

**Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně**  
**Zahradnická fakulta v Lednici**



**Srovnání evropských a asijských odrůd hrušek pro  
produkci destilátů**  
Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce  
Ing. Josef Balík, Ph.D.

Vypracoval  
Bc. Ján Gajda

Lednice 2008

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Srovnání evropských a asijských odrůd hrušek pro produkci destilátů vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém soupisu literatury.

Souhlasím, aby práce byla uložena v knihovně Zahradnické fakulty Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Lednici, dne 5.5.2008

Podpis.....

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval Ing. Josefu Balíkovi, PhD. za jeho odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl při vypracování práce, dále všem pracovníkům fakulty, kteří mi byli nápomocni. Zvláštní poděkování věnuji svým rodičům za jejich podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

# OBSAH

<b>1. ÚVOD</b>	<b>7</b>
<b>2. CÍL</b>	<b>8</b>
<b>3. LITERÁRNÍ ČÁST</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Látkové složení ovocných kvasů</b>	<b>9</b>
3.1.1. Sacharidy	9
3.1.2. Organické kyseliny	11
3.1.3. Dusíkaté látky	12
3.1.4. Další významné látky	12
3.1.5. Látkové produkty kvašení	13
<b>3.2. Proces fermentace</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Destilační postupy získávání ovocných destilátů</b>	<b>20</b>
3.3.1. Destilační přístroje	20
3.3.2. Postup při destilování	23
3.3.3. Rektifikace lutru	26
<b>3.4. Surovinová základna pro výrobu hruškových destilátů</b>	<b>27</b>
<b>4. MATERIÁL A METODY</b>	<b>29</b>
4.1. Použitý materiál	29
4.2. Postupy zpracování vzorků	30
4.3. Použité metody senzorických analýz	31
4.4. Použité metody fyzikálně-chemických analýz	32
4.5. Použité metody statistických analýz	33
<b>5. VÝSLEDKY A DISKUSE</b>	<b>34</b>
<b>6. ZÁVĚR</b>	<b>38</b>
<b>7. SOUHRN</b>	<b>39</b>
<b>8. SUMMARY</b>	<b>39</b>
<b>9. POUŽITÁ LITERATURA</b>	<b>40</b>
<b>10. PŘÍLOHY</b>	<b>44</b>

## Seznam tabulek a grafů

**Tabulka č. 1:** Poměrné zastoupení kyseliny jablečné a citrónové v různých druzích ovoce (Dyr,Dyr, 1997)

**Tabulka č. 2:** Obsah minerálních látek v sušině běžného ovoce (Dyr,Dyr, 1997)

**Tabulka č. 3:** Chemické složení ovoce podle J. Kóniga. Údaje se vztahují na ovoce zbavené stopek, jader, jádřinců a pecek, jsou uvedeny v hm. procentech.

**Tabulka č. 4:** Chemické složení ovoce podle J. Kochse a A. Knautha (v hm. procentech)

**Tabulka č. 5:** Označení experimentálních vzorků

**Tabulka č. 6-20:** Parametry ovocného kvasu a destilace jednotlivých surovin

**Tabulka č. 21:** Senzorického hodnocení celkové jakosti. Ročník 2007

**Tabulka č. 22:** Senzorického hodnocení intenzity vůně. Ročník 2007

**Tabulka č. 23:** Senzorického hodnocení hruškové vůně destilátu. Ročník 2007

**Tabulka č. 24:** Senzorického hodnocení dle aroma chuti. Ročník 2007

**Tabulka č. 25:** Senzorického hodnocení hruškové chuti. Ročník 2007

**Tabulka č. 26:** Senzorického hodnocení celkové jakosti. Ročník 2006

**Tabulka č. 27:** Senzorického hodnocení intenzity vůně. Ročník 2006

**Tabulka č. 28:** Senzorického hodnocení hruškové vůně destilátu Ročník 2006

**Tabulka č. 29:** Senzorického hodnocení dle aroma chuti.. Ročník 2006

**Tabulka č. 30:** Senzorického hodnocení hruškové chuti Ročník 2006

**Tabulka č. 31:** Těkavé kyseliny v hruškových destilátech

**Tabulka č. 32:** Methanol v hruškových destilátech

**Tabulka č. 33:** Přehled alkoholických výtěžků ovocných kvasů

**Tabulka č. 34 – 40:** Souhrnné charakteristiky sensorického hodnocení destilátů jednotlivých odrůd

**Tabulka č. 41:** Analýza rozptylu sensorického hodnocení celkové jakosti

**Tabulka č. 42:** Analýza rozptylu sensorického hodnocení intenzity vůně

**Tabulka č. 43:** Analýza rozptylu sensorického hodnocení intenzity hruškové vůně

**Tabulka č. 44:** Analýza rozptylu sensorického hodnocení aroma chuti

**Tabulka č. 45:** Analýza rozptylu sensorického hodnocení hruškové chuti

**Tabulka č. 46:** Mnohonásobné porovnávání (Tukey - HSD) hruškových destilátů podle intenzity hruškové vůně

**Tabulka č. 47:** Souhrnné charakteristiky obsahu methanolu v destilátech

**Tabulka č. 48:** Souhrnné charakteristiky obsahu těkavých kyselin v destilátech

**Tabulka č. 49:** Analýza rozptylu obsahu methanolu v destilátu

**Tabulka č. 50:** Mnohonásobné porovnávání (Tukey - HSD) obsahu těkavých kyselin

**Obrázek č.1:** Destilační aparatura s chladičem

**Obrázek č. 2:** Destilační aparatura pro rektifikaci destilátu

**Obrázek č. 3:** Plynový chromatograf CHROM 5

**Obrázek č. 4:** Plody odrůdy Williamsova čáslavka

**Obrázek č. 5:** Plody odrůdy Diana

**Obrázek č. 6:** Plody odrůdy Hosui

**Obrázek č. 7:** Plody odrůdy Shinko

**Obrázek č. 8:** Plody odrůdy Shinseiki

**Obrázek č. 9:** Plody odrůdy Man san

**Obrázek č. 10:** Plody odrůdy Kumt Chant Chu

**Obrázek č. 11:** Kategorová ordinální stupnice sensorického hodnocení destilátů (Balík, 2007)

**Obrázek č. 12:** Grafické stupnicové metody sensorického hodnocení

**Graf č.1:** Sensorické hodnocení intenzity hruškové vůně

**Graf č.2:** Sensorické hodnocení intenzity vůně

**Graf č.3:** Sensorické hodnocení aroma chuti

**Graf č.4:** Sensorické hodnocení intenzity hruškové chuti

**Graf č.5:** Methanol v hruškových destilátech

**Graf č.6:** Těkavé kyseliny v hruškových destilátech

# 1. ÚVOD

Alkohol a jeho výroba, tedy destilace byla známa již v dávných dobách a to ve starém Egyptě a Řecku. Poznaly jeho příjemně omamné účinky, které zahřály tělo a zbystřily mysl a proto se tento obor rozvíjel nadále přes středověké alchymisty se skleněnými kolonami až po umění palírenských mistrů, kteří pracují na moderních zařízeních.

Práce pojednává o základních stavebních kamenech výroby jakostních ovocných destilátů a zdůrazňuje dopad mnoha operací na kvalitu produktu, a to ve smyslu kladném i záporném. Zaměřuje se na látky, které se nachází v již připravených ovocných kvasech, jednak látkách, které by tam měly být a naopak látkách, které tam nesmí být a technologických postupech které jsou zapotřebí při efektivní výrobě ovocných destilátů. Prostor je věnován i podmínkám fermentace, která je zásadní pro výsledné organoleptické vlastnosti produktu.

Evropský trh s ovocnými destiláty se omezuje zejména na pálenky z tradičních odrůd ovoce. Hruškový destilát má významné místo i v České republice, proto řešením této práce jsem se snažil přispět do této problematiky a to konkrétně použitím asijských druhů hrušek, nazývaných také „Nashi“ pro produkci jakostních destilátů. Pro širší posouzení potenciálu výroby ovocných destilátů z asijských hrušek jsem použil několik odrůd a srovnal jsem je s evropskými odrůdami. Proces výroby pálenky je posuzován od ovoce přes fermentační změny kvasu, destilaci, rektifikaci až k samotnému produktu. Pálenky byly posuzovány jak z hlediska sensorického tak i z hlediska analytického.

## 2. CÍL

Cílem práce bylo porovnat a zhodnotit evropské a asijské odrůdy hrušek pro produkci destilátů, dále pak založit z vybraných evropských a asijských odrůd hrušek ovocné kvasy v množství 10 - 15 kg a destilací připravit mikrovzorky destilátů. Srovnat jakost vyrobených ovocných destilátů vybranými metodami chemické a senzorické analýzy.



### 3. LITERÁRNÍ ČÁST

#### 3.1.Látkové složení ovocných kvasů

Téměř veškeré ovoce má vysoký obsah vody, který kolísá mezi 70 – 90%.(Dyr,Dyr, 1997) Voda v ovoci je jako rozpouštědlo celé řady ostatních látek a tvoří vlastně ovocnou šťávu. Je to takzvaná volná voda, která je poměrně lehce odpařitelná. V ovoci se nachází ještě voda vázaná, která je skutečně vázána v koloidních systémech buňky, dá se jen těžko odpařovat a pokud se odpaří dochází k destrukci buněk.(Jílek, Zentrich, 1999) V sušině obsahuje proměnlivé procento cukru (sacharidů), organických kyselin, pektinových látek, dále bílkoviny včetně různých enzymů, slizy, gumy, nepatrné množství látek minerálních, aromatické látky, vitamíny, různé množství polysacharidů a celulosy. Jádra mimo to obsahují vyšší procento tuků, bílkovin a některá glykosid amygdalin. (Dyr,Dyr, 1997)

##### 3.1.1. SACHARIDY

Jsou to organické látky s empirickým vzorcem  $C_nH_{2n}O_n$ . Jsou tuhé krystalické nebo amorfní, vznikají asimilací. Monosacharidy jsou jednoduché sacharidy, které se na rozdíl od polysacharidů hydrolýzou (reakcí s vodou) neštěpí, nerozkládají. Do této skupiny patří glukosa a fruktosa (Dyr, Dyr, 1997) . Dále pak manóza (rozšířená ve formě polysacharidů mananů) a sorbóza (vzniká pouze oxidativním zkvašením alkoholického cukru sorbitu (Uhrová, 2001). Obsah veškerého cukru kolísá v širokých mezích a záleží na druhu a odrůdě ovoce, stupni zralosti, poloze stromu a klimatu, v případě u ovoce ze stejného stromu na vegetační periodě. Bobulové ovoce obsahuje 2,5-15 % cukru (hrozny révy vinné až 19 %), peckové ovoce 2,5-14 %, jádrové ovoce 7-17 %, . Převážná část přítomného cukru náleží monosacharidům, glukose a fruktose (Dyr, Dyr, 1997). Vyskytují se v téměř každé buňce, kde slouží jako zdroj energie, nebo mají funkci mechanickou (celulosa), jsou zastoupeny v enzymech, a podobně (Jílek, Zentrich, 1999). Technologicky méně významný podíl tvoří i polysacharidy. Jsou to vysokomolekulární sloučeniny složené z velkého počtu jednotlivých molekul monosacharidů. Působením enzymů nebo kyselinami se štěpí na oligosacharidy a na monosacharidy. Nejznámější z polysacharidů je celulóza (Uhrová, 2001).

## Glukosa

Jedná se o hexózu, nejčastěji zastoupený monosacharid (Uhrová, 2001). Glukosa je velmi obecně rozšířena ve formě vázané, hlavně v disacharidech (sacharose, laktose, maltose), trisacharidech (rafinose) a polysacharidech (škrobu, celulóse). Z polysacharidů se glukosa snadno uvolňuje enzymatickou nebo kyselou hydrolýzou. Snadno alkoholicky zkvašuje, působením některých mikroorganismů, ale také může zkvašovat mléčně (bakteriemi mléčnými), máselně (bakteriemi máselnými) a bakterie octové ji oxidují na kyselinu glukonovou. Glukosa tvoří jednoklonné krystalky s jednou molekulou vody, ve vodě snadno rozpustné, ale za studena téměř nerozpustné v alkoholu. Vzniká vedle fruktosy z mnohých polys, například hydrolýzou sacharosy nebo škrobu. Co se týče ovoce v peckovém ovoci převládá. (Dyr, Dyr, 1997)

## Fruktosa

Podobně jako glukóza se vyskytuje buď volná, nebo jako složka složených sacharidů, například sacharóza, rafinózy a polysacharidu inulinu (Uhrová, 2001). Tato ketohexoza krystalizuje nesnadno (kosočtverečně) a ve vodě se snadno rozpouští. Redukcí fruktosa skýtá dva šestimocné alkoholy. Oxidací se štěpí ve směs kyselin nízkomolekulárních. Fruktosa zkvašuje stejně snadno lihově jako glukosa a podléhá stejným účinkům enzymů bakteriálních a plísňových jako glukosa. Má vyšší sladící účinek nežli glukosa. Obsahem převládá v jablkách a hruškách. (Dyr, Dyr, 1997)

## Sacharosa

Krystalizuje jednoklonně, není většinou zkvasitelný přímo, ale teprve po hydrolýze na své složky glukosu a fruktosu. Hydrolýza je možná působením kyselin nebo enzymem invertasou ( $\beta$  – fruktosidasou), obsaženou ve většině kvasnic. Vzniklé monosacharidy nazýváme také cukr invertní a hydrolýzu inverzní. Působí-li kvasinky v roztoku třtinového cukru, nastává vlivem invertasy, enzymu v nich obsaženého, nejdříve hydrolytické štěpení v glukosu a fruktosu a teprve tyto hexosy jsou lihově zkvašovány na ethanol a oxid uhličitý. Některé kvasinky neobsahují invertasu a proto sacharosu nezkašují (např. *Sacharomyces octosporus*). Cukr třtinový, sacharosa, nebývá v každém druhu ovoce, nebo jen v malém množství. V ovoci bobulovém nepřesahuje zpravidla 1 % (jedině rybíz má asi 2,5 % sacharosy). Zcela výjimečně obsahují některé druhy jablek až 5 % a ovoce peckové 1,5-5 % sacharosy. (Dyr, Dyr, 1997)

## Pektinové látky a vláknina

Látek pektinových bývá ve 100 ml šťávy u rybízu 0,657g, angreštu 0,652g, jablek 3,18g, hrušek 3,79g, třešní 1,7g, švestek 4,19g. (Dyr, Dyr, 1997) Působením enzymu obsaženého přímo v ovoci se z pektinu ovoce tvoří methanol (Pischl, 1997). Pektinové látky se nalézají jako bezdusíkaté sloučeniny hlavně v membránách rostlinných buněk. Na obsah alkoholu v alkoholických nápojích, získaných z kvašením plodů, má rozhodující vliv protopektin a pektin. Bohaté na pektinové látky jsou zbytky po lisování vína a jiného ovoce (matoliny) a všechny suroviny, resp. kvasy, připravené z celého, nevylišaného ovoce. Množství vlákniny je závislé především na druhu a odrůdě ovoce. Poměrně nejvíce vlákniny obsahují maliny (3,44-9,38 %), pak rybíz, jahody, angrešt, ostružiny, borůvky. Velmi málo obsahují třešně (0,23-0,37 %), švestky (0,42-0,76 %), jablka (0,86-0,76 %). (Dyr, Dyr, 1997)

### 3.1.2. ORGANICKÉ KYSELINY

Důležitý je také obsah kyselin, poněvadž mají i mimo jiné určitý vliv na průběh kvašení. Velmi bohaté na kyseliny je ovoce nezralé, padavky a ovoce mechanicky poškozené u kterého nastala hniloba. Převahu mají kyseliny jablečná a citrónová hlavně v jablkách, třešních, švestkách a meruňkách. Mimo to je hodně kyseliny citrónové v borůvkách, brusinkách, jahodách a malinách. Kyselina vinná převládá ve vinných hroznech ( až 40 % veškerých kyselin). Menší množství bývá kyseliny jantarové, mléčné, octové, salicylové a benzoové. Poslední z nich působí velmi nepříznivě na průběh kvašení a vyskytuje se hlavně v brusinkách. Z veškerých kyselin připadá na kyseliny jablečnou a citrónovou (Tab. č.1) (Dyr, Dyr, 1997). Mezi nežádoucí látky, ovlivňující chuť i vůni patří kyselina octová, která vzniká i při dobře vedeném kvašení, ale při špatné vstupní surovině a špatně vedeném kvašení se vytváří mnohem rychleji a výsledkem je nekvalitní destilát. (Pischl, 1997). Při octování mají nejdůležitější úlohu octové bakterie, které oxidují alkohol na kyselinu octovou. (Strelka, 1989). Hrušky obsahují poměrně málo organických kyselin a hodně tříslovin, proto se objevují při kvašení problémy (Uhrová, 2001). Více jak 66% všech organických kyselin v hruškách tvoří kyselina citrónová, dále pak 33% kyselina jablečná (Tab.č.1). Hrušky v rámci nejpoužívanějších druhů ovoce obsahují nejméně kyselin a to 0,27 hm.% (Dyr, Dyr, 1997).

### 3.1.3. DUSÍKATÉ LÁTKY

Dusíkatých látek bývá 0,45-1,90 %, z čehož asi 0,008 % připadá na dusík v bílkovinách. Na dusík amidový a amoniakový 0,085-0,15 %. Nejvíce dusíku obsahují kvasy z ovoce bobulového (0,10-0,35 %), méně peckové (0,07-0,20 %) a velmi málo dusíku ovoce jádrové (0,03-0,13 %). (Dyr, Dyr, 1997) V nezralém ovoci se nacházejí také mnohé trpké látky, kterým říkáme třísloviny. Tyto látky jsou ve vodě velmi snadno rozpustné a váží na sebe bílkoviny z roztoku a tvoří s nimi nerozpustné sloučeniny. Toto se v praxi projeví tím, že kvasinky nemají dostatek živin (dusíku N), kvašení je pomalé, v některých případech může i ustát. (Jílek, Zentrich, 1999) Mezi dusíkaté látky patří i zdraví škodlivá látka ethyl carbamát (urethan), nacházející se zejména v peckovém ovoci. Je to genotoxická karcinogenní látka přecházející i do pálenky, avšak její koncentrace jsou velmi malé. (Lachenmeier, Schehl, 2005) Je ho možné stanovit pouze GC (plynová chromatografie) a spektroskopií. Koncentrace ethylkarbamátu se výrazně snižuje v procesu zrání a proto je důležité aby kvas obsahoval pouze zralé ovoce (Lachenmeier, 2005). Hrušky hned po jablkách obsahují nejméně dusíkatých látek. V hmotnostních procentech je to 0,35 (Dyr, Dyr, 1997).

### 3.1.4. Další významné látky

Veškeré ovoce obsahuje dále hořké látky, které, jsou-li přítomny ve značnějším množství, mohou působit nepříznivě na průběh kvašení. V ovoci se vyskytují jako sloučeniny se složkou katechinovou a zvláště hojně se vyskytují v jeřabinách, mišpulích, kdoulích a trnkách. (Dyr, Dyr, 1997)

Důležitou složkou každého kvasu jsou látky aromatické, které dodávají destilátům typické vůně. Aromatické látky z valné části náleží k etherickým olejům a esterům organických kyselin (hlavně methanolem, ethanolem, amylalkoholem a izoamylalkoholem). V jablkách se kupříkladu nachází ethylester kyseliny mravenčí, izoamylester a fenylester kyseliny mravenčí, octové a kaprylové. Mimoto jsou ještě v různých plodech, acetaldehyd, aceton, geraniol, terpineol, linalool (v broskvích), nerol (maliny), terpenylaldehyd, benzaldehyd, salicylaldehyd, furfurol (jabka), cirtal a jiné. (Dyr, Dyr, 1997). K aromatickým látkám které přímo ovlivňují sensorickou kvalitu destilátů patří více jak 150 chemických látek. Sensoricky nejdůležitější jsou estery mastných kyselin s maximálně pěti uhlíky. Naopak estery volných mastných kyselin vplývají negativně na

charakter destilátu a způsobují nepříjemnou dochuť. Všechny tyto estery mastných kyselin jsou pozitivně vnímány pouze v malých koncentracích. Je-li jejich koncentrace vysoká, jejich efekt se mění na negativní (Brandes, et al, 2007). Mezi nejdůležitější aromatické látky, které propůjčují ovocným destilátům charakteristickou vůni patří terpeny a C13 norizoprenoidy (Dieguez, De La Pena, 2003).

Kromě vonných a aromatických látek z ovoce se na tvorbě sensoricky významných látek destilátu podílejí i určité skupiny kvasinek, jenž jsou pro kvalitu a charakter destilátu nezbytné. Při špatně vedeném kvašení se tyto látky nemohou tvořit v dostatečném množství. (Pischl, 1997) Při kvašení a destilaci se aromatické látky nechovají stejně. Mnohé z nich přecházejí přímo do pálenky aniž se jejich charakter podstatně změní, kdežto jiné se již při kvašení rozkládají. Některé se znova ve kvasu tvoří, přecházejí do destilátu a udělují mu typické vlastnosti. (Dyr, Dyr, 1997)

Minerální látky jsou důležité především pro výživu kvasinek. V ovoci převládají draselné soli, pak fosforečné, vápenaté a sodné. Tabulka (Tab.č. 2) podává přehled o obsahu minerálních látek. Nejvíce draslíku je obsaženo v hruškách (Tab.č. 2) (Dyr, Dyr, 1997).

### 3.1.5. Látkové produkty kvašení

Po zkvašení se v kvasu mimo jiné nacházejí tyto látky: voda, ethanol, methanol (jedovatý), etylacetát, kyselina octová, vyšší alkoholy (přiboudlina), acetaldehyd, kyanovodík (u peckového ovoce), aromatické látky (asi 70 různých složek), estery a jiné látky. Dělení těchto těkavých látek se uskuteční při druhé – jemné destilaci. (Pischl, 1997)

Podrobnější chemické složení nejpoužívanějšího ovoce pro přípravu kvasu je uvedeno v tabulce č. 3.a 4.

Alkoholy jsou kyslíkaté sloučeniny neutrální reakce, které odvozujeme od uhlovodíků, náhradou vodíku skupinou hydroxyly –OH. Podle počtu těchto skupin rozeznáváme alkoholy jednosytné, dvojsytné, apod. a podle toho zda je skupina –OH připojena na primární, sekundární nebo terciální uhlíkový atom rozlišujeme primární, sekundární a terciální alkoholy. Nižší a středně velké alkoholy jsou bezbarvé kapaliny, z nichž prvé tři se mísí s vodou v každém poměru, do C<sub>11</sub> jsou ve vodě málo rozpustné a počínaje C<sub>16</sub> jsou

látky tuhé, ve vodě téměř nerozpustné. Bod varu stoupá v homologické řadě dosti pravidelně od člena ke členu asi o 19 – 20 °C. Oxidačními činidly vznikají z alkoholů přes aldehydy nebo ketony kyseliny. Účinkem kyselin dávají alkoholy estery, kapalné látky příjemné vůně. (Dyr, Dyr, 1997) Téměř všechny alkoholy je možné stanovit podrobnou instrumentální analýzou pomocí plynové chromatografie (GC – gas chromatography). Destilát se v kapilární koloně rozdělí na jednotlivé frakce alkoholů. (Mac Namara, Leardi, 2005)

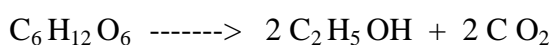
## Methanol

Čistý methanol je kapalina příjemně lihově páchnoucí, vře při 66 °C, měrné hmotnosti 796,5 kg.m<sup>-3</sup>. Hoří bleděmodrým plamenem, silným ochlazením tuhne na bezbarvé krystalky. Do pálenek se dostává z kvasů, zvláště pak z těch které jsou připravené ze suroviny bohaté na pektinové látky. Nevzniká zkvašováním cukru, ale rozložením pektinů (Strelka,1989). Odštěpuje se také z éterických olejů, kde je vázán jako ester kyseliny salicylové (Dyr,Dyr, 1997). Destilací za normálního tlaku ho nelze oddělit, proto jej nacházíme v úkapu, prokapu a dokapu. Každý ovocný destilát tedy obsahuje malé množství ethanolu, který určuje jeho pravost, čistotu, či dokonce toxicitu. Stanovení se provádí prostřednictvím HPLC (High performance liquid chromatography) nebo GC (Gas chromatography) a může sloužit jako ukazatel kvality destilátu (Bazič et al., 1998). Úplné oddělení metanolu lze dosáhnout vakuovou destilací ve zvlášť konstruovaném aparátu (Rychtera, 1991). Je třeba mít na paměti, že jde o látku jedovatou, jejíž obsah se sleduje ve všech lihovinách (Dyr, Dyr, 1997) Smrtelná dávka metylalkoholu je 25 g. V menších dávkách způsobuje slepotu. Povolený obsah ethanolu v různých krajinách není stejný, proto je dobré znát příslušnou legislativu (Bindler, Voges, 1998). Snížení obsahu methanolu můžeme dosáhnout již v kvasu a to hned na začátku fermentace. Produkce methanolu je závislá na pH kvasu. Největší redukce nastává při pH 2,5, avšak to zaručuje pomalé kvašení, proto postačí pH 3,0 namísto průměrné kyselosti kvasu 4,0. (Glatthar, Senn, 2001)

## Ethanol

Ethanol je čirá bezbarvá kapalina měrné hmotnosti 793,6 kg.m<sup>-3</sup>, vře při 78,3 °C, silně schlazen tuhne v bílou hmotu. S vodou se mísí v každém poměru, při tom nastává objemové smršťování (kontrakce) a tekutina se mírně zahřívá. Bezvodý líh nelze získat ani opětovnou destilací, neboť skýtá s vodou konstantně vroucí směs (při 95,57 % hm. alkoholu a 4,43 %

hm. vody), která destiluje dřív než sám alkohol. Jedná se o tzv. azeotropickou směs. Průběh je zobrazen na grafu č. 1. Získá se však použitím látek, které vodu odjímají, např. třepáním s vypáleným bezvodým síranem měďnatým, s páleným vápnem apod. Oxidací etanolu vzniká acetaldehyd a kyselina octová. Čistý líh je prudký jed, který přímo vstříknut do krevního oběhu může způsobit smrt (Dyr, Dyr, 1997). Ethanol je nejdůležitější složkou destilátů. Je hořlavý, páry vznikající při destilaci jsou výbušné. Je vynikajícím rozpouštědlem, čehož se využívá při získávání ovocných výtažků. Je hydroskopický a na vzduchu se odparuje (Exner et al., 1998). Je to nejznámější produkt (spolu s oxidem uhličitým) metabolismu kvasinek. Objasnění tvorby lihu se podařilo teprve začátkem 19. století francouzskému vědci Gay-Lusacovi, který vyjádřil tvorbu ethanolu základní rovnicí (Rychtera, 1991):



### Ostatní alkoholové složky

Nachází se v přiboudlině odkud se získává frakcionovanou destilací. Mísí se s vodou, jeho teplota varu je při 97 °C, měrná hmotnost je 804 kg.m<sup>-3</sup>. Je to příjemně vonící kapalina. Jeho izomer je izopropylalkohol, který vře při 82 °C. Oxidací alkoholu vzniká propionaldehyd (vře při 48,8 °C) a kyselina propionová, oxidací izopropylalkoholu vzniká aceton, kyselina octová a kyselina mravenčí. (Dyr,Dyr, 1997) Je to kapalina nepříjemného zápachu, vře při 117 °C, měrné hmotnosti 810 kg.m<sup>-3</sup>. Vyskytuje se v přiboudlině, hlavě však jeho izomer izobutylalkohol, který má teplotu varu při 108,4 °C. Oxidací prvního vzniká butyraldehyd, s teplotou varu 74 °C a kyselina máselná, oxidací druhého vzniká kyselina izomáselná, kyselina octová a aceton.(Dyr, Dyr, 1997). Známe celkem 8 izomerů. Jsou bezbarvé, nepříjemného zápachu a palčivé chuti. Vřou při 137 °C a při 131 °C. Jsou jedovaté a ve vodě se rozpouštějí slabě. Vznikají při alkoholickém kvašení z aminokyselin (L-leucinu a D-izoleucinu) obsažených v kvasu. Oxidací skýtá izoamylalkohol izovaleraldehyd (vře při 92,5 °C) a kyselinu valerianovou. (Dyr,Dyr, 1997)

### Acetaldehyd

Acetaldehyd je přirozený produkt kvašení, při špatném kvašení se jeho obsah zvyšuje. Bod varu acetaldehydu je 20,8 °C a proto jej lze při přiměřeném oddestilování úkapu snadno

oddělit z lutru. Má pálivý respektive píchající charakter, patrný ve vůni i chuti a v hotovém destilátu je nežádoucí. (Pischl, 1997)

### **3.2.Proces fermentace**

Obecně můžeme vyslovit pravidlo, že destilát možno vyrobit ze všeho co projde alkoholickou fermentací (Wakley, 2001). Avšak jenom ze zralého ovoce, čistého a nepokaženého možno získat kvalitní a jemný destilát. Proto se dělá probírka ovoce a zkvašuje se zvlášť ovoce zdravé, zralé a zvlášť ovoce poškozené a nezralé. (Rosol, 2002) Očesané nebo sebrané a roztríděné plody schraňujeme v chladné místnosti tak dlouho, až jich získáme větší množství. Neklademe je na hromádku, nýbrž jen ve slabé vrstvě. Potom se v menší nádobě rozdrťí, nebo rozmačkají dřevěným tloučkem, případně rozmělníme na ovocném mlýnku a vpravíme do kvasné nádoby. Nádoba se pečlivě uzavře a postaví do teplejší místnosti, aby se břečka přivedla pokud možno brzy do kvasu. Další rozmělněné ovoce lze pak již přidávat bez většího nebezpečí. V každém případě má být ovoce přidáváno do kvasné nádoby náležitě oprané a rozmělněné. (Dyr, Dyr, 1997) Další možnost úpravy kvasu je použití kapalných enzymů, které upravují strukturu kvasu. Jejich funkčnost spočívá v tom, že hydrolyzuje methylester v pektinech a tím kvas získává vhodnou kašovitou strukturu. (Andraous, Claus, 2004)

Kvasný proces probíhá dokonale a čistě jen v suspenzích, tj. v prostředí dokonale řídkém. Kvasy husté, i když jsou vysoce cukernaté, kvasí pomalu. Nedostatečným pohybem kvasu hromadí se v těsné blízkosti kvasinek zplodiny jejich látkové výměny, ztěžující mimo jiné i přeměnu cukru, poněvadž nemá ke kvasinkám dostatečný přístup. Zpravidla již rozdrčením ovoce se uvolní potřebné množství šťávy, cukr se stejnoměrněji rozdělí a kvasinkám se umožní rychlejší množení. Pouze do kvasů připravených ze surovin s malým obsahem vody se přidává čistá studená voda, avšak jen v takovém množství, aby se příliš nesnížila cukernatost a kvašením vznikl mírný pohyb obsahu kvasné nádoby (Dyr,Dyr, 1997).

Zhotovují se často ze dřeva měkkého nebo i tvrdého.Dobré jsou nádoby kameninové, které lze mnohem lépe čistit. Nejvhodnějším materiálem je kvalitní nerezová ocel. (Malěj 1996) Velmi důležité je to, aby kvas přicházel co nejméně do styku se železem a chraňme ho



před zinkem. S těmito kovy se kyseliny ovoce velmi dobře slučují a vzniknuté sloučeniny dávají produktu nepříjemnou, hořko-trpkou příchuť. Zinečnaté a měďnaté sloučeniny jsou jedovaté. (Strelka, 1989) Dalším aspektem je i to, že v průběhu fermentace se může z kvasné nádoby zhotovené z dubového dřeva uvolňovat charakteristické látky, které mohou zvýšit jakost. Nejvhodnější jsou nádoby co nejmenšího stáří s malým objemem. (Rodriguez Madrera, 2003) Kvasné nádoby zhotovujeme nejlépe tak, aby se dali vzduchotěsně uzavřít příklopem. Doporučuje se vkládat do kádí jalové víko, zhotovené z dřevěných latěk na způsob husté mřížky. Jeho účel spočívá v tom, že zabraňuje hustým částicím kvasu, případně celým plodům, aby se usazovali při povrchu. Proto se mřížka vkládá 25-30 cm, případně více pod hladinu kvasu. (Dyr,Dyr, 1997)

Nádoby se před plněním pečlivě čistí, popř. dezinfikují. Nedokonale vyčištěné kádě jsou zdrojem nejrůznější infekce, která má pochopitelně vliv na jakost kvasu. Octové bakterie, plísně a jiné mikroorganismy vegetují na málo přístupných a odstraní se jen pečlivým čištěním. Správný postup čištění nádob je následující: Nádoba se nejdříve vypláchne studenou vodou a dobře vykartáčuje, čímž se zbaví hrubých nečistot. (Dyr,Dyr, 1997) K vymývání se velmi dobře hodí vysokotlaké čistící zařízení. (Pischl, 1997). Potom se vymývá vlažnou vodou, do které byl přidán dezinfekční prostředek (hydrogehsiřičitan vápenatý, nebo alespoň louh, případně soda). Po 1-2 hodinách se nádoba znovu vypláchne studenou vodou, aby se zbylý dezinfekční prostředek odstranil. Nádoby, které jdou dobře uzavřít, s úspěchem se vysušují. Před použitím se vysušené nádoby vyplachují vodou s 2% hm. sody. (Dyr,Dyr, 1997)

Všude tam kde se používá uzavřených kvasných nádob, musí být opatřeny kvasnými uzávěrkami, aby vznikající oxid uhličitý mohl z kádí unikat. Mezi spodním otvorem kvasné zátky a povrchem kvasu musí zůstat dostatečně velký prostor. Kvas při bouřlivém kvašení značně pění, pěna se protlačuje kvasnou uzávěrkou a může být zdrojem infekce.. Kvasných uzávěrek je několik druhů. Nejjednodušší je skleněná rourka dvakrát obloukovitě zahnutá. (Dyr,Dyr, 1997)

Břečka v kvasných nádobách vyžaduje i další pozornost a ošetřování. Předně se má břečka co nejdříve uvést do kvasu. Docílí se toho tehdy, je-li dostatečně řídká a cukernatá, počáteční teplota přiměřeně vysoká a není-li příliš kyselá vlivem špatné suroviny. Většina surovin přináší již s sebou do břečky dostatečné množství kvasinek, které brzy zahajují tzv. spontánní kvašení. Současně se vyvíjí i řada jiných mikroorganismů, které se dostali do břečky zároveň s ovocem (Dyr,Dyr, 1997). Největším problémem fermentace je riziko napadení kvasu bakteriemi. Nejběžnější a zároveň nejrizikovějšími jsou gram – pozitivní mléčné bakterie

způsobující, v konečném slova smyslu, značné snížení alkoholického výtěžku a snížení kvality destilátu. Proto je velmi důležitá kontrola pH a jeho případná úprava (Basso, Alves, et al, 1997).

Nejdříve se rozmnožují mikroby aerobní, jako různé plísně, kvasinky křísové a různé bakterie. Pak následuje rozvoj citronek (*Saccharomyces apiculatus*), kterých vzhledem k jejich velkému množení bývá v kvasu i přes 50 % celkového počtu. S přibývajícím množstvím alkoholu získávají pak převahu kvasinky vinného typu a ostatní mikroflóra ustupuje, pro nepříznivé podmínky. První příznaky kvašení břečky lze pozorovat při samovolném ujímání kvasinek již po 24 hodinách. Do hlavního kvašení se dostává břečka již po 6-7 dnech, kdy činnost cizí mikroflóry ustává. Hlavní kvašení netrvá u všech surovin stejně dlouho a je, mimo jiné, závislé na teplotě kvasu, jeho cukernatosti, kyselost a povaze ovoce. (Dyr,Dyr, 1997)

Zákvas je malý podíl dobře rozkvašené břečky pomocí přidanych kvasinek nebo větší část hustých kvasnic. (Dyr,Dyr, 1997) Zákvas který hodláme použít k zakvašení ovocné břečky, připravujeme minimálně tři dny předem. (Jílek, Zentrich, 1999). Při přípravě lze použít kvasinek lihovarských, pivovarských vinných nebo i lisovaného droždí pekařského. (Dyr,Dyr, 1997) K vlastní přípravě zákvasu vezmeme asi 2-3 kg čerstvého ovoce, které dokonale pomačkáme tak, až dostaneme ovocnou šťávu. K celému obsahu přidáme asi 200g cukru a pozvolna uvedeme do varu. Cukr se rozpustí a slabý var břečky udržujeme přibližně 10 minut, poté necháme ochladit asi na 20 °C . Kvasnice ve vlažné vodě několikrát propereme.(Malěř 1996) Poté břečku můžeme přiživit amonnými solemi (jedná se o živiny potřebné k rozmnožování-pučení kvasinek) (Jílek, Zentrich, 1999), asi 50 g síranu amonného a 50-60 g dihydrogenfosforečnanu amonného na 100l břečky a zakvasí 100g propraných kvasnic na 100l. Dávají-li se přímo do kvasu, bereme jich 2-3krát více. Příprava zákvasu má tu přednost, že kvasnice přicházejí do břečky ve stádiu množení, s velikou životní energií a rychle přivedou břečku do bouřlivého kvašení. V důsledku toho nabývají rychle převahy nad ostatními mikroorganismy a kvašení probíhá čistěji. (Dyr,Dyr, 1997) V laboratorních podmínkách je dokázáno že kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* uměle dodané do kvasu nám můžou zvýšit výnosnost ethanolu až o 40 % oproti divokým kmenům kvasinek (Schehl, Muller, 2004). Kvalita a kmen používaných kvasinek (kvasnic) je také velmi důležitá z hlediska jakostních parametrů. Ušlechtilé kvasinky pomáhají k vyšším a kvalitnějším organoleptickým vlastnostem výsledného destilátu.(Goranov, 1989)

Je třeba mít na paměti, že kvasí-li rmut za příliš vysoké teploty, ztrácí se aromatické látky. Kvasí-li se za příliš nízké teploty, vzniká riziko, že se zpomalí průběh kvašení. Průběh kvašení musí být dobře sledovatelný v každém okamžiku, aby bylo možné ho kdykoliv upravit žádaným směrem (Gölles, 2001). Doba, kterou potřebuje určitá surovina k úplnému prokvašení, není stejná. Zkrácení kvasné doby se docílí zvýšením zákvasné teploty až na 24-26 °C. Zpravidla se zákvasná teplota se v odborné literatuře uvádí 16-20 °C. Při použití pivovarských kvasnic se teplota může pohybovat na nízkých rozmezích 4-6 °C. Třešně prokvašují velmi rychle a kvas je hotov již za 10-14 dní. Švestkový kvas kvasí celkem pomaleji a při 18-20 °C uzrává za 4-6 týdnů. Zpravidla bývá teplota nižší než 18-20 °C a kvašení trvá až 8 týdnů a déle. U jeřabinek a trnek působí na kvašení nepříznivě přítomný tanin a kvašení trvá přes 3 měsíce. Tuto dobu lze zkrátit přidáním většího množství zákvasu a vydatným přiživěním dusíkatými živinami. Jablka a hrušky zkvasí za 2-3 týdny, mirabelky a slivoně za 10-15 dnů, borůvky, angrešt, rybíz za 3-4 týdny, matoliny a ovocné výtlačky za 10-15 dnů, bezinky za 3-4 týdny. Hlavní kvašení trvá pouze několik dní a přechází pozvolna do období mírného dokvašování. Konec kvašení je patrný z toho, že neuniká oxid uhličitý a hrubší části kvasu klesají pozvolna ke dnu. (Dyr,Dyr, 1997)

Začáteční kyselost kvasů zůstává prakticky stejná, jakou měla původní surovina a bývá podle druhů zpracovávané suroviny 3,8 až 5,6. Optimální kyselost je kolem 5. Vysoká kyselost kvasu, či už způsobená surovinou nebo přírůstkem kyselosti v průběhu kvašení, bývá příčinou pomalejšího kvašení, v takových případech se musí kyselost eliminovat alkalickými činidly (Rosol, 2002). Na zneutralizování 1 g přítomné kyseliny (všechny kyseliny přepočítány na kyselinu jablečnou) je zapotřebí 0,75 g čistého uhličitanu vápenatého. Při neutralizaci postupujeme následovně: práškový uhličitan vápenatý rozmícháme s čistou vodou a za stálého míchání nalijeme do kvasu. Proto se směs přidává pozvolna po případech odděleně po částech, aby kvas nepřekypěl. (Dyr, Dyr, 1997) Když se kyselost zvýšila působením octových bakterií (zoctovatění kvasu), musí se kvas okamžitě destilovat bez ohledu na to, či obsahuje ještě cukr. (Rosol, 2002.). Nižší hodnota pH, tj. mezi 2,8 až 3,0 působí baktericidně. Skladují-li se rmuty delší dobu, doporučuje se nastavit pH na hodnotu v tomto rozmezí. Při okyselování je nejjednodušší použít kyselinu sírovou, existují též méně agresivní receptury, které doporučují kombinaci kyseliny fosforečné a mléčné. (Gölles, 2001). Je třeba mít na paměti, že pH v kvase nesmí být vyšší jak 8,0 nebo pak dochází k rozpouštění mědi a když je kotel měděný, dojde k jeho korozi. (Rosol, 2002.).

### 3.3. Destilační postupy získávání ovocných destilátů

#### 3.3.1. DESTILAČNÍ PŘÍSTROJE

I z velmi dobrých kvasů, čistých a aromatických, může se vlivem destilačního zařízení získat pálenka druhořadá. Také alkoholový výtěžek je částečně závislý na sestavení destilačního zařízení. Veškeré zařízení, které přichází ve styk s unikajícími parami nebo jejich kondenzáty, má být zhotoveno z mědi nebo z takového kovu, na který by páry neměli škodlivý vliv. Působením kyseliny na uhlík, obsažený v železe, vznikají stopy uhlovodíku, který přichází do destilátu a zhoršuje kvalitu pálenky. (Dyr, Dyr, 1997) V zápaře z ovoce se nacházejí sirné sloučeniny (např. sirovodík - zápach po zkažených vejcích), které se vážou pouze na měď (černý povlak). Proto se u destilačního zařízení musí vždy počítat s měděnou částí, minimálně 1/3 destilační sestavy. (Pischl, 1997) Měď jako materiál pro horké části zařízení zůstává na základě svých katalytických vlastností stále ještě nedostižná. Měď by měla být vždy čistá a třpytit se, jen tak může splnit své katalytické účinky (Gölles, 2001). Mněď je tradičně využívána, avšak má přímý vliv na limitní obsah mnědi v hotovém destilátu. Maximální možné množství je  $5 \text{ mg.l}^{-1}$  (Bryce, Stewart, 2004). Standardní vyčistění se docílí ručním čistěním pomocí abrazivních kyselých čistících prostředků (Gölles, 2001). Nevýhodou mědi je náchylnost na korozi, hlavně v chladiči, kde se na vnitřní straně trubek vytváří měděná rez – patina. V určitých případech vznikají zákaly. Výhody nerez jsou vysoká odolnost vůči kyselinám, dlouhá životnost, absence zákalů. Nevýhodou nerez oceli je, že nerez nemá katalyzační účinek a proto destiláty z nerezových aparatur zaostávají za destiláty z měděných kotlů. Nejlepší je kombinace těchto dvou materiálů: kotel a deflegmátor z mědi a parovodní trubky spolu s chladičem z nerez oceli (Balog, 1997). Bylo prokázáno, že úplná absence mědi v destilační aparatuře má negativní vliv na sensorické vlastnosti destilátu (Faria, Deliza, 1993). Jednoduché destilační zařízení se skládá z varného kotlíku, na kterém je nasazen klobouk (helma). Z klobouku pak vede přestupní měděná roura do chladiče. Kotel má na víku otvor pro plnění, míchací zařízení a kohout na vypouštění výpalků. Důležitou úlohu hrají míchací zařízení, aby se kvas nepřipálil. Na kolmém hřídeli, procházejícím středem víka, jsou u dna připevněny články kruhovitě spojené, stírající dno kotle. Míchací zařízení je na pohon ruční, u větších kotlů na pohon motorový. (Dyr, Dyr, 1997) Jedním z přídavných zařízení může být i katalyzátor. Má za úkol oddělit z destilátu zbývající nežádoucí látky. Jde hlavně o kyanovodík (jedovatý) a etylkarbamát (karcinogenní). Obě látky vznikají z amygdalinu, který je obsažen v jádru pecek. (Pischl, 1997) Modelový příklad destilačního přístroje je na obrázku č. 3.

## KLOBOUK (HELMA, PŘILBA)

Klobouk bývá umístěn přímo nad středem kotle nebo při jeho okraji. Má za účel omezovat možnost překypění a přeběhnutí kvasu do chladiče a zahušťovat alkoholové páry. Čím je klobouk větší, tím lze získat koncentrovanější destilát a možnost přeběhnutí kvasu je menší. (Dyr,Dyr, 1997)

Někdy bývá nad kloboukem namontováno zařízení, kterým se zesilují alkoholové páry. Obvykle sestává z článků rektifikačních a deflegmačních. Články rektifikační pracují podobně jako opakovaná destilace. Varem unikají nejdříve páry obohacené o etanol, poněvadž bod varu směsi je nižší než bod varu samotné vody. Směs par v rektifikačním článku z části zachytí jako kondenzát, který se znovu přicházejícími parami provažuje. Poněvadž unikají páry bohatší na etanol, odcházejí z posledního rektifikačního článku páry s vysokým procentem alkoholu. Vodní kondenzáty převážně zůstávají v rektifikačním článku, stékají do etáží nižších, resp. do kotle a jsou znovu provažovány. Postavení několika článků nad sebe vzniká kolona rektifikační. (Dyr,Dyr, 1997)

Principem deflegmace je vrácení tzv. zpětného toku (refluxu). Ochlazením par, snížením jejich teploty v deflegmátoru, kondenzuje spíše složka s vyšším bodem varu (vodní pára). Proto jsou páry postupující od deflegmátoru ke kondensátoru bohatší na ethanol. Rovněž deflegmační talíře bývají u některých přístrojů sestaveny do kolony, čímž se jejich účinek znásobuje.(Dyr,Dyr, 1997) Nezkondenzované páry jsou nyní bohatší na alkohol a vedou se do chladiče. (Pischl, 1997) Teplota deflegmátoru má přímý vliv na kvalitu ovocného destilátu. Bylo zjištěno, že nejvhodnější teplota destilace je taková, aby teplota deflegmátoru dosahovala 68 °C. Příliš vysoká teplota má za výsledek destilát s mnohem nižší aromatickou vůně i chuti v porovnání s nižší teplotou (Gössinger, Lehner, 2007).

## VYHŘÍVÁNÍ DESTILAČNÍCH KOTLŮ

Kotle dělíme podle typu ohřevu na: kotel s přímým ohřevem, kotel s vodní koupelí a kotel s parním, či jiným ohřevem (Balog, 1997). Do dnešního dne převládá v pěstitelských pálenicích vytápění kotlů tuhými palivy, převážně se používá dřevo a v některých případech uhlí. Topení tuhými palivy pod destilačním a rektifikačním kotlem při výrobě ovocných destilátů je sice dobré ale má také jisté nevýhody. Je poměrně náročné a namáhavé a průběh topení se musí trvale sledovat, upravovat, tlumit apod. Neopatrným nebo nešetrným topením

může dojít k připálení kvasu v kotli, nebo až k propálení jeho dna. (Jílek, Zentrich, 1999) Plameny ošlehávají dno kotle a horké kouřové plyny se vedou kouřovými kanály po jeho obvodu. K přímému topení náleží také vyhřívání elektrickými tělesy. Výhoda tohoto způsobu spočívá v tom, že se velmi snadno dá regulovat přívod tepla ke kvasu, a tím řídit sílu varu a odpařování. Topná tělesa se umísťují dovnitř kotle a otáčejí se podobně jako míchací zařízení. Nepřímé topení má v praxi řadu výhod. (Dyr,Dyr, 1997)

Při nepřímém ohřevu se kotel vytápí olejovou nebo vodní lázní ohřivanou plamenem, či elektrickým ohřevem. Výhodou elektrického ohřevu je především možnost jemné destilace, navíc se nemusí odvádět spaliny. (Pischl, 1997). Přednost má v tom, že se kvasy nepřipalují ani když jsou velmi husté a že lze z kvasu získat pálenky velmi jemné. Některé destilační přístroje na nepřímé vytápění jsou zařízeny tak, že se do kotlů vkládá měděný had, do kterého se přivádí přehřátá pára. Výhoda spočívá v dokonalejším využití přiváděného tepla. Ale toto zařízení se nesnadno čistí, a proto je pro destilaci kvasu nevýhodné. S výhodou se však počítá při rektifikaci. Destilační zařízení sestává z většího kotle železného, do kterého je vložen měděný kotel destilační. Železný kotel je naplněn vodou, jejímž varem se zahřívá vlastní destilační kotel s kvasem. (Dyr,Dyr, 1997). Jednou z možností je předeřívání kvasu, aby se ušetřilo palivo. Uzavíratelná nádoba se naplní kvasem, určeným na následovní destilaci a zahřívá se buď odpadovou, dostatečně teplou vodou, odtékající z chladiče nebo vřelými výpalky, nebo pomocí přestupníku z kotle do chladiče. Když je kvas hustý, ředí se vřelou vodou odtékající z chladiče. (Rosol, 2002)

## CHLADÍCÍ ZAŘÍZENÍ

Alkoholové páry spolu s vodními parami a jinými těkavými látkami přecházejí přestupníkovou rourou do chladiče, kde zkapalňují a kondenzáty se chladí na 12 - 20 °C. (Dyr,Dyr, 1997) I zde probíhá ochlazování, voda a přiboudliny kondenzují a stékají po vnitřní straně trubky zpět do klobouku a z něj do vařáku, proto přestupník musí vždy směřovat vzhůru.(Pischl, 1997) Chlazení a zařízení chladiče nemá vliv na jakost pálenky. Způsoby chlazení jsou různé. Důležité je aby chladič byl dostatečně výkonný a vytékající destilát měl přibližně teplotu vytékající vody. Nejjednodušší jsou chladiče hadové. Spirálovitě stočená měděná roura je vložena do železné válcovité nádoby, kterou protéká chladičí voda. (Dyr,Dyr, 1997) Nejvýkonější jsou chladiče trubkové. Sestávají ze svazku svisle postavených trubek, do

nichž je přiváděna lihová pára. Jsou rovněž ponořeny do válcovité nádoby a chlazeny protiproudem. Dobře se osvědčily také chladiče: spirálový, trubkový, talířový.

Z chladiče se destilát jímá do odměrných nádob nebo protéká přes lihové měřidlo, kde se v litrech zaznamenává množství protečeného kondenzátu. Z každého protečeného litru se nepatrná část v měřidle oddělí do nádobek a na konci destilace se z množství protečeného lihu a stupňovitosti tekutiny v nádobkách vypočítá celkové množství absolutního ethanolu. (Dyr,Dyr, 1997) Již na tomto místě nutno konstatovat, že převážná část výrobního zařízení, nacházejícího se v pálenicích, zvláště lihový chladič a lihové měřidlo je opatřeno úředními závěrami (plombami), příslušného kontrolního úřadu, které nelze nijak porušovat nebo s nimi manipulovat.(Jílek, Zentrich, 1999) Časem se prověřilo že horní část chladiče má být teplá a vytékající voda má mít kolem 50 - 60 °C. Pro snadnější kontrolu chlazení se montuje do druhé třetiny chladiče teploměr. Alkoholové páry mají při vstupu do chladiče pouze kondenzovat a zchlazovat se chladící vodou teprve cestou k výtoku. Požadavek správně splňuje právě chladič kombinovaný. Had ve spodní části chladiče má jen malé stoupání závitů, kondenzát jím pomalu protéká a dokonale se zchlazuje. (Dyr,Dyr, 1997) Až dosud jsme uvažovali, že páry odcházející z kolony v kondensátoru úplně zkapalní. takový kondensátor budeme nazývat totálním. Pro regulaci zpětného toku je však mnohdy výhodnější to množství kondenzátu, které do kolony vracíme jako zpětný tok získávat odděleně v samostatném kondensátoru parciálním.(Dohnal 1967)

### 3.3.2. POSTUP PŘI DESTILOVÁNÍ

Proces destilace je jednoduchý fyzikální proces při kterém se separuje voda od alkoholu za pomoci tepla. Je založená na rozdílných teplotách varu ethanolu (78 °C) a vody (100 °C) (Wakely, 2001). Vhodně řízenou destilací lze i ze kvasu nízké kvality získat pálenku průměrné jakosti a naopak nekvalitně vedenou destilací znehodnotit pálenku i z kvasu vysoké kvality. (Dyr,Dyr, 1997) Před začátkem pálení se celý destilační aparát dokonale vyčistí, vymyje vřelou vodou s malým obsahem sody a nakonec propláchne studenou čistou vodou.(Rosol 2002) Normální pracovní postup je následující: po naplnění kotle se kvas silně zahřívá, aby se dostal co nejdříve do varu. Pouze kvasy náchylné k překypění se zahřívají velmi opatrně, poněvadž často přeběhnou již při začátku destilování. (Dyr,Dyr, 1997) Proto se kotle u všech surovin plní maximálně na 4/5 objemu.(Rosol 2002)Tvorbu pěny lze potlačit

přídavkem odpěňovadel, např. Glanapon, prostředky na bázi silikonového oleje. (Pischl, 1997) Jakmile se objeví první destilát, řídí se topení podle povahy kvasu. Nejdříve těkají látky o nízkém stupni varu jako acetaldehyd a udělují kondenzátu palčivou příchuť. Koncentrace alkoholu v prvním destilátu nebývá stejná a závisí do značné míry i na lihovitosti kvasu. Pohybuje se v mezích od 35-70 % obj. Lihovitost destilátu se zhruba odčítá na krátkém lihoměru, umístěném v měřidle nebo ponořeném do lihové epruvety, do které přitéká líh až z měřidla. Ukazuje-li lihoměr méně než 2% obj., s destilací se ustává. V kotli zůstávají již jen stopy alkoholu. Pro kontrolu se jímají poslední litry do válců a lihovitost se měří lutrovým lihoměrem. (Dyr,Dyr,1997)

Veškerý destilát z první destilace (rakie, lutr) se jímá do společné nádoby a jeho průměrná lihovitost se pohybuje od 15-30% obj. Ze špatného kvasu obnáší často méně jak 10% obj. a u velmi dobrého dosahuje až 40% obj. U přístrojů, které jsou opatřeny zesilovacím zařízením, lze docílit vydatnějším chlazením deflegmátoru průměrnou stupňovitost až 50% obj. Rakie je zpravidla kalná od přítomných, v lihu nerozpustných látek, které těkají až v druhé půli destilace. Kvasy podřadné jakosti, kyselé nebo z některých druhů surovin, se před destilací zvlášť upravují. Ochutnáním, nebo lépe titrací zjistí se jejich kyselost, je-li příliš vysoká zneutralizuje se kvas uhličitanem sodným nebo vápenatým. Tímto způsobem se sice určitým způsobem poruší harmonie aromatických a chuťových látek, avšak v celku se získá pálenka vyšší kvality. Při destilaci těchto kvasů, chladí se zvýšenou mírou deflegmační talíře, aby se obsah nežádoucích látek v destilátu snížil. (Dyr,Dyr, 1997) Někdy bývá požadavkem vedle destilátu získávat menší množství vedlejšího produktu chudšího na těkavější složku než je destilát. Lze to nejspíše realizovat odběrem z patra patřičně níže položeného. Povšimneme si jak se tímto bočním odběrem změní podmínky práce kolony i počet její teoretických pater. (Dohnal 1967)

Suroviny s jemným citlivým arómatem (třešňové kvasy, meruňkové, mirabelkové) se destilují zvolna, bez chlazení deflegmátoru, a rektifikuje se podíl první s vyšším obsahem acetaldehydu a octanu etylnatého a podíl poslední od 25% obj. a níže. Kvasy z matolin a výtláčků musí se vždy rektifikovat. Lutr obsahuje hodně methanolu, kyseliny mravenčí i vyšších alkoholů, aldehydy a furaldehyd (furfurol). Pečlivou destilací s vydatným chlazením deflegmačního talíře lze podstatnou část acetaldehydu a methanolu odstranit. Opatrná destilace vyžaduje také kvas z jablek a hrušek. U hrušek mimo to bývá nebezpečí, že se připálí. Takový destilát páchne a těžko se upravuje. Kvasy z jeřabinek, trnek a bezinek



nevyžadují při destilaci zvláštního opatření. Pění snadněji než např. kvasy švestkové a proto se jimi kotel naplňuje asi do dvou třetin. (Dyr,Dyr, 1997)

Po skončení destilace se omezí přívod tepla pod kotel, pak se otevře otvor pro plnění kvasu a na to výpustný kohout. Ke konci vytékání výpalků se připouští do kotle voda a rychle se pohybuje míchacím zařízením, aby se kotel současně vyčistil od všech zbytků kvasu. Jestliže se část kvasu připálila, musí být nejdříve toto místo očištěno, oškrábáno, jinak se při následujícím vaření zvětšuje a pálenka je cítit připáleninou. Do čistého kotle se pokud možno co nejdříve napustí nový kvas, aby se zamezilo ztrátám vypařením, a plnicí otvor se pečlivě uzavře. Přívod vody do chladiče a na zesilovací zařízení zůstává během plnění uzavřen, resp. až do okamžiku tékání par. Rektifikační kolona se staví na přetržitý provoz, zpracuje se na ní dokap, z kterého se získává destilát podobný čistému lihu, jen mírně aromatický a lze ho použít k řezání vysoce aromatických pálenek. Někdy lze získané destiláty použít jako pálenky druhé kvality. Dokapem se naplní varní část kolony a prohřívá se párou. Lihovarník musí var a chlazení deflegmátoru řídit tak, aby získal co největší podíl středního destilátu. Přítok vody na deflegmátor se stále nepatrně zvyšuje až do momentu, kdy začnou tékat nepříjemně páchnoucí přiboudliny. V této fázi se destilace se úplně zavře přítok vody na deflegmátor a destilát se jímá do zvláštní nádoby. Rektifikační kolony na kontinuální provoz v tomto případě nelze použít, protože by se v ní hromadilo stále více přiboudliny, která by se měla vypouštět s částí alkoholu do lutrové vody. (Dyr,Dyr, 1997) Zbytek po vydestilování jsou takzvané výpalky. Výpalky se vypouští pomocí ventilu, který se nachází ve spodní části kotle do výpalkové jímky jako odpad k likvidaci. Při této operaci nutno předem uvolnit a otevřít napouštěcí otvor ve svrchní části kotle, v opačném případě hrozí deformace a zničení tohoto kotle, neboť výpalky jsou horké, a při jejich vypouštění se v kotli vytváří podtlak. (Jílek, Zentrich, 1999)

### 3.3.3. REKTIFIKACE LUTRU

První destilát se nazývá lutr. Lutr ještě nemá vlastnost ušlechtilých pálenek a nejméně ještě jednou se destiluje (čili rektifikuje). (Dyr,Dyr, 1997) Účelem této destilace je jednak zvýšit obsah alkoholu v destilátu, jednak provést částečnou rafinaci, při které žádoucí látky (zvláště aromatické) oddělíme od látek nežádoucích Toto se dosáhne především koncentrací

látek do tří frakcí: úkapu, středu (jádro, prokap) a dokapu. Jde o tzv. frakční destilaci. (Pischl, 1997) Pouze z některých kvasů se střední podíly prvního destilátu jímají zvlášť a již se nepřepalují. Bývají to destiláty z kvasů, které pocházejí ze surovin s citlivým aroma. Předestilováním se pálenka zesiluje, takže její průměrná stupňovitost bývá kolem 50-70 % obj. a zjemňuje se její chuť i vůně. Většina těžko těkavých sloučenin se rektifikací odstraňuje a zůstává v kotli. (Dyr,Dyr, 1997) Čím je proudění par pomalejší, tím lepší je oddělení výše a níže vroucích složek parní soustavy. Čím je rychlejší proudění, tím více látek s rozdílným bodem varu se současně strhne do jedné frakce. Čím je nižší teplota v destilačním kotli, tím pomalejší je proudění par. Rychlost proudění je tak u souproudé destilace zřetelně vyšší než u protiproudé destilaci. Z hlediska chemického inženýrství a teorie destilace je každá destilace a rektifikace protiproudní proces. Vždy více či méně páry kondenzuje a stéká z horních částí do spodních. (Gölles, 2001)

Stejně jako při první destilaci, také při rektifikaci se destilují nejdříve podíly snadno těkavé, jako acetaldehyd a část esterů, náležející převážně kyselině octové. Jejich obsahu dále v destilátu rychle ubývá, avšak při koncentraci ethanolu kolem 60-65 % obj. jich znovu přibývá. Maxima dostupují kolem 45% obj., v této frakci přecházejí estery vyšších mastných kyselin. Pak esterů znovu ubývá a ve frakci mezi 35-10 % obj. alkoholu zůstává jejich obsah přibližně stejný. Vzestup lze opět pozorovat při dalším poklesu koncentrace alkoholu na 10-12 % obj. Na grafu č.1 je znázorněna křivka těkání furaldehydu, na grafu č.2 křivka těkání kyselin a esterů. (Dyr,Dyr, 1997)

Při těkání kyselin lze pozorovat podobné poměry jako u esterů. Větší část jich destiluje při 50 % obj., pak nastává značný pokles a maximum je ve frakci těkající při 10 % obj. Metylalkohol těká hned v první frakci, úkapu, ale stopy přecházejí během celé destilace, a proto se z pálenky dá odstranit jen částečně. (Dyr,Dyr, 1997) Ethanol, methanol a voda tvoří takzvanou azeotropickou směs, což značí, že destilují společně a nedají se proto od sebe na 100 % oddělit. (Jílek, Zentrich, 1999) Furaldehyd přechází nejvíce ve středním destilátu, mezi 60-50 % obj. Oddělením předku a dokapu nelze jej tedy odstranit. V pálenice se projevuje většinou příznivě a dodává ji plnější chuť. O celkovém průběhu destilace a těkání jednotlivých sloučenin informuje tabulka číslo 5 (Dyr,Dyr, 1997).

Lutr se destiluje mnohem pomaleji než kvas. Čím je přepalován pozvolněji, tím snazší je rozdělení úkapu od jádra a jádra od dokapu. Přivede-li se lutr rychle do varu, nedocílí se přesného oddělení úkapu a poškodí se buď jakost pálenky, nebo sníží podíl jádra. Úkap má poměrně vysoký podíl aldehydů, které se zde prozrazují palčivou chutí i vůní. U normálních

čistých kvasů stačí ze 100 l zpravidla oddělit 1-2 l. Jeho lihovitost bývá dosti vysoká a dosahuje u destilačních přístrojů s chladícím zařízením (deflegmátorem apod.) až 90 % obj.

Prokap začíná destilovat při koncentraci kolem 70 až 80 % obj. V prokapu jsou obsaženy žádoucí komponenty, jenž destilátu propůjčují charakteristické aroma. Proto je důležité destilovat ho pomalu. S postupem destilace klesá obsah alkoholu, při koncentraci alkoholu od 50 do 45 % obj. bychom měli i při dobré kvalitě kvasu prokap ukončit a začít jímat dokap do jiné nádoby. Teď se v destilátu nachází vyšší množství nežádoucích látek, které by nepříznivě ovlivnily kvalitu střední frakce. Koncentrace prokapu se pohybuje v rozmezí mezi 60 až 70 % obj. alkoholu. (Pischl, 1997). Kvalitu prokapu, respektive hotového výrobku, tedy destilátu, determinují čtyři základní atributy. Je to vzhled (barva a čistota destilátu), aroma, chuť a „mouthfeeling“ - síla chuti, perzistence chuti (Jounela-Erikson, 1978)

V dokapu již sbíráme vše, co od 55 do 45 % obj. vytéká z kolony a neodpovídá kvalitnímu výrobku. Destilovat můžeme o něco rychleji, protože rychlost již nerozhoduje. Dokap jímáme dokud okamžitá koncentrace destilované kapaliny nedosáhne 4-5 % obj. alkoholu. Obsah ethanolu v destilačním zbytku je velmi nízký (0,1 až 0,2 % obj.). V dokapu se nachází zvýšené množství přiboudliny, která má velmi nepříjemné sensorické vlastnosti. (Pischl, 1997)

### **3.4. Surovinová základna pro výrobu hruškových destilátů**

Surovinovou základnou pro výrobu ovocných destilátů se rozumí právě i nepravé plody kulturních i divoce rostoucích jednoletých i víceletých rostlin. Podle botanických a dalších znaků a podle vlastností třídíme ovoce na: jádrové, peckové a drobné. Nejvýznamnějšími druhy ovoce pro získávání ovocných destilátů jsou: jablka, hrušky, švestky, višně a třešně (Uhrová, 2001).

Evropské kulturní hrušně pocházejí převážně z botanického druhu *Pyrus communis* L., rozšířeného v euroasijské oblasti (Koch, 1967). Na rozdíl od Evropských odrůd hrušní, které vznikaly hybridizací druhu *Pyrus communis* var. *Caucasica* v Zakavkazské oblasti, vznikaly Asijské odrůdy z takzvaných „písečných hrušní“, kterými se rozumí druh *Pyrus pyrifolia* (syn *P. serotina*) (Nečas, 2005).

V podmínkách ČR (Lednice) začínají asijské hrušně dozrávat v polovině srpna (Nečas, 2005). U většiny pěstovaných odrůd lze určit datum sklizně pomocí chuti a vybarvení. Pozdější sklizně mohou pak ve skladech zapříčinit vytváření nežádoucí hnědé dužiny. U plodů, které nabývají zralostí červenohnědé barvy, dochází při zrání ke změně ze zelené na

hnědavou. Cukernatost by se obvykle měla pohybovat nad 12,5%. Po dvou měsících zkladování při 0 °C odrůdy Hosui a Shinko začínají být porézní, některé plody i hnijí a po čtyřech měsících se může dostavit vnitřní selhání metabolismu plodu. V pokojové teplotě 21°C ovoce začíná měknout nebo pórovatět po 14 dnech. Napadení plodů plísněmi rodu *Botrytis* a jinými bývají běžné (Beutel, 1989).

V současné době se v České republice žádné odrůdy asijských hrušní ve významné produkční výměře nepěstují. Tato skutečnost je dána zákonem č. 219/2003 Sb., který obsahuje v druhovém seznamu pouze evropskou hrušeň *P. communis*. Respektive jiné odrůdy než původem *P. communis* nemohou být registrovány a uváděny do oběhu. Podle posledních informací pracovníků ÚKZÚZ, je připravena novela (v souladu s EU), kde dojde k nahrazení konkrétního druhu *P. communis* pouze rodem *Pyrus* spp. L. Tím padnou byrokratické překážky komplikující pěstování tohoto perspektivního ovoce i v České republice (Nečas, 2005).

Hruškový destilát, zvláště je-li vyroben z aromatické odrůdy, například Williams, patří k vyhledávaným výrobkům. U nás se především uplatňují především krajové odrůdy s menšími plody. Letní odrůdy nejsou pro výrobu pálenky zvláště vhodné, protože mají slabé aroma, které během výroby mizí a destilát je bezvýrazný. Hrušky obsahují poměrně málo organických kyselin a hodně tříslovin, proto se objevují při kvašení problémy. Kromě toho u nich bývá malá výtěžnost ethanolu. Určitého sensorického zlepšení lze dosáhnout použitím hrušek přezrálých, které mají zvýšený obsah aldehydů a esterů (Uhrová, 2001).

## 4. MATERIÁL A METODY

### 4.1. Materiál

Experimentální část jsem prováděl v laboratorních podmínkách Ústavu posklizňové technologie a částečně také v ovocných sadech pod správou Ústavu ovocnictví na Zahradnické fakulty v Lednici na Moravě. Celý experiment jsem prováděl v období 2005 – 2008. Ke své práci a výzkumu jsem si po konzultaci s Doc.Dr.Ing. Borisem Krškou zvolil tyto odrůdy hrušek:

Williamsova čáslavka (W) Plody jsou prostředně velké, žlutavé a na sluneční straně slabě zarudlé. Po uzrání libě voní. Dužina je bílá, velmi jemná, plná šťávy a má velmi příjemnou nasládlou aromatickou chuť (Boček, 1953). Obrázek č.4

Diana (D) Plod je velký lahvicovitého tvaru. Zelenožlutou slupku částečně překrývá růžové líčko. Slupka je tenká, suchá a hladká. Dužina je bílá, sladká a středně šťavnatá. Jedná se o ranou odrůdu, sklízí se na přelomu srpna a září. Skladovatelnost max. 1 měsíc (Richter et al, 2002). Obrázek č.5

Hosui (HO) Velmi velká odrůda zrající na začátku srpna. Plody mají bronzovou barvu a jejich pokožka je kožovitá. Chuti jsou sladké, šťavnaté s nízkým obsahem kyselin. Strom je extrémně bujný (Beutel, 1989). Je středně plodná, jedna z nejchutnějších, hnědavě oranžové barvy (Nečas, 2005). Obrázek č.6

Shinko (ZH) Velkoplodá odrůda zrající během prvního týdne září. Plody jsou velké kulaté mírně vyrovnané s krásnou bronzovou až červenohnědou pokožkou. Jestliže je plod zahřátý je ovocná vůně vynikající, avšak chlazené až tak nevoní (Beutel, 1989). Obrázek č.7

Shinseiki (SH) Pevné ovoce, které je rané, zraje koncem července. Plody jsou kulaté, žluté se silnou kožovitou pokožkou. Tato vlastnost umožňuje prodej i tři měsíce po uskladnění (Beutel, 1989). Je středně zrající s ranným nástupem do plodnosti, je částečně samosprašná, vyžaduje probírku (Nečas, 2005). Obrázek č.8

Man San (MS) Odrůda se střední velikostí plodů, zrající koncem září. Plody jsou žluto-zelené, zráním zlatožluté s bílou dužninou. Chuť je sladká, šťavnatá s nízkým obsahem kyselin. Obrázek č.9

Kumt Ghant Chu (KCC) Tvar plodu je ploše kulovitý, barva je světle hnědá až červenohnědá s bílými lenticelami. Kožovitá slupka skrývá bílou až žluto-bílou dužninu s nasládlou až medovou chutí. Obrázek č.10

Přesné termíny sběru a označení experimentálních vzorků zpracováno v tabulce č. 5.

#### **4.2. Postupy zpracování vzorků**

Sklizeň hrušek probíhala v pěstební sezóně 2006 a 2007. Termíny sběru byly vždy naplánovány dopředu a to na základě pravidelné kontroly fyziologického stupně zralosti a klimatických podmínek. V každém roce, z každé odrůdy byly připraveny vždy dva vzorky.

V roce 2006 byly hrušky sklizeny v ideální zralosti. Sběr probíhal postupně od nejranější odrůdy Diana, přes Williamsovu čáslavku, Man san až po nejpozdnější Shinko. Zdravotní stav plodů byl velmi dobrý.

Rok 2007 byl méně příznivý. Téměř všechny odrůdy byly sklizeny v průběhu 14ti dnů. Zdravotní stav plodů byl podprůměrný až nevyhovující z důvodů napadení plodů hmyzem a jejich následným hnitím.

Plody byly skladovány při teplotě 20-21°C po dobu 5-7 dní, poté byl založen kvas. Zakvašení kvasu bylo provedeno čistou kulturou kvasinek (*Saccharomyces cerevisiae spp. cerevisiae*), přípravkem Challenge red fruit od výrobce Enartis s killer factorem. Tolerance na alkohol 16 %, nízká tvorba SO<sub>2</sub> a H<sub>2</sub>S (ANONYM, 2007). Žádný další zdroj sacharózy či jiného sacharidu nebyl do kvasu přidán. Úprava pH kvasu byla provedena zředěnou kyselinou sírovou na pH zobrazené v tabulce č. 5-19. V průběhu fermentace kvasu bylo zaznamenáváno pH kvasu, refrakce, množství titrovatelných kyselin vyjádřeno kyselinou citrónovou, teplota a hmotnost kvasu. Získané informace jsou zpracovány v tabulkách č. 6-20.

Destilace kvasu proběhla v dvouplášťovém měděném destilačním zařízení o objemu 15 litrů s použitím trubkového nerezového chladiče (obr. č.: 1). Průměrný čas destilace se pohyboval mezi 2,5 - 3 hodinami, přičemž objem kotle byl plně využit. K vytápění byl použit plynový hořák s topným médiem propan butanem. Destilace byla ukončena při poklesu obsahu alkoholu pod 5 % obj.

Zesílení destilátu – rektifikace proběhla ve skleněné laboratorní aparatuře, ohříváné vaříčem s termostatem (obr. č.: 2). Nad baňkou s objemem 5 litrů byl umístěn teploměr s přestupníkem, který ústil v skleněném průtokovém chladiči. Pod chladičem se jímá čistý destilát do odměrné předlohy a každých 100 ml se měřila jeho lihovitost a teplota par v přestupníku (Tab č. 6-20). Rektifikace probíhala 90 – 120 minut. Destilát se jímá na tři základní frakce: úkap, jádro a dokap. Úkap byl oddělen zpravidla 3 – 5% z celkového množství rektifikovaného destilátu. Jádro se jímalo až do lihovitosti 40 % obj. a poté byla destilace ukončena.

Celý objem destilátu s výslednou lihovitostí (Tab č.:6-20 ) byl naředěn na lihovitost 45 % obj. Bylo tak učiněno se všemi 28 vzorky pálenek. K ředění byla použita deionizovaná voda, která je pro tyto účely ideální, jelikož se vyznačuje vysokou čistotou, proto nemůže zapříčinit zakalení destilátu. Destiláty se za laboratorních podmínek skladovaly asi půl roku, poté byly podrobeny chemické i senzorické analýze.

### **4.3. Použité metody senzorických analýz**

Všechny vzorky ročníku 2006 i ročníku 2007 byly podrobeny senzorické analýze. K hodnocení byly použity 4 grafické stupnicové metody, jejichž rozsah je od 0 – 100 mm (což se rovná 0 – 100 bodů). Jednalo se o:

Hodnocení intenzity vůně, slouží pro vyjádření nakolik intenzivně, příjemně ovocný destilát voní. Hodnocení intenzity hruškové vůně, slouží pro vyjádření nakolik destilát připomíná, resp. voní po hrušce. Hodnocení aroma chuti, slouží pro vyjádření nakolik příjemně destilát chutná. Hodnocení chuti hrušek, slouží pro vyjádření nakolik destilát připomíná, resp. chutná po hrušce. (Obr. č.12)

Pro hodnocení celkové jakosti byla použita kategorová ordinální stupnice podle Balíka, 2007. Dané ročníky se hodnotily samostatně komisí školených posuzovatelů. (Obr. č.11)

#### 4.4. Použité metody fyzikálně-chemických analýz

##### Stanovení alkoholu

Stanovení alkoholu bylo provedeno lihoměrem se stupnicí 0 – 100% obj. a teploměrem. Stanovení proběhlo v laboratorních podmínkách při teplotě 20 °C za použití odměrného válce se stupnicí. Destilát byl podroben analýze hned po ukončení destilace i rektifikace.

##### Stanovení těkavých kyselin

**Princip:** Těkavými kyselinami v destilátu se rozumí podíl kyselin, přecházejících destilací vodní parou do destilátu.

**Přístroje a pomůcky:** Automatický titrátor HIRSCHMANN, 20 ml pipeta, 100 ml titrační baňka

**Chemikálie a roztoky:** 0,05 mol.l<sup>-1</sup> roztok NaOH, 1 % roztok fenolftaleinu v alkoholu

Postup: Pipetou odměříme 20 ml připraveného destilátu do titrační baňky a přidáme 1 – 2 kapky 1 % roztok fenolftaleinu. Titrujeme 0,05 mol.l<sup>-1</sup> roztokem NaOH při teplotě 20 °C až do trvalého slabě růžového zbarvení.

**Vyhodnocení:**  $x = (a * f * K * 1000) / V$

$x =$  g. l<sup>-1</sup> těkavých kyselin vyjádřené na dvě desetinné místa jako kyselina octová

$a =$  ml spotřebovaného 0,05 mol.l<sup>-1</sup> roztoku NaOH

$f =$  faktor 0,05 mol.l<sup>-1</sup> roztoku NaOH

$K =$  koeficient přepočtu na kyselinu octovou

$V =$  objem titrovaného vzorku (ml)

##### Stanovení methanolu

**Princip:** Methanol byl stanoven pomocí plynové chromatografie. Chromatografie je účinná separační metoda založena na postupném ustavování řady fázových rovnováh součástí analyzované směsi mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze, které jsou relativně vůči sobě v pohybu. Jednu fázi tvoří náplň kolony, druhou protékající rozpouštědlo (Šulcek, 1966) a (Čermáková, 1987).



**Přístroje a pomůcky:** CHROM 5 s plameno – ionizačním detektorem

Podmínky stanovení: Teplota kolony: 151 °C

Teplota nástřiku: 200 °C

Nástřík: 1 µl

Nastavení zapisovače: Chart speed: 1 cm.min<sup>-1</sup>

Range: 50 mV

### **Výpočet alkoholického výtěžku z původního obsahu v surovině**

**Princip:** Podle rovnice  $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_5OH + 2CO_2$  vznikají z jedné molekuly hexosy 2 molekuly ethanolu a 2 molekuly oxidu uhličitého. Z molekulové hmotnosti cukru, ethanolu a oxidu uhličitého vypočítá se množství alkoholu, které lze získat z určitého množství cukru (Dyr,Dyr, 1997).

**Pomůcky:** odměrný válec 100 ml, kádinka, normovaný lihoměr se stupnicí 0 – 40 % obj.

**Výpočet:**  $A * x^{-1} = 100 * B^{-1}$

A = množství destilátu v litrech

B = stupňovitost destilátu v obj. %

X = množství 100% ethanolu v litrech

### **4.5. Použité metody statistických analýz**

Při statistickém vyhodnocení byl použit statistický program UNISTAT verze 5.1 for Excel. Pro hodnocení byly použity výsledky senzorické i analytické analýzy destilátů z jednotlivých odrůd evropských i asijských odrůd.

Nejprve byla použita jednofaktorová analýza rozptylu, jejímž výsledkem je určitá hodnota hladiny významnosti pro testování dané závislosti. Pokud hladina významnosti dosahuje hodnot 0 – 0,01, jedná se o vysoce významný vliv daného faktoru na sledovaný znak, při hodnotách 0,01 – 0,05 se jedná o významný vliv, hodnoty větší než 0,05 znamenají nevýrazný vliv. Veškeré testování analýzou rozptylu bylo následně testováno mnohonásobným porovnáváním metodou minimální průkazné difference. Výsledkem tohoto porovnávání je tabulka, která ukazuje zjištěné statisticky průkazné rozdíly mezi testovanými odrůdami, které jsou označeny hvězdičkou. Tam, kde se hvězdička neobjeví neexistuje statistický rozdíl.

Dále byla použita Pearsonova korelace mezi jednotlivými sensorickými znaky a fyzikálně – chemickými hodnotami destilátů. Korelační koeficient je mírou těsnosti v případě lineární závislosti. Značí se symbolem „r“ a nabývá hodnot -1 do +1. Kladné znaménko znamená pozitivní závislost, záporné znaménko závislost negativní, tedy nepřítomnou. Čím víc se hodnota blíží jedné, tím je lineární závislost těsnější. Nula znamená nezávislost.

## 5. VÝSLEDKY A DISKUSE

Na organoleptickou kvalitu mněli výrazný vliv podmínky v jednotlivých ročnících. Ročník 2006 byl co se týče pěstebních podmínek velmi dobrý. Hrušky zráli postupně a plody se sklízeli v dobrém zdravotním stavu i ideální fyziologické zralosti. Teploty i délky fermentace (Tab.č. 6-20) byly standardní, což příznivě vplývalo na vývoj aromatických látek. Naopak rok 2007 byl méně příznivý. Nízké srážkové úhrny v druhé polovině jara a začátkem léta a vysoké teploty zapříčinili násadu plodů podprůměrné velikosti. Navíc značná část plodů byla napadena hmyzem s následnou tendencí k hnití, sluneční úžeh také nebyl výjimkou. Z těchto důvodů sklizeň musela být zahájena předčasně. Podle poznatků (Beutel, 1989), by se mněla cukernatost plodů asijských hrušek pohybovat nad 12,5%, avšak ve většině případů tomu tak nebylo. V roce 2006 pouze odrůda Shinseiki překročila tuto hranici, refrakce se pohybovala od 12 % do 13 % u asijských a od 14 % do 15,5 % u evropských hrušek. V roce 2007 nedosáhla těchto kvalit ani jedna asijská odrůda, refrakce se pohybovala od 10,5 % do 12 % u asijských a od 12,5 % do 15,5 % u evropských hrušek (Tab.č.33).

Všechny odrůdy byly sklizeny pouze v pěti termínech (Tab.č.5) a kvasy se zakládaly ve velmi krátkých termínech po sobě. Kvasy díky vysokým teplotám (Tab.č. 6-20) fermentovali vysokou rychlostí. Všechny kvasy bez výjimky měly nízké až velmi nízké pH i obsah kyselin, proto úprava byla nevyhnutná  $\text{g.l}^{-1}$ . Obsah titrovatelných kyselin v založených kvasech se pohyboval v rozmezí 1,4 – 5,01  $\text{g.l}^{-1}$ , ve srovnání s (Dyr,Dyr, 1997), který uvádí 2,7  $\text{g.l}^{-1}$ , ale i přesto byla úprava kvasu nevyhnutná (Tab.č. 6-20). Tyto podmínky zapříčinili nesnadnou technologickou situaci, kdy najednou vykvasilo i 6 kvasů najednou a nebylo možné je okamžitě destilovat. Proto nastala situace, kdy kvas byl napaden octovým kvašením (*Acetobacter aceti*) nebo plísní. Průměrná délka fermentace v roce 2006 činila 16 dní, v roce 2007 jenom 9 dní. Fermentace ustávala při obsahu rozpustné sušiny 6 % – 4,5 %. Rozdíly mezi ročníky jsou patrné v ohodnocení jednotlivých destilátů (Tab.č. 21-30) a taktéž vysoce statisticky průkazné na hladině významnosti  $\alpha$  menší jak 0,01. (Tab.č.42, 44, 45)

Z výsledků sensorické analýzy destilátů kategorovou ordinální stupnicí získal nejlepší ohodnocení hruškový destilát z odrůdy Williamsova čáslavka, dále Man san a na třetím místě byl Shinseiki. Nejhůře byl ohodnocen destilát z odrůdy Hosui (Tab.č. 34-40). Ze statistického hlediska nebylo dosaženo průkazného rozdílu na hladině významnosti  $\alpha$  větší jak 0,05. (Tab.č.41)

U hodnocení celkové intenzity vůně s rozsahem stupnice 0 – 100 získal nejvyšší počet bodů destilát z odrůdy Williamsova čáslavka s 60,6 body, dále Man san s 54,6 body a na třetím místě Shinseiki s 50,1 body. Nejmenší počet získal destilát z odrůdy Hosui s 33,9 body. (Tab.č. 34-40). Ze statistického hlediska bylo dosaženo vysoce průkazného rozdílu na hladině významnosti  $\alpha$  menší jak 0,01. (Tab.č.42, Graf č.2)

Nejvyšší počet bodů při hodnocení hruškové vůně získal destilát z odrůdy Williamsova čáslavka s 62,6 body, dále pak Diana 44,6 bodů a na třetím místě destilát z odrůdy Man san s 41,6 body. Nejméně bodů získal destilát z odrůdy Hosui s 26,1 body (Tab.č. 34-40). Ze statistického hlediska bylo dosaženo vysoce průkazného rozdílu na hladině významnosti  $\alpha$  menší jak 0,01. (Tab.č.43, Graf č.1)

Co se týče aroma chuti je nejlepší destilát z odrůdy Williamsova čáslavka s 60,3 body, druhý nejlepší je Shinko s 48,9 body a třetí nejlepší je odrůda Man san s body 47,1. Odrůda Hosui získala opět nejméně bodů a to 32,5. (Tab.č. 34-40). Ze statistického hlediska bylo dosaženo vysoce průkazného rozdílu na hladině významnosti  $\alpha$  menší jak 0,01. (Tab.č.44, Graf č.3)

Williamsova čáslavka získala nejvíce bodů i v hodnocení hruškové chuti a to 56,7 bodů, druhý nejvyšší počet bodů získal destilát z odrůdy Diana s body 44,1, třetí místo patří

odručě Shinseiki s 38,7 body. Nejméně bodů má destilát odrůdy Hosui s 28,0 body. (Tab.č. 34-40). Ze statistického hlediska bylo dosaženo vysoce průkazného rozdílu na hladině významnosti  $\alpha$  menší jak 0,01. (Tab.č.45, Graf č.4)

Ze všech výsledků senzorických analýz, jak kategorovou ordinální stupnicí, tak i grafických stupnicových metod (Tab.č. 34-40) vyplynulo, že destilát z odrůdy Williamsova čáslavka získala nejvyšší počet bodů. Z těchto výsledků můžeme odrůdu Man san považovat jako nejlepší asijskou odrůdu, naopak odrůdu Hosui jako nejméně vhodnou.

Při hodnocení hruškového projevu jak ve vůni, či chuti se potvrdilo, že toto jsou rysy zejména destilátů připravených z evropských odrůd hrušek, asijské odrůdy zůstávají pozadu. Tento fenomén se potvrdil i statisticky a to Mnohonásobným porovnáváním (Tukey - HSD) hruškových destilátů podle intenzity hruškové vůně, kde bylo potvrzena významná odlišnost odrůdy Williamsova čáslavka a částečně i Diana od ostatních odrůd (Tab.č. 46)

Zatímco vůně šťavnatých hrušek, hruškové marmelády či sušených hrušek a hrušková chuť patří téměř výhradně destilátům z evropských odrůd hrušek, destiláty z asijských odrůd mají naprosto jiný projev. Tyto projevy by se dali rozdělit do tří skupin a to: Ovocně – květnaté tóny (vůně čerstvých hroznů, kvetoucí révy, bezového květu, citronové šťávy či přezrálého banánu), chlorofylové tóny (čerstvá tráva, mletý šťovík, čerstvé papriky, červené ferony) a gurmánské tóny (medové, medově – voskové, včelí vosk, vanilka, dřevité). Díky těmto přinejmenším netradičním organoleptickým projevům přikládám destilátům z asijských odrůd značnou významnost. Kvalitně zpracované destiláty by významně přispěli k oživení jednotvárné řady na trhu ovocných destilátů. Nepředpokládám nijak významný podíl na trhu co se objemu týče, avšak mohli by významně ovlivnit odrůdovou i výrazovou rozmanitost trhu. Pro tyto účely by byly nejvíce vhodné destiláty z odrůd Man san, Shinseiki a Shinko.

Methanol se přirozenou cestou nedá úplně oddělit z destilátu, ale přesto je jeho obsah ukazovatelem kvality destilátu. Čím je jeho obsah nižší, tím je destilát kvalitnější, avšak určité množství je důkazem pravosti ovocného destilátu. Nejvyšší obsah methanolu v hotovém výrobku měla destilát z odrůdy Shinko a to  $2,49 \text{ g.l}^{-1}$ , druhý nejvyšší obsah měla odrůda Hosui a to  $2,1 \text{ g.l}^{-1}$ , naopak nejméně methanolu obsahoval destilát ze Shinseiki s  $1,67 \text{ g.l}^{-1}$ , dále pak  $1,76 \text{ g.l}^{-1}$  měla odrůda Diana (Tab.č.47, Graf č.5). Ze statistického hlediska, co se týče rozdílu mezi odrůdami nebylo dosaženo průkazného rozdílu na hladině významnosti  $\alpha$  větší jak 0,05 (Tab.č.49). Jiná situace nastala mezi jednotlivými ročníky. Zde je statisticky vysoce průkazné na hladině významnosti  $\alpha$  větší jak 0,01, že mezi ročníkem 2006 a 2007 je rozdíl. Je zřejmé že obsah methanolu (Tab.č. 32) je v ročníku 2007 mnohem vyšší. Tento rozdíl zřejmě způsobil vyšší obsah pektinu v ovoci, které dosáhlo méně vhodné fyziologické

zralosti. Další možný důvod je nedostatečné množství odděleného úkapu. Podle vyhlášky 305/2004 sbírky zákona o druzích a přípustných množstvích kontaminujících látek v potravinách je povolené maximálně  $10 \text{ g.l}^{-1}$  methanolu. U destilátu z odrůdy Williams je povolené množství methanolu až  $15 \text{ g.l}^{-1}$ . Obsah methanolu v litru a.a. u destilátů z evropských druhů hrušek se pohyboval v rozmezí  $1,2 - 6,7 \text{ g.l}^{-1}$ , u destilátů z asijských hrušek v rozmezí od  $1,4$  do  $7,9 \text{ g.l}^{-1}$ . Z tohoto zjištění se dá vyvodit, že všechny zkoumané odrůdy, jak evropské tak i asijské splňují zákonem dané limity.

Obsah těkavých kyselin v destilátu je jedním z důležitých kvalitativních znaků. Čím je jejich obsah nižší, tím je destilát čistější a kvalitnější. (Tab.č.31). Nejnižší obsah měl destilát z odrůdy Shinseiki a to  $0,16 \text{ g.l}^{-1}$  a destilát z odrůdy Man san a to  $1,17 \text{ g.l}^{-1}$ . Nejvíce těkavých kyselin obsahoval destilát z odrůdy Shinko  $0,3 \text{ g.l}^{-1}$  a odrůdy Hosui s  $0,28 \text{ g.l}^{-1}$  (Tab.č.48, Graf č.6). Statistická metoda mnohonásobného porovnávání (Dunn) neukázala žádnou závislost jak mezi odrůdami, tak ani mezi jednotlivými ročníky (Tab.č. 50). Pouze kvas číslo 2 odrůdy Shinko vykazuje hodnotu  $0,59 \text{ g.l}^{-1}$  (Tab.č.31) Tato hodnota je velmi vysoká, což patrně bylo způsobeno napadením kvasu octovým kvašením (*Acetobacter aceti*). Vyhláška 57/2003 sbírky zákonů o potravinách a tabákových výrobcích pro konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje stanovuje povolený limit obsahu těkavých kyselin pro ovocné destiláty na  $2 \text{ g.l}^{-1}$ . I když větší mírou obsah těkavých kyselin není dán odrůdou, nebo druhem ovoce, nýbrž čistotou fermentace a vedením destilace, můžeme vyloučit dispozici asijských hrušek k významnější tvorbě těkavých kyselin v přezrálém plodu.

Ze stanovení obsahu methanolu a těkavých kyselin vyplývá, že mezi destiláty z asijských a evropských odrůd hrušek není žádný průkazný rozdíl.

$5,05 \text{ g.l}^{-1}$  absolutního alkoholu ze 100 kg kvasu, tedy nejvyšší výtěžnost měla odrůda Hosui. Druhou nejvyšší výtěžnost měl kvas z odrůdy Shinseiki ( $4,96 \text{ g.l}^{-1}$ ) a třetí Man san ( $4,93 \text{ g.l}^{-1}$ ). Nejmenší výtěžnost  $4,19 \text{ g.l}^{-1}$  dosáhl kvas z odrůdy Kumt gphant chu (Tab.č.33).

## 6. ZÁVĚR

Cílem bylo porovnat a zhodnotit evropské a asijské odrůdy hrušek pro produkci destilátů. Pro tuto práci bylo použito celkem 7 odrůd hrušek, z toho 5 asijských odrůd (Hosui, Shinko, Shinseiki, Man san a Kumt gphant chu) a 2 evropské odrůdy hrušek (Williamsova čáslavka a Diana). Sklizeň hrušek probíhala v pěšební sezóně 2006 a 2007. V destilátech byl stanoven obsah alkoholu, těkavých kyselin, methanolu, dále pak byla stanovena výtěžnost suroviny. Destiláty byly hodnoceny sensoricky pomocí grafických stupnicových metod a kategorové ordinální stupnice. Sestavené výsledky byly následně zpracovány matematicko – statistickými metodami.

Na celkovou kvalitu destilátu mají významný vliv pěšební podmínky v daném roce. Tyto podmínky se výrazně projeví jak v obsahu rozpustné sušiny v ovoci, tak i vývojem fermentace, což mělo za následek rozdílné sensorické i chemické vlastnosti destilátů. Destiláty z asijských odrůd hrušek vykazovali statisticky neprůkazné rozdíly chemických parametrů od destilátu z evropských druhů hrušek. Z těchto zjištění můžeme potvrdit že destiláty z asijských hrušek mají shodný obsah methanolu a těkavých kyselin s evropskými druhy. Nejvyšší alkoholické výtěžnosti dosáhl kvas z odrůdy Hosui.

Sensoricky nejlépe byly hodnoceny destiláty z evropských odrůd, zejména odrůdy Williamsova čáslavka, dále pak Man san, Shinseiki. Nejhuže byl hodnocen destilát z odrůdy Hosui. Byla zjištěna statisticky velmi výrazná odlišnost v hruškové vůni i chuti destilátu z evropských odrůd od destilátů z asijských odrůd. Zatímco vůně a chuť hrušek, patří téměř výhradně destilátům z evropských odrůd hrušek, destiláty z asijských odrůd mají naprosto jiný projev a to ovocně – květnatý, chlorofylový až s gurmánskými tóny. Odrůdovou i výrazovou rozmanitost na trhu by nejlépe ovlivnily destiláty z odrůd Man san, Shinseiki a Shinko.

## **7. SOUHRN**

Práce byla řešena na MZLU v Brně na Zahradnické fakultě v Lednici na Ústavu posklizňové technologie zahradnických produktů v letech 2005 - 2008. Cílem bylo porovnat a zhodnotit evropské a asijské odrůdy hrušek pro produkci destilátů. Pro tuto práci bylo použito celkem 7 odrůd hrušek, z toho 5 asijských odrůd (Hosui, Shinko, Shinseiki, Man san a Kumt ghan chu) a 2 evropské odrůdy hrušek (Williamsova čáslavka a Diana). Sklizeň hrušek probíhala v pěstební sezóně 2006 a 2007. V destilátech byl stanoven obsah alkoholu, těkavých kyselin, methanolu a výtěžnost suroviny. Destiláty byly hodnoceny senzoričky pomocí grafických stupnicových metod a kategorové ordinální stupnice. Nejlépe byly hodnoceny destiláty z evropských odrůd, zejména odrůdy Williamsova čáslavka, dále pak Man san a Shinseiki. Byla zjištěna statisticky velmi výrazná odlišnost v hruškové vůni i chuti destilátu z evropských odrůd od destilátů z asijských odrůd.

## **8. SUMMARY**

The thesis was elaborated on MZLU in Brno at the Faculty of Horticulture in Institut of Post-harvest Technology of Horticulture Products in the period 2005 - 2008. The aim of the thesis was comparison and evaluation of Europe and Asia pears species for spirits production. There were used altogether seven species of pears, out of which five were Asian (Hosui, Shinko, Shinseiki, Man san a Kumt ghan chu) and remaining two European species of pears (Williamsova čáslavka a Diana). The harvest of above mentioned species occurred in 2006 and 2007 cultivation season. Upon which followed the determination of the level of alcohol in the spirits as well as the volatile acids and methanol. The spirits were tasted and evaluated by means of graphic gradating methods and with the category ordinal scales. The best evaluation went to the spirits of European species, mainly to Williamsova čáslavka, Man san and Shinseiki. One of results, there was a proof of a statistically very significant differentiation in the smell and taste of pears in European spirits in comparison to Asian ones.

## 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ANDRAOUS J.; CLAUS M.: Effect of liquefaction enzymes on methanol concentration of distilled fruit spirits. USA: Michigan State University, Department of Chemistry Engineering & Mathematic Science, 2004
2. ANONYM: Firemní materiály společnosti BS vinařské potřeby s r.o., Velké Bílovice 2007., 112 s.
3. BALÍK, J.: Moderní trendy ve výrobě ovocných destilátů. In: Máchal, P.: Studijní opory pro posluchače univerzity 3. věku III. Brno: ES MZLU, 2007, s.103-107.
4. BALOG, J.: Kvašení zákvasu jako surovina pro další zpracování. (s.l.), 1997. MZLU, Zahradnické fakulta, Lednice. Vedoucí diplomové práce Doc. RNDr. Ing. Marie Kyseláková, CSc.
5. BASSO, L.C.; ALVES, D.M.G., AMORIM, H.V.: The antibacterial action of succinic acid produced by yeast during fermentation. Revista de Microbiologia 28 (suppl. 1): 77 – 82., 1997.
6. BAZIČ, Z., MAKSIMOVIČ, M., JAKOVLJEVIČ. LJ. and OBRADOVIČ, G.: Methanol as an index of a fruit brandies toxicity or naturales. Toxikology Lettersa. 1998, 95, p. 195-162.
7. BEUTEL, J.A.: Asian pears. (cit.2006-07-12). Dostupné na <http://www.nort.prude.edu/newcrop/proceedings1990/v1-304.html>
8. BINDLER F.; VOGES E.: The problem of methanol concentration admissible in distilled fruit spirits. France: Unite d'enseignement et de recherche des Sciences Pharmaceutiques, 1998
9. BOČEK, O.: Pomologie. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1953., 179 s.
10. BRANDES, W.; KARNER, M.; EDER, R.: Wichtige Aromastoffe in Obstdestillaten und deren Einfluss auf die sensorische Bewertung. Mitteilungen Klosterneuburg 57: 2007., 63 – 82.
11. BRYCE, J.H.; STEWART, G.G.: Distilled spirits. United Kingdom: International centre for brewing and distilling, Heriot-Watt University Edinburg. 2004., 262 s.
12. ČERMÁKOVÁ, L.; FETL, L.; NĚMCOVÁ, I.; NĚMEC, I.; PACÁKOVÁ, V.; ŠTULÍK, K.: Analytická chemie 2 – Instrumentální analýza. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1987., 269 s.



13. DIEGUEZ, S.; DE LA PENA M.: Approaches to spirit aroma: contribution of some aromatic compounds to the primary aroma in samples of orujo spirits. Spain: Universidad de Vigo, Facultad de Ciencias, 2003
14. DOHNAL, J.: Základní pochody chemické a potravinářské výroby: Destilace a rektifikace - 1.díl. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1967., 164 s.
15. DYR, J.; DYR, E., J.: Výroba slivovice a jiných pálenek. Praha: Maxdorf, 1997., 224s.
16. EXNAR, P., GARAI, J., MELZOCH, K., MELZOCHOVÁ, O., MRÁZ, F., RICHTERA, M., ŠITNER, V.: Lihovarnická příručka. Praha: Agrospoj, 1998.
17. FARIA, J.B.; DELIZA, R.; ROSSI, E.A.: Compostos sulphurados e a qualidate das arguadentes de cana Saccharum officinarum L.: Ciencia e Tecnologia de Alimentos 13: 98-93, 1993.
18. GLATTHAR J.; SENN T.: Investigations on reducing the methanol content in distilled spirits made of Bartlett pears. Germany: Universitat Hohenheim, Institut Food Technologie, 2001
19. GORANOV N.: Effect of aromatic substances on the quality of wines and spirits. Germany: Universitat Hohenheim, Institut fur Lebensmitteltechnologie, 1989
20. GÖLLES, A.: Ušlechtilé destiláty, praktická kniha o pálení. Praha: Ivo Železný spol. s.r.o., 2001., 109 s.
21. GÖSSINGER, M.; LEHNER, F.: Einfluss des Destillationsverfahrens und der Dephlegmatortemperatur auf technologische und sensorische Kenngrößen bei Obstdestillaten. Mitteilungen Klosterneuburg 57: 2007., 83 – 93.
22. JÍLEK, J.; ZENTRICH, J.,A.: Příprava ovocných kvasů na výrobu slivovice a ostatních pálenek. Olomouc: Dobra & FONTÁNA, 1999., 208 s.
23. JOUNELA-ERIKSSON, P.: The aroma composition of distilled beverages and the perceived aroma of whisky. In: Flavour of Foods and Beverages: Chemistry and Technology. Edited by Charalmbous, G. And Englett, G.E., Academic Press, London, pp. 339-354., 1978.
24. KOCH, V.: Hrušky. Praha: Academia – Praha, 1967., 176 s.
25. LACHENMEIER, D.: Rapid screening for ethyl carbamate in stone-fruit spirits using FTIR spectroscopy and chemometrics. Germany: Chemisches und Veterinaruntersuchungsamt Karlsruhe, 2005

26. LACHENMEIER, D.; SCHEHL B.: Retrospective trends and current status of ethyl carbamate in German stone-fruit spirits. Germany: Chemisches und Veterinaruntersuchungsamt Karlsruhe, 2005
27. MAC NAMARA K.; LEARDI R.: Fast GC analysis of major volatile compounds in distilled alcoholic beverages - Optimisation of injection and chromatographic conditions. Italy: University Genoa, Department of Pharmaceut & Food Chemistry & Technik, 2005
28. MALÉŘ, J.: Výroba nápojů. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1996., 68 s.
29. NEČAS, T.: Perspektivní ovocný druh – Asijské hrušně Nashi. Zahrada web. (cit. 2008-04-13). Dostupné na <http://www.zahradaweb.cz/projekt/clanek.asp>
30. PISCHL, J.: Vyrábíme ušlechtilé destiláty. Praha: Ivo Železný spol. s.r.o., 1997., 182s.
31. RICHTER, M., DOKOUPIL, L., JAN, T., NESRSTA, D., ŠEVČÍK, J.: Velký atlas odrůd ovoce a révy. Lanškroun: TG TISK s.r.o., 2002., 158 s.
32. RODRIGUEZ MADRERA R.: Influence of distillation system, oak wood type, and aging time on composition of cider brandy in phenolic and furanic compounds. Spain: Servicio Regional de Investigacion y Desarrollo Agroalimentario, 2003
33. RYCHTERA, M: Lihovarství, droždářství a vinařství I. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1991., 126 s.
34. RYCHTERA, M : Lihovarství, droždářství a vinařství II. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 1991., 225 s.
35. ROSOL, M.: Pálenka a její výroba. Levice: IPA Levice, 2002., 75 s.
36. SCHEHL, B.; MULLER C.: A laboratory yeast strain suitable for spirit production. Germany: Universitat Hohenheim, Institut fur Lebensmitteltechnologie, 2004
37. STRELKA, F.: Výroba ovocných vín a nápojov v domácnosti. Bratislava: Príroda, 1989., 229 s.
38. ŠULCEK, Z.; BERKA, A.; KUČERA, Z.; MALÁT, M.; SMOLKOVÁ, E.; STARÝ, J.: Analytická příručka. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966., 861 s.

39. UHROVÁ, H.: Děláme si sami slivovici, meruňkovici, hruškovici, jablkovici a jiné ovocné destiláty, vína, šťávy a sirupy. Vimperk: Vydavatelství Víkend, 2001., 111 s.
40. Vyhláška 305/2004 Sbírky zákonů, částka 111 o druzích a přípustných množstvích kontaminujících látek v potravinách. Vydalo ministerstvo zdravotnictví.
41. Vyhláška 57/2003 Sbírky zákonů, částka 21 o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. Vydalo ministerstvo zemědělství.
42. WAKLEY, J.: The international spirits industry. England, Abington: Woodhead publishing, Cambridge. 2001., 181 s.