

Česká zemědělská univerzita z Praze

Technická fakulta

**Technické řešení a trendy v konstrukci a provozu
destilačních aparatur pro výrobu ovocných
destilátů**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Dr. Ing. Tomáš Jehlička

Autor práce: Tomáš Mašek

Praha 2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Mašek

Procesní inženýrství
Technologická zařízení staveb

Název práce

Technické řešení a trendy v konstrukci a provozu destilačních aparatur pro výrobu ovocných destilátů

Název anglicky

Technical solutions and trends in the design and operation of distillation apparatus for the production of fruit spirits

Cíle práce

Základem práce je popsat stávající technologie a používané zařízení, včetně popisu konstrukčních, funkčních i provozně ekonomických parametrů provozu. Seznámit se s postupy a zařízením, charakterizovat podmínky ovlivňující technologický i organizačně výrobní proces provozu a popsat základní strojní zařízení.

Metodika

1 Úvod

2 Cíl práce

3 Metodika práce

4 Současný stav sledované problematiky

5 Praktická část práce

6 Výsledky a diskuse

7 Závěr

8 Seznam použitých zdrojů

9 Přílohy

Doporučený rozsah práce

30

Klíčová slova

destilační aparatura, ovocný destilát, pěstitelská pálenice

Doporučené zdroje informací

Dyr, J.: Výroba slivovice a jiných pálenek, Maxdorf, Praha, 1997, ISBN:8085800535

Kadlec, P.: Technologie potravin II. VŠCHT, Praha, 2002, I. vydání

Pelikán, M., Dudáš, F., Míša, D.: Technologie kvasného průmyslu, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita MZLU, Brno, 2002

Rychtera, M., Uher, J., Páca, J.: Lihovarství, drožďařství a vinařství, VŠCHT, Praha, 1991

Předběžný termín obhajoby

2019/2020 LS – TF

Vedoucí práce

Dr. Ing. Tomáš Jehlička

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 21. 3. 2019

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 3. 2019

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 08. 04. 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Technické řešení a trendy v konstrukci a provozu destilačních aparatur pro výrobu ovocných destilátů " jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce.

V Praze dne 20.04.2020

Tomáš Mašek

Abstrakt:

Tato práce se zabývá výrobou ovocných destilátů, používanými surovinami a jejich zpracováním, procesem destilace a používanými zařízeními jak v minulosti, tak současnosti. Dále řeší dva konkrétní destilační přístroje používané v reálných provozech pěstitelských palíren. Práce vychází z informací čerpaných z odborné literatury a konzultací s provozovateli pěstitelských palíren a jejich praktických zkušeností. Výsledek práce je seznámení se se zařízeními používanými v provozu a zasazení teoretických znalostí získaných z literatury do praxe.

Klíčová slova: destilační aparatura, ovocný destilát, pěstitelská pálenice

Technical solutions and trends in the design and operation of distillation apparatus for the production of fruit spirits

Summary:

This bachelor thesis is about the production of fruit spirits, used raw materials and their processing, distillation process and used equipment in the past and present. It also describes two specific distillation devices used in real distillery distilleries. The work is based on information drawn from professional literature and consultations with growers of distilleries and their practical experience. The result of this work is to get acquainted with devices used in operation and to put theoretical knowledge gained from literature into practice.

Key words: distillation apparatus, fruit distillate, growing distillery

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce	3
4	Současný stav problematiky výroby ovocných destilátů	4
4.1	Historie.....	4
4.2	Příprava surovin	5
4.2.1	Druhy ovoce pro výrobu destilátů	5
4.3	Příprava kvasu	6
4.3.1	Rozměňování surovin	6
4.3.2	Kvasné nádoby.....	7
4.3.3	Čistění a dezinfekce nádob.....	7
4.3.4	Plnění kvasných nádob	8
4.4	Kvašení surovin	9
4.4.1	Lihovarské kvasinky	9
4.4.2	Enzymy.....	10
4.4.3	Vliv teploty na kvašení.....	11
4.4.4	Promíchávání kvasů	11
4.4.5	Produkty kvašení	12
4.5	Destilace.....	14
4.5.1	Destilační zařízení	14
4.5.2	Vyhřívání destilačních kotlů.....	19
4.5.3	Chladící zařízení	20
4.5.4	Výtěžnost alkoholu	21

4.6	Úprava destilátu.....	22
5	Praktická část.....	23
5.1	Firma Pacovské strojírny, a.s.	24
5.2	Firma Kovoděl Janča s.r.o.	25
6	Závěr.....	28
7	Použitá literatura.....	29

1 Úvod

Tato práce má za cíl seznámit s problematikou výroby ovocných destilátů. Popisuje historii výroby lihu metodou destilace, dále řeší metody přípravy ovoce před samotnou destilací, rozbor složení surovin a v neposlední řadě proces kvašení. V další části se lze dočíst o samotných destilačních zařízeních, jejich typech, způsobech vyhřívání a chlazení destilátu.

V praktické části byla vybrána dvě zařízení od různých výrobců, která jsou nasazena v provozech pěstitelských palíren, a detailně popsána jejich konstrukce a funkční části.

Práce je napsána tak, aby informace v ní obsažené byly srozumitelné nejen pro odborníky, ale také pro laickou veřejnost.

2 Cíl práce

Základem práce je popsat stávající technologie a používaná zařízení, včetně popisu konstrukčních, funkčních i provozně ekonomických parametrů provozu. Seznámit se s postupy a zařízením, charakterizovat podmínky ovlivňující technologický i organizačně výrobní proces provozu a popsat základní strojní zařízení.

3 Metodika práce

Při zpracování této práce byla použita odborná literatura, ze které byly čerpány informace o přípravě výroby ovocných destilátů, samotném výrobním procesu a výrobních zařízeních. Další zdroj informací poskytly konzultace s odborníky v oboru pěstitelského pálení, kteří pěstitelské palírny provozují, či provozovali.

4 Současný stav problematiky výroby ovocných destilátů

4.1 Historie

Není známo, kdo nebo kdy poprvé vyrobil líh metodou destilace. První zmínky o této metodě pocházejí již od starých Egyptanů, kterým tato metoda bývá připisována. Další zmínka pochází od arabských lékařů z 10. století, kteří využívali destilaci vína k přípravě léků. Postup výroby se však držel v tajnosti, takže o metodě výroby nejsou žádné bližší informace. Zdá se, že objev nezávislý na Arabech uskutečnili také Číňané. Evropané se seznámili s metodou Arabů až během křížových výprav v 11. a 12. století. Popsána byla až ve 14. století jistým francouzským lékařem, který pohlížel na destilát pouze jako na lék. Znalost destilace měli lidé zabývající se medicínou, především v klášterech. A proto právě z klášterů ve středověku pocházelo nejvíce tvrdého alkoholu. Až v pozdějších dobách se objevovaly městské a soukromé vinopalny. Destilátům se říkalo z latiny *aqua vitae* (živá voda) bez ohledu na surovinu, z níž byly vyrobeny. Bývala předepisována na podporu zdraví, nebo jako léčba různých nemocí.

Výroba destilátu z ovoce byla jedním z prvních způsobů lihovarnické výroby. Původně se zpracovávalo jen víno (odtud pochází původní název lihovaru „vinopalna“), ale tam, kde nebyl dostatek vína, se přešlo na jiný druh ovoce. U nás toto místo zaujaly švestky. Výroba slivovice se pak stala jakýmsi domácím odvětvím, které nevyžadovalo příliš velké znalosti, ani složitá zařízení. Taková výroba (zvláště když byla tajná) byla velice primitivní. Švestky, které byly i nahnilé, se nechávaly v často nepřikrytých nádobách samovolně kvasit. Ovocná břečka se pak umístila do hrnce, do kterého se postavila trojnožka s miskou. Navrch ještě přišla mísa se studenou vodou, a tato soustava se následně postavila na plotnu. Lihové páry se na vodní míse srážely a uprostřed odkapával kondenzát do misky. Získala se tak podřadná slivovice, která se někdy dále čistila^[1].

4.2 Příprava surovin

4.2.1 Druhy ovoce pro výrobu destilátů

Destilát je alkoholický nápoj, který vznikl jako produkt destilace zkvašené břečky, obsahující kromě etanolu další těkavé látky různých chutí a vůní. K výrobě ovocných destilátů musejí být použity plody, které obsahují dostatečné množství cukru a vonných látek. Nevhodné jsou suroviny obsahující menší množství aromatických látek, protože destilát vyrobený z těchto surovin je příliš cítit lihem.

Nejvhodnější surovinou pro výrobu ovocných destilátů je peckovité ovoce, jelikož není tak náročné na zpracování. Z jádrového ovoce můžeme jmenovat např. jablka, ze kterých se v České republice získává destilát nazývaný též kalvados. Název byl přejat z jablečného destilátu Calvados vyráběného ve francouzské Normandii. Další užívanou surovinou jsou hrušky, ze kterých se vyrábí destilát o něco výraznější, jelikož v hruškách značně kolísá obsah kyselin a tříslovin.

Vedle vody a mnohých cukrů obsahuje ovoce také vícemocné alkoholy s nasládlou chutí, různé organické a dusíkaté látky, pektin (nezralé ovoce obsahuje velké množství pektinu – při jeho zpracování se pektin mění na metanol, který je jedovatý), barviva, enzymy, vitamíny atd. Důležitým faktorem je škrob, který je kvasinkami nezkvasitelný. Aby se škrob stihl přeměnit na jednoduchý cukr (monosacharid), je nutné k výrobě destilátu použít vyzrálé ovoce^{[5] [6]}. Složení nejčastěji používaných druhů ovoce ukazuje tabulka 1.

Druh ovoce	Voda	Cukr	Slupky a pecky	Ostatní látky
Jablka	84,4	8,9	0,8	5,9
Hrušky	83,9	9,1	0,2	6,8
Švestky	81,6	10,3	5,3	2,8
Mirabelky	80,7	9,6	5,0	4,7
Broskve	83,0	9,2	5,5	2,3
Meruňky	83,0	9,7	5,4	1,9
Třešně	80,6	11,1	5,8	2,5

Tab. 1 Chemické složení ovoce podle J. Kochse a A. Knautha v %^[1]

4.3 Příprava kvasu

Na přípravě kvasu závisí konečný výsledek, tzn. jak alkoholové výtěžky, tak i výsledná kvalita destilátu. Je nutné jí proto věnovat zvýšenou pozornost.

Plnění kvasných nádob by mělo probíhat najednou, nikoli postupně. Pokud je totiž v takové nádobě menší množství ovoce po delší dobu, nezačíná kvasit, ale zahnívat. Od tohoto ovoce se pak velmi rychle infikuje ovoce, které je postupně přidáváno a celý obsah je tak znehodnocen ještě dříve, než začne kvasit. Pokud není možné nádobu naplnit najednou, musí se ovoce uskladnit.

4.3.1 Rozmělňování surovin

Ovoce by mělo být před vložením do kvasné nádoby rozmělněné, především pak jablka a hrušky. Při drcení ovoce se proto přidávají jak pektolytické enzymy (viz kap. 4.4.2), které kromě odbourání pektinu (viz kap. 4.2.1) zajistí vnitřní rozpad plodů, ze kterých se tak může lépe uvolnit ovocná šťáva, tak amylolytické enzymy (viz kap. 4.4.2), které rozkládají škrob na jednoduchý (zkvasitelný) cukr.

K rozmělňování plodů se používají vysokovýkonné drtiče (obr. 1) schopné rozdrtit velké množství ovoce za krátký čas. Drtič na obrázku 1 se skládá z perforovaného nerezového válce, ve kterém se vysokou rychlostí otáčí sada nožů poháněných elektromotorem.



Obr. 1 Drtič zasazený do rámu násypky na ovoce [Archiv autora]

Švestky se nejčastěji rovnou vkládají do kvasných nádob a mohou se následně rozměnit. Dobře zralé švestky se rozměňují velmi snadno a vzniklá břečka je pak dostatečně řídká. Doporučuje se rozdrtit současně asi 1/3 pecek, aby destilát získal aroma po hořkých mandlích^[2].

U mirabelek a meruněk je postup obdobný jako u švestek s tím rozdílem, že pecky se nerozdrucují, aby byla zachována jejich charakteristická chuť.

4.3.2 Kvasné nádoby

V dnešní době se nejvíce používají ocelové kvasné nádoby, pro menší objemy se můžeme setkat s různými plastovými nádobami a sudy. Nepříliš používaným materiálem je beton, jelikož nevzdoruje účinkům kyselin v kvasu, dochází k poškozování betonových stěn nádob a vzniklé spáry se poté těžko čistí.

Kvasné nádoby by měly být vyrobeny tak, aby se daly hermeticky uzavřít, aby mohl probíhat proces alkoholového kvašení (viz kap. 4.4). Dnes jsou také vybaveny navíc manuálními nebo přetlakovými ventily, aby bylo možné uvolňovat tlak, který vzniká při kvasném procesu. U dna jsou nádoby vybaveny výpustnými ventily, které musí mít dostatečný průměr, aby se při vypouštění neucpávaly.

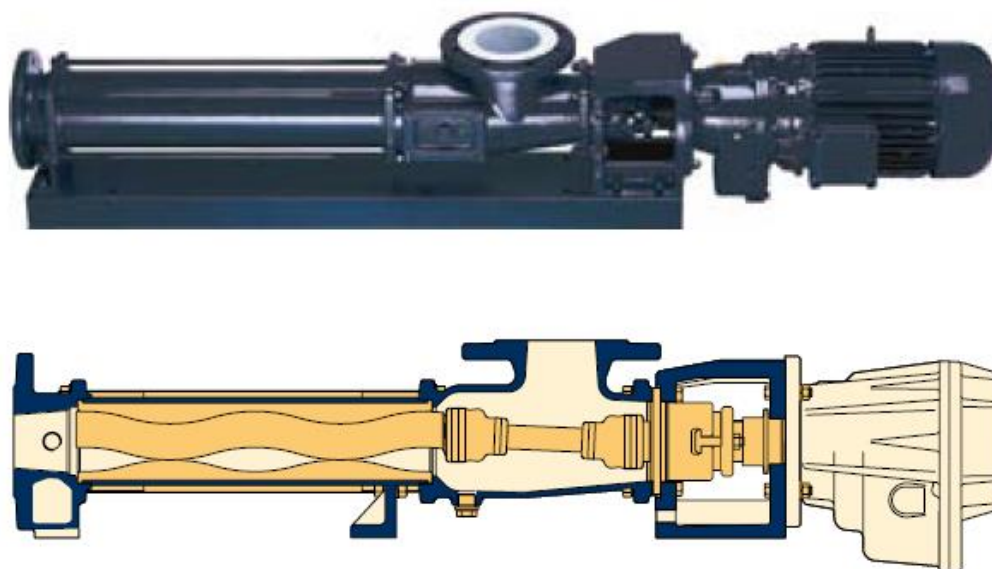
4.3.3 Čistění a dezinfekce nádob

Nádoby musí být před naplněním pečlivě vyčištěny a vydezinfikovány. Nedokonale vyčištěné nádoby jsou zdrojem nejrůznějších infekcí, které mají vliv na výsledný produkt. Octové bakterie, plísně a jiné mikroorganismy žijí na málo přístupných místech a odstraní se pouze důkladným umytím. Nádoby nestačí umýt pouze vodou, ale je nutné použít přípravky, které hubí mikroorganismy. Správný postup mytí je takový, že se nejprve nádoba vypláchne studenou vodou a mechanicky vyčistí, aby se zbavila hrubých nečistot. Poté se vymývá teplejší vodou obsahující dezinfekci. Po uplynutí zhruba hodiny až dvou se opět vypláchne studenou vodou, aby se zbylý dezinfekční prostředek odstranil. Dále je vhodné nádobu vysířit. K vysíření slouží sirné knoty, které se zavěsí dovnitř nádoby a zapálí. Vzniklý oxid siřičitý se nechá asi 2

hodiny působit, přičemž během této doby zničí všechny mikroorganismy a plísně a tím dokonale sterilizuje celý prostor.

4.3.4 Plnění kvasných nádob

Kvasné nádoby se plní asi jen do 80 % svého prostoru^[2], protože při kvašení se zvyšuje objem břečky, a také roste její teplota. Hned po naplnění se nádoba uzavře a zakvasí. Přidávat zákvas až po několika dnech nemá význam. Nádoby je nutné hermeticky uzavřít a zabránit tak průniku vzduchu (viz kap. 4.3.2). Ze vzduchu se pak do kvasu mohou dostat především zárodky octových bakterií. Octové bakterie oxidují etanol na kyselinu octovou právě za přístupu vzduchu. Ještě lépe je pak tento prostor vysítit (viz kapitola 4.3.3). K plnění nádob slouží různé druhy čerpadel, na obrázku č. 2 je jako příklad uvedeno vřetenové čerpadlo.

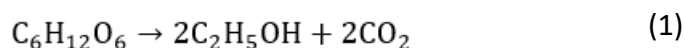


Obr. 2 Vřetenové čerpadlo fy. Sigma užívané k čerpání kvasu [katalog fy Sigma]

4.4 Kvašení surovin

Pochod, při kterém se sacharidy působením mikroorganismů přeměňují na etanol a oxid uhličitý, se nazývá alkoholové kvašení. Etanol mohou vytvářet některé mikroorganismy pomocí biochemického systému enzymů, který je nedílnou součástí jejich životní činnosti. Tento proces se též nazývá glykolýza a probíhá převážně anaerobně^{[3] [5]}.

Mechanismus alkoholového kvašení objevil A. L. Lavoisier, dnes známou a stále platnou rovnici kvasného procesu (1) sestavil I. L. Gay-Lussac. Jedná se tedy o přeměnu glukózy na etanol a oxid uhličitý, přičemž se uvolňuje teplo^[5].



Kromě etanolu může vznikat také malé množství jiných produktů (viz kap. 4.4.5.), například glycerol, acetaldehyd, vyšší alkoholy, kyselina octová a další. Produkce glycerolu není při pěstitelském pálení žádoucí, naopak při výrobě vína nevadí^[5].

4.4.1 Lihovarské kvasinky

Kvasinky patří mezi jednobuněčné houby rozmnožující se převážně vegetativně – pučením. Pravými kvasinkami nazýváme takové, které se řadí do druhu *Saccharomyces cerevisiae* – jsou to fakultativně anaerobní mikroorganismy, což znamená, že jejich primární činností je fermentace (kvašení). *S. cerevisiae* fermentují pouze monosacharidy jako glukosu, fruktosu, sacharózu a další. Pro účely alkoholového kvašení se používají kmeny kvasinek s vysokou rychlostí tvorby etanolu a jejich tolerancí k němu a nízkou produkcí vedlejších metabolitů. Kvasinky se v kultivačních médiích množí pučením. Ideální podmínky pro lihové kvašení jsou teplota mezi 27–32 °C a hodnota pH v rozmezí 4–6. Obecně lze říct, že činnost kvasinek ustává při koncentraci etanolu mezi 14 až 15 % objemových. Zajímavou kvasinkou je druh *Schizosaccharomyces pombe*, která tvoří etanol anaerobně ve větším množství, lze ji použít pro výrobu lihových nápojů^{[5] [6]}.

4.4.2 Enzymy

Enzymy jsou proteiny (bílkoviny), které svou strukturou působí jako tzv. biokatalyzátory. Tato zvláštní vlastnost zajišťuje, že se urychlí určité biochemické reakce, resp. že mohou probíhat. Bez enzymů nemůže fungovat látková výměna nebo trávicí procesy. Vedle přírodních enzymů působících v organismech existují tzv. technické enzymy, které se získávají pomocí fermentace z bakterií a plísní^[11].

Aktivita enzymů závisí především na jejich koncentraci a dále na vnějších faktorech, jako jsou hodnota pH a teplota. Jako proteiny denaturují enzymy při vysokých teplotách a ztrácí tím svůj účinek. Proto je důležité udržet pro potřebné procesy takovou hodnotu pH a teplotu, při kterých enzymy vykazují odpovídající účinek. Ideální hodnota pH se pohybuje mezi 4 a 5, teplota pak mezi 40 a 50 °C. Technické enzymy se při výrobě nápojů používají zpravidla na podporu enzymů, které jsou obsažené v ovoci, pro rychlejší biochemický proces^[11].

V pěstitelských palírnách se používají amylolytické enzymy jako doplňující enzymy u ovoce obsahující větší množství škrobu (např. jablka). Samotný škrob v ovoci způsobuje nižší výtěžnost alkoholu, protože jako takový je nezkvasitelný. Pro jisté prokvašení až do konce se doporučuje aplikovat 25-40 enzymu na 100 kg ovoce.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.2.1, zvýšený obsah pektinu v ovoci může mít za následek vyšší obsah metanolu ve výsledném destilátu. Jelikož je obsah metanolu v alkoholických nápojích regulován, předchází se jeho vzniku přidáváním pektolytických enzymů. Samotný pektin je polysacharid kyseliny galakturonové a je mimo jiné zodpovědný za měknutí plodů při zrání, kdy se pektin nerozpustný ve vodě mění na pektin ve vodě rozpustný.

4.4.3 Vliv teploty na kvašení

Rychlost množení kvasinek a jejich činnost je do značné míry ovlivněna teplotou kvasu. Liší se názory na to, jaká teplota je pro něj nejideálnější. Kvas vedený při teplotě do 10 °C zraje pozvolna, protože množení kvasinek a různé další procesy mají ideální rozpětí teplot 25-30 °C. Kvašení je velice pozvolné a není zaručeno úplné prokvašení.

S teplotou souvisí také činnost a rozmnožování octových bakterií, jejichž teplotní optimum leží mezi 30-35 °C. Teploty pod 10 °C snášejí mnohem hůře než kvasinky, proto je takto vedený kvas (někdy zvaný jako studený) méně náchylný na octovatění.

Zákvasná teplota se v literatuře uvádí kolem 16-20 °C. Kvašením totiž teplota stoupá a ve velkých kádích, zvláště je-li kvas cukernatý, se teplota zvýší až o 6 °C. Tímto zvýšením teploty se připravují vhodné podmínky pro octové kvašení a zároveň dochází ke ztrátám alkoholu jeho vypařováním (u otevřených). Pokud koncentrace etanolu v kvasu stoupne na hodnotu 14–15 % objemových, kvasný proces končí a kvasinky odumírají^[2].

4.4.4 Promíchávání kvasů

Pohybem kvasu se z blízkosti kvasinek odstraňují produkty jejich látkové výměny a usnadňuje se přístup živinám i cukru. Mícháním a zároveň i provzdušněním se podporuje množení kvasinek, ale také přístupem vzduchu umožňujeme oxidaci alkoholu – v případě, že jsou přítomny octové bakterie.

Zpravidla však potřebný pohyb kvasu zajistí unikající oxid uhličitý. Přílišným provzdušněním se kvasinky nadbytečně rozmnožují a zvyšuje se spotřeba živin (i na úkor výtěžku etanolu).

Co nejdříve po dokvašení musí být kvas destilován. Dlouhým stáním se ztrácí alkohol a zvyšuje se nebezpečí octového kvašení.

4.4.5 Produkty kvašení

Výsledné produkty alkoholového kvašení jsou^{[5][6]}:

- Etanol – je nejdůležitějším produktem alkoholového kvašení, jeho množství závisí na obsahu cukru v kvasícím médiu. V čistém stavu představuje čirou kapalinu ostré, ale po zředění příjemné vůně a pálivé chuti. Vybrané fyzikálně – chemické vlastnosti: je lehčí než voda ($0,79425 \text{ g.cm}^{-3}$), má bod varu při $78,3 \text{ }^\circ\text{C}$, bod tuhnutí má při $-112 \text{ }^\circ\text{C}$ a je neomezeně mísitelný s vodou, přičemž dochází ke kontrakci (50 obj. dílů; etanolu + 50 obj. dílů vody dá 96,4 obj. dílů směsi o lihovitosti 51,87 % obj. Maximální kontrakce je 3–4 % při 55 % obj. alkoholu). Hoří slabě svítivým, nečadivým plamenem, přičemž se rozkládá na vodu a oxid uhličitý. Etanol se zpravidla nepovažuje za významnou aromatickou látku, přesto však má značný vliv na vůni a chuť mnoha nápojů. Podstatným způsobem však ovlivňuje jejich energetickou hodnotu (1 g etanolu má energetickou hodnotu 29 kJ tj. 7 kcal)^[5].
- Oxid uhličitý – v průběhu hlavního kvašení bouřlivě uniká z kvasící záparty, nad kterou vytváří ochrannou anaerobní atmosféru a tím zabraňuje rozvoji mikroorganismů, je těžší než vzduch, a proto se musí kvasné prostory dobře odvětrávat, aby nedocházelo k jeho hromadění, kvasné plyny se mohou jímat, zbavovat se v promývačkách etanolu a používat v nápojovém průmyslu k sycení limonád.
- Glycerol – olejovitá, sladce chutnající kapalina, vzniká jako vedlejší produkt glykolýzy, jeho obsah se zvyšuje při vyšší hodnotě pH, je netěkavý a při destilaci nepřechází do surového lihu.
- Acetaldehyd – je přirozený produkt kvašení, jeho obsah se zvyšuje špatným vedením kvasného procesu, je velice těkavý, při destilaci přechází do úkapu, má pálivou a štiplavou chuť, tím ovlivňuje negativně sensorické vlastnosti lihu.

- Vyšší alkoholy (tzv. přiboudlina) – jsou vyšší alkoholy o počtu uhlíků 3 až 5 a bodu varu mezi 80 a 160 °C, které se dají destilací odstranit, způsobují nakyslou, rozpouštědlovou chuť a jsou toxické, vznikají enzymovými pochody z přítomných aminokyselin v zápaře, kvasinky určitým aminokyselinám odnímají amoniak a zanechávají ho jako štěpný produkt rozpadu vyšších alkoholů. U ovocných destilátů je nutné považovat přiboudlinu za nositele charakteristických sensorických vlastností této skupiny kvasných alkoholických nápojů. Její množství je tedy nutné regulovat. Z hlediska kvality konečného produktu velmi nízké koncentrace, právě tak jako velmi vysoké koncentrace přiboudliny jsou z kvalitativního hlediska nežádoucí.
- Metanol – vzniká v průběhu kvašení enzymovým rozkladem pektinu v ovoci, destilací za normálního tlaku ho není možné uspokojivě oddělit, úplné oddělení metanolu je možné vakuovou destilací.
- Estery – vonné a aromatické látky, jsou důležitou složkou především primárního aromatu ovoce, do destilátů se dostávají jednak přímo ze zkvašovaného ovoce, jednak v malém množství vznikají během stárnutí.
- Kyselina octová – tvoří se i při dobře vedeném kvašení, vzniká aerobní oxidací etanolu, její obsah je ovlivněn mnoha faktory, především složením zápary a mikrobiální činností (vliv teploty), negativně ovlivňuje sensorické vlastnosti lihu.
- Kyanovodík – jeho významnými zdroji jsou hořké mandle a pecky švestek, meruněk, broskví a třešní. V malém množství je také obsažen v jádrech jablek a hrušek. V ovocných destilátech se obvykle vyskytují jen stopy volného a jen malé množství vázaného kyanovodíku (slivovice 7-67 mg v 1 litru destilátu).

4.5 Destilace

Alkohol se získává zahříváním zkvašeného kvasu do varu, přičemž se vypařuje spolu s vodními parami a tato směs se zachytává v uzavřeném systému a následně ochlazením zkondenzuje na tekutinu obsahující vodu a alkohol.

Absolutní (bezvodý) alkohol má bod varu za atmosférického tlaku 78,3 °C, voda pak 100 °C. Zahříváním směsi voda-alkohol se při teplotě 78,3 °C neodpařuje nejdříve alkohol a až po dalším zahřívání voda, ale obě složky se odpařují najednou po dosažení bodu varu. Bod varu této směsi je závislý na poměru obou složek a kolísá v rozmezí 78,3 – 100 °C.

Důležitým poznatkem je, že množství alkoholu v destilátu je až po určitou hranici vyšší než obsah alkoholu v destilované kapalině, a proto lze opakovanou destilací obsah alkoholu v destilátu zvyšovat.

4.5.1 Destilační zařízení

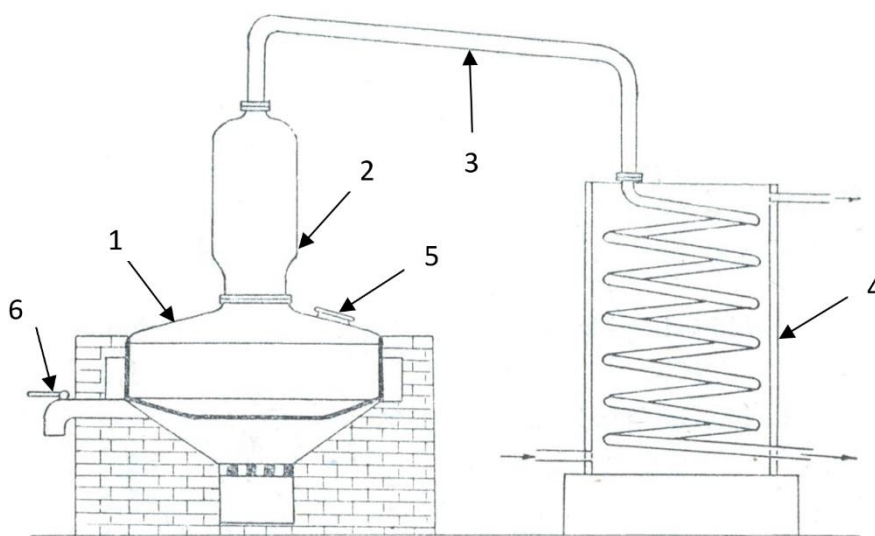
Destilační zařízení je klíčovou částí procesu výroby ovocných destilátů. I z velmi dobrých kvasů se může vlivem špatného destilačního zařízení získat podřadný destilát. Také alkoholový výtěžek je z části závislý na konstrukci destilačního zařízení. V drobných palírnách můžeme najít zařízení, která pracují poměrně neekonomicky, mívají vysokou spotřebu paliva při malé výkonnosti.

Konstrukčním materiálem pro destilační přístroje (především ale pro vařáky) je měď, výjimečně nerezová ocel. Je pravděpodobné, že měď v kyselém prostředí kvasu katalyzuje některé chemické reakce příznivé pro vznik chuťových a aromatických látek. Nevýhodou mědi je, že hlavně vlivem kyseliny octové vzniká příslušná měďnatá sůl, např. octan měďnatý, který prochází destilačním zařízením do destilátu a zbarvuje jej do modra.

Jednoduché destilační zařízení se skládá z varného kotle (obr. 3, č.1), na kterém je nasazený klobouk (obr. 3, č.2). Z klobouku vede přestupná měděná trubka (obr. 3, č.3) do chladiče (obr. 3, č.4). Kotel má na vrchu otvor pro plnění (obr. 3, č.5), dále míchací zařízení a kohout pro vypouštění zbytků z destilace (obr. 3, č.6).

Míchací zařízení se pohybuje po dně kotle, aby se kvas nepřipálil. Na kolmém hřídeli, procházejícím středem víka, jsou u dna připevněny články stírající dno kotle. Míchací zařízení se pohání elektromotorem buď přímo, nebo přes převod. Některé kvasy jsou na připálení zvláště náchylné (např. z hrušek). Bez míchání bývají pouze kotle vyhřívány nepřímou.

Klobouk bývá umístěn přímo nad středem kotle, nebo na jeho okraji a jeho velikost nemusí být úměrná velikosti kotle. U většiny malých kotlů chybí úplně. Jeho účelem je zabránění přeběhnutí kvasu do chladiče, a také zahušťovat alkoholové páry. Čím větší klobouk je, tím lze získat koncentrovanější destilát a možnost přeběhnutí kvasu se snižuje.

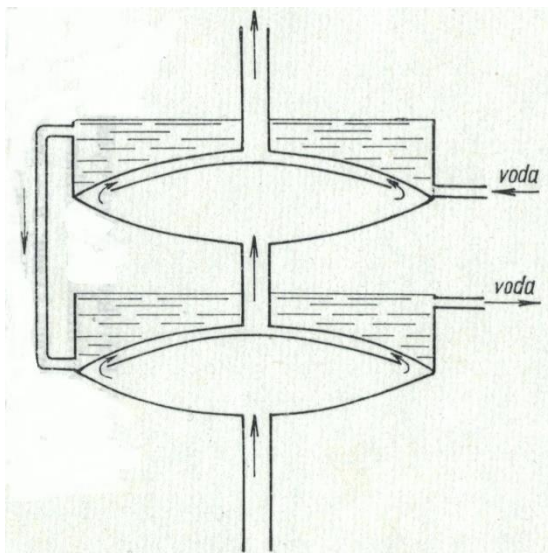


Obr. 3 Jednoduchý destilační přístroj se šnekovým chladičem^[1]

Destilát získaný jednoduchou destilací kvasu většinou nevyhovuje nejen pro nízký obsah etanolu, ale i pro vysoký obsah těkavých látek, které etanol doprovázejí. Pochod, kterým je možné dosáhnout zvýšení obsahu etylalkoholu v destilátu, se nazývá rektifikace. Rektifikaci lze provádět buď opakovanou destilací, nebo použitím speciálních rektifikačních kolon s větším počtem rektifikačních den. Z praxe vyplývá, že rektifikací je možné zvýšit obsah etanolu až osminásobně^[2]. Tzn., že např. z kvasu, který obsahuje 10 % etanolu lze získat destilát s výsledným obsahem až 80 %.

Velkým pokrokem v rektifikační technice bylo využití principu deflegmace, tj. vracení tzv. zpětného toku. Deflegmace je částečná kondenzace lihových par. Snížením teploty směsi

kondenzují nejdříve složky s vyšším bodem varu (voda), proto jsou páry postupující od deflegmátoru ke kondenzátoru bohatší na etanol. Kondenzát vzniklý ochlazením směsi v deflegmátoru stéká zpět do destilačního kotle a tvoří zpětný tok neboli reflux.



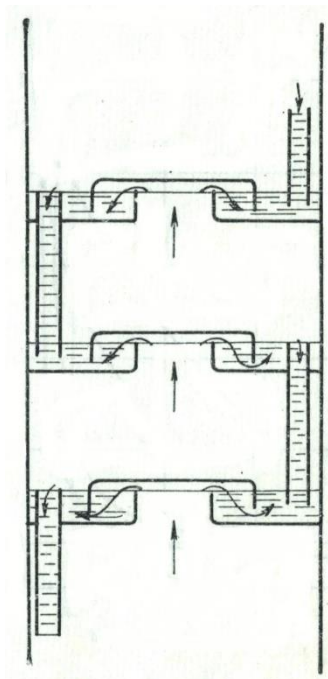
Obr. 4 Deflegmační talíře (Pistoriovy talíře)^[4]

Jedním z nejstarších typů deflegmátoru jsou deflegmační talíře – Pistoriovy talíře (obr. 4). Páry se zde chladí jak zvětšením objemu, tak vodou, která je přiváděna na povrch talíře. Tento způsob je však energeticky nevýhodný, protože teplo z ohřáté směsi se buď odvádí chladicí vodou, nebo se vyzařuje do ovzduší. U modernějších trubkových deflegmátorů může být chladicí médium i kvas, takže teplo ze směsi je využíváno k jeho předehřívání.

V palírnách a ovocnářských lihovarech se ve značné míře využívalo opakované destilace. Destilát vzniklý první destilací (nazývaný též lutr) a obsahující mezi 20 a 30 % etanolu se znovu destiloval. Opět se zde ale objevovala otázka energetické výhodnosti, jelikož teplo, které bylo odebráno kondenzátorem a chladičem, se musí při opakované destilaci opět dodat. Proto i při využití deflegmace byl tento způsob velice neekonomický.

Dalším velkým pokrokem v rektifikaci bylo zavedení rektifikačních kolon (obr. 5 a 9). Jedná se o řadu vařáků umístěných nad sebou tak, aby se lihové páry provažovaly na jednotlivých dnech a tím se zvyšoval obsah etanolu. Kolona samotná je pak měděný kotel, na kterém je

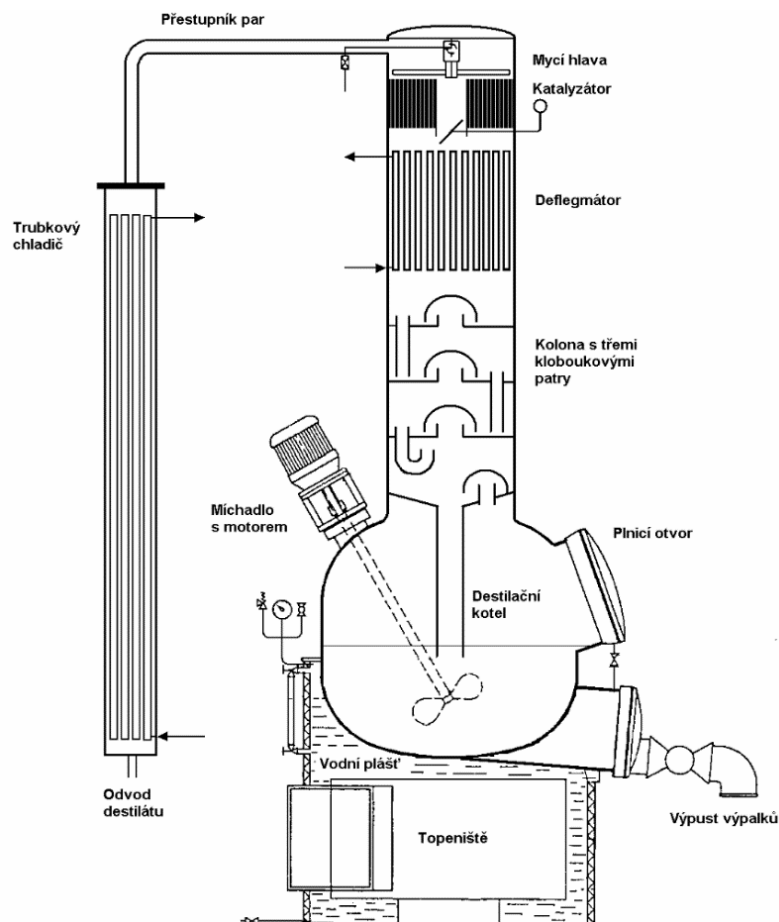
umístěna sada rektifikačních pater. Mezery mezi jednotlivými patry tvoří vlastní destilační prostory kolony.



Obr. 5 Rektifikační dna^[4]

Funkčním elementem jsou rektifikační dna (obr. 5). Páry těkající z destilačního kotle, nebo níže položeného dna procházejí hrdlem dna, narážejí na klobouček, mění směr a postupují vrstvou kapaliny udržované na dně. Vrstva kapaliny se tím provažuje a unikající páry jsou bohatší na alkohol, než byly páry provažující dno. Lihové páry předají část svého tepla kapalině, čímž částečně kondenzují^[7].

Objem kapaliny na jednotlivých dnech by se zvětšoval, proto jsou patra kolony propojena přepadovými trubkami, které umožňují, aby přebytečná kapalina mohla být převáděna na níže položené dno. Výška kapaliny v patře je závislá na výšce vyčnívající přepadové trubky. Počet den v koloně může být různý a závisí na tom, jak moc mají být lihové páry zesíleny^[7]. Za destilační kolonu a deflegmátor se poté zařazuje katalyzátor, jehož funkcí je odstranit z destilátu např. karcinogenní ethylkarbamáty, nebo kyanovodík. Výplň katalyzátoru tvoří měď o velmi vysoké čistotě.



Obrázek 6 Moderní destilační aparát s kolonou, deflegmátorem a katalyzátorem pro jednostupňovou destilaci kvasů (firma Holstein)^[6]

Při destilaci se nevypařuje pouze voda a etanol. Procesem prochází i různé žádoucí i nežádoucí doprovodné látky, které ovlivňují výslednou kvalitu destilátu. Jde o látky, které buď pocházejí z původní suroviny – ovoce, nebo vznikají při procesu kvašení jako vedlejší produkty. Jsou to různé vyšší alkoholy, kyseliny, estery a další. Spolu s etanolem těkají v první fázi látky jako např. acetaldehyd, metanol a estery. Tyto sloučeniny jsou nazývány jako úkap nebo předek. Obsahuje zhruba 80 % etanolu, avšak z celkového vydestilovaného množství tvoří

pouhá 2-3 %. S postupem destilace a po oddestilování úkapu přichází na řadu hlavní podíl nazývaný jádro nebo střed, který obsahuje optimální množství doprovodných těkavých látek. Na začátku obsahuje jádro 70-75 % etanolu, s postupující destilací klesá jeho obsah na 20-30 %. Ke konci destilace čím dál tím víc stoupá obsah těkavých látek s vyšším bodem varu, než má etanol a jakost destilátu se plynule zhoršuje. Dominující složkou v této fázi je zapáchající přiboudlina. Je důležité, aby se do jádra nedostala příliš velká část dokapu, protože kromě značného zápachu má i velmi kyselou chuť. Tím pádem by došlo ke znehodnocení destilátu. Úkap a dokap se v současné době oddělují do samostatných nádob (a následně likvidují), ke konzumaci slouží pouze jádro.

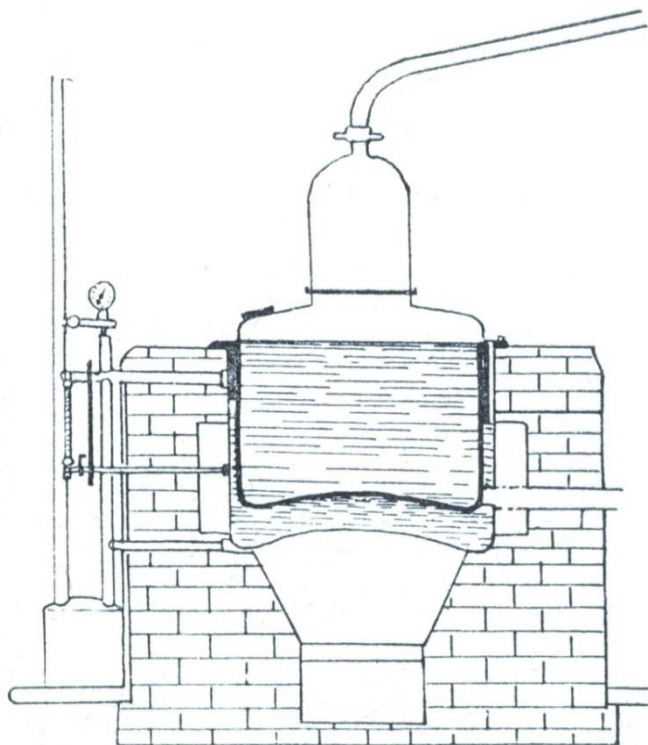
4.5.2 Vyhřívání destilačních kotlů

Destilační kotle se dají vyhřívát dvěma způsoby. Buď se zahřívají přímo, nebo nepřímo. Z přímého topení se nejčastěji užívá vyhřívání dřevem (dnes již přestává vyhovovat požadavkům na regulaci teploty, proto se od něj ustupuje) a zemním plynem. U vyhřívání dřevem plameny šlehají na dno kotle a horké plyny se vedou kanály po jeho obvodu. Kotle jsou trvale zazděny do topeniště. Pokud je kotel neodborně zazděn, může docházet ke špatnému zahřívání, nebo připalování kvasu. Značnou nevýhodou vytápění dřevem je téměř nemožnost jakkoli regulovat teplotu, proto je tento způsob náchylný na připalování kvasu.

Naproti tomu u plynového vyhřívání se dá regulovat teplota a tím pádem i síla varu a odpařování etanolu z kvasu. Tato výhoda se dále zvětšuje při rektifikaci, u které kvalita destilátu závisí do značné míry na regulaci odpařování.

U nepřímého topení se kvas vyhřívá buď parou, nebo vodní lázní. Vodní lázeň se téměř nevyužívá, protože destilování probíhá velmi pomalu a provoz je nevhodný. Výhodou je, že se kvasy nepřipalují, ani když jsou velmi husté. Při vyhřívání parou je destilační kotol vsazen do většího kotle se silnými stěnami (této sestavě se říká duplikátor). Mezi oběma kotli je parní prostor pouze několik centimetrů široký. Prostor nesmí být příliš široký, aby se dala regulovat teplota kvasu změnou množství přiváděné páry. Pára se vyrábí v nízkotlakých kotlích, které jsou umístěny mimo místnost s destilačním kotlem.

Nepřímé topení obecně dříve mívalo velkou výhodou v tom, že se dala poměrně snadno regulovat teplota kvasu. S příchodem plynových hořáků však tato výhoda ustoupila a převýšila nevýhoda v podobě neekonomičnosti a pochybností o kvalitě výsledného destilátu.



Obr. 7 Destilační kotel na vyhřívání vodou (duplikátor) ^[1]

4.5.3 Chladící zařízení

Alkoholové páry spolu s vodními parami a jinými těkavými látkami přecházejí přestupovou rourou do chladiče, kde se zkapalňují a kondenzát se chladí na teplotu 12-20 °C. Chlazení a zařízení chladiče, pokud je vyroben ze správného materiálu, nemá vliv na kvalitu destilátu. Způsoby chlazení jsou různé. Důležité je, aby chladič byl dostatečně výkonný a vytékající destilát měl přibližně teplotu chladící vody.

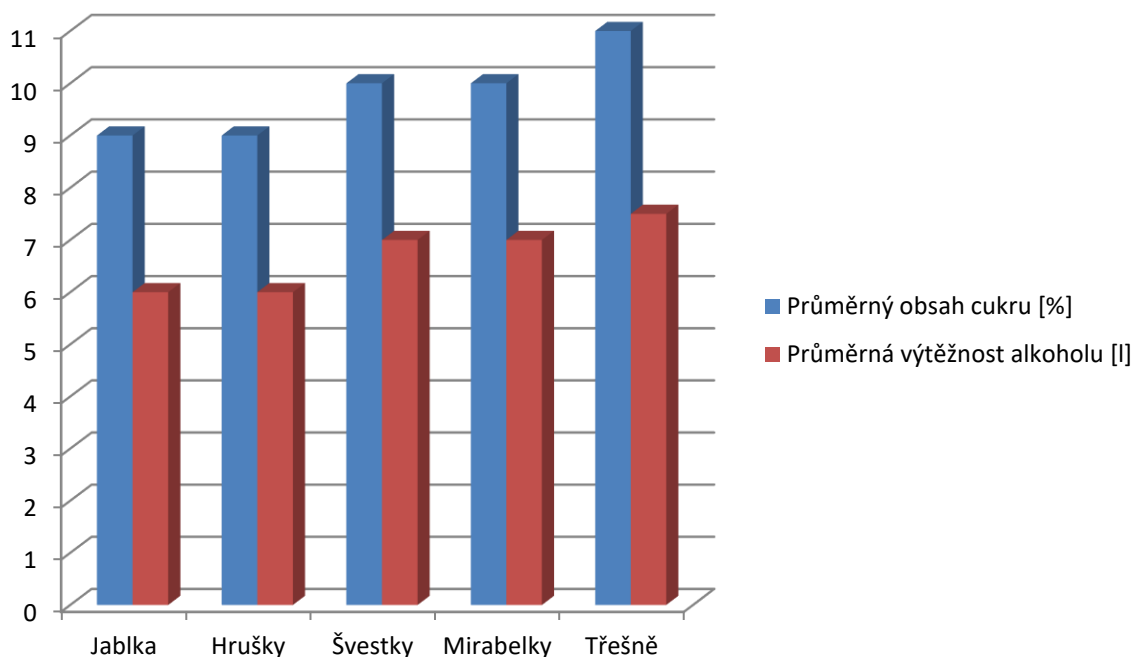
Nejjednodušší jsou chladiče šnekové (viz obr. 3, č. 4). Spirálovitě stočená měděná trubice je vložena do ocelové válcovité nádoby, kterou protéká chladící voda. Chladiče jsou vždy

protiproudé, tzn., že chladící voda postupuje odspoda nahoru a z vrchu chladiče se odvádí. Šnekové chladiče jsou ale poměrně málo výkonné a jejich hlavní nevýhodou je, že se špatně čistí. Na stěnách trubíc se totiž postupně tvoří vrstvička vodního kamene, která působí jako izolátor a tím pádem zmenšuje účinnost chladiče. Odstranění této vrstvy činí značné potíže a při čištění se může prorazit stěna chladící trubice.

Nejvýkonnější jsou chladiče trubkové. Skládají se ze svazku svisle postavených trubek, do nichž se přivádějí lihové páry. Jsou rovněž ve válcové nádobě a chlazeny protiproudem. Zkušenosti z praxe říkají, že část chladiče má být teplá a vytékající voda má mít teplotu 50-60 °C. Pro snadnější kontrolu chlazení se montuje do druhé třetiny chladiče teploměr.

4.5.4 Výtěžnost alkoholu

Za předpokladu, že by alkoholové kvašení probíhalo dle Gay-Lussacovy rovnice, byla by teoretická výtěžnost 64,39 laa (litrů absolutního alkoholu) na 100 kg glukózy nebo fruktózy^[1]. Této teoretické výtěžnosti ale v praxi nelze nikdy dosáhnout. Ztráty vznikají přeměnou cukru na jiné látky než na alkohol (např. kyselinu octovou, kyselinu jantarovou, glycerol), část cukru zůstane nezkašena, část alkoholu se vypaří a malé procento zůstane nevydestilované. Průměrnou výtěžnost alkoholu ze 100 l kvasu ukazuje obr. 8.



Obr. 8 Průměrný obsah cukru v ovoci a průměrná výtěžnost alkoholu z kvasu ^{[1] [2]}

4.6 Úprava destilátu

Rektifikací získaný destilát vyžaduje téměř vždy ještě určité úpravy. Bývá totiž příliš silný a k pití se nehodí. Musí se proto ředit vodou na určitou stupňovitost. Přesné množství vody, které je potřeba přilít k destilátu, aby dosáhl určité koncentrace, závisí na objemu destilátu a jeho koncentraci. Tyto hodnoty lze odečíst z tabulek určených k tomuto účelu. Téměř všechny destiláty potřebují být nějakou dobu uskladněny, jelikož při této době destilát zraje, tzn., že dochází k jistým chemickým změnám.

Destilát určený ke konzumaci musí být čirý, bez sebemenšího zákalu. Zákal u ovocných destilátů jsou dvojího druhu. Přirozené (zakalen je i vysokoprocentní destilát), což je způsobeno přítomností silic při zpracování suroviny s jejich vysokým obsahem, a zákal vznikající ředěním vysokoprocentních destilátů (snižuje se rozpustnost látek dobře rozpustných v etanolu). Tyto zákal vznikají především pokud se při destilaci špatně oddělí dokap od jádra. Příčinou zákalu může být i nekvalitní voda (především tvrdá voda), kdy dochází většinou až postupem času ke vzniku zákalů způsobených vysrážením uhličitánů a síranů

vápenatých případně i sloučenin železa. K tvorbě těchto zákalů dochází především při nízkých skladovacích teplotách^[6].

5 Praktická část

Tato část práce je zaměřena na popis a porovnání destilačních zařízení od výrobců Pacovské strojírny, a.s. a Kovoděl Janča s.r.o. Tyto firmy, značně se lišící svojí velikostí, byly vybrány s cílem získání představy o tom, jaká zařízení se vyrábějí ve společnosti zaměřené čistě na menší destilační aparatury (Kovoděl Janča), a jaká zařízení vyrábí společnost dodávající mimo jiné vybavení pro velké pivovary a lihovary po celém světě (Pacovské strojírny). Dále jsou v textu vloženy fotografie pořízené autorem práce při osobní návštěvě Palírny Radlák (okres Praha-západ), kde se nachází zařízení od výrobce Kovoděl Janča, a již zaniklé Pěstitelské palírny Tlustovousy (okres Praha-východ) se zařízením od Pacovských strojíren. V době psaní této části práce se destilační aparatura ze zaniklé palírny nacházela na Slovensku v Pálenici Trstená v Žilinském kraji.

V případě výrobce Pacovské strojírny, a.s. se jedná o destilační aparaturu s rektifikační kolonou a deflegmátorem o objemu 1200 litrů a přímým výhřevem na plyn. Od výrobce Kovoděl Janča je zde zastoupen dvoukotlový systém pro pěstitelské palírny o objemu 500 litrů, rovněž s plynovým výhřevem. Obě společnosti sice nabízí srovnatelná jednokotlová destilační zařízení o objemu 600 litrů, nepodařilo se však v České republice nalézt žádného majitele. Volba na tato konkrétní zařízení padla také proto, že se naskytla možnost hovořit přímo s provozovateli a obsluhou, což pro tuto práci poskytlo cennější informace a praktické zkušenosti s jejich provozem, než by se tak stalo pouhým studiem propagačních materiálů a technických údajů.

5.1 Firma Pacovské strojírny, a.s.

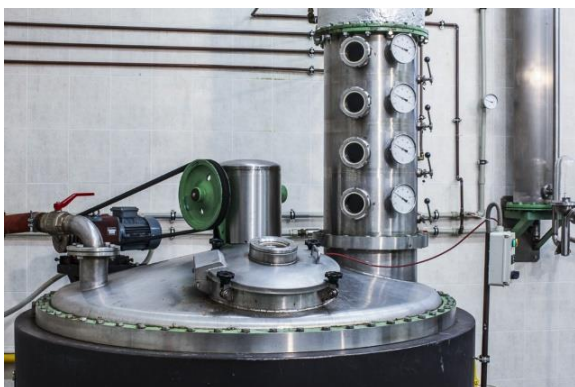
Tato společnost založená v roce 1876 se specializuje na vybavení provozů především v potravinářském, chemickém a farmaceutickém průmyslu, nyní spadá do technologické skupiny SAFICHEM GROUP^[8]. Zařízení (obr. 9) používá hořák na propan-butan či zemní plyn o výkonu 195 kW. Varná nádoba je vyplněna měděnou vložkou, po jejímž dně se pohybuje míchadlo poháněné elektromotorem přes klínový řemen a kuželové soukolí (obr. 11). Plnění zařízení je možné jak přes plnicí otvor uzavíratelný ventilem, tak i přes servisní otvor s poklopem (obr. 11). Na kotel je dále usazena rektifikační kolona se čtyřmi rektifikačními patry, kdy pro lepší regulaci teploty je každé patro vybaveno teploměrem a průzorem pro kontrolu správného průběhu destilace.

Za destilační kolonu je zařazen deflegmátor, na tomto konkrétním zařízení se jedná o trubkový deflegmátor. Lihové páry dále proudí přes katalyzátor (obsahující měď o velmi vysoké čistotě) a přestupnou trubku do chladiče. Tepelná izolace, kterou vidíme na obrázku č.9, byla dodělávána dodatečně, čímž se ušetřilo 30 % nákladů spojených s nežádoucími úniky



Obrázek 9 Destilační zařízení fy Pacovské strojírny [Archiv autora]

tepla do okolí. Z chladiče proudí již z kondenzovaný destilát do epruvety (obr. 11). Epruveta je část destilačního zařízení sloužící k okamžitému odečtu lihovitosti. Obsahuje v sobě lihoměr, který je chráněn skleněným poklopem, přičemž tento poklop zároveň zabraňuje zbytečným únikům etanolu a aromatických látek. Destilace končí tehdy, když lihoměr ukáže hodnotu koncentrace etanolu 2-3 %. Posledním článkem procesu je lihové měřidlo značky ZEHR, které zaznamenává množství vyrobeného lihu. Vzhledem k tomu, že během celé výroby je manipulováno s etanolem určeným ke konzumaci, který je zatížen spotřební daní, je celé zařízení na mnoha místech opatřeno celními plombami a během provozu monitorováno Celní správou. Doba potřebná na zahřátí kvasu činí 2 hodiny, samotná destilace pak podle druhu ovoce trvá 4-6 hodin. Výťažnost zařízení se pohybuje v rozmezí 55 až 75 laa (litrů absolutního alkoholu). Průtok chladicí vody celým zařízením činí 2 až 3 m³ za hodinu, kde tuto hodnotu ovlivňuje její teplota.



Obrázek 10 Detailnější pohled na zařízení^[9]



Obrázek 11 Lihová epruveta^[9]

5.2 Firma Kovoděl Janča s.r.o.

Společnost Kovoděl vznikla v roce 1958 a od počátku pracuje v mědikovectví, topenářství a vodooblasti. V roce 1994 se z firmy stala soukromá společnost. Nyní firma rozvíjí své aktivity zejména na zahraničním trhu, na který exportuje větší část svých výrobků. V roce 2001 došlo

ke změně obchodního jména na Kovoděl Janča s.r.o. V současné době firma zaměstnává 19 zaměstnanců^[10]. Výrobky této firmy se drží podobné designové linie jako německý výrobce firma Holstein.

Základ zařízení na obrázku č. 12 tvoří dva měděné vařáky s nerezovým pláštěm, každý z nich o objemu 250 litrů. Oba vařáky jsou vyhřívány plynovými hořáky na propan-butan či zemní plyn, celkový výkon hořáků je 90 kW. První kotel (obr. 13) slouží k prosté destilaci, destilát vzniklý tímto způsobem se nazývá lutr (viz kap. 4.5.1) a obsahuje 20-30 % etanolu. Kotel je vybaven přehřevem kvasu, který využívá zbytkové teplo probíhající destilace k zahřátí kvasu pro destilaci následující a zvyšuje ekonomickou výhodnost obecně nepřilíš účinného dvoukotlového systému. Na kotli je umístěn jednoduchý měděný klobouk s teploměrem a průzorem. Z klobouku proudí lihové páry přes parní přechodník do jednoho z dvojice chladičů. Chladiče jsou talířové, použitý materiál je nerezová ocel. Výhodou tohoto typu chladiče je možnost kompletního rozebrání a provedení důkladného vyčistění.



Obrázek 12 Dvoukotlový systém výrobce Kovoděl Janča [Archiv autora]

Po chladiči následuje jedna ze dvou epruvet, a stejně jako u destilačního zařízení z Pacovských strojírén, tak i zde končí destilace při obsahu etanolu 2-3 %. Z epruvety se

destilát dostává do předlokové nádrže na lutr, ze které se přečerpává do druhého vařáku (obr. 14).

Druhý vařák je vybaven rektifikační kolonou se třemi patry, deflegmátorem a katalyzátorem. Kolona je taktéž na každém patře vybavena teploměrem pro možnost přesnějšího monitorování teploty. Deflegmátor je nejčastějšího typu, tedy trubkový. Za ním následuje katalyzátor, který má stejnou funkci jako u všech jiných destilačních zařízení (viz kap 4.5.1). Lihové páry poté pokračují přes parní přechodník do druhého z dvojice chladičů, za kterým následuje druhá epruveta. Za epruvetou, ještě před vstupem do lihového měřidla, je instalována nádrž na úkap a dokap (viz kap 4.5.1). Samotné lihové měřidlo je opět od výrobce ZEHR. Pokud bychom se podívali na slabiny tohoto přístroje, tak za zmínku určitě stojí absence tepelné izolace parních přechodníků. Z takto neizolovaného parního přechodníku se v tomto případě může stát další deflegmátor, u kterého je ovšem vyloučena možnost jakékoli regulace.



Obrázek 13 Vařák s kloboukem a přehřevem kvasu [Archiv autora]



Obrázek 14 Vařák osazený rektifikační kolonou [Archiv autora]

Z popisu těchto dvou zařízení můžeme vyvodit, že výrobek Pacovských strojíren má výhodu ve větším objemu plnění, tudíž se více hodí ke zpracování většího množství kvasu za kratší časový úsek. Jelikož minimální objem plnění je 800 litrů kvasu, nehodí se k destilaci kvasů z méně obvyklých surovin jako jsou např. višně nebo třešně, protože je poměrně nepravděpodobné, že by se od pěstitelů dokázalo shromáždit v rozmezí zhruba 7 dnů dostatečné množství ovoce na založení potřebného množství kvasu. Na výrobku firmy Kovoděl Janča je produkce těchto destilátů pro menší objem plnění snazší, neboť Palírna Radlík má tyto destiláty zařazené ve svém portfoliu a jsou běžně k dostání. Na druhou stranu je problém s tímto přístrojem uspokojit poptávku po destilátech např. z jablek nebo švestek, čímž se značně prodlužuje lhůta dodání destilátu k pěstiteli. Z toho vyplývá, že se hodí spíše jako zařízení rozšiřující možnosti daného provozu z hlediska rozsahu zpracovávaného ovoce.

6 Závěr

Tato práce měla za cíl seznámit s problematikou výroby ovocných destilátů, popsat technologii a zařízení. V teoretické části práce vycházející z odborné literatury je uvedena historie výroby destilátů, popsány suroviny a jejich zpracování, proces kvašení a co vše ho ovlivňuje. Dále se práce zabývá destilací, jejím popisem a používanými zařízeními. Od jednoduchých systémů z dob minulých, až po moderní destilační aparatury včetně jejich chlazení a vyhřívání. Je zde zmíněna i úprava výsledného destilátu či praktická výtěžnost.

V praktické části byla popsána dvě zařízení od různých výrobců, která jsou nasazena v provozech pěstitelských palíren. Jednalo se o jednokotlový systém od firmy Pacovské strojírny a o dvoukotlový systém od výrobce Kovoděl Janča. Osobně jsem navštívil dvě palírny, kde byly pořízeny fotografie, a mohl tak získat cenné informace a rady.

7 Použitá literatura

1. DYR, Josef. *Výroba slivovice a jiných pálenek*. 2. vyd. Praha: Vesmír, 1946.
2. DYR, Josef, Mojmír RYCHTERA, Jan E. DYR a Karel MELZOCH. *Výroba slivovice a jiných pálenek*. 3.přepřac. vyd. Praha: Maxdorf, 1997. ISBN 80-858-0053-5.
3. GRÉGR, Vratislav, Jiří UHER. *Výroba lihovin*. 2. dopl. vyd. Praha: SNTL, 1974.
4. PÁČA, Jan a Jiří CHUCHVALEC. *Strojnictví pro III. ročník SPŠ potravinářské, obor kvasná technologie*. 1. vyd. Praha: SPN, 1989.
5. FLAJS, R. *Průmyslová výroba lihu* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 40 s [citace: 20.02.2020].
https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=36471
6. MELZOCH, Karel. *Lihoviny jako „zdravotně nezávadné“ potraviny?* [online], VŠCHT Praha, 2005. [Citace: 19.02.2020]
<https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Publikace/vyroba%20lihovin.pdf>
7. DYR, Josef, *Lihovarství 1. díl*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1955, 316 s.
8. PACOVSKÉ STROJÍRNY, a.s. *Kdo jsme* [online]
[Citace: 20.03.2020] <http://pacovske.cz/cz/homepage/default/10/kdo-jsme>
9. PACOVSKÉ STROJÍRNY, a.s. *Ovocné lihovary a pěstitelské pálenice* [online]
[Citace: 01.04.2020] <http://www.pacovske.cz/cz/homepage/default/2815/ovocne-lihovary-a-pestitelske-palenice>

10. Kovoděl Janča s.r.o., *Profil společnosti* [online] [Citace: 20.03.2020]

<http://www.kovodel.cz/profil-spolecnosti/>

11. Proneco s.r.o., *Role enzymů při výrobě destilátu* [online] 2017 [Citace: 07.04.2020]

<https://www.proneco.cz/clanek/role-enzymu-pri-vyrobe-destilatu/>