

# **Stanovení charakteristických aromatických látek vybraných destilátů**

Bc. Miroslava Valná

---

Diplomová práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslava VALNÁ**  
Osobní číslo: **T08824**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Stanovení charakteristických aromatických látek  
vybraných destilátů**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

- Historie výroby destilátů.
- Legislativa a rozdělení lihovin.
- Suroviny pro výrobu destilátů.
- Kvašení a destilace.
- Zrání a stárnutí lihovin.
- Chemické složení destilátů.
- Princip a metody stanovení aromatických látek.
- Hodnocení lihovin.
- Zdravotní aspekty konzumace lihovin.

### II. Praktická část

- Vypracování metodiky stanovení aromatických látek v destilátech.
- Stanovení aromatických látek ve vybraných destilátech.
- Výsledky a diskuze.
- Závěr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] BERGER, Ralf G. **Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability.** Ralf G. Berger . Berlin Heidelberg: Springer , 2007. 648 s. ISBN 3540493387.

[2] JÍLEK, Jan, ZENTRICH, Jos. A.. **Příprava ovocných kvasů na výrobu slivovice : (a ostatních pálenek).** Olomouc : DobrašFontána, 1999. 208 s. ISBN 80-86179-28-1.

[3] DYR, Josef, DYR, Jan E. **Výroba slivovice a jiných pálenek.** Očenášková. 4. dopl. vyd. Praha 4 : MAXDORF, 1997. 219 s. ISBN 80-85800-80-2.

[4] UHROVÁ, Helena. **Děláme si sami : slivovici, meruňkovici, hruškovici, jablkovici a jiné ovocné destiláty, vína, šťávy a sirupy.** Vydavatelství Víkend; Kašpar Jaroslav. 1. vyd. Líbeznice : Víkend, 2001. 107 s. ISBN 80-7222-180-9.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.**

Ústav biochemie a analýzy potravin


Datum zadání diplomové práce:

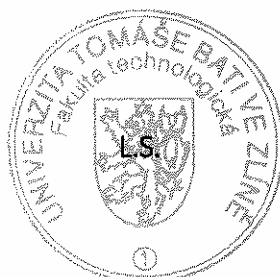
**4. ledna 2010**


Termín odevzdání diplomové práce:

**19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010

  
doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně .....

.....

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **ABSTRAKT**

V diplomové práci jsou sledovány aromatické látky ve vybraných ovocných destilátech. V teoretické části je pojednáno o základních principech výroby lihovin a jejich legislativním rámci, o surovinách pro výrobu destilátů, o kvašení a destilaci, o zrání a stárnutí lihovin, o chemickém složení destilátů, o principech a metodách stanovení aromatických látek, o hodnocení lihovin, o vadách destilátů a dále o účincích alkoholu na zdraví. V praktické části bylo provedeno stanovení aromatických látek u osmi vzorků ovocných destilátů. Vzorky byly analyzovány plynovou chromatografií s použitím plamenově ionizačního detektoru (GC/FID) a vysokoučinnou kapalinovou chromatografií s použitím UV detektoru (HPLC/UV).

**Klíčová slova:** ovocný destilát, aromatické látky, methanol, 2-methylpropan-1-ol, 3-methylbutan-1-ol, ethyl-acetát, benzaldehyd, eugenol, estery mastných kyselin, GC/FID, HPLC/UV

## **ABSTRACT**

The master thesis monitors aromatic substances in selected fruit spirits. The theoretical part deals with the fundamental principles of spirits production and their legislative framework, the raw materials for production of spirits, the fermentation and distillation, maturation and ageing of spirits, the chemical composition of distillates, the principles and methods of determination aromatic substances, the evaluation of spirits, the defects of spirits and the effects of alcohol on health. The practical part was done determining of aromatic substances in eight samples of fruit spirits. Samples were analyzed using gas chromatography with flame ionization detector (GC/FID) and high-performance liquid chromatography with UV detector (HPLC/UV).

**Keywords:** fruit spirit, aromatic substances, methanol, 2-methylpropan-1-ol, 3-methylbutan-1-ol, ethyl-acetate, benzaldehyde, eugenol, esters of fatty acids, GC/FID, HPLC/UV

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Ing. Miroslavu Fišerovi, CSc., za odborné vedení, za poskytnutí podkladů pro mou práci, cenné rady, připomínky a ochotu. Dále bych chtěla poděkovat panu Mgr. Robertu Víchovi, Ph.D, za jeho cenné odborné rady a čas, který mně věnoval při realizaci této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 HISTORIE VÝROBY DESTILÁTŮ</b> .....	<b>10</b>
<b>2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY VÝROBY LIHOVIN A JEJÍ LEGISLATIVNÍ RÁMEC</b> .....	<b>13</b>
2.1    LEGISLATIVA .....	13
2.2    OBECNÉ POZNATKY O ALKOHOLU.....	16
<b>3 SUROVINY PRO VÝROBU DESTILÁTŮ</b> .....	<b>17</b>
3.1    JEDNOTLIVÉ DRUHY OVOCE.....	17
3.1.1    Peckové ovoce.....	17
3.1.2    Jádrové ovoce.....	19
3.1.3    Drobné ovoce (bobuloviny).....	21
3.2    OSTATNÍ SUROVINY .....	21
3.3    CHEMICKÉ SLOŽENÍ OVOCE .....	23
<b>4 KVAŠENÍ A DESTILACE</b> .....	<b>30</b>
4.1    MECHANISMUS LIHOVÉHO KVAŠENÍ .....	31
4.2    DŮLEŽITÉ LÁTKY VZNIKAJÍCÍ PŘI LIHOVÉM KVAŠENÍ .....	32
4.3    MIKROORGANISMY VE VÝROBĚ DESTILÁTŮ.....	35
4.4    DESTILACE .....	38
4.5    DESTILAČNÍ PŘÍSTROJE.....	38
4.6    PRAKTICKÉ VEDENÍ DESTILACE A REKTIFIKACE .....	39
4.7    PRINCIP DESTILACE, TĚKÁNÍ JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK DESTILÁTU.....	40
<b>5 ZRÁNÍ A STÁRNUTÍ LIHOVIN</b> .....	<b>41</b>
5.1    FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ ZMĚNY PŘI ZRÁNÍ DESTILÁTŮ .....	41
5.2    UMĚLÉ ZPŮSOBY STAŘENÍ .....	42
<b>6 CHEMICKÉ SLOŽENÍ DESTILÁTŮ</b> .....	<b>45</b>
6.1    AROMATICKÉ LÁTKY V DESTILÁTECH.....	45
<b>7 PRINCIP A METODY STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK</b> .....	<b>50</b>
7.1    CHROMATOGRAFIE .....	50
7.1.1    Plynová chromatografie (GC) .....	50
7.1.2    Kapalinová chromatografie (LC) .....	52
<b>8 HODNOCENÍ LIHOVIN</b> .....	<b>54</b>
8.1    SENZORICKÉ HODNOCENÍ .....	54
8.2    FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ A CHEMICKÉ HODNOCENÍ .....	54
<b>9 VADY DESTILÁTŮ</b> .....	<b>57</b>



9.1	VADY VZNIKAJÍCÍ PŘI KVAŠENÍ.....	57
9.2	JINÉ PŘÍČINY VZNIKU VAD DESTILÁTŮ .....	59
9.3	CHYBY PŘI DESTILACI.....	61
9.4	VIDITELNÉ VADY DESTILÁTŮ .....	63
<b>10</b>	<b>ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KONZUMACE LIHOVIN .....</b>	<b>65</b>
10.1	METABOLISMUS ALKOHOLU V ORGANISMU .....	65
10.2	NEŽÁDOUCÍ ÚČINKY ALKOHOLU.....	66
10.3	RIZIKA UŽÍVÁNÍ ALKOHOLU.....	68
<b>11</b>	<b>CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>	<b>71</b>
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>72</b>
<b>12</b>	<b>MATERIÁL A METODY PRO STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK V DESTILÁTECH .....</b>	<b>73</b>
12.1	STANOVENÍ ANALYTŮ V OVOCNÝCH DESTILÁTECH METODOU PLYNOVÉ CHROMATOGRFIE NA KAPILÁRNÍ KOLONĚ S POUŽITÍM DETEKTORU FID (GC/FID) .....	73
12.1.1	Materiál .....	73
12.1.2	Chemikálie .....	73
12.1.3	Pomůcky a přístroje.....	74
12.1.4	Příprava vzorků .....	75
12.2	STANOVENÍ ANALYTŮ V OVOCNÝCH DESTILÁTECH VYSOKOÚČINNOU KAPALINOVOU CHROMATOGRFIE S POUŽITÍM UV DETEKTORU (HPLC/UV).....	75
12.2.1	Materiál .....	75
12.2.2	Chemikálie .....	75
12.2.3	Pomůcky a přístroje.....	75
<b>13</b>	<b>STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK VE VYBRANÝCH DESTILÁTECH .....</b>	<b>77</b>
13.1	PLYNOVÁ CHROMATOGRFIE NA KAPILÁRNÍ KOLONĚ S POUŽITÍM DETEKTORU FID (GC/FID) .....	77
13.2	VYSOKOÚČINNÁ KAPALINOVÁ CHROMATOGRFIE S POUŽITÍM UV DETEKTORU (HPLC/UV).....	78
<b>14</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>80</b>
14.1	PLYNOVÁ CHROMATOGRFIE NA KAPILÁRNÍ KOLONĚ S POUŽITÍM DETEKTORU FID (GC/FID) .....	80
14.1.1	Srovnání ovocných destilátů podle použitého druhu ovoce.....	80
14.1.2	Srovnání slivovic podle roku výroby .....	81
14.2	VYSOKOÚČINNÁ KAPALINOVÁ CHROMATOGRFIE S POUŽITÍM UV DETEKTORU (HPLC/UV).....	82
14.2.1	Srovnání ovocných destilátů podle použitého druhu ovoce.....	83
14.2.2	Srovnání slivovic podle roku výroby .....	84
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>85</b>

<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>88</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>94</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>95</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>96</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>97</b>

## ÚVOD

K lidské výživě neodmyslitelně patří ovoce. Na celém území naší republiky je možné od konce jara do sklonku podzimu sklízet ovoce ze sadů, zahrad, polí i sbírat lesní plody. Pokud se vydaří rok a úroda je veliká, je problém ovoce spotřebovat, zvláště jde-li o ovoce rychle podléhající zkáze. Ale i nadúroda ovoce s dlouhou trvanlivostí způsobuje problémy, nejsou-li k dispozici vhodné skladovací prostory. Část ovoce můžeme zpracovat na kompoty a džemy, drobné ovoce můžeme zamrazit. Další možností je i zpracování ovoce na šťávy, vína a destiláty. Výhoda zpracování ovoce na destiláty spočívá v tom, že kvasy připravené v době sklizně lze s úspěchem destilovat během celé zimy a destilát se na rozdíl od zemědělských produktů dobře skladuje.

Nové poznatky a neustále lepší a výkonnější destilační aparatury vedou ke zvýšení výtěžků etanolu a současně i ke zvýšení kvality destilátů. Dnes se požadují destiláty z jednoho druhu ovoce, které vykazují vůni a chuť typickou pro určitý druh. Na jakost destilátu má vliv dokonce i roční klima, hlavně v periodě zrání. To znamená, že ze stejného ovoce, stejně vyzrálého a zdravého, dostaneme téměř každý rok jinou kvalitu destilátu. Chuť a vůně jsou hlavními kritérii při hodnocení destilátů z ovoce. Nápomocným kritériem je chemická analýza, která ukáže obsah všech složek.

Profily těkavých složek alkoholických nápojů se skládají z velké řady sloučenin, zahrnující kyseliny, alkoholy, aldehydy a jiná stopová množství aromatických látek. Pro stanovení aromatických látek v destilátech existuje spousta metod. Z moderních separačních metod je to např. plynová chromatografie (GC) a vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). Principem těchto metod je dělení složek vzorku a jejich následné stanovení pomocí detektoru. Tyto metody byly využity v praktické části této diplomové práce.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE VÝROBY DESTILÁTŮ

Nedílnou součástí alkoholických nápojů je jejich historie, která ukazuje na zajímavé poznatky o vzniku a původu jednotlivých nápojů. Neexistuje snad země, která by nepoznala alkohol v různé podobě. Výroba alkoholu sahá daleko do minulosti, alkohol však vzniká i spontánně v přírodě. Až později našli lidé zálibu v jeho chuti a objevili jeho schopnosti dodat tělu povzbuzující energii [1].

Historie destilovaných nápojů není sice tak stará jako historie nededilovaných fermentovaných nápojů, ale destiláty přesto zasáhly významně do vývoje lidské společnosti už před mnoha stoletími. Kdy se poprvé podařilo vyrobit destilát se přesně neví. Někteří historici uvádějí, že k tomu došlo patrně v italských kláštorech, jiní zase, že princip destilace znali již Egypťané, dále se uvádí, že již Číňané znali tajemství destilace a vychutnávali destilované produkty již 1000 let př. Kr. Můžeme se také domnívat, že asi v roce 800 př. Kr. se v Indii poprvé destiloval arak. Jediné, co se dá potvrdit je to, že k přípravě lihovin destilací sloužilo nejdříve víno [2, 3].

V 10. století to byli arabští lékaři (lékař Abul-Kasem), kteří destilovali víno a destilát pak používali jako lék a nazývali ho „al-ko-hol“. Postup výroby byl však utajen. První, kdo popisuje způsob výroby koncentrovanějšího alkoholu z vína, je františkán Raymundus Lullus a francouzský alchymista a lékař Arnaud de Villeneuve, žijící v Montpellieru, v roce 1280. Získaný první destilát býval znovu několikrát překapáván (až desetkrát) a pak pojmenován „perfectissima“. Ve 14. století se v Evropě při řádění moru nemocní léčili jalovcovým destilátem. Proto také destilát dostal latinský název „aqua vitae“ neboli „voda života“. Ve 14. a 15. století se v latinských rukopisech vyskytují pro líc různá označení: spiritus vini (duch vína), aqua vitae (voda života), Ceresis et Bacchi apod. Čistý alkohol nazývali alchymisté „argentum vivum vegetabile“ (rostlinné živé stříbro) nebo mercurium vegetabile“ (rostlinná rtuť). Později se místo názvu spiritus vini ujal i název alcool. Vznikl prý buď z arabského ad'khol, co znamená v arabštině látku jemnou, podle jiných použil název alkohol poprvé alchymista Paracelsus a myslel tím nejčistší alkohol, hořlavou vodu. V průběhu 17. století se výroba lihovin s přísadou koření a bylin rozšířila přes Moravu a Slezsko do Polska a Ruska. Poláci a Rusové používali zajímavý způsob na oddělení alkoholu od vody - používali metodu vymražování. V 18. století se suroviny používané k výrobě lihu rozrostly o brambory a cukrovarnický odpad. Vznikl tak základ pro lihovarnický průmysl. Snaha o poznání alkoholického kvašení a vznikajících produktů sahá k francouzské revolu-

ci. V roce 1815 Gay-Lussac zformuloval chemickou rovnici kvašení s tím, že stanovil, že z jedné molekuly jednoduchého cukru vznikají 2 molekuly etanolu a 2 molekuly oxidu uhličitého. Roku 1840 Louis Pasteur zjistil a prokázal, že lihové kvašení cukerných roztoků je proces, který způsobují živé mikroorganismy – kvasinky, případně jejich enzymy. L. Pasteur také zjistil, že lihové kvašení roztoků obsahujících cukr probíhá bez přístupu vzduchu (anaerobně) [1, 2, 4, 5, 6].

Do českých zemí se výroba destilátů postupně dostávala zřejmě obchodními cestami z Itálie a územím dnešního Rakouska. První dochované zprávy o destilátech pocházejí ze 13. a 14. století za vlády Jana Lucemburského, ale výroba se rozšířila teprve za Karla IV., kdy se v zemi pěstovalo hodně vinné révy, kvasilo víno a z něho se destiloval alkohol. V roce 1400 založil první velkou vinopalnu král Václav IV. v Kutné hoře a destilát sloužil především horníkům. V 15. století se v Čechách objevilo nové řemeslo a jeho provozovatelé se jmenovali paliči vína či vinopalové. Většinou se páliho skoro vše zkvašené – víno, pivo a vinné nebo pivní kaly, dále se jako suroviny pro kvašení používaly různé slady a dokonce i nesladované obiloviny. Archivní záznamy dokazují, že v 15. století se ve Vizovicích odváděly poplatky za pálení švestek. Ze 16. století pocházejí zápisy o výrobě „žitné pálenky“ z pálenic v Prostějově a v Brně. 16. století přichází i s destilací kvasů z jiných surovin, jako jsou trnky, hrušky, jablka, šípky, bezinky, jalovec a často i s přísadami různých koření, ovocných šťáv, bylin aj. Roku 1559 byly v Olomouci vydány překlady Jana Černého-Jevíčského, ve kterých jsou popsány návody k destilování, destilační zařízení a také návody na upotřebení destilátů. V 18. století dochází k velkému rozmachu vinopalnictví a objevuje se i další surovina – brambory. Obliba destilátů ve všech vrstvách obyvatelstva stále stoupala a vinopalny se velmi rychle rozšiřovaly. Nejvíce pálenky se vyrobilo v roce 1909-1910 a v roce 1917-1918. Před rokem 1918 mohl každý obyvatel Moravy vypálit z vlastních surovin až 56 litrů 50% slivovice bez daně. V roce 1923 bylo toto množství sníženo na 30 litrů a ještě později byla tato výhoda zrušena úplně. Před druhou světovou válkou bylo v českých zemích 10 velkých pivovarů a pálenic a 23 drobnějších výroben [2, 5, 6].

Na světě se vyrábí velké množství různých destilátů. Každý národ má nějaký typický destilát. Pro obyvatele Ruska, Ukrajiny, Polska je to vodka, pro Brity je to „Scotch whisky“, pro Američany to může být Burbon whiskey, pro Rakušany a obyvatele jižního Německa to bývá „Obstler“ – destiláty z ovoce, pro Mexičany je to tequila (destilát z agáve), pro Peru-

ánce je to pisco (destilát ze speciální odrůdy vinných hroznů), pro Brazílce cachasa (destilát z cukrové třtiny) a další [2].

## 2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY VÝROBY LIHOVIN A JEJÍ LEGISLATIVNÍ RÁMEC

### 2.1 Legislativa

Podmínky pro výrobu, úpravu, skladování, evidenci a oběh lihu vymezuje **zákon o lihu č. 61/1997 Sb.**, v platném znění. V prováděcí vyhlášce MZe ČR č. **335/1997 Sb.**, v platném znění, k zákonu č. **110/1997 Sb.**, v platném znění, o potravinách a tabákových výrobcích, je v § 16 proveden výklad pojmů týkající se lihovin. Tato vyhláška vysvětluje co jsou lihoviny, popisuje jednotlivé druhy destilátů, vymezuje členění na skupiny a podskupiny, dále upřesňuje označování lihovin. V příloze této vyhlášky se uvádí druh a název skupiny a podskupiny lihovin, dále obsah etanolu v procentech objemových a další jednotlivé označení konkrétních lihovin.

#### **Lihoviny**

Jsou alkoholické nápoje, které obsahují nejméně 15 % obj. etanolu, kromě piva a vína. Pro výrobu lihovin se smí používat výhradně „kvasný“ etanol, který je tvořen během fermentace ze zkvasitelných surovin činností vhodných mikroorganismů (kvasinek) a izolován následnou destilací. Použití lihu syntetického je ze zdravotního hlediska nepřijatelné vzhledem k obsahu některých nefyziologických doprovodných látek jako 1,1-dimethylethanol (terc.butanol), 2-butenal (krotonaldehyd) aj. [7].

#### **Rozdělení lihovin**

Lihoviny je možno dělit podle několika kritérií (např. podle původu, podle obsahu senzoryckých látek, podle charakteru, podle způsobu výroby).

#### ***Podle původu etanolu dělíme lihoviny na:***

- lihoviny vyráběné tzv. studenou cestou (bez kvašení) – připravují se smícháním jednotlivých komponent, základní složkou je líh kvasný rafinovaný (vyrobený odděleně v lihovarech) a dalšími složkami jsou cukr, ovocné sukusy a šťávy, víno, destiláty, extrakty bylin a drog, aromatické látky, voda a další. Řadíme sem např. vodku, gin, Becherovku, tuzemák, fernet aj.,
- lihoviny vyráběné kvasným pochodem (destiláty, pálenky) – etanol vzniká přímo zkvašením sacharidických surovin použitých pro výrobu lihovin, následující destilací a dalšími úpravami destilátu se získává konečný výrobek, jehož charakter je určen původní



úpravami destilátu se získává konečný výrobek, jehož charakter je určen původní zpracovanou surovinou. Řadíme sem např. slivovici, calvados a další ovocné destiláty, whisky, brandy, rum, tequila, mezcal, arrak aj. [8].

***Podle složení (obsahu cukru) a konzistence dělíme lihoviny na:***

- neslazené (vodka, destiláty aj.),
- slazené,
- likéry s obsahem cukru nejméně 100 g v 1 l lihoviny (Praděd, Becherovka, Griotka aj.),
- krémy s obsahem cukru nad 250 g v 1 l lihoviny (kávový krém apod.),
- krystalické likéry obsahující část cukru (sacharosy nebo laktosy) ve formě nerozpuštěných krystalků (krystalická kmínka),
- emulzní lihoviny - krémovitá konzistence a žádané hustoty výrobku se dosáhne vytvořením jemné a stálé emulze směsi žloutků, mléka, cukru a lihu (vaječný likér) nebo přidáním „kalící“ složky, většinou na bázi modifikovaných dextrinů (řidké emulzní lihoviny) [2].

***Podle způsobu výroby dělíme lihoviny na:***

- pravé destiláty – jednosložkové alkoholické nápoje, jejichž etanol pochází výhradně ze zkvašené tekutiny nebo zkvašené zápary, vyrobené z cukerné polysacharidické nebo zcukřené polysacharidické suroviny, přičemž je zachováno vlastní aroma vzniklého destilátu i produktů z něj vyrobených ředěním vodou,
- řezané destiláty – alkoholické nápoje vzniklé přidáním rafinovaného kvasného lihu k destilátům pravým, přičemž charakteristická vůně a chuť použitého pravého destilátu musí být poznatelná,
- destiláty vyrobené zvláštním tradičním způsobem – alkoholické nápoje, získané z těžko zkvasitelných nebo na cukr chudých surovin. Patří sem např. borovička, gin,
- likér nebo krém – likéry se rozumí alkoholické nápoje obsahující nejméně 100 g cukru na 1 l výrobku. Krémem se rozumí výrobek s obsahem cukru nad 250 g na 1 l výrobku. Patří sem např. kávový likér,

• ostatní lihoviny – alkoholické nápoje vyrobené mísením lihu, destilátů, vody, vonných a chuťových látek, vína, lihovinového kuléru a jiných barviv. Patří sem např. vodka, tuzemský rum, hořká lihovina [9].

**Rozdělení lihovin do skupin a podskupin (Tab. 1):**

Tab. 1. Rozdělení lihovin do skupin a podskupin podle zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a vyhlášky MZe č. 335/1997 Sb., pro komoditu alkoholických nápojů [7].

Skupina	Podskupina
destilát	vinný destilát
	vínovice neboli brandy nebo Weinbrand
	matolinovice vinná
	matolinovice ovocná
	mlátovice
	korintská pálenka neboli Raisi brandy
	rum
	whisky nebo whiskey
	obilný destilát nebo obilná pálenka nebo obilná lihovina
	průtahový destilát
	ovocný destilát
	průtahový ovocný destilát (Geist)
	borovička průtahová neboli borovičková pálenka průtahová
	destilát z cidru nebo perry
	pivní pálenka nebo Bierbrand
tequila	
kategorizovaná lihovina	likér nebo krém
	aquavit nebo akvavit

	borovička kvasná
	genever nebo jenever
	gin
	pastis
	ouzo
	hořcová pálenka
	vodka
	tuzemský rum
	hořká lihovina
	ovocná lihovina
	lihovina s přídavkem ovocného destilátu
	<i>ostatní lihovina</i>
	<i>míchaná lihovina</i>

## 2.2 Obecné poznatky o alkoholu

Základní složkou všech alkoholických nápojů je alkohol. Chemicky jde o etanol (etylalkohol,  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ) patřící mezi hydroxysloučeniny. Je to bezbarvá tekutina s příjemnou nasládlou vůní a pálivou chutí. Je snadno zápalný, hoří bleděmodrým plamenem, je velmi hygroskopický. Etanol je neomezeně mísitelný s vodou a je lehčí než voda (hustota ethanolu je  $789,3 \text{ kg/m}^3$  při  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Bod varu je za normálních podmínek  $78,3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Struktura alkoholů se podobá struktuře vody a alkoholy tedy můžeme považovat za monoalkylderiváty vody. Jako přirozené složky vznikají alkoholy zpravidla ze sacharidů i aminokyselin katalytickým působením příslušných enzymů. Sekundárně vznikají alkoholy kvasnými pochody [10, 11, 12].

### 3 SUROVINY PRO VÝROBU DESTILÁTŮ

K výrobě alkoholu lze použít všechny suroviny, které obsahují sacharidy (mono-, oligo- nebo polysacharidy): ovoce, obilí, brambory, také kapaliny obsahující etanol (např. víno). Mezi ostatní suroviny patří třtinová melasa, čirokové sirupy, jalovec, fíky, batáty, banány, svatojánský chléb, agáve aj. Jakost surovin na výrobu destilátů se posuzuje jak z hlediska vhodnosti pro kvasný proces, tak z hlediska obsahu aromatických a chuťových složek. Zpravidla suroviny s intenzivní vůní dávají i silně aromatické pálenky. Suroviny s málo výraznou vůní se pro výrobu pálenky nehodí [13, 14].

Destiláty je nutné vyrábět pouze z plně vyztřálého a čistého ovoce. Nezralé ovoce obsahuje více škrobu, kyselin a pektinu. Se stupněm zralosti stoupá obsah cukru a zároveň se zvyšuje podíl vhodných jednoduchých cukrů. Kromě vlastních cukrů ve vyztřálem ovoci stoupá i obsah aromatických látek, které dávají výslednému destilátu charakteristickou chuť a vůni. V žádném případě se nepoužívá ovoce nahnilé nebo plesnivé. Z takového ovoce nelze očekávat kvalitní destilát. Produkty hnilobného procesu se dostávají do kvasu, narušují průběh vlastního kvašení, snižují výtěžnost získaného destilátu a ten poškozují i chuťově, způsobují různé pachutě. V kvasech vyrobených z plesnivého ovoce stoupá na úkor výtěžnosti alkoholu množství kyseliny octové, dalších vyšších mastných kyselin a jiných prchavých látek, které mají nepříznivý vliv na chuť a vůni destilátu. Ovoce je nutné odstopkovat, protože větší množství tříslovin a celulózy v kvasu má nepříznivý vliv na chuť pálenky [14, 15].

#### 3.1 Jednotlivé druhy ovoce

Ovoce jsou pravé i nepravé plody kulturních i divoce rostoucích jednoletých i víceletých rostlin. Podle botanických a dalších znaků a podle vlastností třídíme ovoce na: peckové, jádrové, drobné. Tyto skupiny jsou důležité z hlediska výroby destilátů [16].

##### 3.1.1 Peckové ovoce

Plody (peckovice) mají tlustou, někdy plstnatou slupku, měkkou, šťavnatou dužinu a pecku se sladkým nebo hořkým semenem. U méně kvalitního peckového ovoce lze vystupňovat aroma rozdrčením 1/3 až 1/2 pecek, čímž se u destilátu docílí hořkomandlové příchuti.

Do této kategorie patří švestky pravé i pološvestky, slívy, ryngle, mirabelky, trnky, dřínky, třešně, višně, meruňky, broskve [16].

#### **Švestky domácí** (*Prunus domestica*)

Jsou velmi známým a oblíbeným ovocem na výrobu slivovice. Švestek je velká řada odrůd, lišících se navzájem velikostí plodů, barvou, tvarem, chutí, obsahem cukru a dobou zralosti. Barva švestek je velmi pestrá. Jsou odrůdy modročervené, fialově červené, žluté i zelené, které však bývají kříženci se slívou. Slivovici konkurenčních vlastností mohou poskytnout pouze plody dokonale vyvinuté a vyzrálé. I když aroma slivovice není zvláště citlivé, nesnáší větší množství přiboudliny, která přichází do slivovice z kvasu, připraveného z plodů nahnilých, plesnivých, nedozrálých apod. Vůně po hořkých mandlích i po švestkách je pak zastřena a uplatňuje se vliv různých nežádoucích látek. Švestky určené k výrobě slivovice se nechají na stromech až do úplné zralosti. V úplně vyzrálých plodech je daleko vyšší obsah cukrů (8 až 10 %, plně vyzrálé až 14 % cukru); množství kyselin klesá a plody jsou také aromatičtější [5].

#### **Pološvestky**

Sem patří především Zimmerova, Wangenheimova, Bühlská a podobné odrůdy. Hodí se dobře na výrobu pálenek. Aroma a chuť pološvestek se neliší od švestky domácí. Plody jsou velké, mají měkčí dužninu a snadno se rozpadají [5].

#### **Durancie** (modroplodá slíva)

Durancie mají velmi jemné a citlivé aroma, které bývá méně pečlivým pracovním postupem porušeno a v destilátu se pak nemůže uplatnit. Obsah cukru převyšuje zpravidla obsah ve švestkách, a proto jsou alkoholové výtěžky z durancí větší než ze švestek. Durancie mohou dát uspokojivý výsledek jen tehdy, pokud jsou česány v úplné zralosti a třídí-li se plody nahnilé od zdravých. Pálenka ze samotných durancí je při pečlivém ošetřování kvasu a odborné destilaci velmi jemná a lahodná. Pokud se však vyžaduje intenzivní švestková příchut' a vůně, musí se durancie zpracovat společně se švestkami v poměru 1:1 [5].

#### **Třešně** (*Prunus avium*)

Tvoří řadu odrůd, z nichž k výrobě třešňovice se lépe hodí odrůdy tmavé, srdcovky. Nejlepší jsou třešňovice vyrobené z tmavých ptáčnic, rostoucích divoce ve vyšších polohách. Obsahují 8 až 13 % cukru. Zpracování třešní vyžaduje zvláště velkou péči, a to jak při při-

pravě kvasu, tak i při destilaci. Plody mohou být popraskané, ale nesmějí být plesnivé nebo nahnilé a zapařené. Proto se mají zpracovávat hned po očesání, co nejrychleji zakvasit a po zakvašení hned destilovat. Třešně se nemají nikdy zpracovávat se stopkami, aroma i chuť třešňovice jsou velmi citlivé a stopky v kvasu vyvolávají jejich zhoršení [17].

#### **Višně** (*Prunus cerasus*)

Višně jsou výbornou surovinou k přípravě pálenky tzv. višňovice. U nás se teplou cestou vyrábí vzácně, protože je nedostatek suroviny. Višně typu Morely pozdní se pěstují odedávna na dalmatském pobřeží pod názvem „marasca“ a vyrábí se z nich známá výborná pálenka maraschino. Pro lihovarnictví jsou především cenné višně tmavé, v plné zralosti temně rudé, jejichž šťáva intenzivně barví. Polovišně a polotřešně jsou méně hodnotnou surovinou, protože nemají typické aroma. Višňovice se vyrábí buď přímo z višňového kvasu nebo z višňového vína [5].

#### **Meruňky** (*Prunus armeniaca*)

Meruňky obsahují zpravidla poměrně málo cukru, kolem 8 %, výjimečně až 10 %. Z meruňek lze ale vyrobit jednu z nejlepších a nejjemnějších ovocných pálenek – meruňkovic. Předpokládá to však zpracovávat na ovocný kvas pouze meruňky plně vyztřelé, lépe přezřelé, nejlepší jakosti, bez náznaků hniloby a plísní. Jemné, typické meruňkové aroma je při kvašení i při destilaci kvasu velmi citlivé a technologickými úpravami suroviny snadno mizí nebo se překrývá hořkomandlovou (amygdalinovou) příchutí z jader [6].

#### **Broskve** (*Prunus persica*)

Pro výrobu destilátů jsou vhodné speciální odrůdy s malými, tmavě nachově zbarvenými, aromatickými plody. Plody musí být plně vyztřelé, aromatické, s dobře oddělitelnou pečkou [16].

### **3.1.2 Jádrové ovoce**

Plody (malvice) jádrového ovoce mají tlustou slupku, šťavnatou dužninu a pětipouzdrý jádřinec, který uzavírá semena – jádra. Patří sem jablka, hrušky, kdoule, jeřabiny, mišpule [16].

#### **Jablka** (*Malus*)

Jablek je celá řada odrůd a svou kvalitou se navzájem značně liší. Jablka pro výrobu jablečného destilátu musí být aromatická, sladká a musí mít i dostatečný obsah kyselin. Vhodné jsou podzimní a zimní odrůdy ve fyziologické zralosti (např. Lord Derby, Gráfštýnské červené, Jadernička moravská, Coxova reneta). Je třeba najít vhodný kompromis, protože nezralá a špatně vyvinutá jablka mají malou výtěžnost a přezralá jablka se špatně lisují. Je samozřejmé, že nedozrálé a nahnilé plody nemohou poskytnout dobrý destilát, ale protože se často používalo především takové ovoce, nebyla jablkovice dlouho oblíbená. K zásadnímu obratu došlo díky tomu, že dnes jsou na destiláty zpracovávány kvalitní plody aromatických odrůd. Pálenka z rozemletého, celého ovoce není zdaleka tak jakostní, jako pálenka z vylisované šťávy. Je proto výhodnější rozemletá jablka vylisovat a ponechat zvlášť kvasit šťávu a jablečnou drť. Ze šťávy získáme velmi kvalitní, jemný destilát, kdežto pálenka z drtě může po opětovné destilaci sloužit k řezání vysoce aromatických pálenek [5, 16, 18].

### **Hrušky (Pyrus)**

Ze zpracovatelského hlediska jsou vhodné podzimní a zimní odrůdy, řada odrůd hrušek je však nevhodných. Hruškový destilát, zvlášť je-li vyroben z aromatické odrůdy (např. Williams), patří k vyhledávaným výrobkům. U nás se uplatňují především krajové odrůdy s menšími plody. Letní odrůdy nejsou pro výrobu pálenky vhodné, protože mají slabé aroma, které během výroby mizí a destilát je nevýrazný. Hrušky obsahují poměrně málo organických kyselin a hodně tříslovin, proto se objevují při kvašení problémy. Kromě toho u nich bývá malá výtěžnost etanolu. Určitého sensorického zlepšení lze dosáhnout použitím hrušek přezrálých, které mají zvýšený obsah aldehydů a esterů [16].

### **Kdoule (Cydonia oblonga)**

Kulturní odrůdy hruškovitého tvaru jsou zpravidla jemnější chuti než kdoule jablkovité. Ačkoliv je u nás jejich dužina za syrova normálně nepoživatelná, hodí se kdoule k výrobě destilátů. Obzvlášť intenzivně voní malé jablečné kdoule. Dužina nesmí během skladování zhnědnout. Nejdůležitější při zpracování je odstranění jemných chloupků, v opačném případě je třeba počítat se změnou aroma destilátu, které působí drsně a žlukle. Výtěžek alkoholu u kdoulí je na základě nízkého podílu zkvasitelných cukrů špatný [16, 19].

**Jeřabiny** (*Sorbus aucuparia* – Jeřáb obecný)

Na výrobu pálenky se nejlépe hodí plody jeřábu moravského. Obsahují kolem 10 až 13 % cukru a méně tříslovin než jeřáb divoký. Výborné jsou také plody jeřábu sladkoplodého, který má více cukru než jeřáb moravský. Doporučuje se ponechat plody na stromech až do prvních mrazíků, aby se snížil obsah rozpustných tříslovin. Trhají se velké laty a bobule se oddělují až po přípravě kvasu [17].

**Mišpule** (*Mespilus germanica*)

Plody mišpule jsou chuťově velmi nevýrazné. Sklízají se, teprve když je přejde mráz. Dá se z nich vyrobit destilát jemné chuti [16].

**3.1.3 Drobné ovoce (bobuloviny)**

Plody bobulové ovoce mají neloupatelnou slupku, semena jsou uložena ve šťavnaté dužnině, kolem semen není ani tvrdá skořápka, ani pergamenová blána. Patří sem angrešt, rybíz, borůvky, maliny, ostružiny, jahody [20].

**Rybíz** (*Ribes*)

Rybíz má celou řadu kulturních odrůd. Pro výrobu pálenky se osvědčil rybíz černý, který dává velmi dobré výnosy. Vyznačuje se zvláštní vůní a obsahuje daleko více cukru než rybíz červený. Destiláty z černého rybízu bývají příliš aromatické a příliš výrazné chuti. 4ástečně se dají zjemnit již při destilaci za použití deflagmačního zařízení [5].

**Maliny** (*Rubus*)

Cenné jsou především lesní plody. Mají výraznou jemnou vůni, která se nešetrným zpracováním zcela ztrácí. Musí se zpracovat rychle po sběru, kvasy nesmějí přezrát a musí se velmi šetrně destilovat. Jen tak si destilát malinovice zachová typické aroma. Nevhodným a dlouhým skladováním se aroma ztrácí. Maliny obsahují poměrně málo cukru, kolem 6 až 7 %. Snadno plesnivějí a kazí se [17].

**3.2 Ostatní suroviny****Jalovec obecný** (*Juniperus communis*)

Jalovčinky jsou nepravé plody jalovce. Z bobulí jalovce se vyrábí tzv. borovička, a to buď jako pravý borovičkový destilát nebo jako borovička průtahová. U nás rostou dva druhy:



jalovec obecný a jalovec nízký. K úplnému vyžrání potřebují jalovčinky dva roky. V prvním roce jsou zelené a teprve druhým rokem nabývají tmavomodré barvy. Úplně vyžralé obsahují maximálně 50 % vody a přes 20 % cukru. Mají vysoký obsah silic, připomínajících vůni silici terpentýnovou. Silice obsahuje hlavně  $\alpha$ -pinen, kamfen, kadinen a terpineol. Destilací lze z plodů získat až 2 % silice. Při výrobě kvasného borovičkového destilátu se bobule jalovce rozemílají, ředí vodou a zakvášejí. Protože silice brzdí kvašení, tak se jalovčinky vícekrát vyluhují horkou vodou a extrakt se teprve pak zkvašuje. Vlastní lihovina se vyrábí z pravého borovičkového destilátu zpravidla jako řez 1:9 (1 díl borovičkového destilátu 40% obj. a 9 dílů jemného rafinovaného lihu 40% obj.). Kromě toho se vyrábí ještě tzv. průtahová borovička. Tento druh lihoviny, připravený z bobulí jalovce, je jemnější a nemá terpenovou příchut'. Vyrábí se tak, že rozemletý jalovec se vloží do plátěného pytlíku a destiluje se ve 20 až 30% etanolu [6, 14, 17].

### **Hořec (Gentiana)**

Jedná se o bylinu rostoucí hlavně ve vyšších polohách. K výrobě destilátu se používají odřenky, které obsahují asi 70 % vody, 5 až 15 % cukru (gentianosu), 1 až 1,5 % hořkých glykosidů, gentiin, tanin, pektosu a asi 6 % oleje. Pro tyto látky je velmi oblíbenou lihovarskou surovinou. V lihovarnictví se používají druhy: *Gentiana lutea*, *G. punctata*, *G. purpurea*, *G. panonica*. Jmenované hořce jsou v České republice chráněné. Destilát se vyznačuje vysokým obsahem hořčin a aromatických olejů. Vyrábí se hlavně v alpských zemích [5, 17].

### **Topinambur (Helianthus tuberosus)**

Topinambur je vytrvalá bylina, která pod zemí vytváří hlízy červeně až fialově zbarvené, uvnitř bílé, podobné bramborům. Hlízy obsahují 32 % sušiny, asi 18 % polysacharidů (inulin), 5,5 % celulosy a 4,7 % popela. Chuť destilátu je výrazně zemitá, natrpklá, často připomíná destilát z hořce. V ovocnářských lihovarech se topinambury zpracovávají jen zřídka [5].

### **Ovocné nebo vinné matoliny**

Výtlačky (zbytky po lisování jablek a jiného ovoce) jsou pouze podřadnou surovinou a dávají pálenky druhořadé. Suroviny obsahují 2 až 6 % cukru a velké množství nerozpustných látek. Velmi snadno podléhají zkáze, plesnivějí a proto musí být zpracovány co mož-

ná nejdříve. O něco lepší destilát lze získat z matolin (vinných výtláčků). Pro výroby tohoto druhu existuje mnoho názvů: Trester, Grappa, Marc [5, 21].

### **Kvasnicové kaly**

Po stažení vína z kvasných nádob zůstává na dně sedlina, kterou tvoří usazené kvasinky, nerozpustný extrakt šťávy a až 70 % vína. Pálenka získaná destilací těchto kalů se nazývá mlátovice. Je méně cenná než matolinová, obsahuje více těkavých kyselin a má drsnou příchuť. Po dozrání se používá k úpravám jakosti lihovin typu „brandy“, aby získaly tzv. „mydlinkovou chuť“ [6, 17].

### **Agáve (Agave tequilana)**

Modrá agáve tvoří základ pro výrobu destilátů tequila a mescal. Velké masité listy agáve se oddělí a zbývající stonek se zahřívá v páře, přičemž se uvolní šťáva medovité konzistence. Ta je po naředění vodou v poměru 1:2 zkvašována [3].

## **3.3 Chemické složení ovoce**

Při výrobě destilátů je ovoce v pozici vstupní suroviny, která je podrobena biochemickým a mikrobiologickým procesům. Zastoupení a množství látek obsažených v ovoci je silně závislé od místa, kde bylo vypěstováno (klima a povětrnostní podmínky). Dále chemické složení ovoce ovlivňuje řada dalších faktorů jako například způsob a dávky hnojení, počet plodů na stromě, zrání ovoce na stromě a jeho dozrávání po sklizni.

Z pohledu vlastností je možné látky obsažené v ovoci rozdělit do těchto skupin:

- Látka obsažená v ovoci projde kvasem a procesem destilace a bude obsažena v destilátu. Významnými představiteli této skupiny jsou éterické oleje a další těkavé látky, jejichž množství má vliv na aromatické, chuťové a jiné vlastnosti destilátů.
- Látka se v procesu kvašení změní na jinou, která bude v destilátu. Základními představiteli jsou cukry, které se zkvašují na alkohol.
- Látka obsažená v ovoci nebude obsažena v destilátu. Sem patří například minerální látky, které nepřímo zasahují tím, že jsou živným prostředím pro mikroorganismy zprostředkující přeměnu cukrů na alkohol [22].

Hlavní podíl ovoce tvoří **voda** (75 až 95 %). V ovoci je obsažena jednak voda volná, jednak vázaná na koloidy. Volná voda je ve šťávě buněk ovoce a jsou v ní rozpuštěny ostatní

látky. Voda vázaná na koloidy tvoří okolo nich vodní obal, který je jejich neoddělitelnou součástí. Voda umožňuje biochemické reakce v buňce a v pletivech. Zbytek, který vznikne po vysušení vody, je tzv. **sušina**. Je tvořena řadou chemických látek, mezi které patří sacharidy, organické kyseliny, třísloviny, dusíkaté látky včetně různých enzymů, barviva, aromatické látky, vitaminy, minerální látky. Jádra mimo to obsahují vyšší procento tuků, bílkovin a některá glykosid amygdalin. I když má výsadní postavení z pohledu výroby alkoholu obsah cukru, jsou všechny látky stejně důležité a v souhrnu tvoří harmonický celek [5, 16].

### Sacharidy

Sacharidy tvoří podstatnou složku ovoce. Jsou to látky většinou ve vodě rozpustné, vznikající především v listech a zelených částech rostlin fotosyntetickou asimilací oxidu uhličitého. Podstatou výroby ovocné pálenky je přeměna cukrů na alkohol ve fázi kvašení a jeho oddělení destilací. Proto je obsah cukru významným faktorem.

*Z monosacharidů* bývají nejčastěji zastoupeny hexosy, zvláště pak glukosa, fruktosa, méně manosa, galaktosa a sorbosa. Glukosa (hroznový cukr) je v ovoci velmi rozšířená. Je velmi dobře zkvasitelná. Je také součástí disacharidů (sacharosa) a polysacharidů (škrob, celuloza). Fruktosa (ovocný cukr) je v ovoci velmi rozšířeným sacharidem. Podobně jako glukosa se vyskytuje v ovoci buď volná, nebo jako složka složených sacharidů (např. sacharosy, rafinosy a polysacharidu inulinu). Je rovněž velmi dobře zkvasitelná. Vzájemný poměr glukosy a fruktosy v ovoci závisí na druhu, odrůdě, stanovišti, vegetačním stádiu a dalších faktorech. Manosa je v rostlinných buňkách dost rozšířená ve formě polysacharidů mananů. Sorbosa se vyskytuje v některých šťávách, např. v jeřabinové, kde vzniká oxidativním zkvašením alkoholického cukru sorbitu. Z monosacharidů se vyskytují v ovoci také některé lihově nezkrasitelné cukry, např. pentosy nebo alkoholické cukry. Nejdůležitějšími pentosami, vyskytujícími se téměř v každém rostlinném materiálu, jsou arabinosa, xylosa a rhamnosa [17].

*Oligosacharidy* jsou složené cukry, jejichž molekula se skládá ze dvou nebo více molekul monosacharidů. účinkem kyselin nebo specifických enzymů se oligosacharidy štěpí na monosacharidy, z nichž jsou složeny. Zkvasitelnost oligosacharidů závisí na tom, zda použité kvasinky obsahují příslušný specifický enzym, který by oligosacharid štěpil na odpovídající monosacharidy. K hlavním disacharidům patří sacharosa, maltosa, gencibiosa, celobiosa

a turanosa. Sacharosa (cukr řepný nebo třtinový) je disacharid v přírodě velmi rozšířený, zejména v ovoci, v řepě, v cukrové třtině a v jiných rostlinách. Sacharosu kvasinky přímo nezkrvašují. Je zkrvašitelná až po hydrolyze kyselinami nebo enzymem  $\beta$ -fruktosidasou, která je obsažena ve většině kvasinek. Celobiosa je redukující disacharid složený ze dvou molekul glukosy a vzniká částečnou hydrolyzou celulosy. Gencibiosa je disacharid složený rovněž ze dvou molekul glukosy. V přírodě je obsažen v heteroglykosidu amygdalinu [16].

**Polysacharidy** jsou vysokomolekulární sloučeniny složené z velkého počtu jednotlivých molekul monosacharidů. Působením enzymů nebo kyselinami se štěpí na oligosacharidy a na monosacharidy. Nejdůležitějšími polysacharidy jsou škrob, celulosa, hemicelulosa a pektinové látky. Škrob je složkou nezralého ovoce a v průběhu zrání se dokonale odbourává. Je složen ze dvou hlavních substancí: amylosy a amylopektinu. Škrob je v zelených, nezralých plodech (jablkách, hruškách) ve značném množství. Z počátku, v době růstu plodu, se množství škrobu zvětšuje, až posléze v době zrání plodu klesá. Obvykle je v jablkách při sklizni obsaženo asi 1 % škrobu. V době skladování se škrob v jablkách vlivem amylasy rychle mění v cukr. Bobuloviny i v nezralém stavu mají velmi málo škrobu. Celulosa je pravidelnou složkou všech rostlinných surovin. Je součástí stěn rostlinných tkání. Hydrolyzou minerálními kyselinami přechází na tetrasacharidy a postupně na trisacharidy, disacharidy a na glukosu. V každém rostlinném materiálu jsou kromě jednoduchých celulos přítomny i celulosy složené (např. pektocelulosy). Hemicelulosy doprovázejí zpravidla celulosu. Patří sem zejména xylany, manany, galaktany a arabanoxylany. Všechny druhy hemicelulos jsou kvasinkami nezkrvašitelné. Pektinové látky jsou velmi rozšířené a pravidelnou složkou všech druhů ovoce. Jsou to vysokomolekulární sloučeniny typu polysacharidů. Způsobují rosolovatění různých, konzervačními technologiemi vyráběných produktů. V rostlinách jsou přítomny ve formě nerozpustného protopektinu nebo pektosy. Ve vodě nerozpustný nativní pektin, se při zrání ovoce hydrolyzuje na rozpustný, tím dochází při zrání k měknutí plodů. Obsah pektinových látek závisí na druhu ovoce a jeho zralosti. U jablek a hrušek bývá průměrně 1 až 4 %, u peckového ovoce 1 % (u švestek byly zjištěny hodnoty až 4,2 %), u bobulového ovoce 0,6 až 1,8 % [17, 20].

Obsah veškerého cukru kolísá v širokém rozmezí a záleží na druhu a odrůdě ovoce, stupni zralosti, poloze stromu a klimatu, případně u ovoce z téhož stromu na vegetační periodě. Bobulové ovoce obsahuje 2,5 až 15 % cukru (hrozny révy až 19 %), peckové ovoce 2,5 až 14 %, jádrové 7 až 17 %. Převážná část přítomného cukru náleží monosacharidům, glukose

a fruktose. V peckovém ovoci převládá glukosa, v jablkách a hruškách fruktosa. Sacharosa nebývá v každém druhu ovoce, nebo jen v malém množství. V ovoci bobulovém nepřesahuje zpravidla 1 %. Zcela výjimečně obsahují některé druhy jablek až 5 % a ovoce peckové 1,5 až 5 % sacharosy. Obsah sorbitu v ovoci závisí na stupni zralosti. Nejméně sorbitu je v jablkách (0,4 až 1,7 %). Švestky a mirabelky obsahují průměrně 2,5 až 3 % a třešně 3,7 až 7,5 % sorbitu [5, 16].

### **Organické kyseliny**

V ovoci, které je určeno ke zpracování na pálenku, je důležitý také obsah kyselin, protože mají mimo jiné i určitý vliv na průběh kvašení. Množství kyselin se v průběhu zrání ovoce mění, jejich koncentrace s postupem zrání klesá. Nejvyšší obsah je u ovoce nezralého, v padavkách a u ovoce mechanicky poškozeného, u kterého nastala hniloba. Při zrání se také mění poměr jednotlivých kyselin. Z kyselin se vyskytují zejména kyselina jablečná, citrónová a vinná. Dále se mohou vyskytovat v menším množství kyselina jantarová, šťavelová, mléčná, benzoová. Jádrové ovoce obsahuje hlavně kyselinu jablečnou. Po sklizni se kyseliny pomalu odbourávají. Obsah kyselin u jablek zřídka přesahuje 1,5 %. U peckového ovoce převládá také kyselina jablečná. Její koncentrace dosahuje u zralých třešní a višní asi 85 až 90 % celkového obsahu kyselin. U broskví připadá 90 % z celkových kyselin na citrónovou a jablečnou kyselinu. Při zrání přibývá hlavně kyselina jablečná. U drobného ovoce (rybíz, jahody, maliny) převládá kyselina citrónová, po ní následuje kyselina jablečná. V bobulích révy vinné převládá kyselina vinná (50 až 65 %), dále je zde obsažena kyselina jablečná v množství 25 až 30 % [23, 24].

### **Třísloviny**

Chuťově ovlivňující skupina organických látek. Mají charakteristickou trpkou, stahující a velmi slabě hořkou chuť (u jeřabin, trnek, planých jablek, kdoulí). Dělí se na podskupiny taninů a katechinů. Základem je tanin, který je směsí glykosidů s různým obsahem kyseliny galové. Množství tříslovin je důležité pro zjišťování vhodnosti ovocných odrůd ke zpracování. Vyšší obsah tříslovin může mít nepříznivý vliv na lihové kvašení i na činnost ostatních mikroorganismů především proto, že tvoří s bílkovinami komplex, z něhož se bílkoviny neuvolňují, a proto nemohou být pro mikroorganismy zdrojem dusíku [20].

### **Těkavé aromatické látky (éterické oleje)**

Aromatické látky podmiňují senzoričnou hodnotu ovoce tím, že se významně podílejí na jeho vůni a chuti. Aromatické látky s organickými kyselinami a tríslovinami rozhodují v jednotlivých fázích vegetace na základě jejich vztahu k hladině cukru o smyslové přijatelnosti ovoce, o lahodnosti jeho chuti a vůně. Hlavními složkami aromatických látek jsou různé estery organických kyselin (mravenčí, octové, propionové, máselné, kaprylové a dalších). Dále jsou v ovoci přítomny aldehydy, ketony, vyšší alkoholy a glykoly (např. acetaldehyd, diethylketon, geraniol, terpineol, dále citral, benzaldehyd, benzylalkohol a furfural, v broskvích, višních a švestkách např. linalool, v meruňkách myrcen, limonen, v malinách nerol). Jejich vůně a chuť je velmi intenzivní. Pro specifické aroma ovoce jsou velmi významné estery a aldehydy, méně se uplatňují alkoholy [25, 26].

### **Barviva**

Barva mnohých druhů ovoce souvisí s přítomností barviv. Zelené zbarvení způsobuje chlorofyl. Nachází se v pletivech, kde zajišťuje fotosyntézu. Příčinou žlutého, oranžového, výjimečně žluto-zeleného a červeného, zbarvení jsou karotenoidy. Patří k nim karoten, xantofyl a ostatní. V ovoci jednoho druhu se nalézá větší počet karotenoidů. Vzácněji (např. v meruňkách) se jako hlavní pigment vyskytuje  $\beta$ -karoten. Další pigmenty meruňek jsou různé jiné karoteny, xantofyly jsou přítomny ve velmi malém množství. V broskvích je ve srovnání s meruňkami přítomno větší množství xantofylů. Červenou, fialovou a modrou barvu ovoce způsobují anthokyany. Jsou rozpuštěny v buněčné šťávě (vinná réva, slíva, třešně, jablka, hrušky) nebo ve slupce a dřeni (rybíz, malina, borůvka) [20, 27].

### **Vitaminy**

Z vitaminů se v ovoci nachází především vitamin C. Nejbohatším zdrojem vitaminu C jsou citrusy, šípky a rybíz. Obsah tohoto vitaminu závisí od druhu, odrůdy a stupně zralosti ovoce. Kromě vitaminu C obsahuje ovoce určité množství vitaminů skupiny B (thiamin, riboflavin, niacin, biotin) a karoteny. Skladováním ovoce obsah vitaminů klesá. Vitaminy A a C tvoří antioxidanty, které působí proti škodlivým volným radikálům [28].

### **Minerální látky**

Patří mezi nejnázve zjistitelné složky. U některých druhů ovoce tvoří až okolo 1 % váhy. V čerstvém ovoci je až 55 chemických prvků, počínaje K, Na, Mg, Mn, P, S atd. Z minerálních látek obsahuje ovoce nejvíce K (tvoří více jak 50 % z celkového množství

minerálních látek). Z dalších minerálních látek je to Mg a Fe (nachází se nejvíce v broskvích, malinách, v červeném a černém rybíze, v lesních jahodách), Ca (zvláště některé bobuloviny obsahují značné množství), Mn (v červeném a černém rybíze) a I (v třešních, malinách a červeném rybíze) [28].

### **Dusíkaté látky**

Z dusíkatých látek obsažených v ovoci zpravidla převažují procentově bílkoviny nad ostatními látkami. Hlavní složkou bílkovin jsou aminokyseliny. Tato skupina látek obsažených v ovoci se uplatňuje jako živiny pro kvasné mikroorganismy. Při kvašení vznikají vyšší alkoholy a odštěpuje se amoniak a oxid uhličitý. Mnoho aromatických a chuťových látek v destilátech vzniká právě touto cestou. Normálně bývá v ovoci obsaženo 0,056 až 0,35 % celkového dusíku. Nejvíce dusíku obsahuje ovoce bobulové (0,10 až 0,35 %), méně peckové (0,07 až 0,20 %) a velmi málo dusíku obsahuje ovoce jádrové (0,03 až 0,13 %) [16].

### **Enzymy**

Enzymy jsou katalyticky účinkující bílkoviny produkované živými buňkami. Výrazně ovlivňují rychlost reakcí, které katalyzují a přitom se při reakci nemění. Jejich účinek (působnost) je přísně specifický, to znamená, že určitý enzym katalyzuje jen určitou reakci určitých látek. Např. enzymy, které zkvašují cukry, nepůsobí na bílkoviny a obráceně. Účinek enzymů závisí na mnoha činitelích. Teplota je pro většinu enzymů optimální v rozmezí 40 až 50 °C. Světlo působí na enzymy škodlivě. Každý enzym má zcela určité rozmezí pH, při kterém působí optimálně. Některé enzymy jsou účinnější v prostředí kyselém, jiné v alkalickém. Je také řada enzymů, které působí jen tehdy, jsou-li ve spojení s jinou složkou, zvanou koenzym. Enzymy nazýváme a hodnotíme podle reakcí, které katalyzují. Při lihovém kvašení hrají roli enzymy:

1. Oxidoreduktasy – katalyzují biologické oxidačně redukční děje.
2. Transferasy – přenášejí skupiny atomů – radikály nebo celé velké části molekul mezi dvěma substráty.
3. Hydrolasy – katalyzují hydrolýzu esterů, glykosidů, amidů, aminů, peptidů, bílkovin a některých dalších sloučenin.
4. Lyasy – katalyzují nehydrolytický rozklad substrátů na dvě složky.

5. Isomerasy – katalyzují různé intramolekulární přesuny atomů nebo skupin atomů, tedy vzájemné přeměny isomerních sloučenin [29].

Do třídy *oxidoreduktas* patří dva důležité enzymy pro lihové kvašení: *alkoholová dehydrogenasa*, katalyzující redukci acetaldehydu na etanol v posledním stupni kvašení a enzymkatalyzující oxidační fosforylaci [5].

K důležitým *transferasam*, uplatňujícím se při alkoholové glykolýze, patří zejména *transfosforylasy*. Transfosforylasy, u nichž je donorem fosfátové skupiny adenosintrifosfát (ATP) se nazývají *kinasy* [5].

Do třídy *hydrolas* patří řada enzymů, které se účastní přímo lihového kvašení, nebo působí při rozkladu polysacharidů a oligosacharidů, tedy při přípravě ke kvašení. Patří sem hlavně glukosidasy a galaktosidasy, sacharasa, amylasy a celulasa.

*Maltasa* ( $\alpha$ -glukosidasa) štěpí disacharid maltosu na dvě molekuly hroznového cukru (glukosu). Optimum teploty pro působení maltasy je kolem 35 °C. Optimální interval pH je mezi 6,7 až 7,2.

*Laktasa* ( $\alpha$ -galaktosidasa) štěpí mléčný cukr v glukosu a galaktosu. Optimální pH je neutrální.

*Sacharasa* štěpí cukr třtinový (sacharosu) na cukr ovocný a cukr hroznový (fruktosu a glukosu), tj. cukry přímo zkvasitelné. Sacharasa je pevně vázaná na kvasničnou buňku a do roztoku se jí dostává jen malé množství. Optimální interval pH je 3,5 až 5,5, optimální teplota je 55 °C.

*Amylasa* (diastasa) štěpí škrob přes dextriny až na disacharid maltosu. Amylasy mají tedy důležitou úlohu především při zpracování obilí nebo brambor na alkohol. V ovocných pálenicích se amylasové preparáty využívají jen jako přídavek k nezralým jablkům nebo hruškám, které ještě obsahují škrob. Škrob musí být při zpracování nezralého ovoce rozštěpen na malé cukerné stavební kameny přídavkem enzymů. Optimální teplota pro amylasu je 63 °C, avšak při této teplotě se enzym rychle opotřebuje, a proto se volí teplota pro zcukřování škrobu 50 až 57 °C [5, 19].



## 4 KVAŠENÍ A DESTILACE

Kvašení je obecně používaný termín pro přeměnu organických látek mikroorganismy většinou na jednodušší produkty. Lihové kvašení je proces, který probíhá převážně bez přístupu vzduchu – anaerobně, i když nejde v případě kvasinek o striktně anaerobní podmínky. Mírné provzdušnění kvasného média, hlavně na začátku fermentace, je příznivé pro potřebný nárůst buněk a jejich aktivitu. Je to velmi složitý biologický proces, při kterém dochází k rozpadu cukrů činností mikroorganismů za vzniku etanolu, oxidu uhličitého a dalších meziproductů [6].

V roce 1800 Gay-Lussac, jako první, vyjádřil a napsal chemickou rovnici alkoholového kvašení (Obr. 1).



Obr. 1. Rovnice alkoholového kvašení [6].

Kvašením vznikají z jedné molekuly hexosy dvě molekuly etanolu a dvě molekuly oxidu uhličitého. Zkvašení cukrů není jednoduchý jednostupňový děj, ale komplexní mechanismus, skládající se z mnoha po sobě následujících reakcí. Velká většina těchto reakcí neprobíhá, pokud nejsou katalyzovány enzymy. Proces lihového kvašení probíhá v zásadě v devíti stupních. Rychlost kvašení závisí na řadě činitelů. Především ji ovlivňují samy kvasinky, dále složení média, pH, teplota a koncentrace rozpuštěného kyslíku v mediu. Rozmnožování kvasinek je omezeno již při 2 % obj. etanolu, při 5 až 8 % ustává, kvašení přestává až při 16 % obj, případně i výše [5].

Mikroorganismy provádějící kvašení jsou kvasinky a bakterie. Kvasinky jsou stále nejpoužívanějšími producenty etanolu. Jako skutečně čistá odrůda se používá kmen kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*, který zkvašuje jen hexosy – glukosu, fruktosu, galaktosu a manosu, ne však sorbosu a cukerné alkoholy jako sorbitol a manitol. Pro účely výroby lihu se výhradně používají kvasinky s vysokou schopností tvorby etanolu (vysoká rychlost tvorby a vysoká tolerance k etanolu, nízká produkce vedlejších metabolitů). Zkouší se i použití bakterie *Zymomonas mobilis*. Nevýhodou těchto bakterií v porovnání s rodem *Saccharomyces* je vyšší nárok na živiny, velká citlivost na kyslík a na nedostatek glukosy. Je také nutné zachovat sterilní prostředí při kvašení [30].

## 4.1 Mechanismus lihového kvašení

Některé biologické oxidace probíhají v nepřítomnosti kyslíku a tak se jedná o dehydrogenace. Potřebnou energii z cukru lze získat jeho oxidací, tedy odebráním vodíku nebo elektronů. Přímo zkvasitelné většinou kvasinek jsou pouze hexosy, jejichž konfigurace na 4. a 6. uhlíku je obdobná jako u glukosy. Hexosy ale nejsou donorem elektronů. Aby se jím staly, jsou nejdříve fosforylovány endergonickou reakcí. Zdrojem fosfátové skupiny je adenosintrifosfát (ATP). ATP hexose dodá dvě makroergické fosfátové vazby. Lihové kvašení je vícestupňový proces.

V první fázi se výchozí hexosa fosforyluje působením enzymu *hexokinasy*. Konečným produktem fosforylace hexos je fruktoso-1,6-bisfosfát. Vzniklý ester je látka snadno štěpitelná katalytickým působením enzymu – *aldolasy*.

Ve druhém stupni *aldolasa* katalyzuje rozklad fosforylované hexosy na dvě stejné části co do složení, ale ne co do struktury. Vznikají dvě molekuly triosofosfátů – glyceraldehyd-3-fosfát a dihydroxyacetonfosfát.

V dalším stupni reaguje z těchto triosofosfátů pouze glyceraldehyd-3-fosfát, na který je postupně enzymem *triosofosfátisomerasou* přeměňován také dihydroxyacetonfosfát.

Další fází je přenos vodíku, dehydrogenace a defosforylace a vznikají postupně 3-fosfoglycerát a 2-fosfoglycerát a z něj odštěpením vody a fosfátu kyselina pyrohroznová.

V předposledním stupni se z této kyseliny působením *pyruvát-dekarboxylasy* uvolňuje oxid uhličitý a vzniká acetaldehyd.

Glyceraldehyd fosfát je schopen předat svůj vodík. Aby vzniklá energie nebyla přeměněna pouze na teplo, je použita kyselina fosforečná a energie je uchována v anhydridické vazbě. Fosfátová makroergická skupina z karboxylu je přenesena na ADP a vzniká ATP a 3-fosfoglycerát. Tím se z molekuly hexosy získají dvě nové molekuly ATP.

Při vzniku fosfoenolpyruvátu dehydratací 2-fosfoglycerátu se energie nerovnoměrně rozdělí po molekule a vzniká makroergická vazba, která je působením specifické *kinasy* převedena na ADP. Vznikají tak z hexosy další dvě molekuly ATP, které jsou tedy čistým energetickým ziskem alkoholového kvašení.

Závěrečným krokem lihového kvašení je pak redukce acetaldehydu *alkoholdehydrogenasou* na etanol. Přitom dochází k oxidaci nikotinamidadeninukleotidu (NADH), a to jeho

redukované formy, která vznikla při oxidaci glyceraldehyd-3-fosfátu. Není-li k dispozici dostatečné množství acetaldehydu, dochází k redukci dihydroxyacetonfosfátu redukovanou formou NADH a výsledným produktem je glycerol a ne etanol.

Sled reakcí je umožněn katalytickým působením a specifičností každého enzymu ke svému substrátu. Produkt předcházející reakce je substrátem pro příslušný specifický enzym, produkt této reakce je substrátem pro další enzym atd. Glykolýza zahrnuje děje katabolické, destruktivní, které nepotřebují energii dodávat. Je to jeden z nejzákladnějších biochemických procesů [29, 31].

## 4.2 Důležité látky vznikající při lihovém kvašení

Vedle etanolu a oxidu uhličitého vznikají při každém lihovém kvašení činností kvasinek ještě vedlejší produkty, z nichž jsou bez ohledu na surovinu, vždy v kvasu přítomny acetaldehyd, glycerol, kyselina jantarová, kyselina mléčná, kyselina octová, vyšší alkoholy (přiboudlina) a furaldehyd. Vlivem použité suroviny může být přítomen ještě metanol a kyanovodík. Některé z těchto látek mohou podstatně ovlivnit jakost destilátu. Vedlejší produkty, které se tvoří v průběhu kvašení, přecházejí převážně při destilaci kvasu až do finálního výrobku (destilátu) a dávají mu specifické vlastnosti – aroma a chuť [6, 16].

### Aldehydy

Za normálních kvasných podmínek jsou v hotovém kvasu jen stopy acetaldehydů, při špatném kvašení se jejich obsah zvyšuje. Nejsou zcela bez významu. S alkoholy tvoří výrazně a příjemně vonící acetaly. Ve 100 ml etanolu bývá u třešňovice 4 až 7 mg aldehydů, u slivovice kolem 10 mg, vinný destilát jich obsahuje až 28 mg. Ve větším množství se vyskytují v kvasu z přezrálého ovoce. Bod varu acetaldehydu leží kolem 20 °C, a proto ho lze při přiměřeném oddestilování snadno oddělit [13, 16].

Kromě acetaldehydu bývá ve stopách přítomen také paraldehyd, krotonaldehyd, isobutyraldehyd a valeraldehyd. Nenasycený aldehyd akrolein, který vzniká především při destilaci ze složek lipidické povahy, obsažených ve zvýšené míře u některých druhů ovoce, se výrazně projevuje u borovičky. Akrolein má bod varu 52,5 °C a tak snadno destiluje a je hlavně v úkapu. Projevuje se velmi ostrou vůní a dráždí ke kašli a slzení. Nenasycený aldehyd krotonaldehyd vzniká aldolovou kondenzací acetaldehydu zvláště působením některých

mikroorganismů. Krotonaldehyd ostře páchne, bod varu má 104 °C, a dostává se proto do destilátu a nedá se frakcionací úplně oddělit [5].

### **Glycerol**

Jedná se o olejovitou kapalinu sladké chuti. Glycerol vzniká na úkor cukru. Za normálních podmínek se v glycerol mění asi 5 až 6 % veškerého přítomného cukru, čili ze 100 gramů cukru vzniká asi 5 gramů glycerolu. Protože glycerol má vysoký bod varu (290 °C), nepřechází při destilaci do pálenky [16].

### **Organické kyseliny**

Vyšší obsah těkavých kyselin má zpravidla svůj původ v kontaminující mikroflóře. Jsou ale vždy, tedy i při úplně čistém kvašení, v kvasu přítomny. Kyselina jantarová je produktem látkové výměny živých kvasinek. Její tvorba probíhá obdobně jako tvorba vyšších alkoholů. Kyseliny propionová, máselná a valerová jsou volné vždy jen v nepatrném množství v některých přiboudlinách a pak jako estery. Kyseliny mravenčí a octová jsou přítomny v proměnlivém množství. Kyselina octová vzniká ve větším množství hlavně činností různých bakterií. Při destilaci těká do pálenky. Snadno esterifikuje a její estery lze zjistit v každém destilátu. Vyšší mastné kyseliny (kapronová, kaprylová a kaprinová) bývají v kvasu jenom v malém množství a při destilaci jsou částečně strhávány do destilátu. Jejich estery se uplatňují ve vonné složce pálenky. Kyselina máselná se může působením bakterií vyskytnout ve větším množství, při destilaci přechází do destilátu a volná zhoršuje jeho kvalitu. Při destilaci kvasu přecházejí netěkavé kyseliny (např. mléčná) do výpalků, naproti tomu těkavé se dostávají do alkoholu buď volné nebo vázané s etanolem, resp. vyššími alkoholy jako estery. Estery pak tvoří hlavní podíl buketových látek pálenek a ovlivňují její chuť a vůni [5].

### **Estery**

Estery se dostávají do destilátu jednak již z kvasu, jednak se tvoří při zrání destilátu z přítomných alkoholů a kyselin. Estery zřetelně ovlivňují chuť i vůni destilátu a tvoří podstatnou část tzv. buketních látek. Charakteristické aroma propůjčují destilátu především estery s 4-10 uhlíkovými atomy [5].

### **Vyšší alkoholy (přiboudlina)**

Vznik vyšších alkoholů je následek bílkovinné výstavby živé buňky kvasinek a probíhá podle toho, jak kvasinky určitým aminokyselinám odnímají dusík a zanechávají jako štěpný produkt rozpadu příslušné vyšší alkoholy. Z každé přítomné aminokyseliny vzniká vždy jen určitý vyšší alkohol. Isoamylalkohol (3-methylbutan-1-ol), běžná složka destilátů, vzniká z leucinu a tvoří důležitý podíl přiboudliny. V přiboudlině ho bývá kolem 80 %. Dodává lihu přiboudlou vůni a palčivou příchut'. Je jedovatý a vyvolává při nadměrném pití toxické opojení. Isobutanol (2-methylpropan-1-ol) se tvoří z aminokyseliny valinu. Nejvýznamnějším alkoholem v přiboudlině je však opticky aktivní pentanol (2-methylbutan-1-ol), vznikající z isoleucinu. Jsou to vyšší alkoholy s bodem varu mezi 80 až 160 °C, takže se při vhodném oddestilování dokapují snadno oddělit. Jestliže je koncentrace alkoholu nižší než 42 % obj., přecházejí vyšší alkoholy do destilátu rychleji [5, 13].

### **Furaldehyd (Furfural)**

Je přirozenou složkou každého ovocného kvasu. Vzniká enzymatickou dehydratací pentóz, např. ribosy. Je dost významnou chuťovou složkou pálenek, do nichž přechází s přiboudlinou [16].

### **Metanol**

Zdrojem metanolu v pálenkách jsou pektinové látky. Pektin je molekula složená z metyl esteru kyseliny polygalaktouronové. Vlivem *pektinestery* se z tohoto esteru uvolňuje metanol a zůstávají kyseliny. Některé suroviny bohaté na pektin mohou dávat destiláty s vysokým obsahem metanolu. Např. matolinovice může obsahovat až 4,5 % obj. metanolu. Na ovocný kvas se bere ovoce vyzrálé až přezrálé, protože v nedozrálém ovoci je pektinu nejvíce. Metanol je velmi jedovatá a nebezpečná látka, způsobuje slepotu a smrt. Je zápludný hlavně proto, že chuťově se nedá rozpoznat od etanolu [5, 6].

### **Kyanovodík a benzaldehyd**

Kyanovodík se vyskytuje v kvasu připraveném z peckového ovoce (švestky, třešně, trnky apod.). Jeho výchozí látkou je heteroglykosid amygdalin, přítomný v jádrech. Amygdalin se přítomným enzymem *amygdalase* štěpí a vznikají 2 molekuly glukosy a benzaldehydkyanhydrin. Ten se enzymaticky štěpí na benzaldehyd a kyanovodík. Množství přítomného kyanovodíku, resp. benzaldehydu, je závislé ve značné míře na množství pecek, popřípadě na tom, jak mnoho je jich rozdrceno. Čím více pecek je rozmělněno, tím více vzniká kya-

novodíku. Štěpení amygdalinu nastává zčásti už v ovoci, hlavně pak v kvasu. Kyanovodík i benzaldehyd přecházejí částečně při destilaci do pálenky a zvláště benzaldehyd jí dodává charakteristické peckové aroma [5].

### 4.3 Mikroorganismy ve výrobě destilátů

Ze dvou velkých skupin mikroorganismů, bakterií a nižších hub (kvasinky a plísně), se při lihovém kvašení uplatňují především kvasinky. Z hlediska lihového kvašení lze mikroorganismy rozdělit podle druhu činnosti na:

- produkční lihové, produkující jako hlavní složku etanol,
- produkční, vyvolávající změny ve složení kvasu ve smyslu tvorby chuťových a vonných (buketových) látek,
- neutrální, které nesnižují ani nezhoršují kvalitu kvasu, ale mohou snižovat lihové výtěžky,
- kontaminující, jejichž přítomnost bývá nežádoucí, protože nepříznivě ovlivňují kvasný pochod. Tvoří sensoricky páchnoucí zplodiny, snižují lihové výtěžky a spotřebovávají živiny.

Hranice mezi těmito druhy není přesná a snadno stanovitelná, protože řada neprodukčních doprovodných mikroorganismů tvoří buketové a chuťové látky důležité pro jakost pálenky [5].

#### Kvasinky

Kvasinky jsou jednobuněčné organismy a botanicky jsou řazeny k houbám. Dělí se do tří hlavních skupin. Při lihovém kvašení působí kvasinky patřící do třídy hub vřeckatých (*Ascomycetes*). Tvar buňky je vejčitý, oválný nebo protáhlý. Velikost buněk je 2 až 10  $\mu\text{m}$ . Z hlediska produkce etanolu je nejdůležitější a nejběžnější kvasinka *Saccharomyces cerevisiae*. Kvasinka *Saccharomyces pastorianus* bývá také ve spontánně kvasících kvasech. Vyskytuje-li se v nadměrném množství, snižuje lihové výtěžky a tvoří látky udělující destilátům nepříjemné vlastnosti. Kvasinka *Saccharomyces apiculatus* se vyskytuje v ovocných kvasech dost často v raných stádiích kvašení. Její kvasivá schopnost je nepatrná. V pozdějších stádiích kvašení při vyšším obsahu etanolu z kvasu mizí. Spolupůsobí však při tvorbě aromatických látek. Kromě produkčních kvasinek jsou ve spontánně kvasících kvasech

různé kvasinkové mikroorganismy patřící do tzv. skupiny kvasinek křísových. Na rozdíl od kvasinek rostou a množí se jen za dostatečného přístupu vzduchu. Proto jsou pouze na povrchu kvasů, kde tvoří slabší nebo silnější vrstvu křísu (souvislý povlak). Lihově nekvásí, ale některé druhy, jsou významné tím, že tvoří někdy i ve značném množství buketové látky, ovlivňují aroma destilátu. Typickým zástupcem těchto mikroorganismů je *Hansenula anomala*. Kvasí esterově, tj. tvoří výrazně aromatické estery, např. acetal. Jiným kvasinkovým mikroorganismem je *Pichia*, např. *Pichia membranaefaciens Hansen*. Tvoří kříš, kyselinu octovou a estery. K tomu využívá i etanolu, čímž snižuje lihové výtěžky [16].

### Plísně

Jsou to mikroorganismy vysloveně aerofilní, vyžadující ke svému růstu kyslík. Proto je v kvasech najdeme pouze na povrchu, kde často tvoří s křísovými kvasinkami silné povlaky. Jsou nepříjemné tím, že rozkládají a využívají cukr a vzniklý etanol a produkují nepříjemný pach. Škodí především tím, že udělují ovocným destilátům nepříjemnou chuť a vůni [16].

Z plísni pravých se vyskytují na ovoci nebo na ovocných břečkách, méně na kvasech, rody *Mucor* a *Rhizopus*. Rostou-li za dostatečného přístupu vzduchu na povrchu cukernatých substrátů, vytvoří souvislý povlak a oxidují přítomné cukry na kyselinu octovou, citronovou a celou řadu jiných látek. Dále se uplatňují především *Aspergillus* a *Penicillium*. Zvlášť různá penicilia, pokud se na povrchu kvasu silně rozmnoží, jsou škodlivá. Udělují kvasu nepříjemnou chuť i pach, které přecházejí i do destilátu. *Penicillium*, plíseň štětičková, tvoří na starých kvasech zelenošedé povlaky. V roztocích stravuje kyseliny, cukry oxiduje na kyseliny a bílkoviny štěpí až na amoniak, alkoholy a organické kyseliny. Do okolí šíří nepříjemnou vůni, která se z destilátů jen obtížně odstraňuje. *Aspergillus*, kropidlák, oxiduje cukry na kyselinu glukonovou, citronovou, octovou a jiné. Také se účastní rozkladu bílkovin [5].

### Bakterie

Jsou mnohem škodlivější než dříve popsaná škodlivá mikroflóra. V ovocných kvasech se vyskytují především bakterie octového, mléčného, máselného a hnilobného kvašení. Růst bakterií v kvasu je vždy spojen se ztrátou alkoholu a tvorbou chybného aroma.

### ***Bakterie octového kvašení***

Octové bakterie patří právem k nejobávanější škodlivé mikroflóře při výrobě destilátů. Oxidují přítomný etanol v kvasu na acetaldehyd a dále až na kyselinu octovou. Protože k růstu nezbytně potřebují kyslík, mohou růst jen na povrchu, když se po kvašení ztratí ochranná vrstva oxidu uhličitého. Často tvoří na povrchu kluzký a lesklý povlak. Při destilaci přechází lehce těkavá kyselina octová do destilátu. Mezi divoké octové bakterie, vyskytující se v ovocných kvasech, patří především *Acetobacter xylinum*. Vytvořenou kyselinu octovou metabolizuje také dále na řadu ostře chutnajících látek a pak až na vodu a oxid uhličitý. Octové bakterie neoxidují jen etanol, ale některé druhy rodu *Acetobacter* oxidují přímo glukosu na kyselinu glukonovou [5, 19].

### ***Bakterie mléčného kvašení***

Mléčnému kvašení podléhá většina cukrů, hexosy i pentosy, disacharidy. Rozklad nebývá doprovázen nápadným zápachem. Zkvašují cukry na kyselinu mléčnou (tzv. homofermentativní druhy), nebo na kyselinu mléčnou, octovou a etanol (heterofermentativní druhy). Mohou škodit tím, že spotřebovávají cukr a zvyšují kyselost kvasu. V kvasech se vyskytují zřídka. Téměř vůbec se nevyskytují u kvasů ze švestek a podzimního ovoce. Typické mléčné bakterie jsou *Lactobacillus delbrücki*, *Lactobacillus acidilactic*. Tam kde se zkvašuje surovina se sacharosou se může výjimečně vyskytnout bakterie *Leuconostoc*, která tvoří ze sacharosy polymerní molekuly dextranu. Dextran je rosolovitá látka, která zvyšuje výrazně viskozitu kvasu [5, 16].

### ***Bakterie máselného kvašení***

Máselné bakterie mohou žít jen při úplném vyloučení kyslíku. Tvoří z cukru kyselinu máselnou a propionovou, dále také octovou, mravenčí, butanol, některé ketony a acetoin. Kyselina máselná je pro kvasinky toxická, má proto vliv na výtěžnost lihu. Kromě toho tyto kyseliny nepříjemně ovlivňují i kvalitu destilátu. Máselné bakterie mohou být do kvasu zaneseny především se špínou zachycenou na ovoci. Tvoří velmi rezistentní spory vůči teplu a patří k odolným mikroorganismům. Nejznámější bakterie jsou *Clostridium butyricum* a *Clostridium sporogenes* [16, 19].

### ***Hnilobné bakterie***

Nacházejí se v každém kvasu a účastní se rozkladu proteinů a jiných dusíkatých látek. Nejdříve jsou bílkoviny hydrolyzovány na aminokyseliny a pak dále přeměněny na mastné



kyseliny, bazické látky a různé zapáchající látky (sulfan, amoniak apod.). Na výtěžnost alkoholu nemají vliv, protože se v kvasu vyskytují jen ojediněle. Typickými hnilobnými bakteriemi jsou aerobní bakterie *Pseudomonas aeruginosa*. Mezi hnilobné bakterie dále patří řada dalších tyčinkovitých fakultativně aerobních bakterií, např. *Pseudomonas fluorescens*, *Serratia marcescens* a *Proteus vulgaris*. Posledně jmenované rozkládají hlavně bílkoviny a dusíkaté látky za vzniku páchnoucích látek – sulfanu, merkaptanů, amoniaku, indolu a mastných kyselin. Podobné a podobně působící jsou i bakterie druhu *Bacillus putrificus*. Velmi častou bakteriální kontaminací jsou různé koky, diplokoky a sarciny, např. *Micrococcus* a *Sarcina lutea* [5].

#### 4.4 Destilace

Termín destilace byl poprvé použit ve druhé polovině 17. století. Pochází ze slovních základů „dis = oddělení“ a „stillo = po kapkách“. Destilací a rektifikací se etanol netvoří, vzniká ve fázi kvašení ovoce přeměnou z cukrů. Destilací zralých ovocných kvasů a rektifikací lutru pouze oddělujeme, zesilujeme a čistíme etanol od prokvašených zbytků ovoce a některých jiných sloučenin, které se během kvašení souběžně vytvořily s etanolem. Zároveň v průmyslovém lihovarnictví je snaha získat destilací pokud možno líh prostý všech doprovodných látek, neplatí to při výrobě pálenek. Ušlechtilý destilát musí obsahovat vždy v určitém množství a poměru i látky chuťové a vonné, jako jsou přiboudlina, estery, acetyly a aldehydy, charakteristické pro smyslové vlastnosti. Získaná pálenka má svojí chuť a vůni odpovídat surovině, ze které byla vyrobena [6, 17, 21].

#### 4.5 Destilační přístroje

Na rozdíl od vybavení průmyslových lihovarů je destilační zařízení v pálenicích poměrně jednoduché. Skládá se obvykle ze surovinového a rektifikačního kotle (v některých pálenicích probíhají obě operace na jediném kotli), chladiče, jímky na lutr, měřidla lihu a nádrže na úkapy a dokapy. Někdy jsou destilační kotle doplněny deflegmátorem a katalyzátorem, výjimečně i rektifikačními články. Destilační přístroje pracují periodicky. Provedení pálenice je celonerezové. Technologické části (spodní varná část kotle, vnitřní části deflegmátoru a vestavby) jsou měděné. Měď působí katalyticky a umožňuje lepší průběh chemických reakcí, které vedou k tvorbě důležitých chuťových a vonných složek. Destilační kotel se vyhřívá buď přímo (dřevo, uhlí, plyn), nebo nepřímě (pára, vodní lázeň). Uvnitř musí

být kotel vybaven míchadlem, aby nedocházelo k připalování kvasů. Ke kondenzaci a ochlazení lihových par se používají jednoduché chladiče. Ochlazení kondenzátu na potřebnou teplotu je velmi důležité. Chladiče mohou být trubkové, talířové nebo hadové. Nejvýhodnější jsou chladiče trubkové [16, 22].

#### 4.6 Praktické vedení destilace a rektifikace

Výrobu ovocného destilátu v pěstitelské pálenici lze rozdělit na dvě základní fáze. V **I. fázi** jde o oddělení etanolu od zralého ovocného kvasu. Oddělení etanolu se provádí v I. destilačním kotli, který se nazývá „surovinový“. Kvas se načerpá do kotle, který se plní zhruba do 2/3 objemu. Surovinami, které snadno překypí a pění (třešně apod.), se kotle plní jen do poloviny. Pěnění lze zabránit přidávkem vhodného odpěňovacího prostředku. Po uzavření se kotel přivede pokud možno co nejrychleji k varu. Pouze kvasy náchylné k překypění zahříváme velmi opatrně. Po celou dobu destilace a vlastně již před jejím začátkem, jakmile se kvas začne zahřívát, musíme kvas míchat. Připálení hrozí především u hustých kvasů. Lihové páry včetně ostatních produktů přestupují do deflegmátoru, ve kterém některé složky kondenzují a stékají zpět do surovinového kotle. Další podíl par destilátu přechází do chladiče, ve kterém zkapalní a odtéká do zásobníku. První podíly destilátu jsou poměrně silně lihové – obsahují 70 až 80 % obj. etanolu. Lihovitost dalšího podílu postupně klesá až na hodnotu alkoholu 2 až 3 % obj. Při těchto hodnotách se destilace zastavuje. Po první destilaci ovocného kvasu se získá slabý destilát tzv. „lutr, který podle jakosti kvasu, obsahuje 20 až 30 % obj. etanolu. Jedná se o polotovar nevhodný ke konzumaci, chuťově nepřijatelný a zdraví škodlivý [6, 17].

Ve **II. fázi** se tzv. „lutr“ zesiluje a zároveň rafinuje (čistí) **rektifikací** od nežádoucích příměsí, které se vytvořily v průběhu kvašení (především vyšší alkoholy, těkavé mastné kyseliny, estery). Uvedené operace se provádějí ve II. kotli, je to tzv. kotel rektifikační. Doba II. destilace - přepalování má být co nejdelší. Čím pomaleji rektifikace probíhá, tím se dají od sebe lépe oddělit jednotlivé složky destilátu a vlastní destilát má dobré organoleptické vlastnosti. Při rektifikaci lutru se destilát rozděluje na tři podíly: **úkap** (obsahuje etanol a větší podíl metanolu a aldehydů), **prokap** neboli **jádro** (chuťově a aromaticky sladěný destilát) a **dokap** (s vysokým obsahem kyselin a přiboudliny). Úkap a dokap se odstraňují do zvláštní jímky a likvidují [6, 17].

#### 4.7 Princip destilace, těkání jednotlivých složek destilátu

Destilace je složitý fyzikální pochod. Jde o rozdělení destilované kapaliny na složky s různou tenzí par. Složky v destilované kapalině těkají při různé teplotě kapaliny. Čím má složka nižší bod varu, tím je těkavější a snadněji přechází do destilátu. Těkavost složky souvisí přímo s tenzí její páry. Čím je tenze páry určité složky vyšší, tím má složka nižší bod varu. Var nastává tehdy, stoupne-li tenze (tlak) páry na stejný tlak, jako má atmosféra. Protože při destilaci kvasu a rektifikaci lutru jsou v kapalině přítomny další těkavé látky, mění se podle jejich zastoupení bod varu a složení par. Do destilátu přecházejí všechny těkavé složky z kvasu. Jejich obsah v destilátu i jejich poměrné zastoupení se v průběhu destilace mění. Protože pro jakost destilátu je rozhodující nejen absolutní obsah chuťových a vonných složek, ale také jejich poměrné zastoupení, byly sledovány během destilace složky, které se na těchto vlastnostech nejvíce podílejí. **Metanol** těká během celé destilace, a proto ho z destilátů nelze jednoduchou destilací odstranit, ani podstatně snížit jeho obsah. Nejvíce **kyseliny** těká ve frakci obsahující 50 % obj. alkoholu a ve frakci s obsahem 10 až 5 % obj. alkoholu, kdy jejich obsah velmi prudce stoupá, a to až do konce destilace. **Aldehydy** patří k prvním složkám, které těkají s etanolem. Jejich obsah v destilátu stále klesá až do koncentrace kolem 20 až 30 % obj. alkoholu (záleží na druhu ovocného destilátu), kdy mírně stoupá. Ke konci destilace jeho obsah v destilátu opět klesá. **Estery kyselin octové** těkají s etanolem, takže nejvíce jich je v úkapové frakci. Obsah esterů v destilátu klesá až asi do 30 % obj. etanolu a pak zase poměrně rychle stoupá. Obsah esterů znovu klesá při 12 až 10 % obj. alkoholu. Přechod **přiboudliny** (vyšších alkoholů) do destilátu je poměrně plynulý. Její obsah v průběhu destilace stále klesá, až do obsahu 10 % obj. etanolu, kdy se přechod přiboudliny začíná zvyšovat a tento vzestup trvá až do konce destilace. **Furfural** přechází hlavně během střední fáze destilace, tj. do jádra. **Benzaldehyd** i **kyanovodík** jsou v destilátu z peckového ovoce obsaženy vždy. Obě tyto látky pocházejí z amygdalinu. Benzaldehyd má bod varu 179 °C, přesto však těká zčásti do destilátu, hlavně ke konci destilace. Kyanovodík těká velmi snadno, má bod varu 26 °C a přechází do úkapu a do prvních frakcí destilátu. Pokud se hotový destilát skladuje za přítomnosti světla, reaguje kyanovodík s etanolem za vzniku etylkarbamátu. Tato látka patří ke sledovaným sloučeninám, protože je látkou karcinogenní. Hygienická norma připouští maximální obsah 0,4 mg etylkarbamátu na litr lihoviny [16].

## 5 ZRÁNÍ A STÁRNUTÍ LIHOVIN

Ovocné destiláty, tak jak byly bezprostředně získány destilací kvasů, se vyznačují jistou ostrou a drsnou příchutí a nejsou v tomto stavu vhodné ke konzumaci. Takové pálenky proto musí jistou dobu ležet, aby se jejich chuť zaokrouhlila a stala se příjemnou a dostatečně jemnou. Všechny destiláty podléhají při uskladnění určitým fyzikálně-chemickým změnám, které mají rozhodující vliv na vonnou, chuťovou a v některých případech i barevnou složku. Tyto změny, působící na jakost destilátu zpravidla příznivě, nazýváme **zráním**. Nejčastěji se používají ke zrání dřevěné sudy. Zrání v dřevěných sudech je u některých destilátů (whisky, koňak, slivovice) dokonce nezbytným úsekem technologie, protože látky vyluhované ze dřeva se účastní tvorby sensorických složek. Destilát zraje v dřevěných sudech až 15 i více let, obvykle 3 až 5 let. V průběhu zrání probíhají hlavně oxidační pochody a proces esterifikace. Obě tyto reakce směřují ke vzniku esterů vonných látek, které dotvářejí konečnou podobu destilátu. Cílem zrání je tedy dále vylepšit vypálený destilát a stabilizovat chuťové vlastnosti. Proces zrání je nejintenzivnější v prvních třech letech, poté dochází k jeho zpomalení a charakter destilátu se mění už jen pozvolna. Rychlost a kvalita tohoto procesu je závislá na použité nádobě, nejrychleji probíhá v uzavřených dřevěných sudech, naopak nejpomaleji v uzavřených skleněných láhvích. Naprosto nevhodné jsou pro zrání a ležení destilátů plastové nádoby [4, 16].

### 5.1 Fyzikální a chemické změny při zrání destilátů

Fyzikální změny bývají velmi často doprovázeny i změnami chemickými. Zvýšením teploty, zvláště za současného přístupu kyslíku, se chemické reakce vždy urychlují. Je nutné si uvědomit, že vyšší teplota sice zrání destilátů podporuje, ale na druhé straně je příčinou vysokých ztrát odpařením. V praxi bývá udáváno, že se z 1 hl slivovice ztratí ročně 3 l, což odpovídá ztrátě asi 1,5 až 2 % alkoholu. Co se týče těkavosti jednotlivých látek destilátu, je důležité uvědomit si, že se odpařuje nejen alkohol, ale i snadno těkavé aromatické látky. Většina destilátů se uskladňuje a dozrává v dřevěných nádobách. Jednou z hlavních změn projevujících se ve složení destilátu je proto zvýšení obsahu extraktivních látek během zrání vyluhováním ze dřeva. Za nejlepší se považuje dřevo dubové. Extrakt pocházející z dubového dřeva je cenný zejména pro obsah důležitých tříslovin a barviv, jako jsou kvercitrin a kvercetin, což jsou heteroglykosidy tříslových kyselin se sacharidem kvercitem. Extraktivní látky v destilátu nemusí vždy pocházet jen ze dřeva. Mohou vznikat při zrání

destilátu, zpravidla **kondenzačními** a **polymeračními** reakcemi, takže z původních těkavých složek se vytvářejí netěkavé nebo málo těkavé extraktivní složky. Příkladem je akrolein, který přechází do destilátu jako těkavá složka a po určité době uskladnění se mění na glycerol, typickou extraktivní složku. Kondenzací acetaldehydu vzniká krotonaldehyd a z něho se tvoří hydratací butan-1,3-diol. **Oxidačními** pochody se při zrání tvoří z nenasyčených aldehydů příslušné kyseliny, jejichž estery se stávají aromatickými složkami extraktu. Typickými příklady vzniku vonných látek a přeměny látek nepříznivě ovlivňujících jakost destilátů jsou reakce, při nichž vznikají **estery**. Např. těkavé mastné kyseliny, jejichž vyšší obsah se v chuťové i vonné složce destilátu projevuje nepříznivě, se v průběhu zrání esterifikují přítomným etanolem i vyššími alkoholy na estery, které se podílejí zejména na tvorbě vonné složky destilátu. Prakticky se esterifikace projevuje tím, že drsná, nakyslá chuť destilátu se během zrání postupující esterifikací mění na příjemnou a aromatickou. Chuť i vůně se při tom zaokrouhluje a získávají požadovanou harmonii. Druh i množství vzniklých esterů jsou pro každý destilát typické. Při zrání podstatně stoupá obsah aldehydů a v důsledku toho pak i acetalů. Přítomné aldehydy se z části oxidují na kyseliny, které se účastní reakce za tvorby esterů. Doba potřebná k úplnému dozrání pálenek není u všech druhů stejná a je určována celou řadou činitelů. Zpravidla platí, že čím déle je destilát uložen, tím je lepší jeho jakost. Minimální doba zrání pro většinu destilátů se uvádí 2 až 3 roky. U některých druhů destilátů však dlouhé zrání vede ke zhoršení kvality. Např. u malinového destilátu, vlivem výše popsaných reakcí, dochází k výrazné změně aroma, takže vůně může připomínat čerstvou karotku. Tento typ destilátů (týká se i jahod, borůvek, ostružin apod.) se ocitá na svém vrcholu zhruba 3 měsíce po destilaci, pak jeho kvalita začíná postupně klesat [17].

## 5.2 Umělé způsoby staření

Z ekonomického hlediska je zrání ovocných destilátů, zejména v malých dřevěných sudech, nákladné. V praxi se proto hledaly způsoby, které by zrání destilátů urychlily. Zatím žádný z nich není tak dokonalý, aby dosahoval hodnot „klasického“ způsobu zrání. Úspěšné jsou ty způsoby umělého staření, které vycházejí ze současných znalostí pochodů přirozeného zrání v sudech. Tyto metody urychlují průběh zrání tím, že se snaží vytvářet pro dosud známé pochody zrání optimální podmínky. Úspěchy jsou jen částečné a spočívají v tom, že se doba původního zrání v sudech zkrátí na polovinu až čtvrtinu. K metodám

umělého staření patří staření účinky tepla, záření, ultrazvuku, elektrického proudu, kyslíku, iontoměničů nebo katalyzátorů [16, 17].

Všeobecně se zrychluje uležení **účinkem kyslíku** nebo **ozonu** na ohřátou pálenku při zvýšeném tlaku a za současného prudkého pohybu. Jindy se ionizovaný vzduch nebo kyslík prohání pálenkou v jemné emulzi. Protože jsou přístroje k provádění naznačených procesů dost složité a nákladné, mohou se tyto metody prakticky provádět jen v podnicích většího rozsahu. V menších podnicích lze provádět umělé uležení pouhým **zahřátím** pálenky. K zahřátí se použije obyčejný jednoduchý destilační přístroj, do jehož kotlíku se napustí pálenka a do chladiče chladící voda. Pálenka se zahřeje nejvýše na 50 až 60 °C. Při této teplotě látky a estery, které způsobovaly ostrou a drsnou chuť pálenky vyprchají. Patrné je to na výtoku z chladiče, kde unikají jednak ostře čpící páry, jednak jednotlivé kapky destilátu podobné povahy. Zahřívání se provádí tak dlouho, dokud se neobjeví kondenzát bez ostrosti. Pak se pálenka v kotli ochladí a naplní se do připravených sudů nebo demižonů. Už po několika dnech lze ochutnáním pálenky objevit příznivý vliv popsané metody urychleného uležení. Namísto pouhého ohřátí pálenky lze k dosažení umělého stárnutí použít také **střídavé zahřívání a ochlazování** pálenky, na tomto postupu je založena metoda *Merrory-Reimerova*. Na zrychlení procesu uležení působí i pouhá **filtrace** pálenky, protože se při tom pálenka přivádí do těsného a důkladného styku se vzduchem. Kromě již popsaných metod jsou ještě složitější způsoby, které mají za účel dosažení urychleného uležení pálenky. Jde tu především o různé **katalyzátory**, skládající se zpravidla hlavní měrou ze solí stříbra, případně z kovového stříbra v koloidním stavu. Proces, který účinkem katalyzátorů nastává, je totožný s procesem způsobeným účinkem vzdušného kyslíku s tím rozdílem, že tento proces zde probíhá rychleji. Z látek s katalytickým účinkem je nutné se zmínit o *katadynu*, *cumasina-estose* a *jonolyt-stříbru* (Ionolyt-Silber). Základem katadynové metody jsou rovněž účinky solí stříbra, přičemž proces zrání se provádí pomocí přístroje zvaného katadyn-esterator. Jde o nádobu naplněnou postříbřeným hrubozrnným pískem. Lihovina aparátem protéká a při styku s velkým povrchem působí stříbro katalyticky. Nový typ tohoto přístroje používá dvou elektrochemicky rozličných prvků; ve styku s kapalinou vznikají tzv. lokální proudy, které rozkládají vodu přítomnou v kapalině, takže se v nepatrném množství uvolňuje kyslík a vodík. Takto uvolněnému kyslíku se připisuje spontánní účinek na stařenou lihovinu. Katadynování je úspěšné jen tehdy, použije-li se jakostních destilátů. Namísto katalyzátorů se může při umělém stárnutí použít i účinku **některých plynů**. Pozi-

tivní vliv má oxid uhličitý, zvláště působí-li za tlaku. Aby nepůsobil na chuť pálenky, přimíchává se do něho jistý podíl indiferentního dusíku. Urychleného stárnutí se docílí i tak, že se pálenka **ozařuje ultrafialovými paprsky**, přičemž se k ní přimísí látka, ze které může být odebírán potřebný kyslík, např. peroxid vodíku. Účinnost ultrafialového záření se zvyšuje ozařováním etanolových par lihovin během destilace. **Ultrazvuk** může být při staření do lihovin přenášen přímo nebo nepřímě. Nejčastěji používané ultrazvukové generátory jsou založeny na piezoelektrickém nebo magnetostrikčním jevu. Rozkmitáním drobných částic hmoty působením ultrazvuku se zvětší i pohyb molekul, který se projeví zvyšováním teploty lihoviny. Dále má ultrazvuk v kapalinách disperzní a koagulační účinky. Ultrazvuk lze použít ke staření lihovin jen při důkladných teoretických znalostech, jinak by se mohlo dosáhnout opačných účinků. Ke staření destilátů se používá střídavého **elektrického proudu** o intenzitě 2 až 3 A a napětí 15 000 až 30 000 V. Silnými elektrickými vlnami se vyvolávají rytmické otřesy molekul. Lihoviny je také možné stařit ostřelováním silným proudem elektronů. Žádaných účinků staření se dosáhne tím, že se na odvzdušněnou a v nádobě vzduchotěsně uzavřenou lihovinu, vychlazenou na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , působí velmi krátkou dobu (desetitisícinu až desetimiliontinu sekundy) elektrickým proudem o napětí 6 000 000 V. **Iontoměniče** lze použít při staření jako katalyzátorů chemických reakcí, a to katexů místo kyselin a anexů místo zásad. Katexy lze použít jako katalyzátory při esterifikacích a při syntéze acetalů [4, 17].

Uvedenými umělými změnami se snažíme zabránit ztrátám, které vznikají dlouhým uskladněním, a přesto získat „zralou“ pálenku. Tyto způsoby jsou účinné, ale určitě nemohou zcela nahradit pozvolné zrání a přirozené stárnutí destilátů. Během pomalého zrání dochází k těžce napodobitelným změnám. Vznikají nové estery, vonné látky, které jsou tak důležité pro výslednou vůni a chuť [1].

## 6 CHEMICKÉ SLOŽENÍ DESTILÁTŮ

Na složení destilátů se uplatňuje již surovina, která je použita k jejich výrobě. Nepochybný význam má dále vlastní technologické zpracování, především kvasný proces a v konečné fázi i průběh a kontrola destilace. Mimo etanol a vodu, které tvoří zásadní podíl destilátů se na arómatu a chuti účastní celá řada sloučenin především dalších nižších alifatických alkoholů (metanol, propan-1-ol, butan-1-ol, 2-metylpropan-1-ol, 2-metylbutan-1-ol, 3-metylbutan-1-ol a další alkoholy). Z aromatických a heterocyklických alkoholů vznikají při kvašení benzylalkohol a 2-fenyletanol, z heterocyklických alkoholů pak furfurylalkohol. Především se jedná o alkoholy vznikající jako vedlejší produkty alkoholického kvašení. Všechny se vyznačují výraznými sensorickými vlastnostmi. Z vícesytných alkoholů se v ovocných destilátech vyskytuje butan-2,3-diol a glycerol. Další skupinu, která podstatným způsobem ovlivňuje sensorické vlastnosti ovocných destilátů, tvoří aldehydy. Ty pocházejí jednak ze zpracovávané suroviny a jednak vznikají během kvasného procesu i během destilace a staření. Mezi hlavní zástupce této skupiny chemických látek patří acetaldehyd, benzaldehyd a furankarbaldehyd. V ovocných destilátech jsou dále zastoupeny těkavé alifatické kyseliny především kyselina octová, dále kyselina mravenčí, máselná a z vyšších kyselin, kyselina kapronová, kaprylová, kaprinová a laurová. Typickým zástupcem v destilátech z peckového ovoce je kyanovodík. Z dalších složek destiláty obsahují estery, aminy, amidy a další sensoricky významné látky, které jsou přítomné ve zpracovávané surovině (terpeny, acetaldehyd atd.) [2].

### 6.1 Aromatické látky v destilátech

#### Etanol

Etanol se zpravidla nepovažuje za významnou aromatickou látku, přesto však má značný vliv na vůni a chuť mnoha nápojů. Množství vzniklého etanolu závisí na množství zkvasitelných cukrů v surovině, druhu a kmeni použitých kvasinek, teplotě při fermentaci a na dalších faktorech [2].

#### Alifatické, aromatické, heterocyklické a vícesytné alkoholy

Metanol, butan-1-ol a butan-2-ol nejsou sloučeniny lihového kvašení, ale jsou to charakteristické složky pro typ a autentičnost specifické suroviny v destilátu. Vysoké koncentrace *metanolu* jsou typické pro ovocné destiláty jako výsledek enzymatického rozkladu pektinu.



Původ metanolu pochází z pektinových látek (pektin je kyselina polygalaktouronová částečně esterifikována metanolem a neutralizována vápenatými ionty). Při kvasném procesu dochází k jeho uvolňování. Z toho plyne, že největší množství metanolu je obsaženo v destilátech z ovoce s jeho vysokým obsahem. **Butan-1-ol** je typický pro třešňové destiláty, **butan-2-ol** svědčí o bakteriálním kažení suroviny nebo drti, také **propan-1-ol** indikuje kažení ovocné drti. Vyšší alkoholy, nazývané také přiboudlina, jsou kvantitativně největší skupinou těkavých aromatických sloučenin produkovaných jako metabolity při odbourávání aminokyselin (AMK) přes oxokyseliny. Nejdůležitější alkoholy jsou **propan-1-ol** (vzniká z AMK treoninu), **2-metylpropan-1-ol** neboli isobutanol (vzniká z AMK valinu), **2-metylbutan-1-ol** neboli amylalkohol (vzniká z AMK isoleucinu), **3-metylbutan-1-ol** neboli isoamylalkohol (vzniká z AMK leucinu) a aromatické alkoholy **2-fenyletanol** (vzniká z AMK fenylalaninu) a **benzylalkohol**. Benzylalkohol vzniká jako sekundární látka při fermentačních procesech redukcí benzaldehydu, který je degradačním produktem kyanogenních glykosidů. V ovocných destilátech, které se vyrábějí zpracováváním celých plodů, tedy včetně pecek (v nich je největší koncentrace těchto kyanogenních glykosidů, reprezentovaných především amygdalinem) se benzylalkohol vyskytuje v relativně značném množství (obvykle 20 až 70 mg v 1 litru absolutního etanolu). Termín přiboudlina se vztahuje k jejich sladové a spálené vůni, s výjimkou 2-fenyletanolu, který voní po růžích. Koncentrace alifatických alkoholů v destilátech se liší ve velkém rozsahu a závisí hlavně na typu destilace, na separaci, respektive na rozdělení. U ovocných destilátů je nutné považovat přiboudlinu za nositele charakteristických sensorických vlastností této skupiny kvasných alkoholických nápojů. Její množství je tedy nutné regulovat. Nadměrné koncentrace vyšších alkoholů mohou mít za následek silně ostrou a přiboudlou vůni a chuť, zatímco optimální hladina dodává ovocný charakter. 2-metylbutan-1-ol a 3-metylbutan-1-ol jsou nejméně zastoupené složky destilátů syntetizované kvasinkami. Jejich množství závisí na surovině. Nejvýznamnějším diolem vyskytujícím se v alkoholických nápojích je **butan-2,3-diol**. U kvasinek je jeho prekursorem kyselina pyrohroznová. Z polyolů se v alkoholických nápojích vyskytuje nejčastěji **glycerol** (propan-1,2,3-triol), který vzniká jako vedlejší produkt při alkoholovém kvašení. Množství glycerolu závisí hlavně na použitém kmeni kvasinek a teplotě během fermentace (více glycerolu vzniká při vyšších teplotách) [2, 33].

## Aldehydy

Část aldehydů přechází do ovocných destilátů již ze zpracovávaného ovoce (vyšší koncentrace jsou přítomny v přezrálém ovoci, které se nejčastěji používá pro výrobu ovocných destilátů). V alkoholických nápojích vznikají karbonylové sloučeniny degradací sacharidů (metanal, etanal, biacetyl, 2-furankarbaldehyd). Z aminokyselin vznikají aldehydy jako sekundární produkty alkoholového kvašení. Z glycinu vzniká *metanal* (formaldehyd), z alaninu *etanal* (acetaldehyd), z threoninu *propenal*, z valinu *2-metylpropenal*, z leucinu *3-metylbutanal*, z isoleucinu *2-metylbutanal*. Alifatické aldehydy s 1 až 7 atomy uhlíku v molekule mají zpravidla ostrou, štiplavou a někdy žluklou vůni, aldehydy s 8 až 14 atomy uhlíku se vyznačují příjemnou vůní. Vyšší aldehydy jsou zpravidla bez pachu. Při opatrné destilaci značná část vyšších aldehydů zůstává ve výpalcích [2].

*Metanal* (formaldehyd) je přítomný v alkoholických nápojích. Jeho koncentrace jsou ale velmi nízké, protože jako velmi reaktivní látka vstupuje do reakcí s dalšími látkami. Vykazuje ostrou štiplavou vůni. *Etanal* (acetaldehyd) je nejdůležitější karbonylová sloučenina lihového kvašení. Ve velkém množství se vyskytuje v alkoholických nápojích, kde vzniká jako produkt odbourávání sacharidů kvasinkami. Vykazuje štiplavou ovocnou vůni. *2-propenal* (akrolein), nenasycený aldehyd, je také přítomný v mnoha alkoholických nápojích. Má štiplavou vůni po pepři a křenu. Tvoří se při dehydrataci glycerolu během destilace v přítomnosti kyselin na horkém kovovém povrchu nebo speciálními bakteriemi během kvašení zkažených surovin. Biochemická dráha tvorby akroleinu je zahájena bakteriálním enzymem dehydratasou, který přeměňuje glycerol na 3-hydroxypropionaldehyd. Sloučenina prodělá pomalou, spontánní dehydrataci v kyselém prostředí na akrolein. Acetaldehyd stejně tak jako akrolein reaguje s etanolem na acetal: 1,1-dietoxyetan a 1,1,3-trietoxypropan, zároveň je odstraněna ostrá vůně aldehydů. Z aromatických aldehydů tvoří důležitou složku všech destilátů získaných kvašením peckového ovoce *benzaldehyd* (je součástí kyanogenního glykosidu amygdalinu, přítomného ve větším množství především v peckách). *2-furankarbaldehyd* a jeho derivát *5-hydroxymetyl-2-furankarbaldehyd* vznikají působením kyselin na cukry. V alkoholických nápojích, především v destilátech, vznikají při destilaci kyselých kvasů. I když má 2-furankarbaldehyd relativně vysoký bod varu (162 °C), těká spolu s alkoholovými a vodními parami. Jeho koncentrace bývá nejvyšší převážně v prokapu. V 1 litru absolutního alkoholu se může ve slivovici podle povahy kvasu vyskytovat v průměru kolem 23 mg, v třešňovici 5 mg, v jablkovci a hruškovici 8 mg a ve vinném destilátu 7 mg 2-furankarbaldehydu [2, 33].

## Acetaly

Acetaly se vyskytují všude tam, kde jsou přítomny aldehydy současně s přebytkem alkoholu. Ve velkém množství jsou proto přítomny ve všech alkoholických nápojích, především však v destilátech s vyšším obsahem etanolu. Nejběžnější látkou vyskytující se v alkoholických nápojích je *acetal* (dietylacetal) vznikající reakcí etanolu s etanolem. Acetaly se vyznačují velmi příjemnou vůní, podobnou původním karbonylovým sloučeninám, ale slabší a jemnější, přispívají k zjemnění vůně ovocných destilátů. Slivovice běžně obsahuje kolem 70 mg, třešňovice 40 až 70 mg, vinný destilát 20 až 185 mg acetalu v 1 litru absolutního alkoholu. V menším množství se vyskytují v alkoholických nápojích acetaly odvozené od formaldehydu, od vyšších aldehydů a acetaly vzniklé z alkoholů přiboudliny. Acetaly destilují bez rozkladu [2].

## Organické kyseliny

V ovocných destilátech je přítomna *kyselina mravenčí* buď jako volná nebo esterifikovaná. Vzniká jako vedlejší produkt kvašení vedle etanolu a kyseliny octové. *Kyselina octová* se do ovocných destilátů dostává jednak přímo ze zpracovávaného ovoce, jednak vzniká při kvašení a dále při destilaci, kdy vzniká jako degradační produkt cukrů a jiných složek ovoce při termických procesech. Kyselina octová (volná nebo ve formě esteru) představuje hlavní organickou kyselinu ovocných destilátů. Také další kyseliny, *propionová*, *máselná*, *kapronová*, *kaprylová* a *kaprinová* vznikají jako vedlejší produkty kvašení a v malém množství bývají přítomny v ovocných destilátech. Podstatně větší množství jich zůstává ve výpalcích. Procentuální obsah jednotlivých kyselin ve slivovici bývá: kyselina mravenčí 3,8 %, octová 76,9 %, máselná 10,5 %, vyšší mastné kyseliny 8,8 %. V třešňovici je zastoupení kyselin následující: kyselina mravenčí 2,9 %, octová 70,1 %, máselná 15,7 %, vyšší mastné kyseliny 11,3 % [2].

## Estery

Ve všech druzích ovoce patří estery k nejrozšířenějším sloučeninám. Jsou největší skupinou aromatických látek s nejpříjemnějšími aromatickými vlastnostmi. Doprovázejí často příslušné karboxylové kyseliny a alkoholy. Jsou důležitou složkou především primárního aromatu ovoce. Estery nižších mastných kyselin s nižšími alifatickými alkoholy jsou v ovocných destilátech významnými vonnými látkami. Do destilátů se dostávají jednak přímo ze zkvašovaného ovoce, jednak v malém množství vznikají sekundárně esterifikací

kyselin alkoholy (etanolem nebo alkoholy přiboudliny), acidolýzou (reakcí esterů s kyselinami), alkoholýzou (reakcí esterů s alkoholy) nebo reakcí esterů navzájem během stárnutí. Z nižších mastných kyselin je v esterech ovocných destilátů nejčastěji vázaná kyselina octová, méně často kyselina mravenčí, propionová, máselná, isomáselná a další. Z alkoholů je v těchto esterech nejčastěji vázán etanol. Vyskytují se však také estery metanolu, butanolu, i vyšších alkoholů. Estery nízkomolekulárních kyselin a alkoholů mají obvykle ovocnou vůni a přispívají k požadovaným organoleptickým vlastnostem ovocných destilátů. Obecně je v destilátech nejběžnějším esterem *etyl-acetát*, který má ostrou ovocnou vůni. Z dalších esterů se ve vysokých koncentracích vyskytují *isoamyl-acetát*, *isobutyl-acetát*, *hexyl-acetát*, *2-fenyletyl-acetát*, které mají velký význam pro chuť destilátů. V destilátech se vyskytují v množství desetin až jednotek mg/l. Jablečno-mléčné kvašení má také vliv na koncentraci těchto sloučenin. Destiláty ukazují ztrátu intenzity a ovocného aroma se snižující se úrovní hexyl-acetátu, 2-fenyletyl-acetátu a se zvyšující se úrovní etyl-laktátu, kyseliny octové a dietyl-sukcinátu. Ve slivovici se obsah esterů pohybuje v rozmezí 740 až 11 050 mg, v třešňovici 1 530 až 3 130 mg, v jablkovci 1 120 až 1 570 mg v 1 litru absolutního alkoholu [26, 33].

### **Kyanovodík**

Kyanovodík vzniká enzymovými nebo chemickými reakcemi z kyanogenních glykosidů. V našich podmínkách je nejdůležitějším kyanogenním glykosidem amygdalin, nacházející se v rostlinách čeledi růžovitých. Jeho významnými zdroji jsou hořké mandle a pecky švestek, meruněk, broskví a třešní. V malém množství je obsažen v jádrech jablek a hrušní. Amygdalin se enzymově štěpí specifickými  $\beta$ -glukosidasami za vzniku glukosy a benzaldehydkyanhydrinu. Dalším enzymem podílejícím se na rozkladu kyanogenních glykosidů je hydroxynitrillyasa, která následně katalyzuje štěpení kyanhydrinu na benzaldehyd a kyanovodík. V ovocných destilátech se obvykle vyskytují jen stopy volného a jen malé množství vázaného kyanovodíku (slivovice 7 až 67 mg v 1 litru destilátu), koncentrace benzaldehydkyanhydrinu se pohybuje v rozmezí 36 až 331 mg v 1 litru destilátu. Vyšší koncentrace se vyskytují v třešňovici (velké množství pecek na hmotnost zpracovávané dužiny třešní). Koncentrace volného kyanovodíku se pohybuje v množství 0 až 16 mg, vázaného 46 až 88 mg a koncentrace benzaldehydkyanhydrinu 226 až 434 mg v 1 litru destilátu [2].

## 7 PRINCIP A METODY STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK

Profily těkavých složek alkoholických nápojů se skládají z velké řady sloučenin, zahrnující kyseliny, alkoholy, aldehydy a jiná stopová množství aromatických látek. Pro analýzu těkavých složek ovocných destilátů mohou být použity různé extrakční metody, např. destilační techniky, rozpouštěcí extrakce, extrakce pevnou fází (SPE), mikroextrakce pevnou fází (SPME), dynamická extrakce pevnou fází (SPDE), dále separační metody, např. plynová chromatografie (GC), vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC). [34, 35].

### 7.1 Chromatografie

Chromatografie je separační metoda, při které se oddělují – separují složky obsažené ve vzorku. Vzorek se vnáší mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze. Stacionární fáze je nepohyblivá, mobilní fáze je pohyblivá. Vzorek je umístěn na začátek stacionární fáze. Pohybem mobilní fáze přes stacionární fázi je vzorek touto soustavou unášen. Složky vzorku mohou být stacionární fází zachycovány, a proto se při pohybu zdržují. Více se zdrží složky, které jsou stacionární fází poutány silněji. Tím se od sebe složky postupně separují a na konec stacionární fáze se dostávají dříve složky méně zadržované. Podle typu mobilní a stacionární fáze, příp. podle způsobu zadržky analytu můžeme chromatografii rozdělit na plynovou, kapalinovou, adsorpční, gelovou, ionexovou a srážecí. Pro stanovení aromatických látek se v současné době používá plynová chromatografie (GC) a kapalinová chromatografie (LC) [36].

#### 7.1.1 Plynová chromatografie (GC)

Plynová chromatografie je vhodnou metodou pro identifikaci a specifikaci příslušných druhů ovocných destilátů. Je to jednoduchý, citlivý způsob charakterizace těkavých složek v alkoholických nápojích. Všeobecně vyžaduje minimální přípravu vzorků, protože vzorky jsou v kapalném skupenství v smíšeném stavu alkohol nebo alkohol/voda. Aromatické složky mají sklon být v přírodě těkavé, což je jedna z hlavních podmínek GC. GC může analyzovat tyto složky bez předešlých extrakcí. Plynová chromatografie se využívá k separaci látek pomocí plynné mobilní fáze. Složky vzorku se v takovém systému dělí po převedení do plynné fáze. Používá se pro separaci, identifikaci a stanovení složitějších směsí plynů a těkavých látek s bodem varu menším než 400 °C. Při analýzách mohou být použity všeobecné detektory, jako plamenově ionizační detektor (FID), nebo detektory po-

skytující mnohem bohatší informace, jako je hmotnostně selektivní detektor (MSD). Alkoholy a aldehydy mohou být analyzovány GC na náplňové nebo kapilární koloně, záleží na cíli analýzy a na koncentracích složek. Kapilární GC zajišťuje velmi účinnou separaci, rozlišuje příbuzné sloučeniny, ale vysoká kapacita náplňové kolony GC systému zjistí stopy alkoholů a aldehydů jednodušeji v přítomnosti vysokého množství etanolu [34, 37].

### **GC/FID**

Winterová a kol. analyzovali těkavé složky alkoholických nápojů, jako acetaldehyd, etylacetát, metanol a vyšší alkoholy (propan-1-ol, butan-1-ol, butan-2-ol, 2-metylpropan-1-ol, 2-metylbutan-1-ol, 3-metylbutan-1-ol) plynovou chromatografií (GC) (Council Regulation EEC No. 2870/2000), s použitím FID detektoru a plynovým chromatografem Hewlett Packard s dělicím injektorem. Teplota injektoru byla 150 °C, teplota detektoru byla 250 °C. Pro analýzu byla použita kapilární kolona CP-WAX 57CB (délka 50 m, průměr 0,32 mm, film tloušťky 0,2 μm). Vlastní teploty byly nastaveny následovně: zahájení na 40 °C se 17 minutovou isothermální periodou, pak zvyšující se k 70 °C na rychlost 12 °C/min, s konečnou 5 minutovou teplotní výdrží. Nosným plynem bylo helium o průtoku 2,7 ml/min. Pro kvalitativní a kvantitativní analýzu byly zvoleny standardy firmy Fluka a Aldrich. Všechna stanovení byla provedena vnitřní standardní metodou, jako vnitřní standard byl použit pentan-3-ol. Obsahové složky byly vyjádřeny v mg/ml čistého alkoholu [38].

Teševič a kol. použili k analýze těkavých sloučenin alkoholických nápojů plynový chromatograf HP 5890, vybavený plamenově ionizačním detektorem (FID) a dělicím injektorem. Separace byla docílena s využitím HP-5 křemičité kapilární kolony, o rozměrech 30 m x 0,25 mm a film tloušťky 0,25 μm. Teplota termostatu GC byla nastavena ze začátku na 50 °C (6 min), pak byla zvýšena na 285 °C, rychlost 4,3 °C/min. Nosným plynem byl vodík o průtoku 1,6 ml/min a teplotě 45 °C. Teplota dělicího injektoru byla 250 °C, teplota detektoru byla 280 °C. Byl injektován 1 μl vzorku [35].

### **GC/MS**

Těkavé složky, jako etyl estery mastných kyselin, benzaldehyd a aromatické sloučeniny byly v literatuře analyzovány plynovou chromatografií (GC), s použitím hmotnostního detektoru (MSD). Pro analýzu byl použitý plynový chromatograf Finnigan. Pro extrakci těchto látek byla vybrána metoda SPME (mikroextrakce pevnou fází). Tato technika je vhodná pro organické složky. Je založena na adsorpci látek ze vzorku na povrch silikonového

vlákna pokrytého vhodnou stacionární fází. Látky adsorbované na vlákno byly desorbovány v injektoru plynového chromatografu. Pro SPME extrakci bylo použito 75  $\mu\text{m}$  vlákno CAR/PDMS. Podmínky SPME extrakce: teplota vzorku  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , čas extrakce 15 minut, desorpce v injektoru 3 minuty, teplota injektoru  $280\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro analýzu plynovou chromatografií byla použita GC/MS kapilární kolona DB-WAX (délka 30 m, průměr 0,25 mm, film tloušťky 0,25  $\mu\text{m}$ ). Vlastní tepoty byly nastaveny ve dvou krocích. V prvním kroku se teplota zvyšovala z  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$  (isoterma 3 min) na  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  (isoterma 5 min) s teplotním gradientem  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , ve druhém kroku teplota vzrostla ze  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  na  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  (isoterma 1 min) s teplotním gradientem  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Nosným plynem bylo helium o průtoku 2 ml/min. Jako vnitřní standard byla použita heptanová kyselina [38].

Teševič a kol. provedli analýzu těkavých složek alkoholických nápojů plynovou chromatografií s hmotnostní spektrometrií (GC/MS). K analýze byl použitý plynový chromatograf Agilent 6890 spojený s hmotnostně selektivním detektorem (MSD) Agilent 5973 Network v pozitivně iontově elektronovém modu. Na separaci byla použita HP-5MS křemičitá kapilární kolona Agilent 19091S-433, o rozměrech 30 m x 0,25 mm a film tloušťky 0,25  $\mu\text{m}$ . Teplota termostatu byla nastavena ze začátku na  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , pak byla zvýšena na  $285\text{ }^{\circ}\text{C}$ , rychlost  $4,3\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ . Nosným plynem bylo helium o průtoku 1 ml/min, o teplotě  $210\text{ }^{\circ}\text{C}$ , za tlaku 25 kPa. Teplota injektoru byla  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Podmínky hmotnostní spektrometrie: teplota zdroje byla  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , teplota rozhraní byla  $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ , energie 70 eV, hmotnostní řada 40 až 350 amu (atomic mass units). Identifikace složek byla provedena na základě retenčního indexu a porovnáním s referenčním spektrem (Wiley and NIST databases) [35].

### 7.1.2 Kapalinová chromatografie (LC)

Kapalinová chromatografie (LC) se využívá k separaci směsi látek, které jsou netěkavé nebo špatně těkavé a tepelně nestálé. K separaci využívá různé systémy pevné nebo kapalné stacionární fáze a kapalné mobilní fáze. Na rozdíl od plynové chromatografie hraje mobilní fáze aktivní roli. V soustavě se ustavuje rovnováha mezi rozpouštědlem a stacionární fází. V dnešní době se prakticky výhradně jako kapalinová chromatografie používá varianta **Vysokoučinná kapalinová chromatografie (High Performance Liquid Chromatography – HPLC)**. HPLC je separační metoda používající kolony s vhodnou stacionární fází pro dosažení rychlé separace látek, protože účinnost separace je dána vysokým počtem

teoretických pater kolony. Stacionární fáze je složena z malých částic s úzkou distribucí velikostí (3-10  $\mu\text{m}$ ), případně homogenním filmem zakotvené stacionární fáze. [37].

## HPLC

Nascimento a kol. popsali kvantitativní a kvalitativní analýzu deseti nejdůležitějších aldehydů (formaldehyd, 5-hydroxymetylfurfural, acetaldehyd, akrolein, furfural, propionaldehyd, butyraldehyd, benzaldehyd, isovaleraldehyd, n-valeraldehyd) v alkoholických nápojích pomocí HPLC metody. Pro stanovení aldehydů, jako jejich 2,4-dinitrofenylhydrazonů (DNPH-aldehydy), byla dána přednost HPLC metodě před plynovou chromatografií a spektrofotometrickými metodami, protože HPLC metoda má vyšší účinnost. Jako standardní aldehydy byly připraveny 2,4-dinitrofenolhydraziny, následovně: 2,4-dinitrofenylhydrazin (0,4 g, 2 mmol) byl rozpuštěn v koncentrované kyselině sírové (2 ml) a destilované vodě (3 ml). K tomuto roztoku standardních aldehydů byl přidán etanol (15 ml). Shodující se DNPH-aldehydy byly izolovány filtrací a 2x přečištěny rekrystalizací od absolutního etanolu. Čištění bylo potvrzeno stanovením bodu tání, elementární analýzou (C, H, N) a HPLC analýzou. Pro kvantitativní analýzu byly roztoky standardů deseti nejdůležitějších DNPH-aldehydů získány vhodným rozředěním zásobních roztoků (1000 mg/l v acetonitrilu) v roztoku etanol/voda v poměru 45 : 55. Ze čtyř hodnot byla získána kalibrační křivka. Vzorky alkoholických nápojů byly derivatizovány. 0,4% roztok 2,4-dinitrofenylhydrazinu byl připraven rozpuštěním 2,4-dinitrofenylhydrazinu (0,4 g, 2 mmol) v acetonitrilu (100 ml). Do zásobní láhve bylo postupně dávkováno: 1 ml roztoku 2,4-dinitrofenylhydrazinu, 4 ml vzorku, a 50  $\mu\text{l}$  1 M  $\text{HClO}_4$ . Výsledný roztok byl promíchán při pokojové teplotě 45 minut, pak následoval nástřik 25  $\mu\text{l}$  do HPLC aparatury. Kvantitativní přeměna aldehydů v destilátech na jejich 2,4-DNPH je zaručena použitím velkého nadbytku 2,4-dinitrofenylhydrazinu. Deset nejdůležitějších DNPH-aldehydů bylo stanoveno v alkoholických matricích užitím externí standardní metody s detekcí při 365 nm. Kalibrační křivka pro každý DNPH-aldehyd byla získána lineární regresí v závislosti plochy píku na koncentraci. Standardní roztoky byly připraveny ve 45 % roztoku etanol/voda. Analýzy byly prováděny na HPLC (Shimadzu, Model-10 AD), který byl vybavený injektorem (Shimadzu, 20  $\mu\text{l}$  smyčka) a fotodiodovým spektrofotometrickým detektorem (UV-VIS) (Shimadzu, SPD-M6A). Byly testovány čtyři  $\text{C}_{18}$  kolony: Supelcosil  $\text{C}_{18}$  (25cm x 4,6 mm), Shimadzu Shim-park  $\text{C}_{18}$  (15cm x 6 mm), Shimadzu Shim-park  $\text{C}_{18}$  (25cm x 4,6 mm) a Micro-pack  $\text{C}_{18}$  (30cm x 4 mm). Jako mobilní fáze byl použit roztok metanol/voda a acetonitril/voda [39].



## 8 HODNOCENÍ LIHOVIN

Lihoviny se hodnotí senzoričky, dále na základě fyzikálně-chemických znaků a chemického složení. Dobrá pálenka má být čirá, nezkalená a bezbarvá, pokud zbarvení nepochází od uložení v sudech. Chuť a vůně má být typická pro surovinu, ze které pálenka pochází, a mimo to má mít pouze lihovou příchut' [5].

### 8.1 Senzorické hodnocení

Senzorické (smyslové) hodnocení lihovin patří k nejdůležitějším při celkovém posuzování a oceňování jakosti produktu. Je nezbytným doplňkem chemického rozboru. Zahrnuje vizuální, olfaktické a degustační zkoušky, při kterých se zjišťují organoleptické vlastnosti lihovin. Patří mezi ně barva, zákal a zejména vůně, chuť a aroma, které by měly být vzájemně sladěné a charakteristické pro danou lihovinu. Zkoušky se vykonávají jednotlivě nebo v souboru, v degustační komisi nebo jednotlivě [9].

### 8.2 Fyzikálně-chemické a chemické hodnocení

Lihoviny se hodnotí na základě fyzikálně-chemických znaků a chemického složení. Zejména se stanovuje: relativní hustota, obsah etanolu a extraktivních látek, dále koncentrace řady doprovodných látek – metanol, aldehydy, ketony, estery, vyšší alkoholy, organické kyseliny, kyanovodík, etylkarbamát, cizorodé látky jako estery kyseliny ftalové, aflatoxiny, těžké kovy a další [2].

#### Stanovení pH

U lihovin se pH stanovuje potenciometricky.

#### Stanovení relativní hustoty

Stanovujeme pyknometricky. Při přesných stanoveních hustoty lihu se koriguje hustota na vztlak vzduchu při vážení.

#### Stanovení obsahu ethanolu

Stanovuje se destilační metodou (přesná stanovení) nebo lihoměrem. Objemová procenta alkoholu se zjistí lihoměrem, použijeme lihoměr vhodného rozsahu (obvykle 65 % až 100 %) a zjištěná hodnota se koriguje podle teploty.

**Stanovení veškerého extraktu**

Veškerým extraktem rozumíme zbytek po odstranění etanolu a jiných těkavých složek, stanovíme jej přímou metodou nebo výpočtem podle Tabarierova vzorce.

**Stanovení veškerých kyselin**

Kyselinami se rozumí celkové množství volných kyselin stanovených v destilátu původní lihoviny. Destilát získaný při stanovení etanolu se titruje roztokem NaOH na fenolftalein nebo potenciometricky do pH 8,5.

**Stanovení esterů**

Estery se rozumí množství esterů v destilátu původní lihoviny. Po zmydelnění esterů hydroxidem sodným se vzniklé organické kyseliny neutralizují přebytkem NaOH. Lze je stanovit i metodou plynové chromatografie.

**Stanovení aldehydů**

Aldehydy se rozumí celkové množství v destilátu původní lihoviny, vyjadřujeme jako acetaldehyd v mg na 100 ml absolutního etanolu. Stanoví se titračně hydroxylaminem, kolorimetricky s fuchsinsířičitým činidlem v kyselém prostředí nebo plynovou chromatografií.

**Stanovení furalu**

Fural stanovujeme spektrofotometricky v prostředí kyseliny octové reakcí s anilinem za vzniku červeného zbarvení, jehož intenzita je úměrná jeho množství.

**Stanovení metanolu**

Metanol je původní složka destilátů a jeho stanovení slouží k posouzení zdravotní nezávadnosti výrobků. Stanoví se kolorimetricky s fuchsinsířičitanovým činidlem.

**Stanovení vyšších alkoholů (přiboudlina)**

Celkové množství vyšších alkoholů v destilátu původní lihoviny stanovíme kolorimetricky s p-dimethylaminobenzaldehydem nebo titračně (alkalimetrická metoda). Jednotlivé vyšší alkoholy stanovujeme metodou plynové chromatografie.

**Důkaz a stanovení kyanovodíku**

Důkaz: kyanovodík reaguje se sodnou solí kyseliny pikrové za vzniku červeně zbarvené kyseliny isopurpurové.

Stanovení: kyanovodík volný i vázaný se vysráží z destilátu jako kyanid stříbrný, který se rozpustí v kyselině dusičné a uvolněné množství stříbra se stanoví titračně.

#### **Stanovení těžkých kovů (olova, mědi, zinku, železa)**

Ke stanovení těžkých kovů využíváme spektrofotometrických metod.

#### **Stanovení cukrů**

Za cukry se považují látky s aldehydickou nebo ketonovou skupinou, které buď přímo nebo po hydrolýze redukují alkalickoměďnatý roztok. Vyjadřují se v gramech sacharosy ve 100 ml lihoviny [9].

## 9 VADY DESTILÁTŮ

Při výrobě destilátů se někdy vyskytnou problémy, které mohou narušit nebo až znehodnotit jakost výsledného destilátu. Většinou chyb se lze vyhnout mimořádnou čistotou při všech operacích, od příjmu surovin, až po vlastní destilaci. Každá chyba se silně odrazí na kvalitě, kterou pak už nikdy nezlepšíme [13].

### 9.1 Vady vznikající při kvašení

#### Octový nádech

Příčinou octového nádechu je napadení kvasu octovými bakteriemi, které přemění při kvašení vzniklý etanol na kyselinu octovou, což vede k výrazným ztrátám alkoholu a změně ve vůni a chuti kvasu. Při destilaci přechází kyselina octová jako lehčí těkavá látka do destilátu a převáží svou kyselou vůni a chutí typický druhový buket ovoce. Na tvorbě kyseliny octové se podílejí i bakterie mléčného kvašení. Přeměňují cukr obsažený v ovoci na kyselinu mléčnou a produkují v různých poměrech také alkohol a kyselinu octovou. Jako předběžné opatření proti bakteriím mléčného kvašení je možné okyselit kvas. Nízká hodnota pH omezí rozmnožování a látkovou výměnu těchto bakterií s ohledem na jejich citlivost na kyseliny. I když se dá vysoká koncentrace kyseliny octové odstranit přímo v destilátu, je lepší provádět neutralizaci v kvasu, protože neutralizovaný destilát velice často dostává fádňí chuť. Navíc existuje nebezpečí, že kyselina octová vytvoří s měďnatými ionty destilačního aparátu soli, které způsobí kovovou příchut' destilátu a často i zákal [16].

#### Octan etylnatý

Zvýšený obsah kyseliny octové v kvasu může být původcem, zvláště při dlouhém časovém období, další chyby, jejíž příčinou je octan etylnatý. Reakce kyseliny octové s alkoholem vede k novým chemickým sloučeninám. Jejich vůně není nepříjemná, je dokonce blízká vůni ovoce. V nízkých koncentracích ovocné aroma destilátu zvýrazňují, ale ve vysokých koncentracích jej silně překrývají. Destilát má často vůni lepidla. Octan etylnatý se může objevit nejenom v kvasu, ale i v hotovém destilátu, jestliže napadený kvas není před destilací neutralizován. Volná kyselina octová přechází do destilátu a také zde reaguje s etanolem za vzniku octanu etylnatého. Vzhledem k tomu, že tato reakce probíhá velmi pomalu, může se skladováním destilátu vada zesilovat. K tvorbě octanu etylnatého dochází nejvíce

u destilátů z třešní a višní a v menší míře i z mirabelek. Vedle popsané chemické reakce může octan etylnatý vzniknout i mikrobiologickou cestou, jako produkt látkové přeměny divokých kvasinek. Ester je možné znovu rozštěpit přidávkem louhu za současného ohřátí. Přitom je destilát tak poškozen, že ztratí své aroma [16].

### **Manitový nádech**

Pro manitový nádech je charakteristická škrablavá sladkokyselá chuť. Tato vada vzniká látkovou výměnou bakterií mléčného kvašení, které mohou také produkovat kyselinu octovou. Vytvořená kyselina mléčná nevstupuje do destilátu a není proto pro pálenku problematická. Naproti tomu poškozují vedlejší produkty (jako např. manit a kyselina octová), vytvořené z ovocného cukru fruktosy, kvas tak silně, že ovocný buket vytlačují nebo ho překrývají cizími látkami. K zamezení této chyby je nutné okyselit kvas, skladovat ho v chladu a v čas přidat kulturní kvasinky [16].

### **Nádech kyseliny máselné**

Nachází se velmi zřídka a je zapříčiněn bakteriemi máselného kvašení. Protože jsou tyto bakterie velmi citlivé na kyseliny, nacházíme tuto vadu pouze v kvasech z ovoce chudých na kyseliny (hruška Williams, některé vinné hrozny). Bakterie máselného kvašení vytvářejí z cukru kyselinu máselnou, která páchne po žluklém másle. Pach této kyseliny je tak pronikavý, že ke znehodnocení destilátu stačí již velmi malé množství. Pro odstranění této chyby v současné době neexistují žádné možnosti. Jediné doporučení je okyselit kvasy všech druhů ovoce chudých na kyseliny [16].

### **Akroleinový nádech**

Tato senzorická chyba se v poslední době vyskytuje častěji. Z glycerolu, který se při lihovém kvašení tvoří v kvasu jako vedlejší produkt, mohou různé druhy bakterií vytvořit přes meziprodukt hydroxypropanal mimořádně silně páchnoucí látku – akrolein. Akrolein je nenasycený aldehyd, který se nachází především v kvasech z peckového ovoce. Tato látka má podobné účinky jako slzný plyn. Její bod varu je 52,5 °C a při destilaci přechází ihned do páry. Destilát je potom nepitelný, má ostře pálivou chuť. Dráždí sliznici natolik, že se destilace musí většinou přerušit. Bakteriální infekce pochází z nečisté, zeminou kontaminované suroviny. Do kvasu tak přicházejí i další mikroorganismy, které produkují látky snižující kvalitu výrobku. Před destilací se akroleinový pach nedá zpravidla zjistit, uvolňuje se až při ní. Při promíchávání kvasů se může kontaminace přenést z jedné nádoby

do druhé. Tato vada může být odstraněna z destilátu různými způsoby, např. intenzivním jemným dlouhotrvajícím provzdušněním. Tyto metody jsou spojeny se silným poškozením aroma. Abychom zabránili bakteriální infekci, vedoucí k akroleinovému zápachu, je třeba kvas okyselit. Mělo by být běžné zpracovávat jen čisté a umyté plody [13].

### **Pachut' po plísni**

Lehce hořký a zatuchlý pach i chuť jsou způsobeny plísňovými houbami. Napadení plísňovými houbami může mít příčinu ve zpracování plísněmi napadeného ovoce, v plísni napadených nádobách, hadicích, v kontaminující mikroflóře, ve skladování prokvašeného kvasu v neplných nádobách nebo v použití zátek napadených plísni. Pachut' po plísni můžeme odstranit aplikací aktivního uhlí. Aktivní uhlí má však vysokou absorpční schopnost, a tak s plísňovými pachutěmi odstraníme i cenné aromatické látky [16].

## **9.2 Jiné příčiny vzniku vad destilátů**

### **Sirovodíkový pach**

Pach a chuť po zkažených vejcích je způsobena sirovodíkem nebo etylmerkaptanem. V ovocných pálenkách se objevuje zřídka, často se však objevuje u pálenek z matolin nebo vinných kvasinek. Tento nepříjemně páchnoucí plyn vzniká redukcí elementární síry, která se používá při zasiřování sudů. Sirovodík lze z destilátu odstranit provzdušněním. Tím se ale ztrácejí důležité aromatické látky [16].

### **Hořkomandlová vůně (příchuť po peckách)**

Jestliže se při zpracování peckového ovoce dostane do kvasu příliš mnoho rozdrcených pecek, dochází působením enzymů z pecek (emulzin) ke štěpení amygdalinu, při kterém vzniká glukosa, kyselina kyanovodíková a benzaldehyd (olej z hořkých mandlí). Kyselina kyanovodíková a benzaldehyd jsou lehce těkavé a dávají destilátu vůni a chuť po hořkých mandlích nebo marcipánu. Decentní hořkomandlová chuť je typická pro pálenky z peckového ovoce, říká se jí proto pecková chuť. Vysoké koncentrace kyseliny kyanovodíkové a benzaldehydu překrývají ovocné aroma tak silně, že je vada na první pohled zřejmá. Chybě lze zabránit, jestliže pecky při mletí ovoce v co největším množství zůstanou nepoškozeny a podíl poškozených pecek v kvasu nepřekročí 5 %. Protože se výše jmenované látky při dlouhém skladování vylučují do kvasu i z nepoškozených pecek, měly by být všechny kvasy z peckového ovoce po ukončení kvašení co nejrychleji vypáleny [16].

### Etylkarbamát (uretan)

Etylkarbamát je etylester kyseliny karbamové, také nazývaný uretan. Nachází se především v destilátech z peckového ovoce, v koncentracích až do několika mg/l. Předstupněm etylkarbamátu je kyselina kyanovodíková a její soli. Protože etylkarbamát patří mezi karcinogenní látky, nesmí jeho limitní hodnota překročit 0,4 mg/l hotového výrobku. Jeho vznik začíná již během kvašení, největší podíl však vzniká při destilaci a skladování, kde významnou roli hraje vliv světla. Etylkarbamát má charakter látek dokapu a může být snadno jako dokap z destilátu odstraněn, jakmile je koncentrace etanolu nižší než 65 % obj. etanolu. Ve většině případů toto opatření nestačí, protože působením světla znovu vzniká z předstupňů. Při výrobě destilátů z peckovin se tedy musí učinit taková opatření, aby se udržel co nejnižší obsah etylkarbamátu. Oddělením kyseliny kyanovodíkové při destilaci se dá obsah etylkarbamátu v kvasu velmi efektivně redukovat: kyselina kyanovodíková reaguje s horní měděnou plochou destilačního kotle na těžko těkavé sloučeniny mědi, které už nemohou být predestilovány. Ke zvětšení horní měděné plochy destilačního kotle se doporučuje vestavba, tzv. katalyzátor. Stejně působí i soli obsahující měď, které se přidávají přímo do kvasu. Významným opatřením je zakvašování bez většího množství rozbitých pecek, ze kterých se uvolňuje kyanid, nebo alespoň částečně odpeckované ovoce. I když etylkarbamát nezpůsobuje žádnou vadu chuťové a vonné složky destilátu, vzhledem k jeho zdravotní nebezpečnosti pro spotřebitele je jeho přítomnost v destilátu považována za vadu [16, 19].

### Metanol

Metanol stejně jako etylkarbamát nezpůsobuje žádnou vadu chuťové a vonné složky destilátu, je však jedovatý, a proto v destilátu nežádoucí. Vzniká během kvašení, respektive při enzymatickém štěpení suroviny působením enzymů (*pektinas*), přítomných v ovoci. Obsah metanolu je bezprostředně spojen s obsahem pektinových látek. Tvrdé ovoce obsahuje více pektinu, měkké naopak méně. Tvorbě metanolu se nedá v ovoci zabránit. K jeho uvolnění dochází až po narušení struktury ovoce. Ke koncentraci metanolu dochází hlavně při destilaci. Přestože metanol má nižší bod varu než etanol, je jejich oddělení prakticky nemožné. Metanol patří mezi škodliviny a hygienická norma stanovuje nejvyšší přípustný obsah metanolu v ovocných destilátech na 15 g/l etanolu. Dodržení této hranice však v praxi často naráží na těžkosti. Technicky existuje možnost, jak tvorbě metanolu zabránit, např. pasterací kvasu před kvašením. Pomocí tepelné inaktivace všech přítomných enzymů

se hydrolyza metylesterů zastaví. Za tímto účelem by se však celé kvašení muselo uskutečnit za sterilních podmínek. Výsledkem by byl „sterilní“ destilát, kterého ale dosáhnout nechceme [16, 21].

### **Travnatá chuť a chuť po stopkách**

Tzv. chuť po stopkách vzniká, jestliže se při kvašení ovoce zpracovává se stopkami nebo listy. Tato chyba vzniká často u třešní, jeřabin a jalovčinek a vztahuje se na vytváření vyšších alkoholů, např. hexanolu. V lehčích případech stačí aplikace aktivního uhlí. Aroma se nezmění [16].

### **Cizí chuť a vůně**

Poškození vůně a chuti může vzniknout také chybným skladováním kvasu. Velmi často absorbují kvasy speciální pachy z prostředí, ve kterém jsou kvašeny. Tyto pachy se potom přenášejí do destilátu. Při skladování v nevhodných nádobách z plastické hmoty může alkohol vyluhovat změkčovadla a monomery, které vedou k sensorické změně [16].

### **Slabé aroma**

Slabé aroma je doprovodným efektem všech předchozích chyb. Další výraznou příčinou slabého aroma je vysoká teplota při kvašení, kdy do ovzduší unikající oxid uhličitý s sebou strhává i aromatické složky. Při zvyšování teploty během stoupající intenzity kvašení se ztrácí stále více aromatických látek, což vede k nevýrazným, v chuti i vůni chudým destilátům. Této chybě lze zabránit cílenou kontrolou kvasné teploty [16].

## **9.3 Chyby při destilaci**

### **Nedostatečné oddělení úkapu**

V úkapu jsou mimo jiné lehce těkavé, aromaticky nepříjemné látky, jako např. acetaldehyd, octan etylnatý a další, a to ve velkém množství. Acetaldehyd podporuje tvorbu šlemu, který má vliv na chuť a vůni destilátu. Vzniká během kvašení a nedá se odstranit tak jako u vín, protože v kvasu chybí oxid siřičitý. Vedle výše zmíněných látek se ve větším či menším množství nacházejí v úkapu akrolein a kyselina octová. K tomu, aby se snížila koncentrace aromaticky nepříjemných látek v jádře, je nutné oddělit dostatečný objem úkapu (1 až 2 l na 100 l kvasu). Někde zavedená praxe, že se oddělený úkap znovu zpracovává přidáním



k dalšímu kvasu, vede pouze k tomu, že se zvyšuje koncentrace nežádoucích komponent v destilátu. Proto je potřeba oddělený úkap vždy likvidovat [16].

### **Nedostatečné oddělení dokapu**

Při dokončování destilace se dostávají těžko těkavé látky do destilátu, který dostává chuť přiboudliny, za což zodpovídají mimo jiné vyšší alkoholy, estery a éterické oleje atd. Stoupající koncentrace těchto složek za současného poklesu koncentrace etanolu vedou k zakažení destilátu. Proto musí být dokap včas oddělen. Jestliže se tak nestane, vyšší koncentrace dávají destilátu ztuchlou a lehce plísňovou chuť a vůni a potlačují vlastní ovocné aroma. V nízkých koncentracích se však tyto látky vždy nacházejí i v jádru, zvýrazňují vlastní ovocné aroma a dávají destilátu plnost a charakter [16].

### **Připálený kvas**

U hustých kvasů může dojít k připálení. Tím vzniknou z cukru sloučeniny, např. furfural, které dávají destilátu hořkou, přičmoudlou chuť. Protože je tato chyba poměrně běžná, musejí být husté kvasy rozředěny vodou a dobře míchány při destilaci [16].

### **Poškození aroma**

I když máme kvas bez jakýchkoliv chyb a vyvarujeme se i chyb při destilaci, může se stát, že se poškodí aroma. Příčinou je nedostatečné propláchnutí destilačního aparátu mezi dvěma destilacemi různých druhů ovoce, což vede k tzv. zdvojenému aroma. Zdá se, že se v destilátu nacházejí dva nebo i více druhů ovoce. Zdvojené aroma může také vzniknout při filtraci destilátů z různých druhů ovoce, jestliže se včas nevymění filtrační vložky. Poškození aroma se nedá napravit [16].

### **Nevýrazné aroma**

Vedle již uvedených příčin se může v průběhu destilace zeslabit aroma. Silné zchlazení destilátu v koloně v deflegmátoru ztěžuje aromatickým látkám přechod do destilátu. Výsledkem jsou destiláty s nevýrazným aroma, které lze vylepšit spojením s aromatickým destilátem [16].

## 9.4 Viditelné vady destilátů

### **Chyba barvy**

Žlutohnědé zbarvení je charakteristickým znakem destilátů skladovaných v dřevěných sudech. To se týká nejen vinných destilátů, ale i ovocných pálenek, u kterých se mísí ovocný charakter destilátu s chutí dřeva. Žlutohnědé zbarvení však může znamenat zvýšenou koncentraci těžkých kovů, zvláště železa a mědi. Znečištění těžkými kovy, které může vyvolat ve vysokých koncentracích zbarvení i zakalení destilátu, vzniká mimo jiné skladováním destilátu v měděných nebo železných sudech a nebo při destilaci naoctělého kvasu v měděných destilačních aparátech. V destilátu přítomný octan železnatý přechází vlivem vzdušného kyslíku v nerozpustný octan železitý, který zbarvuje destilát dožluta. Odstranění octanu železnatého lze docílit dokonalým provzdušněním, kdy dojde k oxidaci železnatých iontů na ionty železité, které se ve formě octanu železitého vysrážejí a dají se snadno odstranit filtrací. Jednou z příčin může být také voda s vysokým obsahem železa, která byla použita při úpravě lihovitosti destilátu. Destilát uložený v sudech vyluhuje tanin ze dřeva a za přítomnosti železa, obsaženého ve zřed'ovací vodě, vzniká tanát železitý, který zbarvuje destilát do černomodra. Toto zbarvení se může objevit také teprve po delší době uskladnění. Vedle opticky pozorovatelného vjemu (zbarvení a zakalení) vede kontaminace těžkými kovy i k sensorickým vadám. Destiláty mají nepříjemnou, drsně hořkou kovovou chuť. Odstranit tuto vadu lze pouze přepálením destilátu. Vykazuje-li destilát jen malou opalescenci či nádech, jedná se většinou o větší přítomnost dokapových složek. Ty se nejenže špatně rozpouštějí ve vodě, ale ještě vnášejí do destilátu typické a nepříjemné aroma [3, 5, 16].

### **Zákaly**

#### ***Zákaly z těžkých kovů***

Některé soli železa, hliníku, zinku nebo mědi tvoří rezavé, hnědé, bílé vločky, ve formě zákalu [6].

#### ***Zákaly z tvrdé vody a vliv teploty***

Při ředění destilátů tvrdou vodou dojde k vysrážení vápenatých a hořečnatých solí ve formě bílých zákalů. Při vyšší tvrdosti vody je nutné vodu upravit na iontoměničích nebo osmózou. Voda používaná k ředění destilátů by měla mít tvrdost nižší než 5 °N (0,9 mmol/l).

K tvorbě těchto zákalů dochází především při nízkých skladovacích teplotách. Při koncentraci ovocného destilátu kolem 40 % obj. etanolu dochází při jeho ředění ke tvorbě modravého zákalu, a to buď ihned nebo později během skladování, nebo ještě rychleji po zchlazení. Ředí-li se ovocný destilát vodou, musí mít voda i destilát přibližně totožnou teplotu, jinak hrozí tvorba zákalu. Se stoupající teplotou vzrůstá i rozpustnost látek, a proto se destiláty uchovávané v teplejších místnostech často zakalí, jsou-li přeneseny do studených místností. Při ředění se vždy přidává voda do destilátu, nikdy ne opačně. Voda se přidává pomalu, obsahem se míchá, jinak se opět vytvoří zákal [6, 16].

### *Zákalý éterickými oleji, terpeny a vosky*

Oproti kovovým zákalům jde o přirozené složky destilátu. Tyto složky jsou nositeli aroma. Jsou rozpustné v koncentrovaném etanolu, ze zředěného alkoholu se však vylučují ve formě mléčných zákalů, které se nedají odstranit. Jsou-li tyto vysokoprocentní destiláty čiré, kalí se velmi snadno již po přidání malého množství, ať už se použije voda měkká nebo destilovaná. Éterické oleje a terpeny se dají od sebe velice snadno odlišit. Éterické oleje vytvářejí olejové kapky, které se shlukují na povrchu v podobě mastných oček, naproti tomu terpeny lze poznat podle modromléčně zbarvené opalescence. Terpenové zákalý se rozpouštějí při zahřátí a znovu se objeví při zchlazení. Vyšší mastné kyseliny a vyšší estery mohou mimo jiné vytvářet na hrdle láhve mastné kroužky. Destiláty upravené na konzumní lihovitost se nechávají alespoň tři až čtyři dny v chladu při teplotě pod nulou. Následovat musí filtrace za chladu. Při skladování v chladu se látky způsobující zákal dají plně oddělit. Čím nižší je teplota, tím efektivnější je stabilizace. Při silném zchlazení a následné filtraci je třeba počítat se ztrátou aromatických látek. Proto je třeba velmi pečlivě volit filtrační vrstvy [5, 16].

## 10 ZDRAVOTNÍ ASPEKTY KONZUMACE LIHOVIN

Alkohol (etanol) lze podle účinků na lidský organismus, zejména na centrální nervový systém, zařadit mezi psychotropní látky s narkotickým účinkem a klasifikovat jako potenciální návykovou drogu. Drogu, jejíž konzumace je společností akceptována a tolerována, samozřejmě do určité míry a za určitých podmínek. Stát se na omezení konzumace alkoholických nápojů podílí jednak daňovou politikou, a dále i osvětovou činností upozorňující a varující před negativními zdravotními následky konzumace etanolu na lidský organismus [2, 40].

Bezpečná dávka pro zdravého dospělého člověka je podle expertů Světové zdravotnické organizace (WHO) asi 20 g 100% alkoholu za den (16 g pro ženu, 24 g pro muže), což odpovídá asi 0,5 l piva nebo 200 ml vína, 50 ml destilátu. Podle studie WHO jsme v konzumaci alkoholu na třetím místě ve světě po Ugandě a Lucembursku. Průměrná roční spotřeba na osobu u nás činí 16,2 l čistého alkoholu [41].

### 10.1 Metabolismus alkoholu v organismu

#### Resorpce alkoholu do organismu

Molekula etanolu je velice malá, a protože se dobře rozpouští ve vodě, velmi snadno přechází přes biologické membrány, a to fyzikálním procesem zvaným difúze. Dá se tedy říci, že se etanol může dostat do krevního oběhu prakticky všemi cestami. Resorpce alkoholu **vdechováním par** nemá praktický význam. Koncentrace alkoholových par ve vzduchu nedosáhne úrovně, aby dechem vstřebávaný alkohol nestačil současně z organismu eliminovat. Stejně je tomu při resorpci alkoholu **neporušenou kůží** dospělého člověka. U malých dětí však prostupuje alkohol kůží snáze a při jeho dlouhodobé aplikaci na velké plochy dojde k těžkým intoxikacím. **Poraněnou kůží** proniká alkohol rychle do krve a při ošetření větších ploch zraněné kůže alkoholickým roztokem může dojít i k významnému zvýšení hladiny alkoholu v krvi. Ze **zažívacího traktu** je vstřebávání alkoholu nejčastější. Resorpce etanolu začíná v ústech, dále pak pokračuje v žaludku. 20 % etanolu neprochází dlouhou střevní cestou, přechází do krve přímo ze žaludku a dostává se rychle do mozku. Rozhodující část, tj. celých 80 % vypitého alkoholu, se vstřebává do krve v tenkém střevu. Maximální koncentrace etanolu v krvi je zpravidla dosaženo hodinu po konzumaci. Rychlost vstřebávání etanolu do krve urychluje cukr (sladké nápoje) a sycené nápoje oxidem

uhličitým (minerální vody, šumivá vína). Naopak tučná jídla (maso, mléko) zpomalují přechod etanolu do krve. Vliv má také teplota nápoje. Vyšší teplota nad 18 °C působí na resorpci příznivě, teplota nižší než 8 °C vstřebávání zpomaluje [42].

### **Odbourávání alkoholu v organismu**

U normálního, na alkoholu nezávislého jedince, je alkohol metabolizován především v játrech jaterními enzymy: 80 % etanolu je oxidováno působením *alkoholdehydrogenasy* a asi 10 % působením mikrosomálního oxidačního systému. Zhruba 5 až 10 % etanolu se vylučuje z těla nezměněno v moči a je vydycháno. Z biochemického pohledu je etanol nejdříve oxidován *alkoholdehydrogenasou* na acetaldehyd, který je dále metabolizován na kyselinu octovou a acetylkoenzym A. Acetylkoenzym A je pak aerobně odbouráván univerzálním biochemickým mechanismem, citrátovým (Krebsovým) cyklem, na oxid uhličitý a vodu. Alkohol je odbouráván v játrech konstantní, ne příliš velikou rychlostí. U průměrného dospělého muže, vážícího 75 kg, rychlostí 4 až 8 g/hod, která je nezávislá na hladině etanolu. To znamená, že rychlost odbourávání se nezvyšuje s množstvím požitého alkoholu [13].

### **Vylučování alkoholu z organismu**

Odbourávání i vylučování etanolu je čistě individuálním rozdílem. Metabolismus začíná ihned po požití etanolu a rychlost vstřebávání je vyšší, než rychlost vylučování. Alkohol se tedy vylučuje z organismu v 90 až 95 % oxidací v procesu látkové přeměny. Zbytek, tedy 5 až 10 % se vylučuje v nezměněné formě, a to z celkového množství dechem asi ve 4 až 7 %, močí 1 až 3 %. Vylučování alkoholu jinými cestami je prakticky zanedbatelné [42].

## **10.2 Nežádoucí účinky alkoholu**

Etanol je látka, která může negativně působit na lidský organismus. Účinky alkoholu jsou velmi rozdílné, podle toho, zda je alkohol obsažený v nápoji ve stavu čistém nebo zda obsahuje určité složky, jako například aldehydy. Pokud alkohol není čistý, je mnohem škodlivější. Na čem však závisí nejvíce je koncentrace a množství požívaných alkoholických nápojů. Pokud pijeme nápoj koncentrovanější, je jeho účinek i v malém množství intenzivnější než u nápoje zředěného, kterého jsme vypili větší množství. Alkohol požívaný v mírném množství a ne příliš často přivodí jisté přechodné zvýšení činnosti organismu. Dodnes se však vedou spory o množství, které lze považovat za škodlivé. Stanovení této

hranice je velmi obtížné, protože škodlivost ovlivňují i jiné faktory a každý lidský organismus může reagovat zcela jinak [1].

### **Alkohol a centrální nervový systém (CNS)**

Alkohol působí na CNS, který všeobecně tlumí, přestože díky uvolnění po užití se alkohol považuje za životabudič. Už v malém množství jsou patrné jeho účinky na rychlost reakcí, koordinaci pohybů, úsudek, rozhodování. Tlumí vnímání bolesti, vysoké koncentrace alkoholu tlumí centra pro dýchání a krevní oběh, což může vést až ke smrti. V psychické sféře alkohol odstraňuje zábrany a může vést až k agresivitě, která se může projevit až v surových a krutých násilných činech [43].

### **Alkohol a játra**

Játra jsou hlavním detoxikačním orgánem v lidském těle, také odbourávání alkoholu probíhá v rozhodující míře v játrech. Působením alkoholu dochází v játrech k řadě změn. Jedná se např. o poruchy látkové přeměny tuků, cukrů a kyseliny močové. Následně dochází ke zvýšenému ukládání tuků v játrech a poškozování jaterních buněk.

Počáteční stádium poškození jater alkoholem je tzv. steatóza (ztučnění jater). V jaterních buňkách se hromadí tukové kapénky a játra jsou celkově zvětšena. Porucha jejich činnosti se může projevit i mírným zvětšením jaterních testů. Toto stádium postižení je plně vratné, přestane-li postižený konzumovat alkoholické nápoje. Těžším typem poškození je alkoholická hepatitida. Zde podobně jako u virové hepatitidy dochází ke zvýšenému odumírání buněk poškozených alkoholem, což se projeví zvýšením jaterních testů, žlutým zbarvením kůže v důsledku zvýšené hladiny bilirubinu v krevním séru a celkovými příznaky jaterního onemocnění. Toto onemocnění může mít i velmi dramatický průběh. Uzdravení je možné za předpokladu pacientovy naprosté abstinence. Játra se obvykle vyhojí, ale jako trvalý následek většinou zůstane v játrech větší množství vaziva, pak mluvíme o tzv. jaterní fibróze. Prognóza je příznivá při dodržení abstinence alkoholu. Dalším stupněm je tzv. ztvrdnutí jater, odborně nazývané jaterní cirhóza. Jde v podstatě o přeměnu funkční jaterní tkáně na nefunkční vazivo v důsledku zvýšeného odumírání jaterních buněk. Ve zdravých játrech dochází neustále k obměně buněk, odumírající jsou nahrazovány novými. Pokud počet odumírajících buněk přesáhne přirozenou regenerační schopnost jater, jsou odumírající buňky nahrazovány jenom vazivem. To sice vyplní prostor, ale není schopno zastávat funkce zdravých jaterních buněk. Výsledkem jsou tvrdá, sraštělá, nefunkční a následně

selhávající játra. Organismus bez jater být nemůže a jaterní selhání končí většinou smrtí [44].

### **Alkohol a léčiva**

Alkohol zesiluje účinek prostředků na spaní a na uklidnění, psychofarmak a silných analgetik. Alkohol užívaný s aspirinem zvyšuje riziko krvácení do žaludku, zvláště u lidí se žaludečními vředy. Užívání alkoholu společně s dalšími narkotiky (barbituráty, rozpouštědly) vede ke kómatu a může být smrtelné. Alkohol zesiluje rovněž vedlejší účinky některých antibiotik (tetracyklinů), léků proti kardiovaskulárním chorobám (beta-blokátorů, prostředků zvyšujících prokrvení organismu). Naopak snižuje účinek léků proti cukrovce, epilepsii, tuberkulóze a dně [13].

### **Alkohol a těhotenství**

V těhotenství by se alkoholické nápoje neměly pít vůbec, protože užívání alkoholu během těhotenství může znamenat mnoho komplikací. Ať už se jedná o větší riziko potratů, tak i o nízkou porodní váhu dítěte. Nejzávažnější komplikací je tzv. fetální alkoholový syndrom (FAS). Největší nebezpečí pro plod je pití alkoholu v prvním trimestru. Díky tomu dochází k vrozeným vývojovým vadám v oblasti hlavy a obličeje, zpomaleným tělesným růstem, poškozením mozku s následným sníženým intelektem a mnoho dalších poruch, ať už fyzických, tak i duševních. Alkohol je nejčastější příčina následné retardace narozených dětí. Alkohol konzumovaný matkou se placentou dostává do tkání a buněk vyvíjejícího se plodu. Hladina alkoholu v těle matky a plodu je stejná. Avšak na rozdíl od matky dítě nemá dostatečně vyvinutá játra, proto alkohol v jeho těle zůstává až o 24 hodin déle než u matky, a tím způsobuje nevratné změny ve strukturách buněk [45, 46].

## **10.3 Rizika užívání alkoholu**

Nadměrná pravidelná konzumace alkoholických nápojů se u nás týká přibližně 25 % dospělé mužské populace a 5 % žen. Při pravidelném konzumaci vyšších dávek (20 až 60 g) může docházet k řadě vážných zdravotních potíží. Přitom pravidelná denní konzumace alkoholu již v dávkách (přepočteno na 100% alkohol) vyšších než 18 g u žen a 20 g u mužů nese s sebou riziko návyku a posléze závislosti na alkoholu [47].

## Tolerance

U uživatelů alkoholických nápojů časem vzniká tzv. tolerance organismu na alkohol. Zjednodušeně by se dalo říci, že organismus se na alkohol přizpůsobuje. To se projevuje tím, že k dosažení stejných účinků jako dříve je potřeba většího množství alkoholu. Tento efekt je velmi rychlý, nastupuje už po jednom pití, avšak pokud není alkohol delší dobu podáván, rychle odeznívá [48].

## Závislost

Alkoholismus je návyková nemoc, jejíž oběti jsou psychicky i fyzicky závislé na chemické látce – alkoholu. Alkohol se stává součástí chemických procesů jejich těla a ovládne tak jejich chování a myšlení. Závislost se projevuje jak v sociální oblasti, kde soukromý život alkoholika chátrá, tak i ve vlastní poruše osobnosti, kdy následkem poškození mozku dochází k psychickému kolapsu. Závislost fyzická se projevuje po odnětí alkoholu abstinenčními příznaky. Závislost psychická se projevuje neustálým nutkáním pít a neschopností s alkoholem skončit. Přechod od škodlivého užívání k závislosti na alkoholu probíhá většinou poměrně nenápadně, typické pro vývoj závislosti jsou postupné změny [47, 49].

V raném stádiu se alkohol chová jako přítel, který pomáhá vypořádat se s různými nepříjemnými pocity. Lidé pak postupně začnou pít alkohol více a častěji a přestat s pitím se pro ně stává čím dál těžší. Tolerance k alkoholu pak narůstá, takže alkoholik musí pít stále víc, aby dosáhl stejného účinku a často pije tajně. Ve středním stádiu alkohol postupně ovládá jejich život, závislost narůstá a stávají se nespolehlivými. Někdy pijí denně, často tajně a čím dál namáhavěji se pokoušejí udržet své pití pod kontrolou. V pokročilém stádiu alkohol zcela převezme kontrolu nad jejich životem. Alkoholici trpí ztrátou cílů a neschopností nést zodpovědnost. V tomto stádiu už pít musí, aby zabránili abstinenčním příznakům [49].

## Abstinenční příznaky

Příležitostná nadměrná konzumace alkoholu vyvolá u člověka na druhý den kocovinu. Ta je způsobena vysokou ztrátou vody a poklesem hladiny glukosy v krvi. Pokud ale pijeme dlouhodobě a ve velké míře, může to vyústit ve vznik abstinenčních příznaků. Ke vzniku těchto příznaků dochází během několika hodin až dní po ukončení (přerušeni) konzumace alkoholu nebo po výrazné redukci dávek pravidelně konzumovaného alkoholu. Maximální intenzita příznaků se většinou projeví druhý den po vysazení alkoholu. Charakteristickými



projevy jsou třes rukou, eventuelně celého těla, pocení, závratě, poruchy koordinace pohybů, úzkost, přechodné halucinace, zvracení, bolesti hlavy, hypertenze, poruchy spánku. Odvykací stav obvykle odeznívá během čtyř až pěti dnů. Některé příznaky (nespavost, úzkost) mohou přetrvávat ještě několik měsíců [47].

### **Delirium tremens**

Tato alkoholová psychóza se projeví v případě, že alkoholik náhle přeruší dlouhodobé užívání alkoholu. Abstinenční příznaky se projeví do několika hodin od posledního užití alkoholu a jejich závažnost narůstá během jednoho dne až tří dnů. Objevuje se ve večerních a nočních hodinách. Projevuje se poruchami vědomí, halucinacemi, bludy, dezorientací, psychomotorickým neklidem, pocením, hrubým třesem, záchvaty křečí. Tento stav je velice závažný a přibližně v 10 % případů může dojít až ke smrti [50].

### **Otrava alkoholem**

Otrava alkoholem je stav, který je život ohrožující. Způsobuje ji rychlá konzumace velkého množství alkoholu, např. vypití láhve tvrdého alkoholu může zvýšit hladinu alkoholu v krvi do velmi rizikových hodnot. Smrtečná dávka je silně individuální, bývá kolem 3,5 až 5 promile. Otrava alkoholem má 4 stupně. 1. excitační stádium (0,5 až 1 promile) dochází ke ztrátě zábran, euforii, zvýšenému prokrvení. 2. hypnotické stádium (1 až 2 promile) dochází k poruchám rovnováhy a koordinace, smyslovým poruchám, projevuje se zvýšený práh vnímání bolesti. 3. narkotické stádium (2 promile a více) projevuje se zmateností, úpadkem do bezvědomí, zvracením. 4. asfyktické stádium (3,5 až 5 promile) dochází k zástavě dechu a oběhovému selhání s následnou smrtí [51, 52].

#### *První pomoc při otravě alkoholem*

Požítí většího množství alkoholu (řádově 2,5 promile a více) může vést k poruchám vědomí různého stupně, až k hlubokému bezvědomí. Pokud postižený nemá poruchy oběhu, tj. má hmatný puls, volně a pravidelně dýchá, má růžové sliznice, nejeví známky dušení, můžeme se pokusit vyvolat zvracení, pak uložit pacienta do stabilizované polohy na boku a volat lékaře. Pokud je bezvědomí provázeno poruchami dýchání, v krajním případě je cizí těleso v dýchacích cestách (zvratky apod.), je třeba neprodleně zahájit po vyčištění úst umělé dýchání. Není-li navíc ani na velkých tepnách hmatný puls, je třeba současně s umělým dýcháním provádět nepřímou srdeční masáž a urychleně volat rychlou lékařskou pomoc [53].

## 11 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

- Vypracování metodiky stanovení aromatických látek v ovocných destilátech.
- Stanovení aromatických látek ve vybraných ovocných destilátech.
- Porovnání získaných dat a zhodnocení profilu aromatických látek jednotlivých vzorků ovocných destilátů.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 12 MATERIÁL A METODY PRO STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK V DESTILÁTECH

### 12.1 Stanovení analytů v ovocných destilátech metodou plynové chromatografie na kapilární koloně s použitím detektoru FID (GC/FID)

#### 12.1.1 Materiál

Bylo stanoveno celkem 8 vzorků ovocných destilátů uvedených v tabulce (Tab. 2).

Tab. 2. Označení a rozdělení vzorků.

Označení	Název vzorku
A	meruňkovice Valný 2009
B	oskerušovice Pavlačka 2009
C	rynglovice Valný 2009
D	jablkovice Gál 2007
E	slivovice Valný 2007
F	slivovice Valný 2008
G	slivovice Valný 2009
H	slivovice Pavlačka 2009

#### 12.1.2 Chemikálie

- methanol (čistota 99,5%; dodavatel - Lukeš, Uherský Brod)
- 2-methylpropan-1-ol (p.a.; výrobce - Soturchimex Ports Moscow)
- 3-methylbutan-1-ol (p.a.; výrobce - Lachema N.P. Brno)
- ethyl-acetát (čistota 99,7%; dodavatel - Lukeš, Uherský Brod)
- butan-1-ol (čistota 99%; dodavatel - Lukeš, Uherský Brod)
- dichlormethan (čistota 99%; dodavatel - Lukeš, Uherský Brod)
- bezvodý síran sodný (čistota 99,8%; dodavatel - Lukeš, Uherský Brod)

- dusík stlačený (výrobce – LINDE Technoplyn a.s., Praha 9)

### 12.1.3 Pomůcky a přístroje

Pomůcky:

- běžné laboratorní sklo a vybavení

Přístroje:

- chromatograf **GAS CHROMATOGRAPH GC-2010A series** (Shimadzu, Kyoto, Japan)

s kapilární kolonou **SPB-PUFA** (Supelco, USA) o rozměrech: 30 m x 0,25 mm x 0,2 μm

- plamenově ionizační detektor (Flame Ionisation Detektor - FID)

Parametry separace plynové chromatografie jsou popsány v tabulce (Tab. 3).

Tab. 3. Parametry pro analýzu vzorků ovocných destilátů metodou plynové chromatografie.

<b>Plynový chromatograf</b>	GAS CHROMATOGRAPH GC-2010A series (Shimadzu, Kyoto, Japan)
<b>Kolona</b>	kapilární kolona SPB-PUFA (Supelco, USA)
<b>Rozměry</b>	30 m x 0,25 mm x 0,20 μm
<b>Objem vzorku</b>	1 μl
<b>Teplota vstřikování</b>	220 °C
<b>Dávkování</b>	split ratio 150:1
<b>Nosný plyn</b>	N <sub>2</sub> /vzduch
<b>Průtok nosného plynu</b>	0,96 ml/min
<b>Detektor</b>	plamenově ionizační detektor (FID)
<b>Teplota detektoru</b>	280 °C
<b>Průtok plynu detektorem</b>	H <sub>2</sub> : 40 ml/min; N <sub>2</sub> /vzduch: 30 ml/min
<b>Teplotní program</b>	10 minut při 35 °C
	vzestupný gradient 5 °C/min do 110 °C
	vzestupný gradient 30 °C/min do 220 °C, výdrž 21,33 min

#### 12.1.4 Příprava vzorků

Pro experiment bylo smícháno 25 ml každého ovocného destilátu s 12,5 ml rozpouštědla (dichlormetan) a extrahováno. Extrakt byl sušený bezvodým síranem sodným a koncentrován na 1 ml pod dusíkem.

### 12.2 Stanovení analytů v ovocných destilátech vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií s použitím UV detektoru (HPLC/UV)

#### 12.2.1 Materiál

Bylo stanoveno celkem 8 vzorků ovocných destilátů uvedených v tabulce (Tab. 2).

#### 12.2.2 Chemikálie

- methanol LC-MS grade (čistota 99,9%; výrobce - Fisher Scientific, UK)
- redestilovaná voda
- ethyl decanoate (čistota  $\geq 99\%$ ; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- benzaldehyd (čistota  $\geq 99\%$ ; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- eugenol (čistota 99%; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- phenethyl caprylate (čistota  $\geq 99\%$ ; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- ethyl palmitate (čistota 99%; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- linalool (čistota 97%; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- $\beta$ -citronellol (čistota 95%; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)
- ethyl caprylate (čistota 99%; výrobce - Sigma-Aldrich, Stenheim, Germany)

#### 12.2.3 Pomůcky a přístroje

Pomůcky:

- běžné laboratorní sklo a vybavení

Přístroje:

Aparatura pro HPLC (**Dionex HLPC UltiMate 3000**, Sunnyvale, California, USA):

- pumpa UltiMate 3000 RS pump

- dávkovací ventil UltiMate 3000 RS autosampler
- kolona C18, SUPELCOSIL LC-18-DB, o rozměrech: 25 cm x 4,6 mm x 5  $\mu$ m (Supelco, USA)
- detektor UltiMate 3000 RS diode array detektor
- PC s vyhodnocovacím programem Chromeleon; Hy Star

Parametry separace vysokoúčinné kapalinové chromatografie jsou popsány v tabulce (Tab. 4).

Tab. 4. Parametry pro analýzu vzorků ovocných destilátů vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií.

<b>Kapalinový chromatograf</b>	<b>Dionex HLPC UltiMate 3000</b> (Sunnyvale, California, USA)
<b>Kolona</b>	kolona C18, SUPELCOSIL LC-18-DB (Supelco, USA)
<b>Rozměry</b>	25 cm x 4,6 mm x 5 $\mu$ m
<b>Objem vzorku</b>	10 $\mu$ l
<b>Teplota termostatu kolony</b>	30 °C
<b>Mobilní fáze</b>	methanol:voda
<b>Gradient mobilní fáze</b>	0. až 6. minuta, 65:35, methanol:voda 6. až 10. minuta, 85:15, methanol:voda 10. až 18. minuta, 80:20, methanol:voda 18. až 20 minuta, 65:35, methanol:voda
<b>Průtok mobilní fáze</b>	0,5 ml/min
<b>Detektor</b>	spektrofotometrický detektor (UV)
<b>Vlnové délky</b>	210, 220, 230 a 250 nm

## 13 STANOVENÍ AROMATICKÝCH LÁTEK VE VYBRANÝCH DESTILÁTECH

Aromatické látky byly stanoveny plynovou chromatografií na kapilární koloně s použitím detektoru FID a vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií s použitím UV detektoru.

### 13.1 Plynová chromatografie na kapilární koloně s použitím detektoru FID (GC/FID)

#### Stanovené analyty

Methanol, ethyl-acetát, 2-methylpropan-1-ol (isobutylalkohol), butan-1-ol, 3-methylbutan-1-ol (isoamylalkohol).

#### Vlastní stanovení

Kongenery (těkavé látky, které vznikají spolu s etanolem při kvašení, destilaci a zrání liho-  
vin) byly stanoveny nástřikem, po předešlé úpravě vzorků, do systému plynového chroma-  
tografu (GC). Kongenery se separovaly při teplotním programu na koloně uvedené v tabul-  
ce (Tab. 3) a následně byly detekovány plamenově ionizačním detektorem (FID). Identifi-  
kace píků analytů se provedla tak, že se na stejné separační koloně za stejných experimen-  
tálních podmínek provedla analýza předem připravených standardů. Retenční časy standar-  
dů jsou uvedeny v tabulce (Tab. 5).

Tab. 5. Retenční časy standardů použité při GC/FID.

Standard	Retenční čas $t_R$ [min]
methanol	4,061
ethyl-acetát	4,166
2-methylpropan-1-ol (isobutylalkohol)	12,250
butan-1-ol	15,006
3-methylbutan-1-ol (isoamylalkohol)	17,823



U vybraných vzorků ovocných destilátů byla provedena kvalitativní a kvantitativní analýza. Ke kvalitativní analýze byla použita metoda identifikace na základě retenčních časů a ke kvantitativní analýze byla použita metoda vnitřní normalizace.

### 13.2 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s použitím UV detektoru (HPLC/UV)

#### Stanovené analyty

Ethyl-dekanoát, benzaldehyd, eugenol, fenethyl-kaprylát, ethyl-palmitát, linalool,  $\beta$ -citronellol, ethyl-kaprylát.

#### Vlastní stanovení

Do HPLC byl vzorek dávkován alikvotním podílem 10  $\mu$ l. Měření vzorků probíhalo gradientovou elucí uvedenou v tabulce (Tab. 4), při které byla použita mobilní fáze o složení methanol:voda. Průtok mobilní fáze byl 0,5 ml/min a teplota termostatu kolony 30 °C. Signál byl snímán detektorem UV při vlnových délkách 210, 220, 230 a 250 nm. Doba analýzy byla 20 minut. Identifikace píků analytů se provedla tak, že se na stejné separační koloně za stejných experimentálních podmínek provedla analýza předem připravených standardů. Retenční časy standardů jsou uvedeny v tabulce (Tab. 6).

Tab. 6. Retenční časy standardů použité při HPLC/UV.

Standard	Retenční čas $t_R$ [min]
ethyl-dekanoát	2,42
benzaldehyd	8,07
eugenol	11,12
fenethyl-kaprylát	13,14
ethyl-palmitát	14,33
linalool	14,44
$\beta$ -citronellol	15,29
ethyl-kaprylát	18,10

I při této metodě byla u vybraných vzorků ovocných destilátů provedena kvalitativní a kvantitativní analýza. Ke kvalitativní analýze byla použita metoda identifikace na základě retenčních časů a ke kvantitativní analýze byla použita metoda vnitřní normalizace.

## 14 VÝSLEDKY A DISKUZE

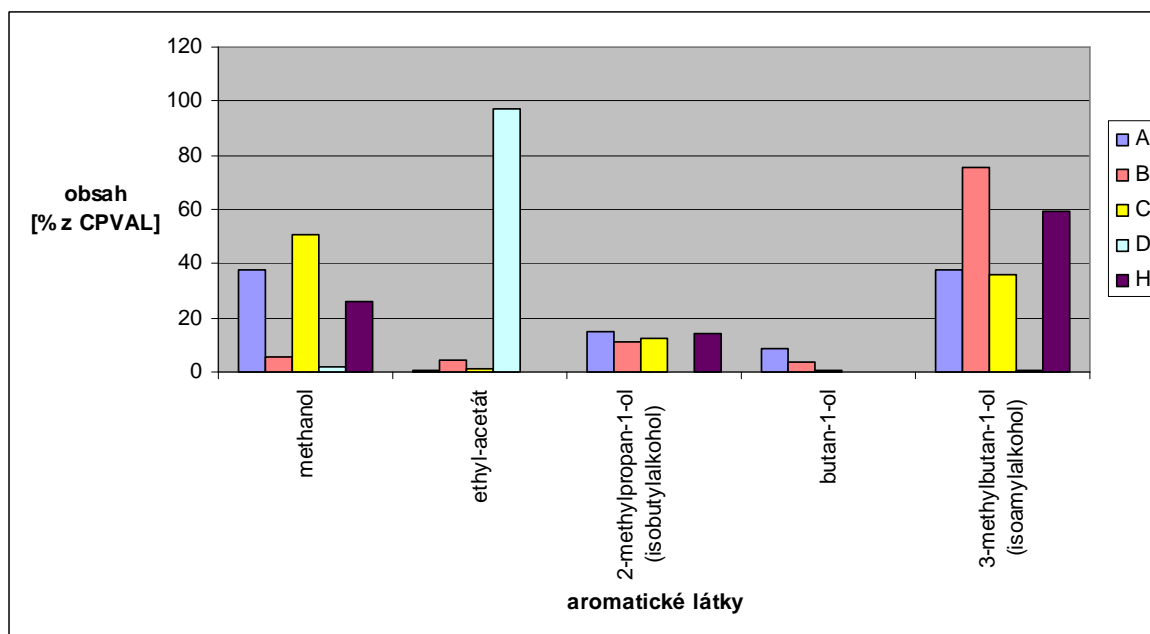
### 14.1 Plynová chromatografie na kapilární koloně s použitím detektoru FID (GC/FID)

Methanol, ethyl-acetát, 2-methylpropan-1-ol (isobutylalkohol), 3-methylbutan-1-ol (isoomylalkohol) byly kvantifikovány ve všech analyzovaných ovocných destilátech. U vzorku E - slivovice Valný 2007, dále u vzorku F - slivovice Valný 2008 a u vzorku H - slivovice Pavlačka 2009 nebyl kvantifikován butan-1-ol. Nejvyšší zastoupení methanolu bylo u vzorku C - rynglovice Valný 2009 (50,58 % z celkového podílu vybraných aromatických látek - CPVAL). Nejnižší zastoupení methanolu bylo u vzorku E - slivovice Valný 2007 (1,14 % z CPVAL). Téměř vyrovnaný obsah ethyl-acetátu obsahují vzorky označené E - slivovice Valný 2007 (97,84 % z CPVAL) a D - jablkovice Gál 2007 (97,18 % z CPVAL). Nejvyšší obsah 2-methylpropan-1-olu byl zaznamenán u vzorku G - slivovice Valný 2009 (15,84 % z CPVAL). Ve vzorku A - meruňkovice Valný 2009 byl butan-1-ol zastoupen v množství 8,90 % z CPVAL, v ostatních vzorcích zcela chyběl nebo byl tento analyt zastoupen jen v nepatrném množství. 3-methylbutan-1-ol byl nejméně zastoupen ve vzorcích označených E - slivovice Valný 2007 (0,81 % z CPVAL) a D - jablkovice Gál 2007 s obsahem 0,92 % z CPVAL, naproti tomu nejvyšší zastoupení tohoto analytu bylo ve vzorku B - oskerušovice Pavlačka 2009 a činilo 75,48 % z CPVAL (Příloha I). Grafické porovnání vybraných aromatických látek ve všech analyzovaných ovocných destilátech uvádí příloha (Příloha II).

#### 14.1.1 Srovnání ovocných destilátů podle použitého druhu ovoce

Meruňkovice (vzorek A - Valný 2009) obsahovala téměř vyrovnané množství methanolu (37,77 % z CPVAL) a 3-methylbutan-1-olu (37,66 % z CPVAL). Oskerušovice (vzorek B - Pavlačka 2009) měla výrazně vyšší obsah 3-methylbutan-1-olu (75,48 % z CPVAL) oproti ostatním vzorkům. Velmi bohatý na celkové aromatické látky byl jak vzorek A, tak i vzorek B, což je viditelné na chromatogramu (Příloha III). Rynglovice (vzorek C - Valný 2009) měla ze všech zkoumaných ovocných destilátů nejvyšší obsah methanolu (50,58 % z CPVAL). Jediný analyt, ze všech zkoumaných aromatických látek, který výrazně převyšoval u jablkovice (vzorek D - Gál 2007), byl ethyl-acetát (97,18 % z CPVAL). Tento vzorek byl, ale velmi chudý na celkové aromatické látky, což je viditelné na chromatogramu (Příloha III). Slivovice (vzorek H - Pavlačka 2009) neobsahovala žádné množství

butan-1-olu, nejvíce u tohoto vzorku byl zastoupen 3-methylbutan-1-ol (59,45 % z CPVAL). Grafické porovnání vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vybraných destilátech podle druhu použitého ovoce je uvedeno na obrázku (Obr. 2).

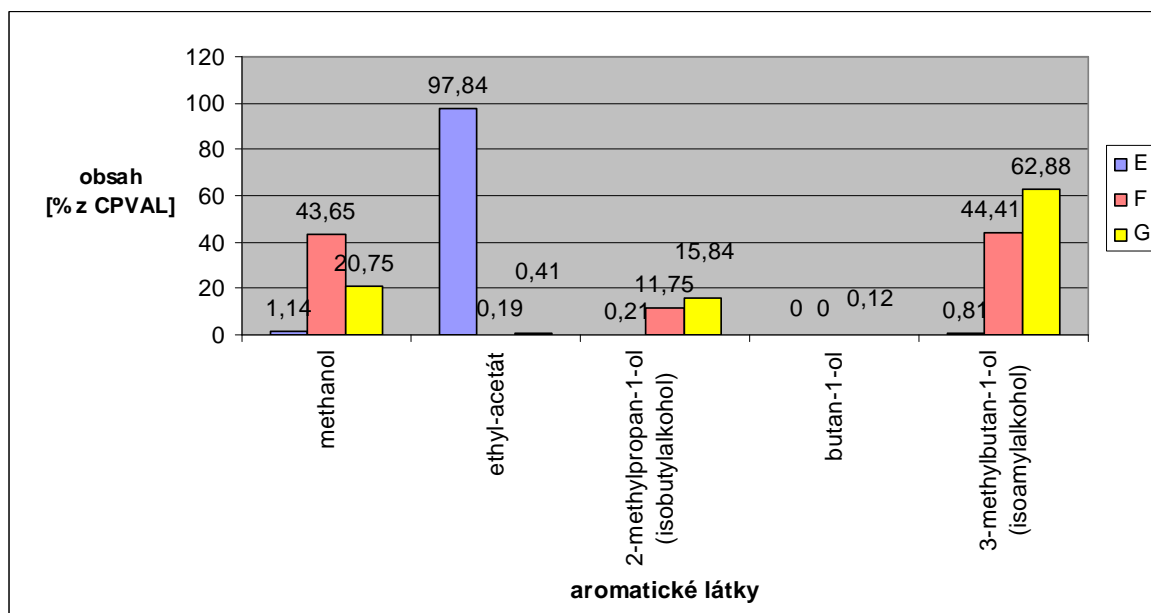


Obr. 2. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vybraných destilátech podle druhu použitého ovoce (GC/FID).

#### 14.1.2 Srovnání slivovic podle roku výroby

V této kapitole byly porovnány slivovice od jednoho pěstitele podle roku výroby. Vzorek E - slivovice Valný 2007 obsahoval nadměrné množství ethyl-acetátu (97,84 % z CPVAL), v porovnání s ostatními vzorky slivovic. U tohoto vzorku ostatní zkoumané analyty byly v zanedbatelném množství. U vzorku F - slivovice Valný 2008 byly téměř ve stejném zastoupení obsaženy analyty methanol (43,65 % z CPVAL) a 3-methylbutan-1-ol (44,41 % z CPVAL). Vzorek G - slivovice Valný 2009 obsahoval vysoké množství 3-methylbutan-1-olu (62,88 % z CPVAL). U všech vzorků zkoumaných slivovic, od jednoho pěstitele, byl butan-1-ol obsažen v nulovém nebo v zanedbatelném množství. Z těchto tří zkoumaných vzorků slivovic podle roku výroby byl vzorek z roku 2009 nejbohatší na celkové aromatické látky, což je viditelné na chromatogramu (Příloha III). Z toho plyne, že ze stejného ovoce, stejně vyžralého a zdravého, dostaneme téměř každý rok jinou kvalitu destilátu s jiným poměrným zastoupením aromatických látek. Grafické porovnání vybraných aromatických

látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vzorcích slivovic podle roku výroby je uvedeno na obrázku (Obr. 3).



Obr. 3. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vzorcích slivovic podle roku výroby (GC/FID).

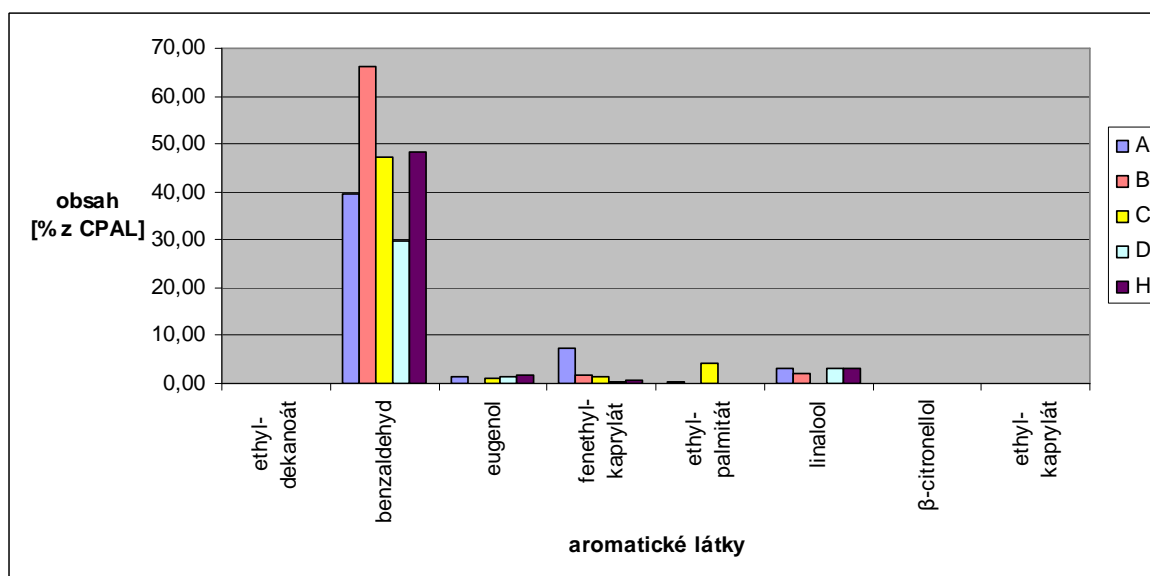
## 14.2 Vysokoučinná kapalinová chromatografie s použitím UV detektoru (HPLC/UV)

Ve všech analyzovaných ovocných destilátech byl kvantifikován benzaldehyd a fenethylkaprylát. Ani jeden z analyzovaných vzorků ovocných destilátů neobsahoval ethyldekanoát a ethylkaprylát. Nejvyšší zastoupení benzaldehydu bylo u vzorku B - oskerušovice Pavlačka 2009 (66,13 % z celkového podílu aromatických látek - CPAL), nejnižší zastoupení tohoto analytu bylo u vzorku D - jablkovice Gál 2007 (29,90 % z CPAL). Ve vzorku G - slivovice Valný 2009 byl eugenol zastoupen v množství 7,18 % z CPAL, ve vzorku B - oskerušovice Pavlačka 2009 nebyl tento analyt obsažen vůbec, v ostatních vzorcích byl zastoupen jen v malém množství. Vzorek A - meruňkovice Valný 2009 obsahoval 7,18 % fenethylkaprylátu z CPAL, v ostatních vzorcích byl zastoupen jen v nepárném množství. Téměř vyrovnaný obsah ethylpalmitátu obsahují vzorky označené C - rynglovice Valný 2009 (4,03 % z CPAL), E - slivovice Valný 2007 (3,58 % z CPAL) a F - slivovice Valný 2008 (3,96 % z CPAL). Nejvyšší zastoupení linaloolu bylo u vzorku G - slivovice Valný 2009 (5,01 % z CPAL). V zanedbatelném množství byl  $\beta$ -citronellol přítomen (ko-

lem 0,10 % z CPAL) pouze u vzorků slivovic; E - slivovice Valný 2007, F - slivovice Valný 2008, G - slivovice Valný 2009 a H - slivovice Pavlačka 2009, u ostatním analyzovaných vzorků nebyl přítomen vůbec (Příloha IV). Grafické porovnání vybraných aromatických látek ve všech analyzovaných ovocných destilátech uvádí příloha (Příloha V). Jednotlivé chromatogramy všech zkoumaných vzorků destilátů jsou uvedeny v příloze (Příloha VI).

#### 14.2.1 Srovnání ovocných destilátů podle použitého druhu ovoce

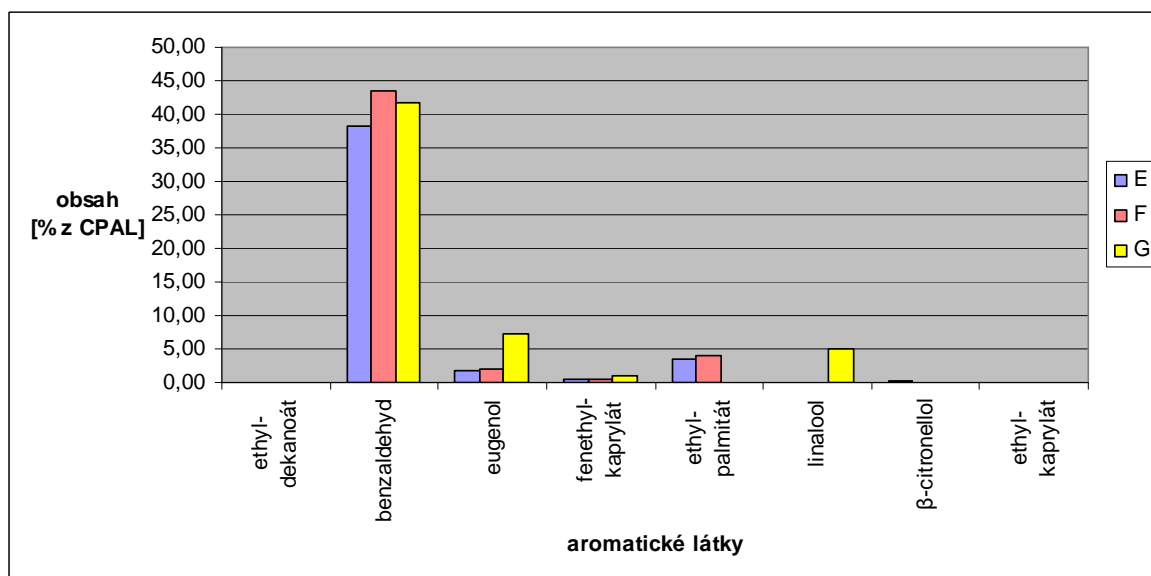
Meruňkovice (vzorek A - Valný 2009) měla výrazně vyšší obsah fenethyl-kaprylátu (7,18 % z CPAL) oproti ostatním vzorkům. Nejbohatším vzorkem na benzaldehyd (66,13 % z CPAL) byla oskerušovice (vzorek B - Pavlačka 2009). Fenethyl-kaprylát byl obsažen ve stejném množství jak u oskerušovice (1,18 % z CPAL), tak i u rynglovice (1,33 % z CPAL). Rynglovice (vzorek C - Valný 2009) měla ze všech zkoumaných ovocných destilátů nejvyšší obsah ethyl-palmitátu (4,03 % z CPAL). U jablekovic (vzorek D - Gál 2007) je nejnižší obsah benzaldehydu (29,90 % z CPAL) ze všech zkoumaných vzorků. Slivovice (vzorek H - Pavlačka) jako jediná ze zkoumaných vzorků obsahovala  $\beta$ -citronellol (0,08 % z CPAL). V nulovém množství byl zastoupen u všech porovnávaných vzorků ethyl-dekanoát a ethyl-kaprylát. Grafické porovnání vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vybraných destilátech podle druhu použitého ovoce je uvedeno na obrázku (Obr. 4).



Obr. 4. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vybraných destilátech podle druhu použitého ovoce (HPLC/UV).

### 14.2.2 Srovnání slivovic podle roku výroby

Zde byly porovnány slivovice podle roku výroby od jednoho pěstitele. V roce 2007 (vzorek E - slivovice Valný) a v roce 2008 (vzorek F - slivovice Valný) byly všechny hodnoty porovnávaných analytů uvedených na obrázku (Obr. 5) téměř srovnatelné. Slivovice z roku 2009 (vzorek G - slivovice Valný) obsahovala ze všech tří analyzovaných vzorků slivovic nejvyšší množství eugenolu (7,18 % z CPAL), tento vzorek obsahoval také jako jediný analyt linalool (5,01 % z CPAL). U slivovice z roku 2009 (vzorek G) nebyl ethyl-palmitát zastoupen vůbec. Všechny vzorky slivovic obsahovaly téměř stejné zastoupení benzaldehydu (kolem 40 % z CPAL). V nulovém množství byl zastoupen u všech vzorků slivovic ethyl-dekanoát a ethyl-kaprylát. Grafické porovnání vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vzorcích slivovic podle roku výroby je uvedeno na obrázku (Obr. 5).



Obr. 5. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vzorcích slivovic podle roku výroby (HPLC/UV).

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo stanovení charakteristických aromatických látek u vybraných destilátů. Pro stanovení aromatických látek v destilátech byly použity dvě moderní separační metody, a to plynová chromatografie na kapilární koloně s použitím detektoru FID (GC/FID) a vysokoúčinná kapalinová chromatografie s použitím UV detektoru (HPLC/UV). Bylo analyzováno celkem 8 vzorků ovocných destilátů; 1 meruňkovice, 1 oskerušovice, 1 rynglovice, 1 jablkovice, 4 slivovice. Suroviny na výrobu destilátů byly od 3 různých pěstitelů uvedených v tabulce (Tab. 2).

Metodou GC/FID bylo zjištěno kvalitativní a kvantitativní složení vybraných ovocných destilátů. Ke kvalitativní analýze byla použita metoda identifikace na základě retenčních časů a ke kvantitativní analýze byla použita metoda vnitřní normalizace. Pro analýzu bylo vybráno 5 aromatických látek; methanol, ethyl-acetát, 2-methylpropan-1-ol (isobutylalkohol), butan-1-ol, 3-methylbutan-1-ol (isoamylalkohol), jejichž obsah byl vztažen k celkovému podílu všech detekovaných aromatických látek. Kvantitativní analýzou ovocných destilátů podle použitého druhu ovoce bylo ve vzorku A - meruňkovice Valný 2009 stanoveno 37,77 % methanolu z CPVAL, 0,79 % ethyl-acetátu z CPVAL, 14,88 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, 8,90 % butan-1-olu z CPVAL a 37,66 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL, ve vzorku B - oskerušovice Pavlačka 2009 bylo stanoveno 5,82 % methanolu z CPVAL, 4,06 % ethyl-acetátu z CPVAL, 10,97 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, 3,67 % butan-1-olu z CPVAL a 75,48 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL, ve vzorku C - rynglovice Valný 2009 bylo touto analýzou stanoveno 50,58 % methanolu z CPVAL, 0,95 % ethyl-acetátu z CPVAL, 12,39 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, 0,35 % butan-1-olu z CPVAL a 35,73 % 3-methylbutan-1-olu, ve vzorku D - jablkovice Gál 2007 bylo stanoveno 1,66 % methanolu z CPVAL, 97,18 % ethyl-acetátu z CPVAL, 0,23 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, 0,01 % butan-1-olu z CPVAL a 0,92 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL, a dále ve vzorku H -slivovice Pavlačka 2009 stanoveno 26,06 % methanolu z CPVAL, 0,25 % ethyl-acetátu z CPVAL, 14,24 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, nulové množství butan-1-olu a 59,45 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL.

Z porovnání jednotlivých chromatogramů těchto vzorků ovocných destilátů vyplývá, že nejbohatší na celkové aromatické látky byl vzorek A - meruňkovice Valný 2009 a vzorek B - oskerušovice Pavlačka 2009.



Dále byly kvantitativní analýzou určeny obsahy vybraných aromatických látek u tří slivovic podle roku výroby. U vzorku E - slivovice Valný 2007 bylo stanoveno 1,14 % methanolu z CPVAL, 97,84 % ethyl-acetátu z CPVAL, 0,21 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, nulový obsah butan-1-olu a 0,81 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL, ve vzorku F - slivovice Valný 2008 bylo stanoveno 43,65 % methanolu z CPVAL, 0,19 % ethyl-acetátu z CPVAL, 11,75 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, nulový obsah butan-1-olu a 44,41 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL, a dále ve vzorku G - slivovice Valný 2009 bylo stanoveno 20,75 % methanolu z CPVAL, 0,41 % ethyl-acetátu z CPVAL, 15,84 % 2-methylpropan-1-olu z CPVAL, 0,12 % butan-1-olu z CPVAL a 62,88 % 3-methylbutan-1-olu z CPVAL.

Z porovnání jednotlivých chromatogramů těchto tří vzorků slivovic podle roku výroby vyplývá, že nejbohatší na celkové aromatické látky byl vzorek z roku 2009. Zde bylo dále potvrzeno, že v různých letech sklizně bylo dosaženo ze stejného druhu ovoce jiné kvality ovocného destilátu, s jiným poměrným zastoupením aromatických látek.

Metodou HPLC/UV bylo zjištěno kvalitativní a kvantitativní složení vybraných ovocných destilátů. Ke kvalitativní analýze byla použita metoda identifikace na základě retenčních časů a ke kvantitativní analýze byla použita metoda vnitřní normalizace. Pro analýzu bylo vybráno 8 aromatických látek; ethyl-dekanoát, benzaldehyd, eugenol, fenethyl-kaprylát, ethyl-palmitát, linalool,  $\beta$ -citronellool, ethyl-kaprylát. Ani jeden z analyzovaných vzorků ovocných destilátů neobsahoval ethyl-dekanoát a ethyl-kaprylát. Kvantitativní analýzou ovocných destilátů podle použitého druhu ovoce, vztaženo na celkový podíl detekovaných aromatických látek ve vzorku, bylo ve vzorku A - meruňkovice Valný 2009 stanoveno 39,65 % benzaldehydu z CPAL, 1,38 % eugenolu z CPAL, 7,18 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, 0,24 % ethyl-palmitátu z CPAL, 3,11 % linaloolu z CPAL a nulový obsah  $\beta$ -citronelloolu, ve vzorku B - oskerušovice Pavlačka 2009 bylo stanoveno 66,13 % benzaldehydu z CPAL, nulový obsah eugenolu a ethyl-palmitátu, 1,83 % fenethyl-kaprylátu z CPAL a 1,97 % linaloolu z CPAL, ve vzorku C - rynglovice Valný 2009 bylo touto analýzou stanoveno 47,21 % benzaldehydu z CPAL, 1,03 % eugenolu z CPAL, 1,33 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, 4,03 % ethyl-palmitátu z CPAL a nulový obsah linaloolu, ve vzorku D - jablkovice Gál 2007 bylo stanoveno 29,9 % benzaldehydu CPAL, 1,28 % eugenolu z CPAL, 0,30 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, nulový obsah ethyl-palmitátu a 3,29 % linaloolu CPAL, a dále ve vzorku H -slivovice Pavlačka 2009 stanoveno 48,26 % benzaldehydu CPAL, 1,89 % eugenolu z CPAL, 0,69 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, nulový ob-

sah ethyl-palmitátu a 3,01 % linaloolu CPAL a navíc 0,08 %  $\beta$ -citronellolu z CPAL. Dále byly kvantitativní analýzou určeny obsahy vybraných aromatických látek u tří slivovic podle roku výroby. U vzorku E - slivovice Valný 2007 bylo stanoveno 38,27 % benzaldehydu z CPAL, 1,78 % eugenolu z CPAL, 0,44 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, 3,58 % ethyl-palmitátu z CPAL, nulový obsah linalolu a 0,14 %  $\beta$ -citronellolu z CPAL, ve vzorku F - slivovice Valný 2008 bylo stanoveno 43,62 % benzaldehydu z CPAL, 2,08 % eugenolu z CPAL, 0,54 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, 3,96 % ethyl-palmitátu z CPAL, nulový obsah linalolu a 0,10 %  $\beta$ -citronellolu z CPAL, a dále ve vzorku G - slivovice Valný 2009 bylo stanoveno 41,79 % benzaldehydu CPAL, 7,18 % eugenolu z CPAL, 0,89 % fenethyl-kaprylátu z CPAL, nulový obsah ethyl-palmitátu, 5,01 % linaloolu CPAL a 0,10 %  $\beta$ -citronellolu z CPAL. Z celkového porovnání chromatogramů HPLC/UV vyplynulo, že  $\beta$ -citronellol byl přítomný pouze u vzorků slivovic, a dále že nejvíce zastoupený analyt, který se vyskytoval u všech analyzovaných vzorků byl benzaldehyd, což je ve shodě s použitou surovinou na výrobu těchto destilátů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] TRNKA, Radek. *Tajemství Výroby : Vína, likéry a destiláty*. Martinová Danuše. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 2001. 132 s. ISBN 80-247-9003-3.
- [2] MELZOCH, Karel. *Lihoviny jako „zdravotně nezávadné“ potraviny?* [online]. [cit. 2009-11-13]. Dostupný z WWW:  
<<http://archiv.otevrena-veda.cz/users/Image/default/C2Seminare/MultiObSem/006.pdf>>.
- [3] SCHMICKLOVÁ, Helge, MALLEOVÁ, Bettina. *Domácí výroba lihovin*. Jíchová Alena; Rychtera Mojmír. 1. vyd. Praha 4 : Pavel Dobrovský - BETA, 2004. 159 s. ISBN 80-7306-144-9.
- [4] VONDRÁČEK, Otakar. *Výroba lihu a ušlechtilých pálenek z ovoce, výroba octa*. 2. přeprac. vyd. Praha : Čs. společnost chemická, 1945. 263 s.
- [5] DYR, Josef, DYR, Jan E. *Výroba slivovice a jiných pálenek*. Očenášková. 4. dopl. vyd. Praha 4 : MAXDORF, 1997. 219 s. ISBN 80-85800-80-2.
- [6] JÍLEK, Jan, ZENTRICH, Jos. A.. *Příprava ovocných kvasů na výrobu slivovice : (a ostatních pálenek)*. Olomouc : Dobra&Fontána, 1999. 208 s. ISBN 80-86179-28-1.
- [7] Česko. Vyhláška č. 335/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. In *Sbírka zákonů, Česká republika*. 1997, 111/1997 Sb. Dostupný také z WWW:  
<<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007482&docType=ART&nid=11307%3e>>.
- [8] *Mobchod.cz* [online]. 2007 [cit. 2009-08-30]. Bonus 9/2007: Víno-sekt-lihovina. Dostupné z WWW:  
<<http://www.mobchod.cz/bonus.php?itemid=4291>>.

- [9] HÁLKOVÁ, Jana, RUMÍŠKOVÁ, Marie, RIEGLOVÁ, Jana. *Analýza potravin*. 1. vyd. Újezd u Brna : Straka Ivan, 2000. 164 s. ISBN 809027754-3.
- [10] SVOBODA, Jiří, et al. *Organická chemie I*. 1. vyd. Praha : VŠCHT, 2005. 310 s. ISBN 8070805617.
- [11] DAVÍDEK, Jiří; JANÍČEK, Gustav; POKORNÝ, Jan. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1983. 632 s.
- [12] ZIKMUND, Jaroslav. *Obecné poznatky o alkoholu*. [online]. [cit. 2010-03-24]. Dostupné z WWW:  
<<http://www.zikmund.org>>.
- [13] PISCHL, Josef. *Vyrábíme ušlechtilé destiláty*. Rychtera Mojmir. 1. vyd. Praha : Ivo Železný, 1997. 177 s. ISBN 80-237-3441-5.
- [14] DRDÁK, Milan. *Základy potravinářských technologií: spracovanie rastlinných a živočišných surovín. Cererálne a fermentačné technológie. Uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. 1. vyd. Bratislava : Malé centrum, 1996. 495 s. ISBN 8096706411.
- [15] *Zásady pro přípravu kvasu* [online]. [2006] , poslední změna 4.2.2010 [cit. 2009-11-09]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.palirabiskupice.cz/kvas.htm>>.
- [16] UHROVÁ, Helena. *Děláme si sami : slivovici, meruňkovici, hruškovici, jablkovici a jiné ovocné destiláty, vína, šťávy a sirupy*. Vydavatelství Víkend; Kašpar Jaroslav. 1. vyd. Líbeznice : Víkend, 2001. 107 s. ISBN 80-7222-180-9.
- [17] UHER, Jiří, et al. *Výroba nápojů z ovoce*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1975. 336 s.
- [18] DVOŘÁK, Antonín, et al. *Atlas odrůd ovoce*. 1. vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1978. 399 s.
- [19] HAGMANN, Klaus, ESSICH, Birgit. *Pálíme ovoce : Jak co nejlépe využít vlastní úrodu*. Kašpar Jaroslav; Uhrová Helena. Líbeznice : Víkend, 2007. 95 s. ISBN 978-80-86891-66-8.
- [20] CEREVITINOV, F.V. *Chemické složení a fyzikální vlastnosti ovoce a zeleniny*. Tuček Jaroslav; Kuttelvašer, Červinka. 1. vyd. Praha : Průmyslové vydavatelství, 1952. 322 s.

- [21] GÖLLES, Alois. *Ušlechtilé destiláty : Praktická kniha o pálení*. Praha : Ivo Železný, 2001. 109 s. ISBN 80-237-3642-6.
- [22] ŠKOPEK , Josef. *Výroba destilátů z vlastního ovoce*. 1. vyd. České Budějovice : Dona, 2003. 139 s. ISBN 80-7322-045-8.
- [23] RYCHTERA, Mojmír; UHER, Jiří; PÁČA, Jan. *Lihovarství, droždářství a vinařství II.* 2. vyd. Praha : VŠCHT, 1991. 127-351 s. ISBN 8070801174.
- [24] BLATTNÝ, Ctibor. *Konzervářenské suroviny*. 3. přepracované vyd. Praha : SNTL, 1986. 215 s.
- [25] VONÁŠEK, František; TREPKOVÁ, Emilie; NOVOTNÝ, Ladislav. *Látky vonné a chuťové*. 1. vyd. Praha : SNTL, 1987. 440 s.
- [26] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor : OSSIS, 1999. 328 s. ISBN 80-902391-4-5.
- [27] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3*. 1. vyd. Tábor : OSSIS, 1999. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.
- [28] KUBICOVÁ, Dagmar, et al. *Náuka o požívatinách*. 1. vyd. Martin : Osveta, 2004. 160 s. ISBN 80-8063-165-4.
- [29] ŠÍCHO, Vladislav, VODRÁŽKA, Zdeněk, KRÁLOVÁ, Blanka. *Potravinářská biochemie*. Doležalová Jaroslava. 2. doplněné a přepracované vyd. Praha : SNTL, 1952. 360 s.
- [30] ODSTRČIL, Jaroslav. *Chemie potravin*. 1. vyd. Brno : Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. 164 s. ISBN 80-7013-435-6.
- [31] VELÍŠEK , Jan. *Biosynthesis of food components* . 1st ed. Tábor : OSSIS, 2008. 497 s. ISBN 978-80-86659-12-1.
- [32] *Gastro plus* [online]. 2008 [cit. 2010-02-25]. Ovoce má mnoho podob. Dostupné z WWW:  
<[http://www.gastroplus.cz/prectete-si/2008/08\\_02\\_ovoce-ma-mnoho-podob.php](http://www.gastroplus.cz/prectete-si/2008/08_02_ovoce-ma-mnoho-podob.php)>.
- [33] BERGER, Ralf G. *Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability*. Ralf G. Berger . [s.l.] : Springer, 2007. 648 s. ISBN 3540493387.

- [34] *Restekcorp.com* [online]. 2007 [cit. 2009-10-27]. Analyzing Alcoholic Beverages by Gas Chromatography. Dostupné z WWW:  
<<http://www.restek.com/restek/images/external/59462.pdf>>.
- [35] TEŠEVIČ, Vele; NIKIČEVIČ, Ninoslav; JOVANOVIČ, Anka; DJOKOVIČ, Dejan; VUJISIČ, Ljubodrag; VUČKOVIČ, Ivan; BONIČ, Mirjana. Volatile Components from Old Plum Brandies. *Food Technol. Biotechnol* [online]. 2005, 43, 4, [cit. 2009-10-27]. s. 367-372. Dostupný z WWW:  
<<http://www.ftb.com.hr/43-367.pdf>>. ISSN 1330-9862.
- [36] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. . Ostrava : Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2(brož.).
- [37] SOMMER, Lumír. *Základy analytické chemie II*. 1. vyd. Brno : VUTIUM, 2000. 347 s. ISBN 80-214-1742-0.
- [38] WINTEROVÁ, Renata; MIKULÍKOVÁ, Renata; MAZÁČ, Jiří; HAVELEC, Pavel. Assessment of the Authenticity of Fruit Spirits by Gas Chromatography and Stable Isotope Ratio Analyses. *Czech J. Food Sci.* [online]. 2008, 26, 5, [cit. 2009-10-27]. s. 368-375. Dostupný z WWW:  
<<http://www.agriculturejournals.cz/uniqueFiles/02513.pdf>>.
- [39] NASCIMENTO, Ronaldo F.; MARQUES, Juliana C.; LIMA NETO, Benedito S.; DE KEUKELEIRE, Denis; FRANCO, Souhlas W. Qualitative and quantitative high-performance liquid chromatographic analysis of aldehydes in Brazilian sugar cane spirits and other distilled alcoholic beverages. *Journal of Chromatography A* [online]. 1997, 782, 1, [cit. 2009-11-02]. s. 13-23. Dostupný z WWW:  
<[http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=MIImg&\\_imagekey=B6TG8-3SDKTD6-2Y3&\\_cdi=5248&\\_user=10&\\_pii=S0021967397004251&\\_orig=search&\\_coverDate=10%2F03%2F1997&\\_sk=992179998&view=c&wchp=dGLzVzzzSkzS&md5=2b6a59a54e365666ad15c5c0f136a7db&ie=/sdarticle.pdf](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIImg&_imagekey=B6TG8-3SDKTD6-2Y3&_cdi=5248&_user=10&_pii=S0021967397004251&_orig=search&_coverDate=10%2F03%2F1997&_sk=992179998&view=c&wchp=dGLzVzzzSkzS&md5=2b6a59a54e365666ad15c5c0f136a7db&ie=/sdarticle.pdf)>.
- [40] DOSTÁL, Jiří, KAPLAN, Petr. *Lékařská chemie II : Bioorganická chemie*. 1. vyd. Brno-Krávická Hora : MU, 2003. 223 s. ISBN 80-210-2731-2.

- [41] *Global Status Report on Alcohol 2004* [online]. Geneva : World Health Organization, 2004, 2009 [cit. 2010-02-23]. Dostupné z WWW:  
<[http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241562722\\_%28425KB%29.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241562722_%28425KB%29.pdf)>.  
ISBN 9241562722.
- [42] ZIKMUND, Jaroslav. *Osud alkoholu v organismu* [online]. [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.zikmund.org/>>.
- [43] MLČOCH, Zbyněk. *Účinky, nežádoucí účinky a rizika alkoholu, kocovina, změny psychiky, somatiky : Účinky alkoholu na centrální nervový systém* [online]. 2003-2010 [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.zbynekmlcoch.cz/info/zdravotnicke/ucinky\\_nezadouci\\_ucinky\\_a\\_rizika\\_alkoholu\\_kocovina\\_zmeny\\_psychiky\\_somatiky.html](http://www.zbynekmlcoch.cz/info/zdravotnicke/ucinky_nezadouci_ucinky_a_rizika_alkoholu_kocovina_zmeny_psychiky_somatiky.html)>.
- [44] *Játra a alkohol* [online]. 27.7.2006 [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.drogy.net/portal/alkohol/zavislost-2/jatra-a-alkohol\\_2006\\_07\\_27.html](http://www.drogy.net/portal/alkohol/zavislost-2/jatra-a-alkohol_2006_07_27.html)>.
- [45] *Alkohol : Alkohol a těhotenství* [online]. 2002-2010 [cit. 2010-02-16]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.drogovaporadna.cz/rubrika.php?rubrika=45>>.
- [46] *Fetální alkoholový syndrom* [online]. [cit. 2010-02-16]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.drogy.net/portal/alkohol/ucinky/alkohol-a-tehotenstvi/fetalni-alkoholovy-syndrom\\_2006\\_04\\_14.html](http://www.drogy.net/portal/alkohol/ucinky/alkohol-a-tehotenstvi/fetalni-alkoholovy-syndrom_2006_04_14.html)>.
- [47] KALINA, Kamil. *Drogy a drogové závislosti : mezioborový přístup*. 1. vyd. Praha : Úřad vlády České republiky, 2003. 343 s. ISBN 8086734056.
- [48] *Alkohol - podrobně* [online]. 2003-2006 , 16.1.2009 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.drogy-info.cz/index.php/info/legalni\\_drogy/alkohol/alkohol\\_podrobne](http://www.drogy-info.cz/index.php/info/legalni_drogy/alkohol/alkohol_podrobne)>.
- [49] *Alkoholismus - rodinná nemoc* [online]. 2002-2010 [cit. 2010-02-20]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.drogovaporadna.cz/rubrika.php?rubrika=45>>.

- [50] *První pomoc při otravě alkoholem a toxickými látkami : Alkoholové abstinční delirium* [online]. 2005-2008 [cit. 2010-02-20]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.uszssk.cz/index.php?mid=82&msid=78>>.
- [51] *Otrava alkoholem* [online]. [cit. 2010-02-20]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.drogy.net/portal/alkohol/rizika/otrava-alkoholem\\_2007\\_10\\_03.html](http://www.drogy.net/portal/alkohol/rizika/otrava-alkoholem_2007_10_03.html)>.
- [52] NAVRÁTIL, L. *Vnitřní lékařství pro nelékařské fakulty*. 1. vyd. Praha : [s.n.], 2003. 283 s. ISBN 80-86571-02-5.
- [53] *Otravy : Otrava alkoholem* [online]. 2006 [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW:  
<<http://prvnipomockvalitne.cz/index.php?a=20>>.



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ADP	adenosindifosfát
AMK	aminokyselina
ATP	adenosintrifosfát
CNS	centrální nervový systém
CPAL	celkový podíl aromatických látek
CPVAL	celkový podíl vybraných aromatických látek
DNPH	dinitrofenylhydrazony
FAS	fetální alkoholový syndrom
FID	plamenově ionizační detektor
GC	plynová chromatografie
GC/FID	plynová chromatografie s použitím plamenově ionizačního detektoru
GC/MS	plynová chromatografie s použitím hmotnostního detektoru
HPLC	vysokoučinná kapalinová chromatografie
HPLC/UV	vysokoučinná kapalinová chromatografie s použitím UV detektoru
LC	kapalinová chromatografie
MSD	hmotnostně selektivní detektor
NADH	nikotinamidadenindinukleotid
ND	nedetekováno
pH	koncentrace vodíkových iontů
SPDE	dynamická extrakce pevnou fází
SPE	extrakce pevnou fází
SPME	mikroextrakce pevnou fází
UV-VIS	spektrofotometrický detektor
WHO	Světová zdravotnická organizace

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Rovnice alkoholového kvašení [6]. .....	30
Obr. 2. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vybraných destilátech podle druhu použitého ovoce (GC/FID). .....	81
Obr. 3. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vzorcích slivovic podle roku výroby (GC/FID).....	82
Obr. 4. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vybraných destilátech podle druhu použitého ovoce (HPLC/UV). .....	83
Obr. 5. Obsah vybraných aromatických látek z celkového detekovaného obsahu aromatických látek ve vzorcích slivovic podle roku výroby (HPLC/UV). .....	84

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Rozdělení lihovin do skupin a podskupin podle zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a vyhlášky MZe č. 335/1997 Sb., pro komoditu alkoholických nápojů [7].....	15
Tab. 2. Označení a rozdělení vzorků. ....	73
Tab. 3. Parametry pro analýzu vzorků ovocných destilátů metodou plynové chromatografie.....	74
Tab. 4. Parametry pro analýzu vzorků ovocných destilátů vysokoučinnou kapalinovou chromatografií.....	76
Tab. 5. Retenční časy standardů použité při GC/FID. ....	77
Tab. 6. Retenční časy standardů použité při HPLC/UV. ....	78

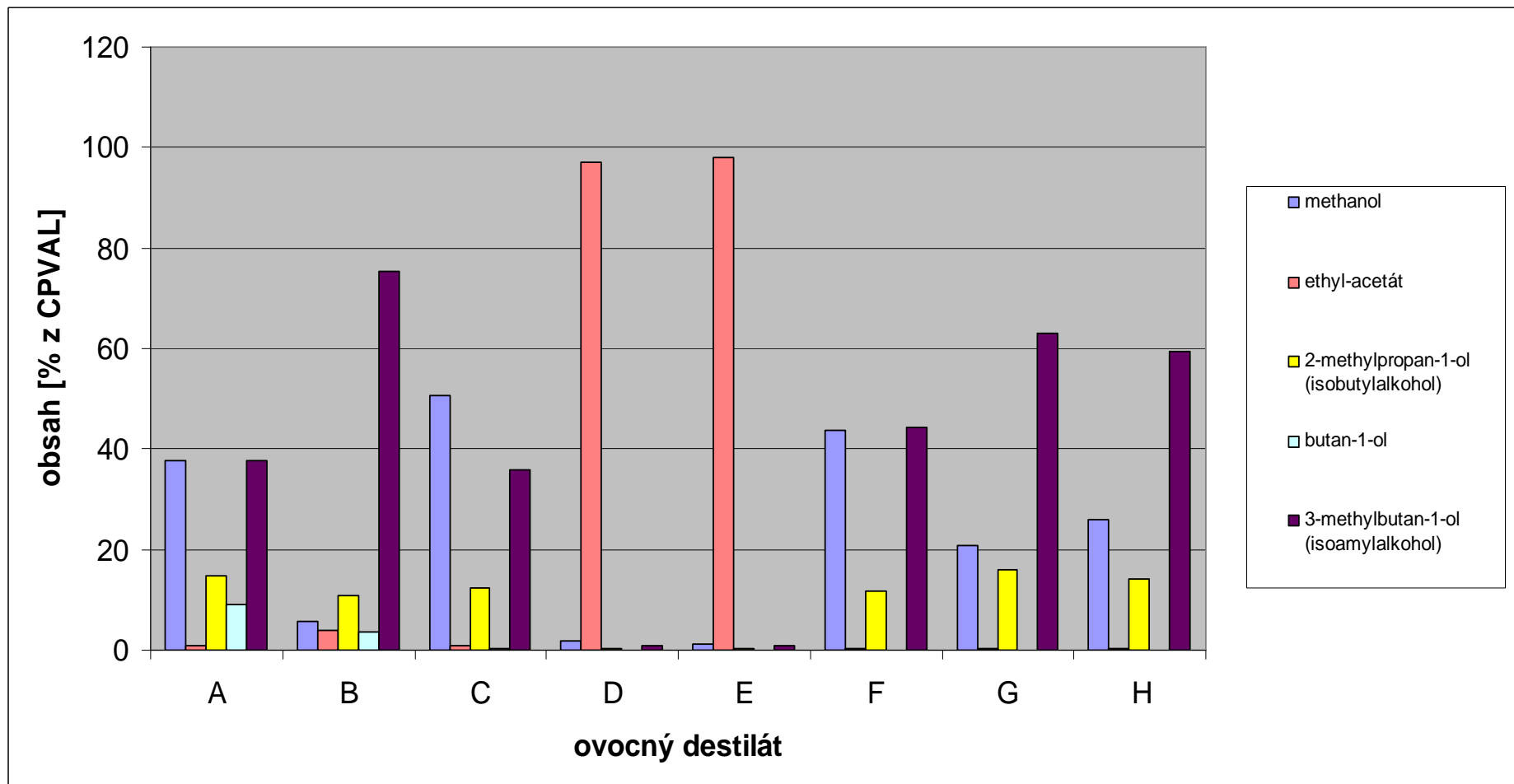
## SEZNAM PŘÍLOH

- P I    Obsah vybraných aromatických látek k celkovému podílu detekovaných aromatických látek ve všech analyzovaných ovocných destilátech (GC/FID).
- P II    Grafické porovnání vybraných aromatických látek ve všech analyzovaných ovocných destilátech (GC/FID).
- P III    Záznamy GC/FID jednotlivých vzorků ovocných destilátů.
- P IV    Obsah vybraných aromatických látek k celkovému podílu detekovaných aromatických látek ve všech analyzovaných ovocných destilátech (HPLC/UV).
- P V    Grafické porovnání vybraných aromatických látek ve všech analyzovaných ovocných destilátech (HPLC/UV).
- P VI    Záznamy HPLC/UV jednotlivých vzorků ovocných destilátů.

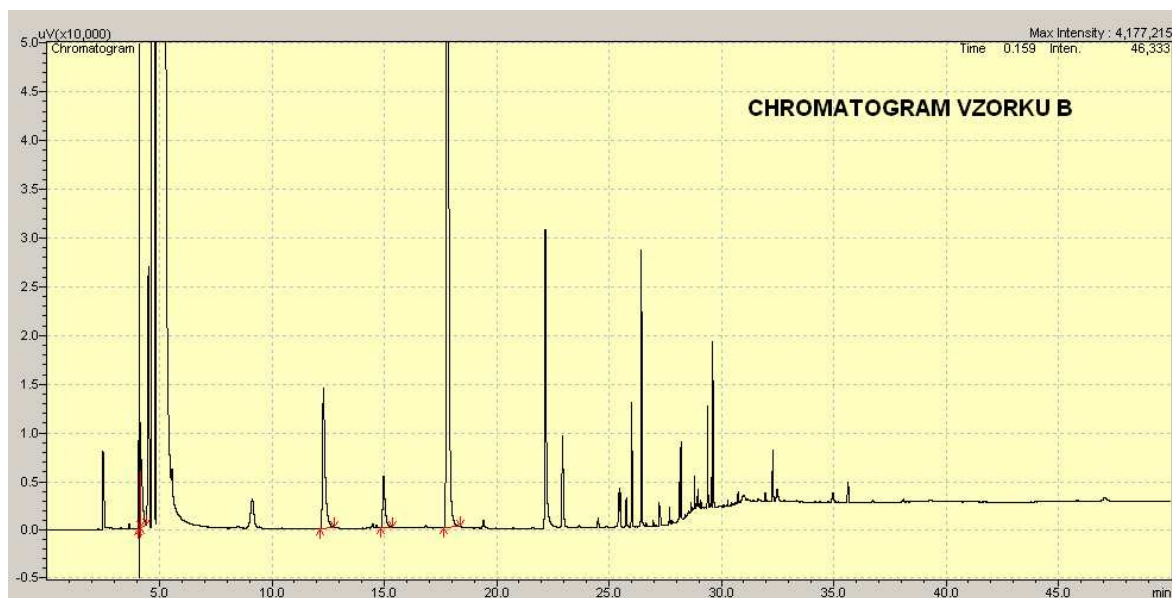
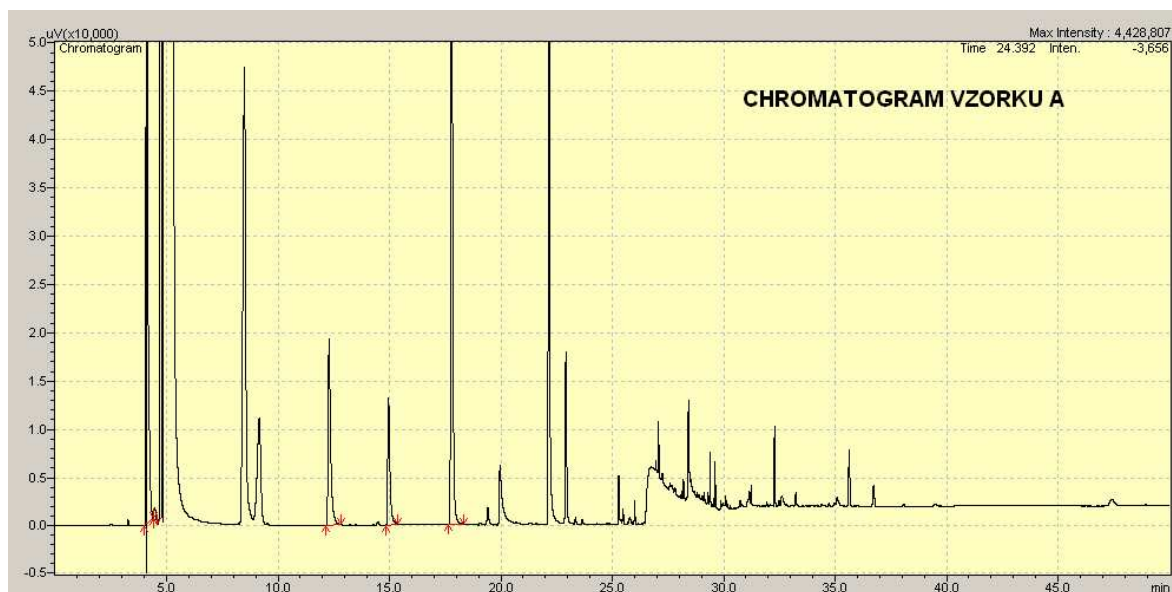
**PŘÍLOHA P I: OBSAH VYBRANÝCH AROMATICKÝCH LÁTEK K CELKOVÉMU PODÍLU AROMATICKÝCH LÁTEK VE VŠECH ANALYZOVANÝCH OVOCNÝCH DESTILÁTECH (GC/FID).**

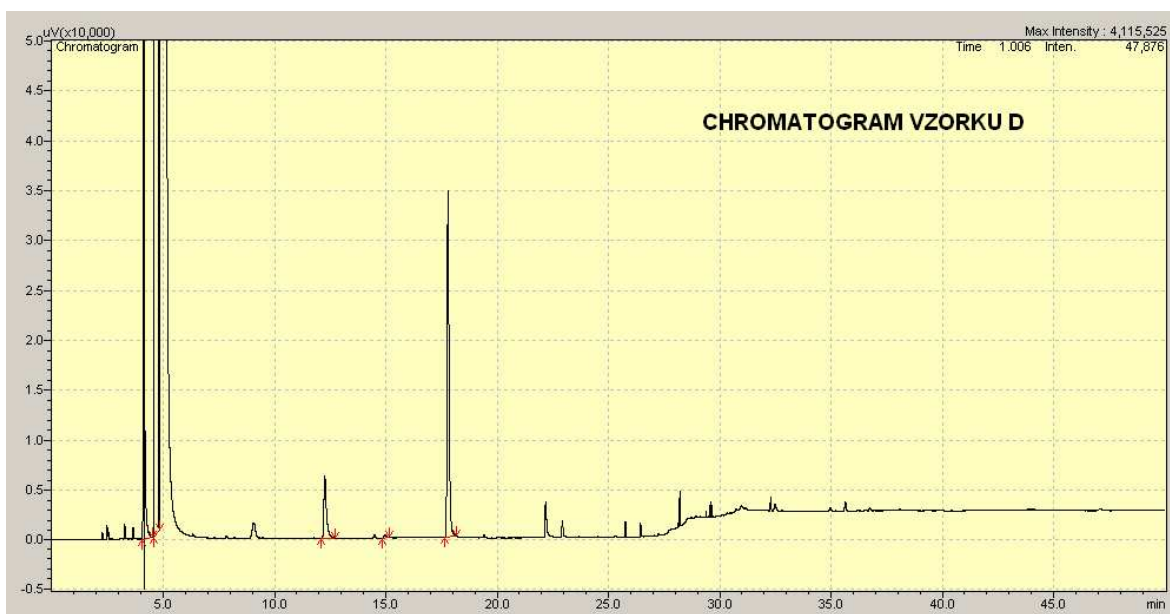
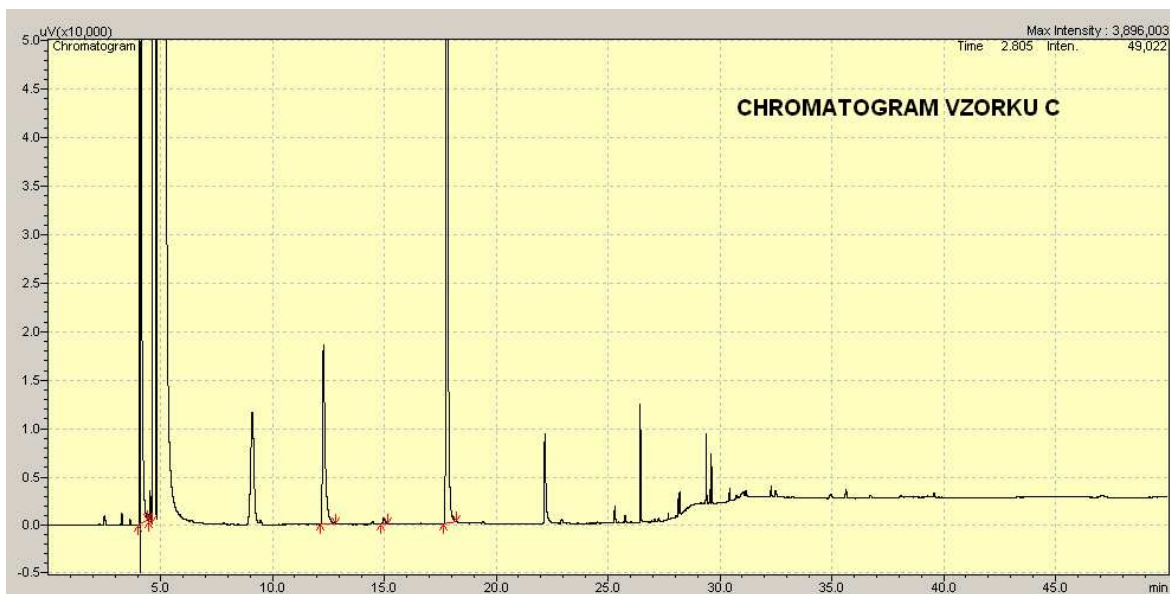
Ovocný destilát	Obsah vybraných aromatických látek z celkového podílu detekovaných aromatických látek [% z CPVAL]				
	methanol	ethyl-acetát	2-methylpropan-1-ol (isobutylalkohol)	butan-1-ol	3-methylbutan-1-ol (isoamylalkohol)
A - meruňkovice Valný 2009	37,77	0,79	14,88	8,90	37,66
B - oskerušovice Pavlačka 2009	5,82	4,06	10,97	3,67	75,48
C - rynglovice Valný 2009	50,58	0,95	12,39	0,35	35,73
D - jablkovice Gál 2007	1,66	97,18	0,23	0,01	0,92
E - slivovice Valný 2007	1,14	97,84	0,21	ND	0,81
F - slivovice Valný 2008	43,65	0,19	11,75	ND	44,41
G - slivovice Valný 2009	20,75	0,41	15,84	0,12	62,88
H - slivovice Pavlačka 2009	26,06	0,25	14,24	ND	59,45

**PŘÍLOHA P II: GRAFICKÉ POROVNÁNÍ VYBRANÝCH AROMATICKÝCH LÁTEK VE VŠECH ANALYZOVANÝCH OVOCNÝCH DESTILÁTECH (GC/FID).**

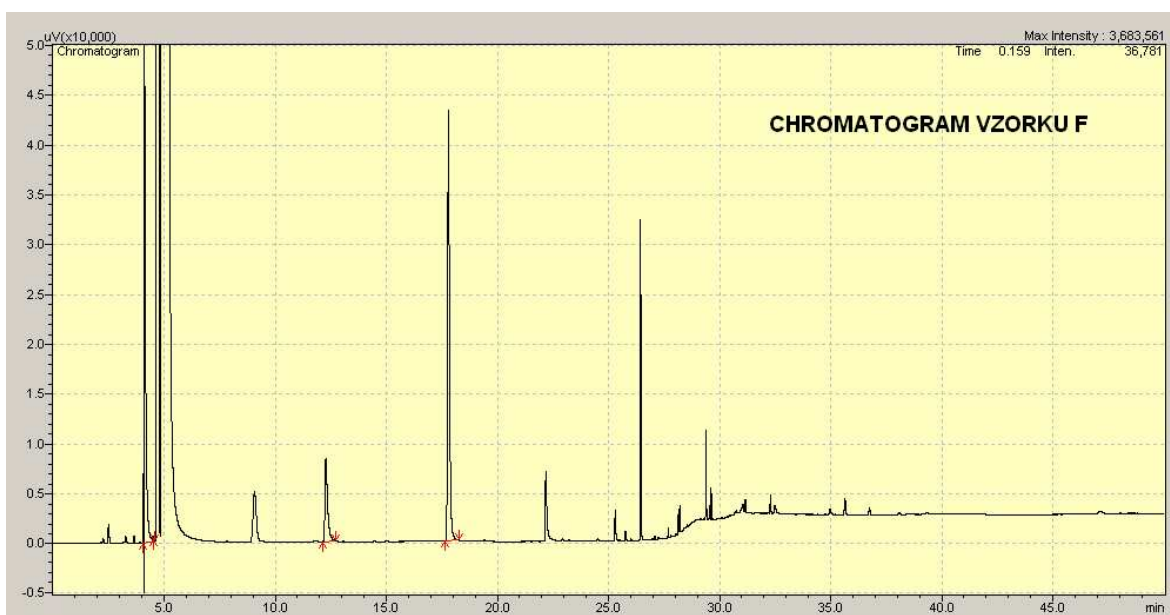
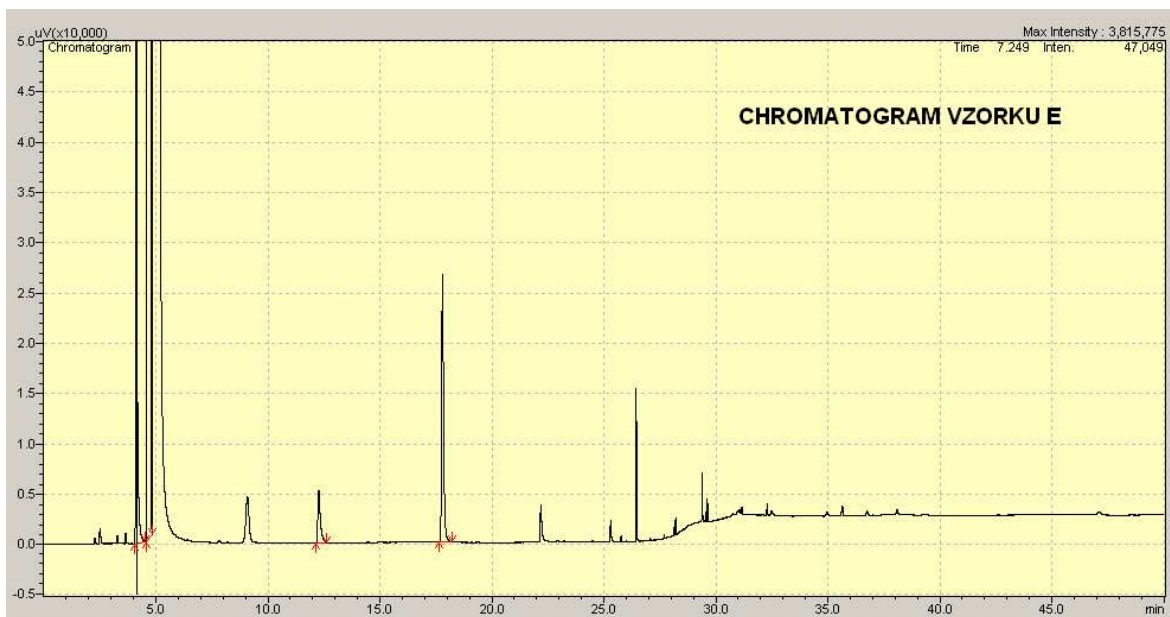


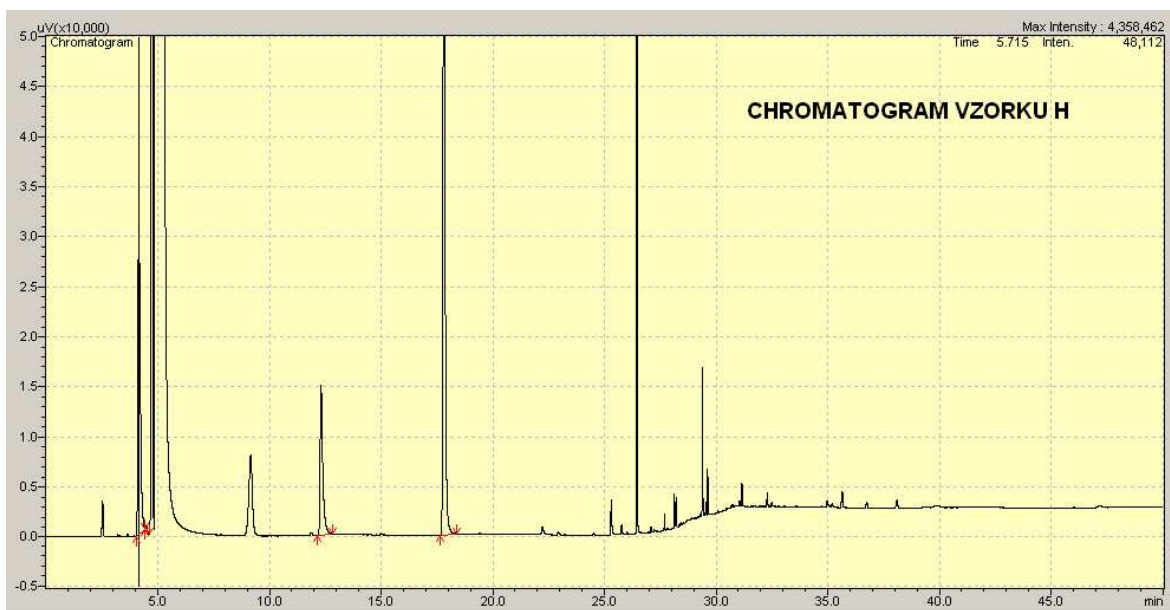
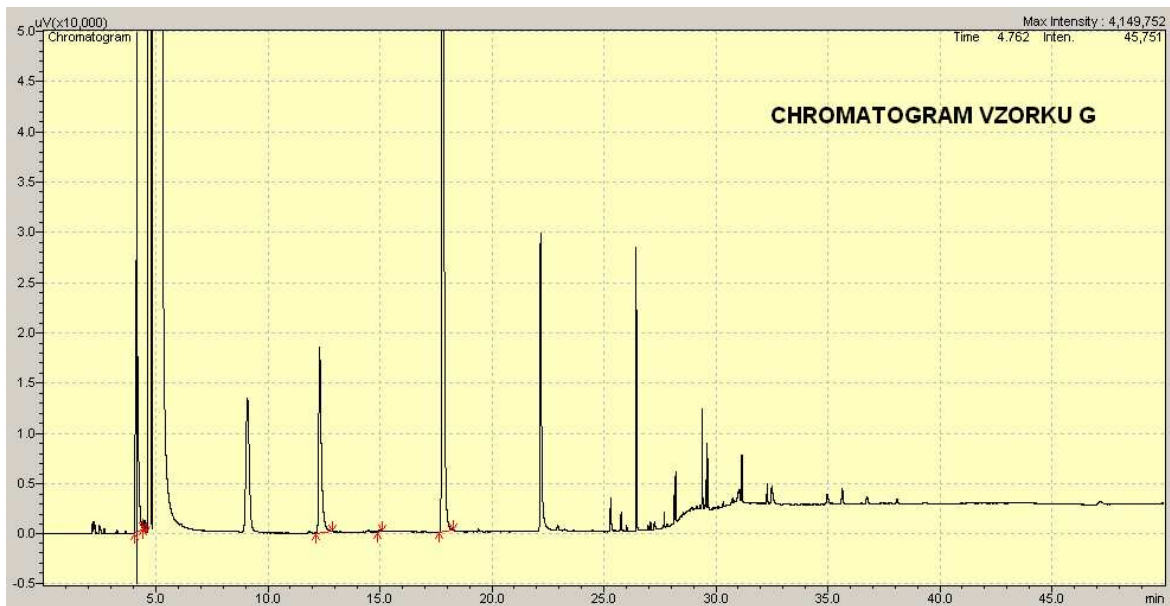
# PŘÍLOHA P III: ZÁZNAMY GC/FID JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ OVOCNÝCH DESTILÁTŮ.









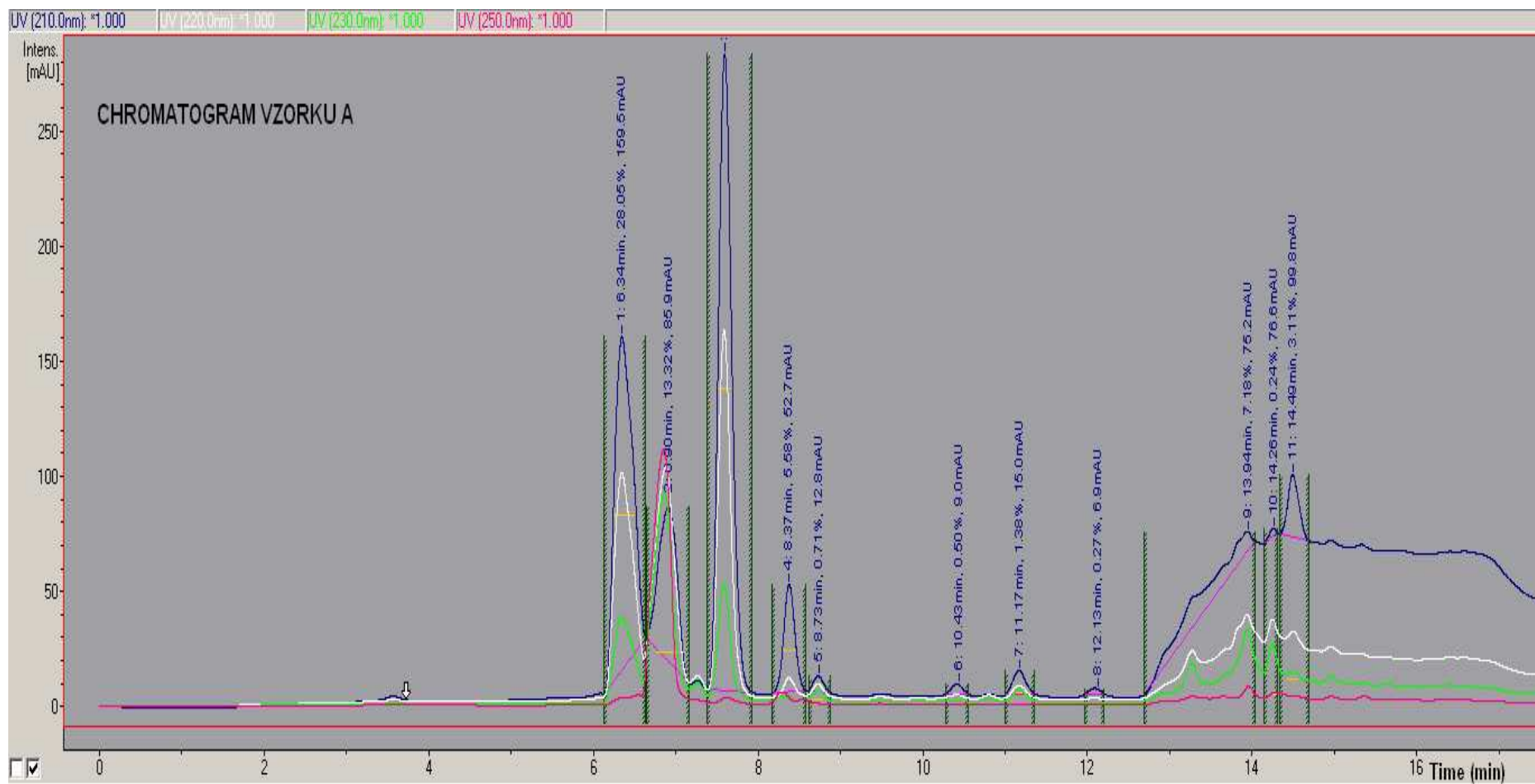


**PŘÍLOHA P IV: OBSAH VYBRANÝCH AROMATICKÝCH LÁTEK K CELKOVÉMU PODÍLU DETEKOVANÝCH AROMATICÝCH LÁTEK VE VŠECH ANALYZOVANÝCH OVOCNÝCH DESTILÁTECH (HPLC/UV).**

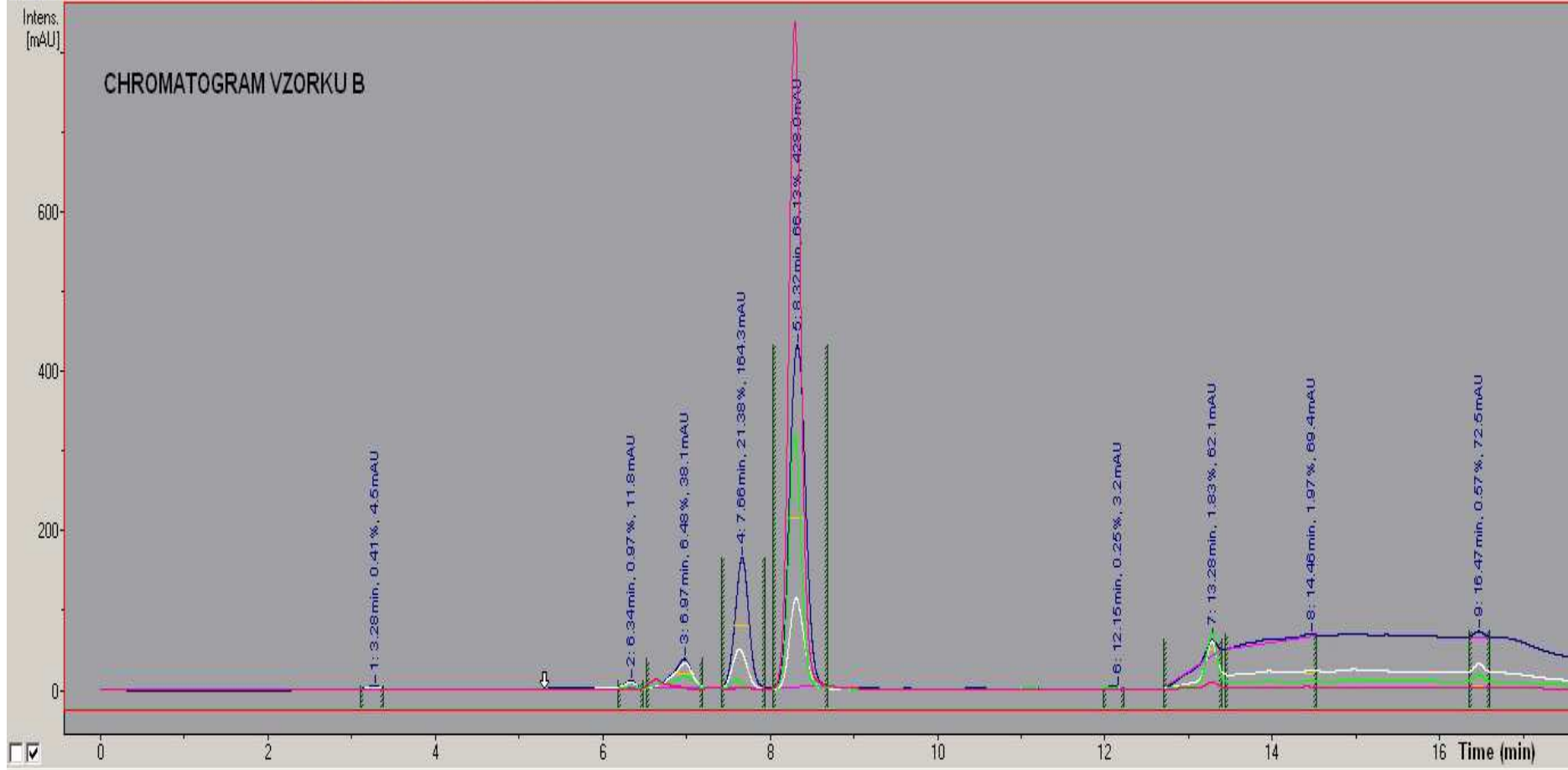
Ovocný destilát	Obsah vybraných aromatických látek k celkovému podílu detekovaných aromatických látek [% z CPAL]							
	ethyl-dekanoát	benzaldehyd	eugenol	fenethyl-kaprylát	ethyl-palmitát	linalool	β-citronellol	ethyl-kaprylát
A - meruňkovice Valný 2009	ND	39,65	1,38	7,18	0,24	3,11	ND	ND
B - oskerušovice Pavlačka 2009	ND	66,13	ND	1,83	ND	1,97	ND	ND
C - rynglovice Valný 2009	ND	47,21	1,03	1,33	4,03	ND	ND	ND
D - jablkovice Gál 2007	ND	29,90	1,28	0,30	ND	3,29	ND	ND
E - slivovice Valný 2007	ND	38,27	1,78	0,44	3,58	ND	0,14	ND
F - slivovice Valný 2008	ND	43,62	2,08	0,54	3,96	ND	0,10	ND
G - slivovice Valný 2009	ND	41,79	7,18	0,89	ND	5,01	0,10	ND
H - slivovice Pavlačka 2009	ND	48,26	1,89	0,69	ND	3,01	0,08	ND

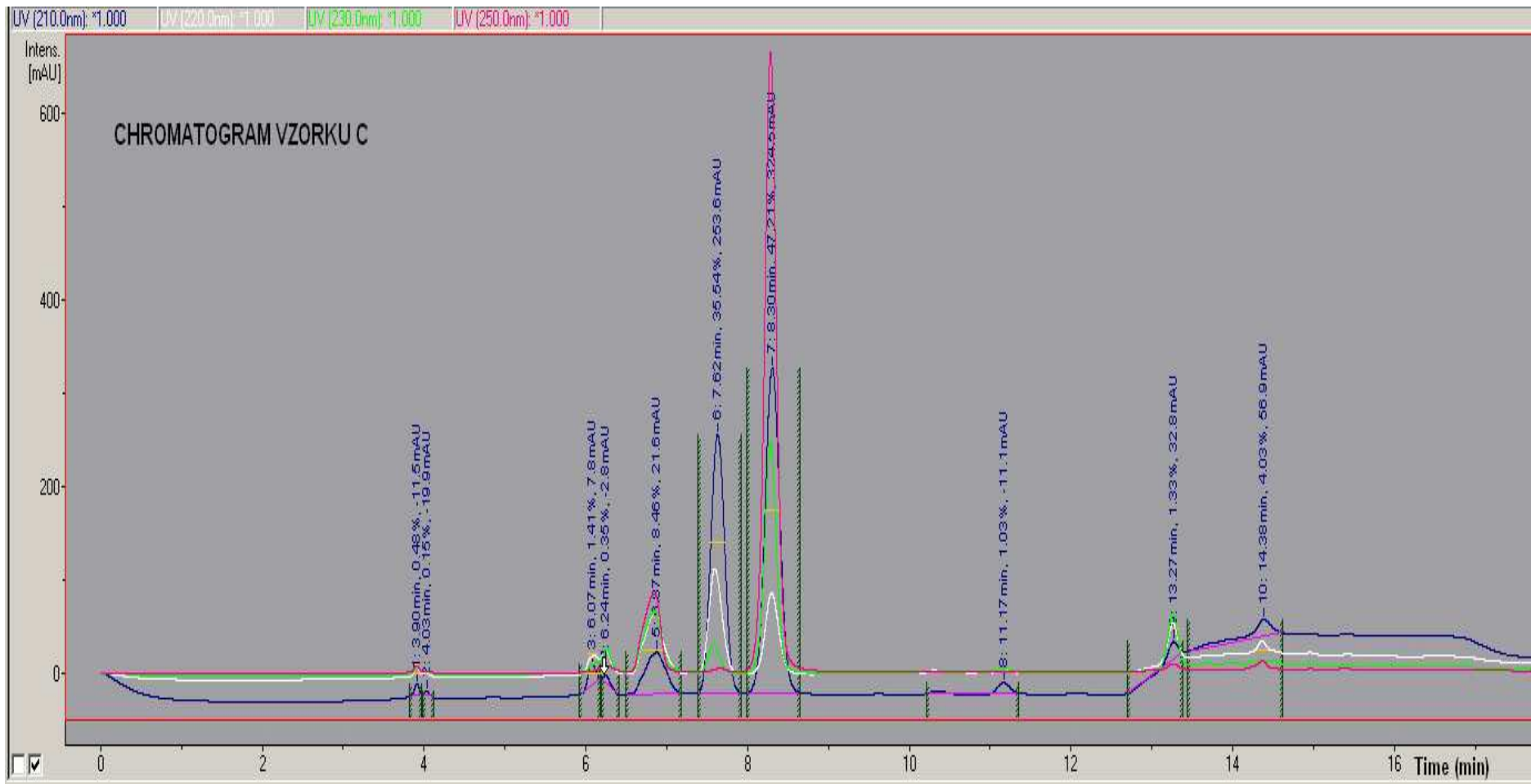


## PŘÍLOHA P VI: ZÁZNAMY HPLC/UV JEDNOTLIVÝCH VZORKŮ OVOCNÝCH DESTILÁTŮ.



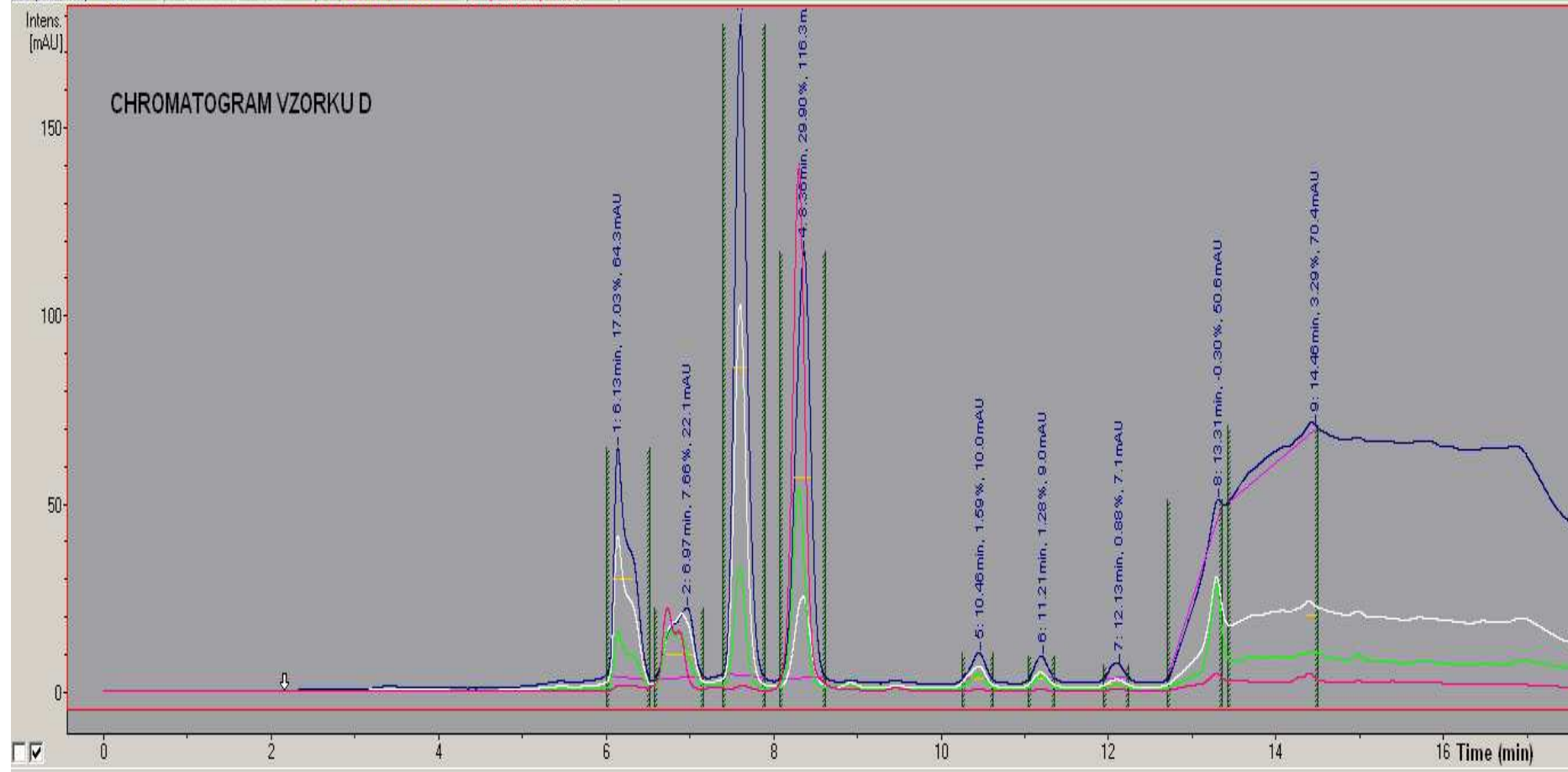
UV (210.0nm): \*1.000    UV (220.0nm): \*1.000    UV (230.0nm): \*1.000    UV (250.0nm): \*1.000





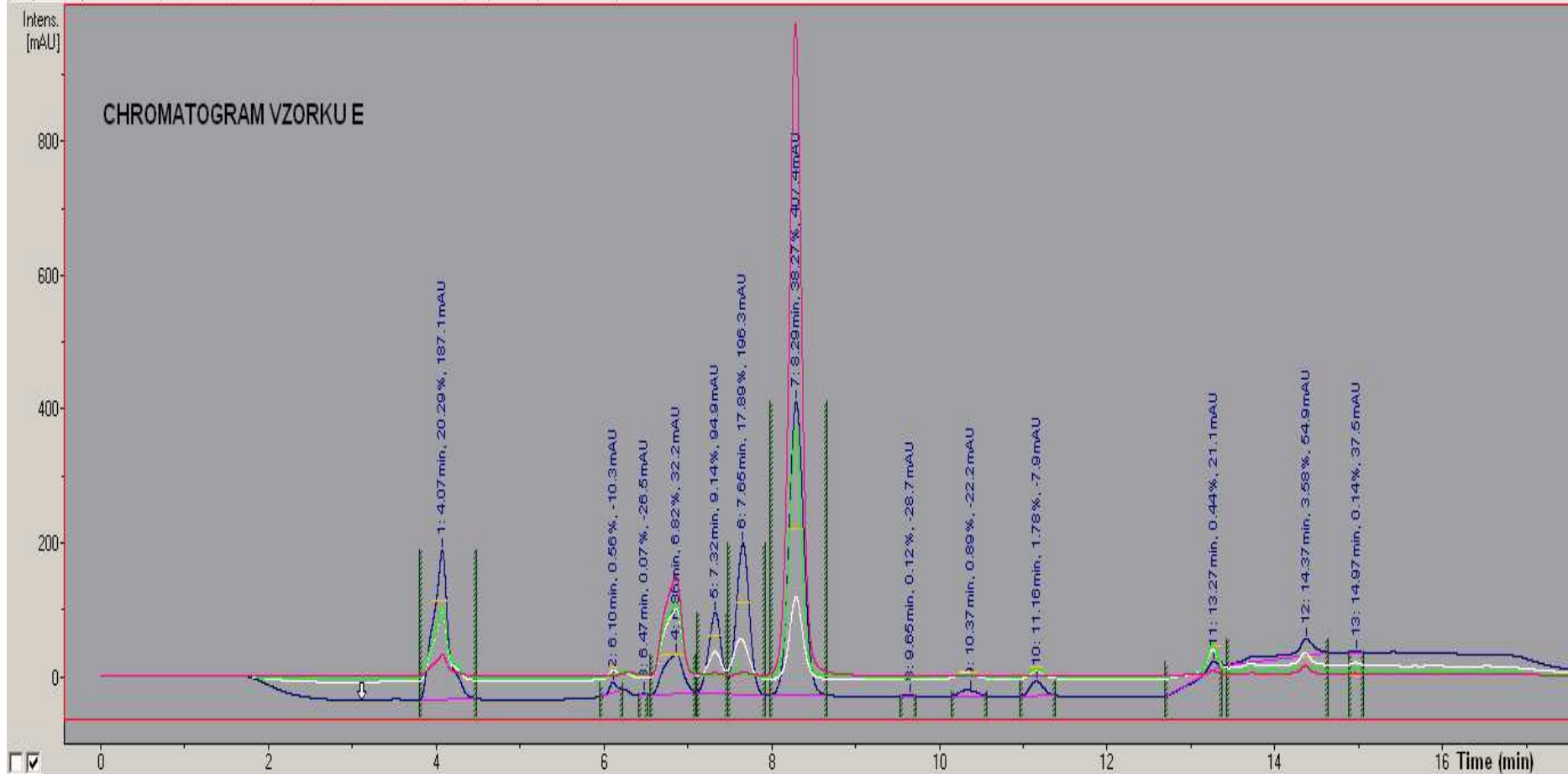


UV (210.0nm): \*1.000 | UV (220.0nm): \*1.000 | UV (230.0nm): \*1.000 | UV (250.0nm): \*1.000

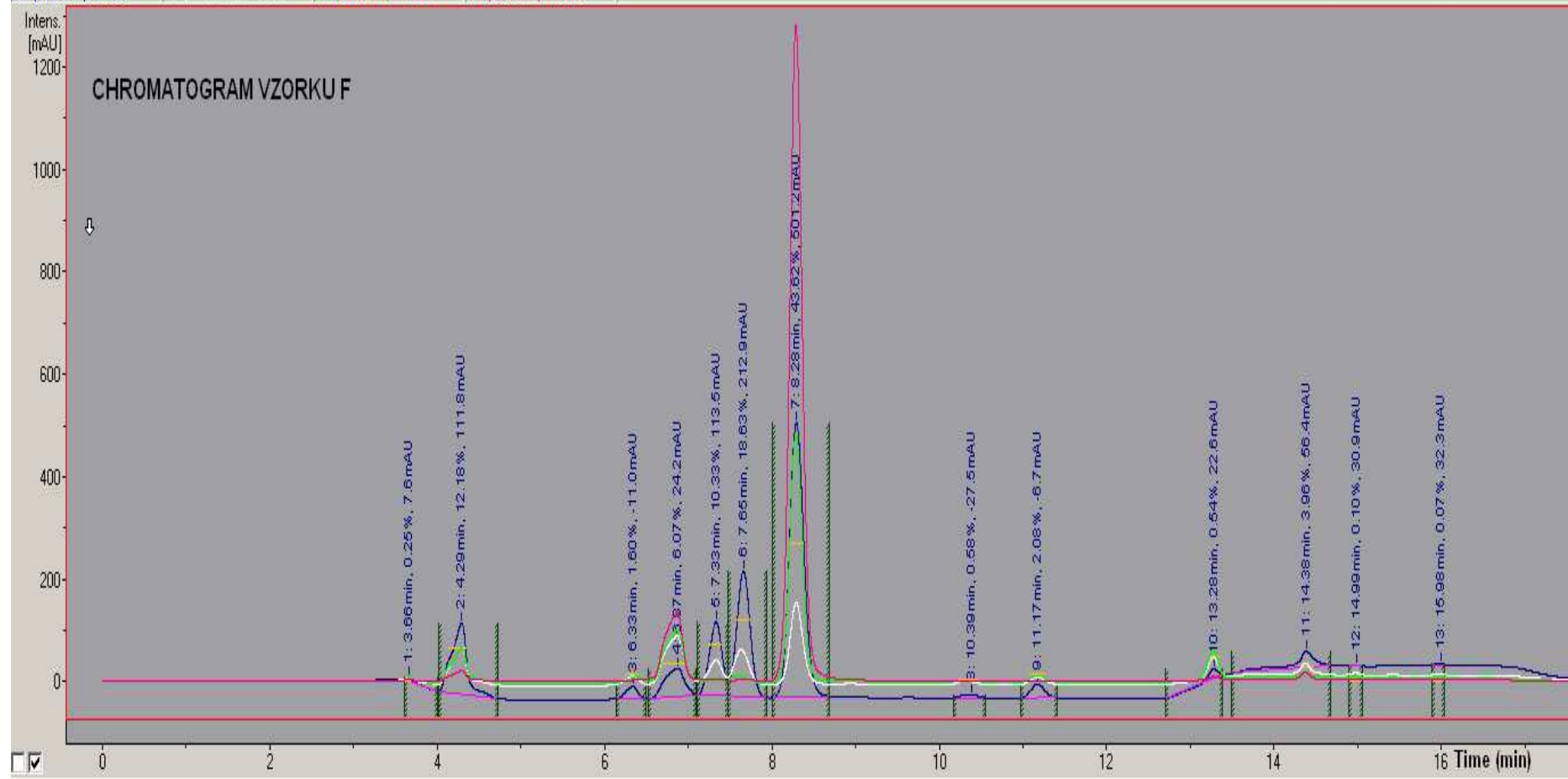


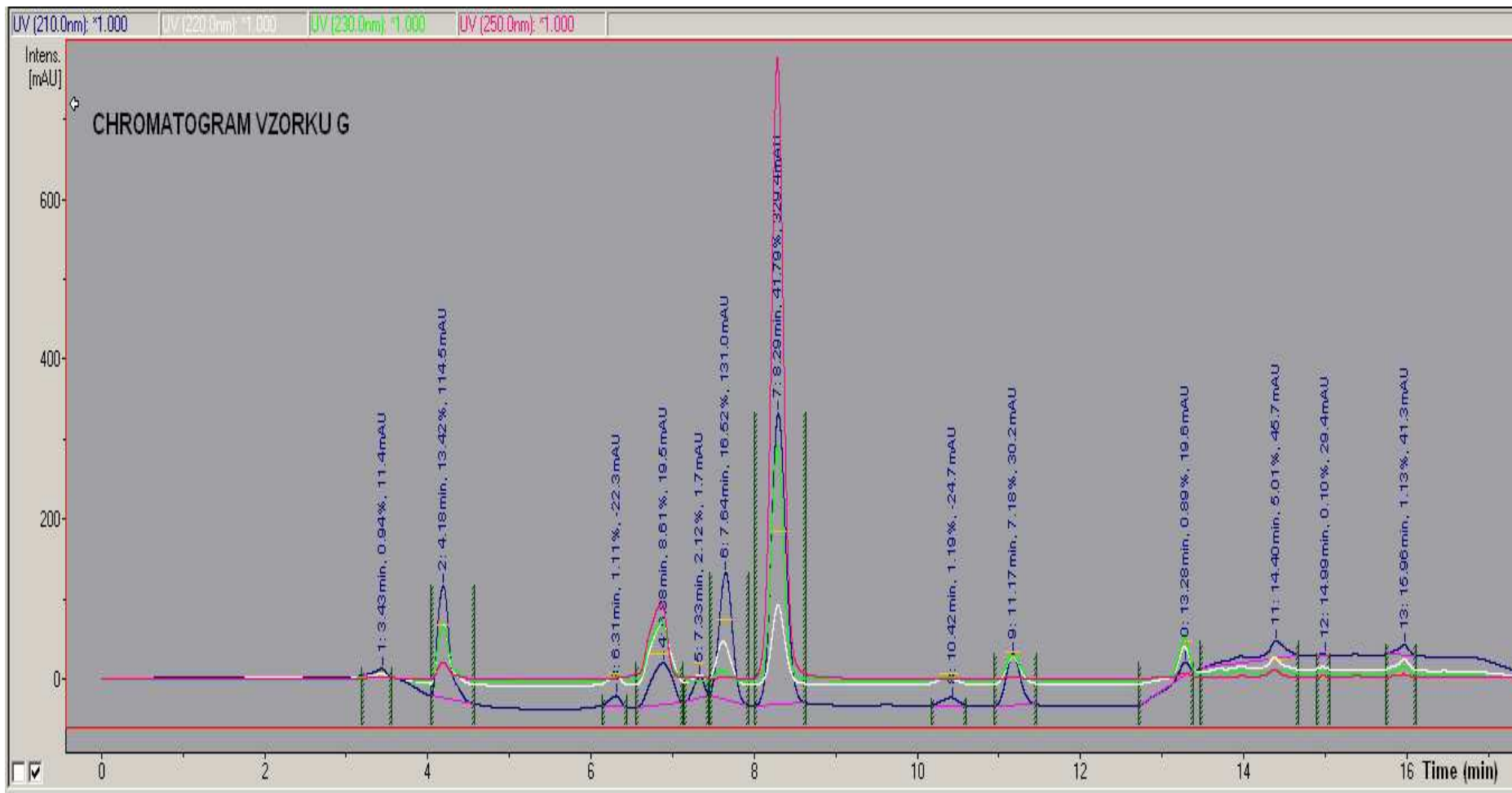


UV (210.0nm): \*1.000    UV (220.0nm): \*1.000    UV (230.0nm): \*1.000    UV (250.0nm): \*1.000



UV (210.0nm): \*1.000 | UV (220.0nm): \*1.000 | UV (230.0nm): \*1.000 | UV (250.0nm): \*1.000





UV (210.0nm) \*1.000    UV (220.0nm) \*1.000    UV (230.0nm) \*1.000    UV (250.0nm) \*1.000

### CHROMATOGRAM VZORKU H

