle, jiné kratší dobu. Na konci kolony je detektor. Nejčastěji používaným detektorem pro analýzu alkoholických nápojů je plamenový ionizační detektor (FID – Flame Ionization Detector), kde se molekuly ionizují (spálí plamenem) Ionizované molekuly plynu vedou proud mezi elektrodami. Výsledkem je chromatogram s píky, které ukazují koncentraci látky (čím vyšší pík, tím větší koncentrace látky). Těkavé složky byly rozpoznány porovnáním jejich retenčních časů s časy standardů (31; 32; 33; 34).



Obrázek 8: Schéma plynového chromatografu (35).



Obrázek 9: Plamenový ionizační detektor (31).

3.2.2. Stanovení kovů

Destiláty mohou být také kontaminovány kovy. Některé kovy nejsou pro organismus příliš škodlivé (měď a železo), ale například olovo a arsen mohou působit toxicky. Nejčastěji používanou metodou pro stanovení je plamenová atomová absorpční spektrometrie (FAAS). Při FAAS mohou být komplikace, jako je například nižší koncentrace těžkých kovů než detekční limit. Pro zlepšení detekce je vhodné provést prekoncentrační metodu. Vhodnou prekoncentrační metodou je extrakce tuhou fází s činidlem diethyldithiokarbamát sodný. Těžké kovy tvoří s činidlem stabilní komplexy (36).

3.2.3. Fluorescenční spektroskopie

Tato metoda je používána v kombinaci se statistickými metodami pro stanovení druhů ovocných destilátů (z jablek, švestek, hrušek a meruněk). Principem je zaznamenání fluorescenčních spekter. Teplota je 20 °C a pH 3,5-4,8. Skenování probíhá v rozmezí 250 až 650 nm pro emisní vlnové délky a v rozmezí 200 až 500 nm pro excitační vlnové délky (37).

Tabulka 7: Ovocné destiláty a jejich fluorescenční vlastnosti (37).

Ovocný destilát	λ_{ex} (nm)	λ_{em} (nm)
Jablečný	250	327
Calvados	410	506
Meruňkový	290	317
Hruškový	235	349
Švestkový	266	330

3.2.4. Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR)

Metoda FTIR v kombinaci se statistickými metodami je vhodná pro kvalitativní stanovení pravosti a kvality destilátů, nebo v kombinaci s chemometrickými metodami pro kvantitativní stanovení methanolu a ethanolu v ovocných destilátech. Výhodou této metody je, že je rychlá, efektivní a nedestruktivní. Principem je měření spekter pomocí spektrometru, jehož součástí je vstříkovací jednotka s automatickým termostatem. Pro toto měření není třeba vzorek upravovat.

Při kvalitativním stanovení se skenuje střední a část blízké infračervené oblasti mezi 10,8 a 2 μm , což odpovídá vlnočtu 926-5012 cm^{-1} . Spektrální oblasti vody jsou vyloučeny.

Při kvantitativním stanovení ethanolu a methanolu jsou použity jako kalibrační roztoky čistý ethanol a čistý methanol. Vibrační frekvence čistého methanolu je v rozmezí 1020 cm^{-1} a 1112 cm^{-1} a čistého ethanolu v rozmezí 1047 cm^{-1} až 1087 cm^{-1} . Pomocí FTIR je možné stanovit i poměr mezi ethanolem a methanolem (38; 39; 40).

3.2.5. Olfaktometrie

Olfaktometrie je detekční metoda při plynové chromatografii pro stanovení těkavých látek v ovocném destilátu. Principem je smyslové hodnocení eluátu, který vychází z chromatografické kolony. Zápach ovocného destilátu určují jednotlivé složky destilátu, které se vyskytují v různých koncentracích. Některé sloučeniny jsou obsaženy ve vysokých koncentracích, a některé naopak jen ve stopovém množství. Často se stává, že látky obsažené

v nižších koncentracích ovlivňují zápach více než ty, objevující se ve vysokých koncentracích (41; 42).

Detektorem u této metody je osoba, nebo tým hodnotící kvalitu destilátu. Smyslové hodnocení je umožněno díky speciálnímu nástavci – olfaktometrický port, který je zapojen paralelně s dalšími detektory (např. plamenový ionizační detektor). Eluát je rozdělen tak, aby dosáhl současně do obou detektorů. Součástí aparatury může být více olfaktometrických portů, aby mohlo hodnotit více lidí najednou. Tak se získávají nejpřesnější výsledky.

Kvalitu výsledků ovlivňuje mnoho faktorů. Některé z nich jsou například použítá extrakční technika těkavých látek nebo skladování vzorků. Důležité je i prostředí, kde se analýza provádí. Vhodná je místnost bez zvuků a zápachů s konzistentní teplotou a tlakem.

Vzorky jsou směs mnoha sloučenin a provedení jejich chromatografie je dlouhé, proto bývá analýza rozdělena do několika částí a zpravidla by se měl pro každou část měnit hodnotitel (41; 42).

4. ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KONZUMACE LIHOVIN

Alkoholy se řadí mezi legálně povolené drogy. Dopad konzumace alkoholu na lidské tělo je závislý na množství požití dávky. Nízké dávky mohou být pro tělo prospěšné, ale vysoké naopak smrtelné. Na výsledném efektu se podílí i další faktory. Důležitým ukazatelem otravy těla je hladina alkoholu v krvi. Množství alkoholu, které se do krve dostane, závisí na rychlosti absorpce, kterou zvyšuje například konzumace nalačno nebo požití většího množství alkoholu najednou.

Při intoxikaci alkoholem má člověk následující příznaky: porucha řeči, porucha koordinace pohybu, zmatenost, aj. S patologickou intoxikací je spojen vztek a agresivní chování. Při konzumaci velkého množství alkoholu se můžou objevit tzv. výpadky, což znamená přechodnou amnézii (43; 44; 45).

4.1. Alkoholismus

Alkoholismus je nadměrné a opakované užívání alkoholických nápojů, které může vést k závislosti. Každý člověk má jinou hranici množství a pravidelnosti užívání alkoholu pro rozvoj alkoholismu. Takto nemocný člověk má silnou potřebu pít, a jakmile jednou začne, není sám schopen přestat. Bez konzumace alkoholu se objevují abstinенční příznaky jako je nevolnost, úzkost a pocení. Dochází i ke zvýšení tolerance k alkoholu. Alkoholik potřebuje větší dávky alkoholu pro navození stejných účinků jako při předchozí konzumaci.

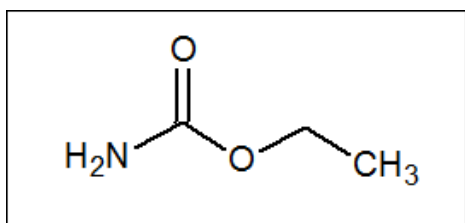
S chronickou konzumací alkoholu je spojeno velké množství zdravotních problémů, protože konzumace alkoholu má vliv téměř na všechny orgánové soustavy. Alkoholismus může způsobit jaterní (cirhóza, hepatitida), neurologická (mrtvice, demence), kardiovaskulární (infarkt, vysoký krevní tlak) nebo gastrointestinální (pankreatitida, gastritida) onemocnění.

Léčba alkoholismu probíhá jako skupinová terapie v léčebném centru. Zde je pacientovi poskytováno poradenství a podpora, aby zvládli abstinенční příznaky a vyvarovali se alkoholu. Existují léky pro podporu léčby alkoholismu, které způsobují v kombinaci s alkoholem například nevolnost, zvracení nebo závratě (disulfiram), nebo omezují chuť na alkohol (naltrexon) (45; 46).

4.2. Karcinogenita ethylkarbamátu v alkoholických nápojích

Ethylkarbamát je bezbarvá látka, téměř bez zápachu, rozpustná ve vodě, ethanolu a dalších organických rozpouštědlech. Klasifikace ethylkarbamátu dle Nařízení (ES) č.1272/2008 [EU-GHS/CLP] je: Akutní toxicita, Orálně (Kategorie 4) a Karcinogenita (Kategorie 1B). Jeho vlivem se mohou tvořit zhoubné i nezhoubné nádory, protože ethylkarbamát může být převeden pomocí cytochromu P-450 na látky zasahující do DNA (N-hydroxykarbamát, α -hydroxyethylkarbamát nebo vinylkarbamát) (47).

Prekurzorem ethylkarbamátu v alkoholických nápojích je kyanid. Jsou dva způsoby vzniku ethylkarbamátu z kyanidu. Prvním je komplexace Cu^{2+} s kyanidem za vzniku kyanogenu, který disproporcuje na kyanid a kyanát. Kyanát reaguje s ethanolom a výsledným produktem je ethylkarbamát. Druhým způsobem je UV oxidace nenasycených složek alkoholických nápojů (např. mastných kyselin) za vzniku volných radikálů nebo organických hydroperoxidů, které katalyzují oxidaci kyanidu na kyanát (47; 48; 49).



Obrázek 10: Vzorec ethylkarbamátu (50).

4.3. Statistické údaje o konzumaci alkoholu pro ČR

V roce 2016 byl v České Republice proveden výzkum o spotřebě alkoholu. Bylo zjištěno, že pravidelně a často konzumuje alkohol 13,8 % dospělých. Celoživotními abstinenty je 3,8 % dospělých. Průměrná roční spotřeba alkoholu je 6,8 l na osobu (8,2 l alkoholu na osobu, pokud se do celkového počtu nepočítají abstinenti) (51).

Tabulka 8: Průměrná roční spotřeba alkoholu vyjádřená v litrech podle pohlaví a věkových skupin z roku 2016 (51).

Pohlaví / věková skupina	Spotřeba alkoholu v l
Muži	10
Ženy	3,7
15-24	6,3
25-44	6,9
45-64	7,9
65+	5,2
Celkem	6,8

ZÁVĚR

Bakalářská práce na téma výroba a hodnocení kvality alkoholických nápojů je členěna do 4 částí.

V první části byly popsány alkoholické nápoje všeobecně včetně jejich rozdělení na fermentované a destilované. Také byly uvedeny druhy vína a piva a některé suroviny pro výrobu destilátů.

Druhá část byla zaměřena na ovocné destiláty. Byly popsány látky, které se v ovoci a v destilátech vyskytují (alkoholy, sacharidy, organické kyseliny atd.). Podrobněji byly rozebrány alkoholy, jejich chemické a fyzikální vlastnosti, příprava, methanol a ethanol a jejich metabolismus v těle a toxicita. Popsána byla také příprava ovoce, kvašení, samotná destilace a destilační přístroje. V závěru této kapitoly byly porovnány dvě destilační techniky. Porovnání bylo provedeno výzkumem s melouny v roce 2002.

Třetí kapitola se zabývala hodnocením ovocných destilátů. U sensorického hodnocení byla popsána kritéria hodnocení, způsob provedení a prostředí, kde se hodnocení provádí. Chemické hodnocení zahrnuje některé techniky, jako například plynovou chromatografii, fluorescenční spektroskopii nebo olfaktometrii, které byly vysvětleny. Byly zde uvedeny i látky, pro které se jednotlivá stanovení provádějí.

V poslední kapitole byly zmíněny zdravotní aspekty konzumace lihovin. Popsána byla závislost na jejich konzumaci. Uvedena byla i látka, která by mohla být obsažena v lihovinách a může u člověka způsobit tvorbu nádorů. Na závěr byly uvedeny statistické údaje o konzumaci alkoholu v ČR včetně tabulky s roční spotřebou alkoholu (v litrech) dle pohlaví a věkové skupiny.

CITOVANÁ LITERATURA

1. Buglass, Alan J. Handbook of alcoholic beverages: technical, analytical and nutritional aspects. první. Chichester, West Sussex, England : John Wiley & Sons, 2011.
2. Varzakas, Theodoros. a Tzia, Constantina. Food engineering handbook. první. Boca Raton : CRC Press/Taylor & Francis Group, 2015.
3. Velíšek, Jan a Hajšlová, Jana. Chemie potravin 2. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor : OSSIS, 2009.
4. Sbírka zákonů České republiky. Praha : Ministerstvo vnitra - tiskárna, 1993.
5. Distilled spirit. Thomas, Alan T. a Shipman, Frank M. London : Encyclopædia Britannica, inc., 2016. Encyclopædia Britannica.
6. Advances in assessing the elemental composition of distilled spirits using atomic spectrometry. 64, 2015, TrAC Trends in Analytical Chemistry, Sv. 2015, stránky 127-135.
7. Hagmann, Klaus a Essich, Birgit. Pálíme ovoce: jak co nejlépe zužitkovat vlastní úrodu. 2. vyd. Líbeznice : Víkend, 2009.
8. Škopek, Josef. Výroba destilátů z vlastního ovoce. první. České Budějovice : Dona, 2003.
9. Dyr, Josef. Výroba slivovice a jiných pálenek. 2. vydání. Praha : Vesmír, 1946.
10. McMurry, John. Organická chemie. Vydání první. Brno : Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM, 2015.
11. Alcohol. London : Encyclopædia Britannica, inc., 2018.
<https://www.britannica.com/science/alcohol/Physical-properties-of-alcohols>.
12. Methanol - bezpečnostní list. Praha : Sigma-aldrich, 2018. www.sigmaaldrich.com.
13. Methanol Synthesis. Waugh, K. C. issue 10, 2012, Catalysis Letters, Sv. vol. 142, stránky 1153-1166.
14. Basile, Angelo a Dalena, Francesco. Methanol: Science and Engineering. Amsterdam : Elsevier, 2017.
15. Ševela, Kamil a Ševčík, Pavel. Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně. 2., dopl. a aktualiz. vyd. Praha : Grada, 2011.
16. Powers, Robert H. a Dean, Dorothy E. Forensic Toxicology: Mechanisms and Pathology. první. Boca Raton : CRC Press, 2015.
17. Gossel, Thomas A. a Bricker, J. Douglas. Principles of clinical toxicology. 3rd ed. New York : Raven Press, 1994.
18. Industrial Alcohol Technology Handbook. první. Delhi : ASIA PACIFIC BUSINESS PRESS Inc., 2010.

19. Ethanol - bezpečnostní list. 2018 : Sigma-aldrich, 2018. www.sigmaaldrich.com.
20. edited by Victor R. Preedy. Beer in health and disease prevention. [Online-Ausg.]. Amsterdam : Elsevier/Academic Press, 2009.
21. Játra a biotransformace xenobiotik. Praha : Funkce buněk a lidského těla, 2014. www.fbtl.cz. (staženo 21.5.2018)
22. Grégr, Vratislav a Uher, Jiří. Výroba lihovin. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1974.
23. Chemical profiling of volatile compounds of various home-made fruit spirits using headspace solid-phase microextraction. Bajer, Tomáš, a další. issue 1, 2017, Journal of the Institute of Brewing, Sv. vol. 123, stránky 105-112.
24. Schmickel, Helge a Malle, Bettina. Domácí výroba lihovin. Vyd. 1. Praha : Beta, 2004.
25. Pischl, Josef. Vyrábíme ušlechtilé destiláty. Vyd. 1. Praha : I. Železný, 1997.
26. Spaho, Nermina. Distillation Techniques in the Fruit Spirits Production. Distillation - Innovative Applications and Modeling. místo neznámé : InTech, 2017.
27. Ilustrace měděného destilačního zařízení s vodní lázní. Otrokovice : Alkoholesence, 2014. <https://www.alkoholesence.cz>. (staženo 20.6.2018)
28. Zařízení pálenice. Praha : Samosolská pálenice s.r.o., c2008-2018. <http://www.samosolskapalnice.cz>. (staženo 20.6.2018)
29. Melon fruit distillates: comparison of different distillation methods. HERNANDEZGOMEZ, L. issue 4, 2003, Food Chemistry, Sv. vol. 82, stránky 539-543.
30. Analytika a sensorika destilátů a jejich hodnocení. <http://www.destiler.cz/>.
31. Klouda, Pavel. Moderní analytické metody. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava : Pavel Klouda, 2003.
32. Gas-Chromatographic Analysis of Major Volatile Compounds Found in Traditional Fruit Brandies from Transylvania, Romania. Rusu Coleda, Teodora Emilia, a další. 39, 2011, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, Sv. 2, stránky 109-116.
33. Comprehensive two-dimensional gas chromatographic analysis of volatile organic compounds in distillate of fermented Sorbus domestica fruit. Vyviurska, Olga, a další. 13, 2015, Open chemistry, Sv. 1, stránky 96-104.
34. Determination of some volatile compounds in fruit spirits produced from grapes (*Vitis Vinifera*L.) and plums (*Prunus domestica*L.) cultivars. Kostik, Vesna, a další. 2, 2014, Science Journal of Analytical Chemistry, Sv. 4, stránky 41-46.
35. Plynová chromatografie. Brno : Masaryk university, 2009. <https://www.muni.cz>. (staženo 23.6.2018).

36. Solid-Phase Extraction with Diethyldithiocarbamate as Chelating Agent for Preconcentration and Trace Determination of Copper, Iron and Lead in Fruit Wine and Distilled Spirit by Flame Atomic Absorption Spectrometry. CHANTHAI, SAKSIT, SUWAMART, NONGNOOT a RUANGVIRIYACHAI, CHALERM. 8, 2011, E-Journal of Chemistry, Sv. 3, stránky 1280-1292.
37. Synchronous Fluorescence Spectroscopy for Rapid Classification of Fruit Spirits. Tomková, Michaela, Sádecká, Jana a Hroboňová, Katarína. issue 5, 2015, Food Analytical Methods, Sv. vol. 8, stránky 1258-1267.
38. Near-infrared spectroscopy for rapid classification of fruit spirits. Jakubíková, M., a další. issue 6, 2016, Journal of Food Science and Technology, Sv. vol. 53, stránky 2797-2803.
39. Rapid quality control of spirit drinks and beer using multivariate data analysis of Fourier transform infrared spectra. Lachenmeier, Dirk W. issue 2, 2007, Food Chemistry, Sv. vol. 101, stránky 825-832.
40. Rapid Quantitative Analysis of Ethanol and Prediction of Methanol Content in Traditional Fruit Brandies from Romania, using FTIR Spectroscopy and Chemometrics. Coldea, Teodora Emilia, a další. 41, 2013, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, Sv. 1, stránky 143-149.
41. Application of gas chromatography–olfactometry (GC–O) in analysis and quality assessment of alcoholic beverages – A review. Plutowska, Beata a Wardencki, Waldemar. issue 1, 2008, Food Chemistry, Sv. vol. 107, stránky 449-463.
42. Identification of aroma-active volatiles in banana Terra spirit using multidimensional gas chromatography with simultaneous mass spectrometry and olfactometry detection. Capobianco, Michely, a další. 1, 2015, Journal of Chromatography A, Sv. vol. 1388, stránky 227-235.
43. Goodwin, Donald W., a další. Alcoholism, the facts. 4th ed. New York : Oxford University Press, 2008.
44. Dasgupta, Amitava. The science of drinking: how alcohol affects your body and mind. 1st ed. Lanham, Md. : Rowman & Littlefield Publishers, 2011.
45. Alcoholism. Schreiber, Andrea. issue 2, 2001, Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology, Sv. vol. 92, stránky 127-131.
46. —. Washington : AACC, 2017.
47. Progress in preventing the accumulation of ethyl carbamate in alcoholic beverages. Zhao, Xinrui, a další. issue 2, 2013, Trends in Food Science & Technology, Sv. vol. 32, stránky 97-107.

48. Urethane - bezpečnostní list. Praha : Sigma-aldrich, 2012. www.sigmaaldrich.com.
49. Effect of light on the concentration of ethyl carbamate in cachaça stored in glass bottles. Zacaroni, Lidiany Mendonça, a další. issue 2, 2015, Journal of the Institute of Brewing, Sv. vol. 121, stránky 238-243.
50. Urethane. Darmstadt : Sigma-aldrich, 2018. www.sigmaaldrich.com.
51. Spotřeba alkoholu a tabáku v České republice je stále vysoká. <https://www.mzcr.cz>. [Online] 2017.
https://www.mzcr.cz/dokumenty/spotreba-alkoholu-a-tabaku-v%C2%A0ceske-republice-je-stale-vysoka_14228_1.html.