



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

## ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

# PŘÍPRAVA A STUDIUM VYBRANÝCH ÉTERICKÝCH OLEJŮ

PREPARATION AND STUDY OF SELECTED ESSENTIAL OILS

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Nikola Chmelová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jana Zemanová, Ph.D.

BRNO 2019

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1438/2018  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Studentka: **Nikola Chmelová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Biotechnologie  
Vedoucí práce: **Ing. Jana Zemanová, Ph.D.**  
Akademický rok: 2018/19

### Název bakalářské práce:

Příprava a studium vybraných éterických olejů

### Zadání bakalářské práce:

- Literární rešerše na zadané téma:
  - éterické oleje – jejich definice, charakteristika, účinky a využití (přehled)
  - principy jejich získávání
  - metody vhodné pro posouzení jejich kvality
- Praktická část:
  - příprava esenciálního oleje z vybraného rostlinného materiálu
  - základní charakteristika oleje
  - stanovení profilu sledovaných alergenů pomocí metody GC–FID
- Vyhodnocení dat, diskuse, formulace závěrů.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 24.5.2019

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

-----  
Nikola Chmelová  
student(ka)

Ing. Jana Zemanová, Ph.D.  
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2019

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## ABSTRAKT

Teoretická část této práce je zaměřena na charakteristiku, účinky a využití éterických olejů. Zároveň jsou popsány metody vhodné pro izolaci éterických olejů z rostlinných materiálů, možnosti identifikace a metody vhodné pro posouzení jejich kvality.

V experimentální části byl připraven éterický olej z rostliny rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) a máty peprné (*Mentha piperita*). Pro izolaci byly použity metody ethanolová extrakce a automatická extrakce hexanem pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm. Látky obsažené v silici z rýmovníku a máty byly analyzovány pomocí plynového chromatografu s hmotnostním detektorem. Cílem práce bylo zjistit, jaké potenciálně alergenní látky jsou obsaženy v silicích.

## ABSTRACT

The theoretical part of this bachelor thesis is focused on the characteristics, effects and use of essential oils. There are also described methods for isolating essential oils from plant materials, identification options methods suitable for assessing their quality.

Within the experimental part essential oils of the *Plectranthus amboinicus* and *Mentha piperita* were prepared. Ethanol extraction and automatic hexane extraction using Gerhardt Soxtherm instrument were used for the isolation. The substances occurring in the essential oils made of *Plectranthus amboinicus* and *Mentha piperita* were analysed using a gas chromatograph with a mass detector. The aim of this thesis was to find out what potentially allergenic substances are contained in essential oils.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Éterické oleje, alergenní vonné látky, *Plectranthus amboinicus*, *Mentha piperita*, plynová chromatografie GC, hmotnostní spektrometrie MS, extrakce, SPME.

## KEYWORDS

Essential oils, fragrance allergens, *Plectranthus amboinicus*, *Mentha piperita*, gas chromatography GC, mass spectrometry MS, extraction, SPME.

CHMELOVÁ, Nikola. *Příprava a studium vybraných éterických olejů* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/115669>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Jana Zemanová.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studentky

## PODĚKOVÁNÍ

*Děkuji vedoucí mé bakalářské práce paní Ing. Janě Zemanové, Ph.D. za vstřícný a přátelský přístup a podnětné připomínky při zpracování méji bakalářské práce. Moc děkuji také mé rodině za podporu během studia.*

## OBSAH

1	ÚVOD .....	3
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	4
2.1	Vůně a člověk .....	4
2.2	Historie vonných látek .....	4
2.3	Základní dělení vonných látek .....	4
2.3.1	Přírodní vonné látky .....	5
2.3.2	Syntetické vonné látky .....	8
2.4	Rostlinné silice .....	9
2.4.1	Fyzikální a chemické vlastnosti .....	9
2.5	Využití éterických olejů .....	10
2.6	Výrobní postupy éterických olejů .....	10
2.6.1	Destilace vodní parou .....	10
2.6.2	Lisování za studena .....	11
2.6.3	Extrakce organickými rozpouštědly .....	12
2.6.4	Enfleurage .....	13
2.6.5	Technologie živých květů – prostorová technologie .....	13
2.6.6	Superkritická fluidní extrakce (SFE) .....	13
2.7	Biologické účinky vonných látek .....	14
2.8	Alergické reakce na éterické oleje .....	15
2.8.1	Alergické kožní projevy .....	16
2.8.2	Alergické dýchací projevy .....	16
2.9	Kvalita silic .....	16
2.10	Legislativa v oblasti kosmetických přípravků .....	17
2.11	Bezpečnostní list .....	19
2.12	Plynová chromatografie .....	20
2.12.1	Chromatografická kolona .....	21
2.12.2	Detektory .....	21
2.12.3	Chromatogram .....	22
2.13	Mikroextrakce tuhou fází – SPME .....	23
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	25
3.1	Materiál .....	25
3.2	Pracovní pomůcky .....	25

3.3	Přístroje .....	26
3.4	Chemikálie.....	26
3.5	Použité metody a pracovní postupy.....	26
3.5.1	GC-MS analýza rostlinného materiálu .....	26
3.5.2	Extrakce v ethanolu .....	27
3.5.3	Extrakce v hexanu .....	27
3.6	Vyhodnocení měření .....	29
4	VÝSLEDKY A DISKUSE.....	30
4.1	Výsledky analýz .....	30
4.2	Podklady pro bezpečnostní listy.....	35
5	ZÁVĚR.....	37
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	38
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....	45
8	SEZNAM PŘÍLOH .....	46
8.1	Příloha A: GC-MS analýza samotného rostlinného materiálu .....	47
8.2	Příloha B: GC-MS analýza silic extrahovaných ethanolem .....	51
8.3	Příloha C: GC-MS analýza silic extrahovaných hexanem pomocí přístroje Soxtherm.....	54
8.4	Příloha D: GC-MS analýza silic extrahovaných ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce.....	57
8.5	Příloha E: Chromatogramy .....	61
8.6	Příloha F: Bezpečnostní list éterického oleje z rýmovníku .....	65
8.7	Příloha G: Bezpečnostní list éterického oleje z máty pepřné .....	74

# 1 ÚVOD

Vonné látky jsou v přírodě produkovány živými organismy, zejména rostlinami. Éterické oleje jsou koncentrované tekutiny obsahující vonné látky z rostlin, stromů, bylinek, koření, keřů nebo výhonků. Z celkového počtu 295 rostlinných čeledí obsahuje asi jedna třetina rostlin silice, které se dají průmyslově využít.

Podmínky, ve kterých se rostlina nachází, výrazně ovlivňují vlastnosti silic v rostlině. Silice se nachází v květech, listech, kořenech a někdy prostupují celou rostlinou, což je příklad jehličnanů. Na kvalitu silic má vliv čas sběru, místo a způsob pěstování, množství srážek, povětrnostní vlivy i následné zpracování a uchovávání [1].

Pro extrakci éterických olejů z rostlin lze použít několik metod, které se vhodně vybírají dle druhu rostliny. Velmi často se využívá destilace vodní parou, lisování a extrakce organickými rozpouštědly, například petroletherem nebo hexanem.

Éterické oleje jsou rozmanitá skupina látek vykazující řadu pozitivních účinků na lidský organismus, a proto se využívají jako složky farmaceutických výrobků a v aromaterapii. Některé rostliny mají specifickou vůni a využívají se i při výrobě parfémů. Rostlinné silice jako vonné látky ovlivňují nervový systém. Většinou jsou to látky těkavé, které rostliny vytváří mevalonátovým nebo šikamátovým způsobem [1].

Éterické oleje jsou látky rozpustné v tucích a nesmí se používat neředěné na kůži, proto se pro aromaterapie vždy používají éterické oleje zředěné v nosném oleji, například v oleji olivovém nebo pupalkovém. Kromě pozitivních účinků na organismus mohou mít éterické oleje i vliv negativní. Mohou vyvolávat kožní, dýchací i nervové projevy. Kvůli vysokému procentu osob alergických na různé látky se začaly zkoumat i alergeny obsažené ve vonných látkách.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Vůně a člověk

Vůně v každodenním životě hraje důležitou roli. Většina zážitků, které člověk řadí mezi chutě, je totiž komplexnější dojem, který je zaznamenaný chuťovými i čichovými buňkami. Pokud je přijímána aromatická potravina, dokážeme pouze rozeznat, jestli má sladkou, slanou, kyselou, hořkou či pikantní chuť. Pokud zaregistruje příslušné mozkové centrum vůni, zařadí ji nejdříve do jedné ze dvou hlavních skupin – zda je vůně příjemná, nebo nepříjemná. Jestliže se jedná o nepříjemný čichový vjem, chování osob je téměř instinktivní. Dochází u nich ke vzniku napětí a buď páchnoucí věc rychle odstraní, nebo se vzdálí, aby ji přestali cítit. Tato reakce je velmi významná. Látky, které jsou vyhodnoceny jako páchnoucí, jsou v mnoha případech zdraví škodlivé. Příkladem je prudce jedovatý sirovodík, který páchne po zkažených vejcích. Naopak uklidňujícím dojmem působí květinové a citrusové vůně. Některé pachy jsou zcela specifické pro určité choroby. Čichem lze rozeznat záškrť, při němž má dech nasládlý pach. Při jaterních chorobách je cítit hniloba a při neštovicích ostrý zápach [2] [3].

### 2.2 Historie vonných látek

První parfémové výrobky byly vyráběny ve starověké Mezopotámii. Na kresbách, které byly objeveny v pohoří Tassili, jsou vyobrazeny ženy, v jejichž vlasech jsou výtvarně znázorněné květy a na jejichž tělech jsou větvičky cypřišů. Cypřišové silice mají erotogenní účinky. Spalováním některých rostlin nebo jejich pryskyřic začalo první vědomé používání rostlin za účelem aromaterapie [3].

Již před 6000 lety existovala v údolí Nilu vysoce vyspělá společnost. Egypťské chrámy byly zasvěceny božstvům, která byla uctívána různými oběťmi. Nejčastěji bylo spalováno olibanum a myrha. Přípravy vonných olejů a mastí byly považovány za vysoce ceněné. Vonnými mastmi byli natíráni faraoni při slavnostních korunovacích. Na přípravu vonných olejů se nejčastěji používaly růže, bazalka, jasmín, máta, koření a lotosové květy. Egypťané používali oleje a krémy na ochranu proti horkému pouštnímu slunci a suchému větru. Základními přísadami byl sezamový a mandlový olej, aloe vera, olivy a růže. Pro mumifikace se používaly jehličnaté pryskyřice, cibule, lišejníky, henna a arabská guma [3] [4].

V Mezopotámii byly vonné oleje připravovány macerací rostlin v různých olejích. Nejčastěji se využívalo růží, ovocných stromů, vavřínu, lilí a fialek. Vonné oleje byly vyráběny z puškvorce, tymiánu, šafránu a skořice. Vonné masti a oleje sloužily opět k náboženským účelům a k počtě panovníků [3].

Arabové také používali vonné rostliny po staletí. O pouštních Arabech je známo, že mají i dnes mimořádně vyvinutý čich, takže dokáží na značnou vzdálenost rozeznat vůni oázy a slaný vlhký mořský vzduch. V orientálních zemích jsou po staletí oblíbené těžké, sladce balzamické vůně na bázi mošusu a santalu. V Číně se bohatě parfemovaly domy, chrámy i koupelny a v Indii se vonné květy a pryskyřice používaly v hlavně k počtě božstev [2] [3] [4].

### 2.3 Základní dělení vonných látek

Kvůli orientaci ve velkém množství vonných látek bylo třeba vytvořit systém. V minulosti se používaly především jednoduché vůně květinového původu – například růže, jasmín nebo šeřík. Dnes však bývají parfémové složení z desítek vonných látek. Složení těchto parfémových kompozic se určuje pomocí plynové chromatografie s hmotnostně spektrometrickým detektorem nebo plamenovým ionizačním detektorem. Vonné látky mohou být děleny podle zdrojů, ze kterých jsou získávány. Dělí se na přírodní a syntetické vonné látky [2] [5] [6].



### 2.3.1 Přírodní vonné látky

Jako přírodní vonné látky jsou označovány všechny materiály, které jsou získávány z přírodních zdrojů. Látky rostlinného původu jsou získávány z celých rostlin, květů, plodů, semen nebo kořenů. Látky živočišného původu jsou získávány ze sekretů žláz cibetky, bobra kanadského, vorvaně a kabara pižmového. Některé z těchto přírodních látek jsou velmi vzácné a od toho se odvíjí jejich cena [2] [5] [6]. Vonné látky v rostlinách vznikají dvěma odlišnými způsoby:

- mevalonátový postup, kdy dochází ke kondenzaci izoprenových jednotek za přítomnosti enzymů. Vznikají terpenické látky, které jsou součástí silic.
- šikamatový postup, který je možný jen u látek, které mají ve své struktuře navázané aromatické jádro. Výchozím produktem je glukóza a přes meziproducty nakonec vzniká kyselina skořicová, která je vstupní surovinou pro syntézu řady vonných látek [2] [3].

#### 2.3.1.1 Rostliny jako zdroje vonných látek

##### **Badyán** (badyáník pravý – *Illicium verum*)

Badyáník pravý je vždyzelený strom, který je příbuzný magnoliím. Badyán tvoří osmicípé hvězdicovité souplodí, které sladce kořenitě voní. V potravinářství se používá do perníku, povidel a do čajů. Obsahuje látky s antibakteriálními účinky, například safrol a anetol, který způsobuje typickou lékořicovou chuť [3].

##### **Citrusy**

Citrusové silice se vyrábí lisováním ze slupek plodů, také z listů, květů a mladých výhonků. Silice citronové a pomerančové patří mezi nejčastěji používané. Mezi vzácné druhy patří silice z plodů hořkého pomerančovníku neboli bigaradie a z limet. Destilací květů bigaradie vzniká nažloutlá, kořenitě nahořklá a sladce vonící silice. Extrakcí květů pomerančovníku vzniká silice, která má medově hnědou barvu, voskovitou konzistenci a hořce voní [3].

##### **Eukalyptus** (blahovičnick kulatoplodý – *Eucalyptus globulus*)

Blahovičnick jsou aromatické, stálezelené stromy a keře, kterým se dobře daří zejména v tropických a subtropických oblastech. Mají dlouhé jednoduché listy, ze kterých se destiluje bezbarvá až lehce nažloutlá silice. Voní svěže a kořenitě kastrově. Eukalyptová silice se používá při nachlazení, chřipce a horečkách [3] [7].

##### **Jasmín** (jasmín velkokvětý – *Jasminum grandiflorum*)

Z bílých květů jasmínu se extrakcí vyrábí medově hnědá, voskovitá a příjemně vonící silice. Květy jasmínu pro extrakci se sbírají velmi brzy ráno, kdy je obsah silice v květech největší. Jasmínová silice patří k nejvzácnějším a nejdražším vonným látkám. Obsahuje linalool, benzyl acetát, *cis*-3-hexenyl [2] [3] [8].

##### **Levandule** (levandule úzkolistá – *Lavanula angustifolia*)

Levandule je oblíbená pro svou intenzivní vůni. Ve Španělsku, Itálii a Francii se používá jako koření, nejčastěji v kombinaci se šalvějí. Ve 20. století byl vyšlechtěn hybrid levandule, který se nazývá lavandin. Lavandin a levandule pravá poskytují dvě různé silice, které se používají jako součást pánské kosmetiky, nejčastěji kolínské vody [3] [9].

##### **Máta** (máta peprná – *Mentha piperita*)

Máta peprná (viz *Obrázek 1*) je bylina z čeledi hluchavkovité. Je to přirozený hybrid máty vodní a máty klasnaté. Má chlupatou lodyhu a listy vejčitého tvaru. Kvete růžovo-fialovými květy v období od července do září. Dorůstá do výšky 50 až 80 cm. Silice z máty peprné jsou vylučovány pletivy, které

se nazývají žláznaté trichomy. Silice má žlutozelené zbarvení, výraznou mentolovou vůni s chladivým efektem. Využívají se do kompozic pro zubní pasty, ústní vody a žvýkačky. Čerstvé listy se používají do nápojů, salátů, čajů a k výrobě alkoholických nápojů. V lidovém léčitelství se uplatňují při bolestech hlavy, žaludku a střev. Mátové silice jsou ve světě velmi oblíbené, podobně jako citrusové silice [3] [10].



Obrázek 1: Mátá peprná [11]

#### **Růže** (růže stolistá – *Rosa centifolia*)

Některé druhy růží se pěstují pouze pro výrobu silic. Pro výrobu silice z růží je třeba růžové květy trhat ráno podobně jako u jasmínu, protože obsah silice v květech je po ránu nejvyšší. Růžové silice se vyrábí destilací květů vodní parou, extrakcí květů tuky nebo extrakcí organickými rozpouštědly. Destilovaná růžová silice je světle žlutá a má jemnou vůni. Tyto silice jsou cenné a velmi drahé, proto se používají jen do luxusních parfémů [3] [12].

#### **Vanilka** (vanilovník plocholistý – *Vanilla planifolia*)

Plody vanilovníku jsou tobolky se semeny, která jsou uložena v měkké vonné hmotě. Zralé tobolky mají využití jako koření. Extrakcí tobolek pomocí těkavých rozpouštědel vzniká extrakt, který se používá do parfémových kompozic květinového a orientálního typu [3].

#### **Rýmovník** (rýmovník – *Plectranthus amboinicus*)

Rýmovník (viz Obrázek 2) se přirozeně vyskytuje v tropických oblastech Afriky a Asie. Je označován také jako mexický eukalyptus nebo kubánské oregano. Má dužnatou stavbu těla a silný křehký stonek. Listy jsou jednoduché oválné nebo vejčité se zužující se špičkou. Dorůstá do výšky 30 až 60 cm. Čerstvá bylina má pronikavou, lehce kořeněnou chuť a vůni připomínající meduňku. Dochuť má jemně nahořklou. Hojně se využívá v asijské, především ve vietnamské kuchyni na přípravu polévek, masa a mořských plodů. V lidové medicíně se používá k léčbě nachlazení, astma, zácpy, horečky i kožních onemocnění. Extrakt obsahuje fenolické sloučeniny – kyselinu kávovou, kyselinu rozmarýnovou, flavonoidy luteolin, kvercetin a rutin. Tyto látky se podílejí na antimikrobiálních, protizánětlivých, antioxidačních a analgetických vlastnostech. Užívá se také jako prevence proti respiračním, kardiovaskulárním, kožním a trávicím chorobám. Vodný extrakt z listů a silici z rostliny lze využít k léčbě malárie. Extrakt vykazuje inhibiční aktivitu proti parazitu *Plasmodium berghei* vyvolávajícímu malárii. Silice obsahují monoterpeny (limonen, linalool,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen, cymen,  $\alpha$ -terpinen), dominantními jsou tymol a karvakrol. Tyto složky nabízejí poměrně levný a šetrný prostředek ke kontrole a redukci populace přenašečů malárie [13] [14] [15].



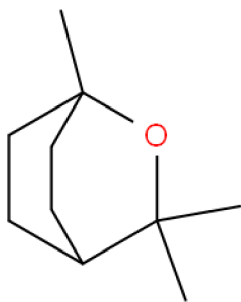
Obrázek 2: Rýmovník [16]

Tabulka 1: Přehled některých silic, jejich vlastností a účinných látek

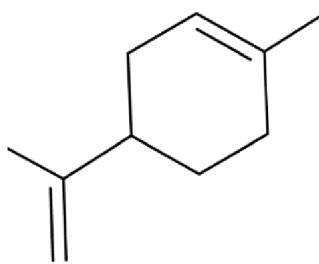
Název silice	Hlavní účinné látky	Vlastnosti	Zdroj
Hřebíčková silice	eugenol, $\beta$ – karyofylen	proti nadýmání, zubní analgetikum, antiseptikum	[17] [18]
Bazalková silice	linalool, eukalyptol, chavibetol, menthol	antibakteriální, insekticidní, vyvolává pocení, proti žaludečním bolestem	[18]
Eukalyptová silice	eukalyptol (Obrázek 3), citronellal, limonen	antiseptikum, zklidňuje podrážděné dýchací cesty a usnadňuje vykašlávání	[17] [19]
Kafrová silice	kafr, cineol, $\alpha$ -terpineol, safrol	repelentní vlastnosti, chladící, stimulační	[17] [20]
Cedrová silice	$\alpha$ -pinen, $\beta$ -pinen, 1- hexen- 3-yne, bicyclo[2.2.1] heptan-2-ol	antiseptikum, stahující, fungicidní, sedativní účinek	[21]
Levandulová silice	lavandulol, $\beta$ -pinen, geraniol	uklidňující, antiseptické vlastnosti, stimulant	[9]
Heřmánková silice	chamazulen, $\alpha$ -bisabolol, farnesen	uvolňující, hojivé a protizánětlivé	[22]
Zázvorová silice	felandren, kamfen, linalool, zingiberol	hřejivé a prokrvující	[9]

Tabulka 1: Přehled některých silic, jejich vlastností a účinných látek – pokračování

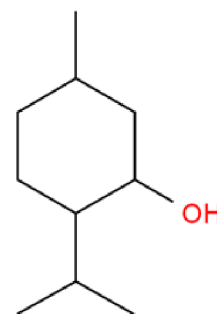
Název silice	Hlavní účinné látky	Vlastnosti	Zdroj
Rozmarýnová silice	$\alpha$ -pinen, kamfen, eukalyptol, borneol, kafr, $\alpha$ -terpineol	prokrvuje a zahřívá, stimuluje nervovou soustavu	[9] [23]
Šalvějová silice	<i>cis</i> -thujone, <i>trans</i> -thujone, kafr, eukalyptol, borneol	dezinfekční, hojivé, antimikrobiální stahující účinky	[9] [24]
Růžová silice	citronellol, linalool, rhodinol, citronellyl acetát	antiseptické, uvolňující	[12]
Mátová silice	Menthol (Obrázek 5), menthyl acetát, menthon, piperitone, menthofuran	antiseptické, snižuje horečku, pomáhá při nadýmání, nervovém vypětí a zánětech dýchacích cest; snižuje svalové napětí	[9] [25]
Jalovcová silice	$\alpha$ -pinen, $\beta$ -pinen, myrcen, sabinen, limonen (Obrázek 4)	stimulující, antiseptické vlastnosti, protizánětlivé	[9] [26]



Obrázek 3: Eukalyptol [27]



Obrázek 4: Limonen [28]



Obrázek 5: Menthol [29]

### 2.3.2 Syntetické vonné látky

Zatímco v dřívějších dobách byly zdrojem vonných látek výhradně přírodní materiály, je dnes rozvoj této oblasti nemyslitelný bez synteticky vyrobených látek. Syntetické vonné látky jsou uměle vyráběné aromatické látky, jejichž rozvoj výroby navazuje na pokrok práce chemiků, kteří se zaměřovali na izolaci a stanovení struktury přírodních aromatických sloučenin. Cílem těchto umělých látek bylo napodobit vůni přírodní vonné složky. Díky chemickým syntézám došlo ke zlevnění parfémů. K dalším výhodám patří také to, že čistota syntetických složek je mnohdy vyšší než čistota přírodních složek. Syntéza skořicového aldehydu byla vypracována až v roce 1856. Následně byl syntetizován benzaldehyd a kyselina salicylová. O pár let později byl syntetizován vanilin, kumarin a piperonal, které v tehdejší parfumerii způsobili revoluci. Syntéza vanilinu, která byla provedena trojicí německých chemiků Haarmannem, Tiemannem a Reimerem, je jedním z největších úspěchů v historii vonných

látek. Mezi další známé syntetické vonné látky patří alylamylglykolát, který má svěží ananasovou vůni; ethylmethylfenylglycidát, který má sladkou jahodovou vůni a methyldihydrojasmonát, který se nachází v přírodní jasmínové silici [3] [30].

## 2.4 Rostlinné silice

Silice jsou organické látky rostlinného původu, označované také jako éterické oleje. Jsou obsaženy v různých částech rostlin, například v květech, plodech, listech, kůře nebo kořenech, někdy se nachází ve žláznatých chlupcích a žláznatých buňkách. Jejich význam pro rostliny je objasněn pouze částečně, slouží jako lákadla pro opylující hmyz, usměrňovače transpirace, popřípadě mají funkci fytoncidů. Fytoncidy v rostlinách plní obrannou funkci – brání růstu mikroorganismů. Obrannou funkci má například alicin, který pochází z česneku. Obsah silic v rostlinách závisí na jejím životním cyklu a na čase, což dokazuje jejich aktivní zapojení do látkové výměny [9].

### 2.4.1 Fyzikální a chemické vlastnosti

Jednotná definice éterických olejů je složitá. Silice jsou z chemického hlediska směsí těkavých uhlovodíků a kyslíkatých organických látek. Obsahují látky glykosidického charakteru, hořčiny, třísloviny. Jsou to látky, které jsou ve vodě špatně rozpustné a mohou být vonné, ale některé jsou i bez vůně. Nejčastěji jsou silice bezbarvé, ale oxidací mohou tmavnout. Některé mají přirozeně žluté zbarvení, což je příklad hřebíčkové silice, nazelenalé nebo namodralé zbarvení, například heřmánková silice. Většinou jsou v kapalném skupenství. Mají obvykle nízkou teplotu varu, menší hustotu a vyšší index lomu než voda. Silice se nejčastěji skládají z terpenů, seskviterpenů, aldehydů, ketonů, alkoholů a esterů. Právě terpeny obsažené v silicích způsobují charakteristickou vůni [1].

Získávají se například destilací vodní parou či lisováním různých částí rostlin, květů, plodů, listů, kůry, dřeva i kořenů. Jsou velmi těkavé a citlivé na vzduch a světlo, proto je nutné je skladovat v dobře těsnících obalech z tmavého skla. Mezi nejznámější éterické oleje patří levandulový nebo čajovníkový olej [9].

Vhodně zvolené éterické oleje nebo kombinace těchto olejů mají schopnost ovlivňovat tělesné funkce a psychický stav. Mezi nejvýznamnější účinky patří prevence před zdravotními či psychosomatickými potížemi a navození duševní pohody. Při použití je nutné ředit éterický olej v nosném rostlinném oleji nebo v ethanolu. Nosný olej lze přidat už při stáčení esenciálního oleje do lahvíček nebo až těsně před jeho užitím. Jako nosný olej se používá například avokádový olej, který je snášen všemi druhy pletí, obzvláště suchou pokožkou, meruňkový olej, lněný olej, olivový olej, ricinový olej a makový olej, který má uklidňující účinky a jemně nasládlé aroma [9].

Esenciální oleje z citrusů, čajovníku (*tea tree*), citronové trávy (*lemongrass*) mají trvanlivost jeden až dva roky. Je to kvůli vysokému obsahu monoterpenů, hlavně limonenu, které jsou náchylnější k oxidaci. Nejdelší skladovatelnost 4 až 8 let mají oleje ze santalového dřeva nebo z pačuli obecné, obsahují totiž vysoký podíl seskviterpenů. Pro terapeutické využití je doporučeno používat oleje mladší 4 let. Použitelnost esenciálních olejů lze prodloužit skladováním ve vhodných podmínkách – v tmavých skleněných nádobách a na tmavých, chladných místech [31].

Teploty pod 10 °C olejům neuškodí. Některé mohou ztuhnout, některé složky olejů krystalizují. Při ztuhnutí je nutné olej nejprve postupně zahřívat při pokojové teplotě, případně rozehřát ve vodní lázni teplé maximálně 40 °C. Ztuhlý olej získá opět tekutou podobu. Některé oleje mají bod vzplanutí 38 až 60 °C, což znamená, že nejlehčí složka éterického oleje se může při vyšších teplotách dočasně oddělit a odpařit se v uzavřené lahvi. Pokud by byla láhev otevřena, nejlehčí sloučeniny by mohly uniknout a účinnost oleje by se snížila. Je dobré nechat olej nejprve vychladnout na nižší teplotu, aby odpařené složky znovu zkonzovaly, a pak teprve lahev otevřít [32].

## 2.5 Využití éterických olejů

Aromaterapie může být aplikována několika způsoby. Nejčastěji využívaným způsobem je inhalace, vstřebávání přes pokožku – koupel, obklad, masáž nebo napařování obličeje [1].

Proces inhalování v aromaterapii je neurochemický a jeho účinek na organismus závisí na druhu aromatické látky. Podstatou inhalace je vdechování látky rozptýlené do okolí. Využívají se aromalampy, difuzéry a rozprašovače. Inhalace se dělí na studenou a parní. Ke studené inhalaci se používá kapesník s 1 až 4 kapkami oleje. Při parní inhalaci se molekuly éterického oleje s vodou společně odpařují [1].

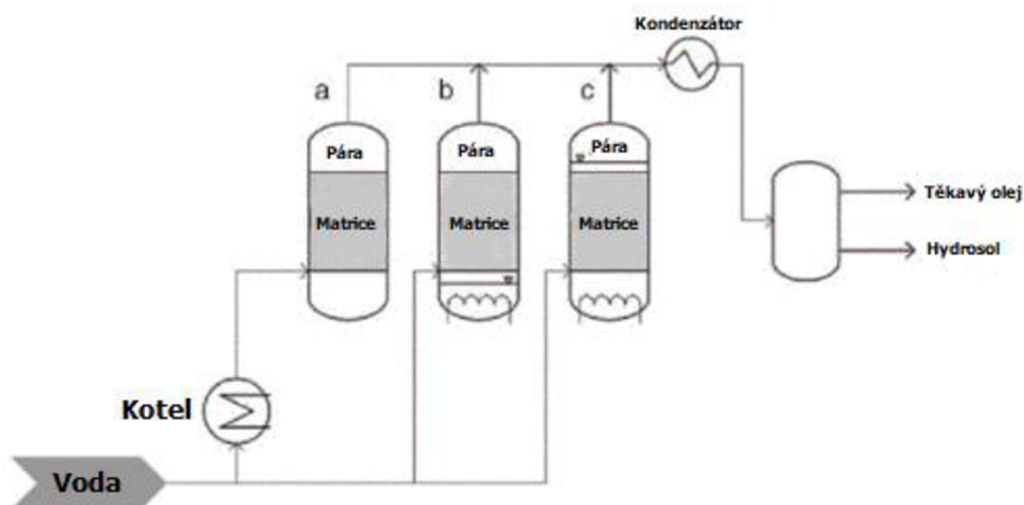
Další možnou aplikací jsou aromatické koupele, které mají zklidňující účinek na organismus. Pro masáže se éterické oleje připravují ředěním v základním nosném oleji. Masáž je velmi oblíbená metoda aromaterapie, dochází při ní k uvolnění svalového napětí, ztuhlosti a ke zlepšení krevního oběhu v masírovaném místě. Obklady se připravují teplé nebo studené. Éterický olej se smíchá s hydrofilním olejem, naleje se do teplé nebo studené vody, v ní se namočí obklad a přikládá se na postižené místo. Při bolestech v dutině ústní a v krku se aromaterapie aplikuje kloktáním. Velmi oblíbený je šalvějový olej. Éterický olej se nakape do sklenice teplé vody, promíchá se a směs se kloktá [1] [32] [33].

## 2.6 Výrobní postupy éterických olejů

Éterické oleje jsou vyráběny různými metodami, jako je například extrakce organickými rozpouštědly, superkritická fluidní extrakce nebo destilace vodní parou. V minulosti byl poměr mezi éterickými oleji vyráběnými destilací vodní parou a oleji, které jsou vyráběny zbylými metodami je 93 % ku 7 %. Dnes už se používají spíše rychlejší a efektivnější metody [34].

### 2.6.1 Destilace vodní parou

Parní destilace je proces, který se používá k získávání těkavých sloučenin. Nejčastěji se používá pro získávání éterických olejů z rostlin. V praxi tento způsob používá vodu a/nebo páru jako extrakční činidlo k odpařování nebo uvolňování těkavých sloučenin z rostlinného materiálu. Vznikající sloučeniny absorbují teplo z páry a stanou se těkavými, poté jsou transportovány do páry, kde jsou rozptýleny. Výsledná parní fáze je ochlazena, čímž těkavé látky zkondenzují. V tomto procesu jsou získány dva produkty: těkavý olej a hydrosol. Těkavý olej se nachází v horní fázi a hydrosol, který se skládá z vody a hydrolyzovaných sloučenin, je ve spodní fázi. Podle typu interakce mezi rostlinnou maticí a vodou a/nebo párou, existují tři možné varianty (viz Obrázek 6): suchá parní destilace (a), přímá parní destilace (b) a hydrodestilace (c) [35].



Obrázek 6: Schéma různých typů destilace vodní parou [35]

Některé rostlinné materiály mohou být citlivé na vysoké teploty, a proto z nich nelze touto metodou získat éterický olej. Destilací se odstraní většina nečistot, ale i přesto pesticidy a herbicidy mohou esenciální olej kontaminovat. Proto je vhodné použít organicky pěstované rostliny. Destilací vodní parou se vyrábějí silice z plodů – kmínová, pepřová, z celé natě nebo jen z listů – například silice mátová, eukalyptová [3] [36].

Při přímé parní destilaci je matrice uložena na perforované mřížce nad spodní částí stojanu, tudíž nedochází k přímému kontaktu s vodou. Při hydrodestilaci je hlavním aspektem přímý kontakt vařící vody a rostlinného materiálu. Rostlinný materiál se namočí na několik hodin do vody, směs se zahřívá, těkavé složky jsou unášeny v páře, kondenzují se a oddělí se. Po extrakci se esenciální olej často redestiluje, čímž se získá čistější produkt. Je to náročný proces, který má nízké výnosy [9] [35] [37].

Mezi výhody parní destilace patří, že vznikají produkty bez organických rozpouštědel a není třeba provádět další separační kroky, na rozdíl od jiných extrakčních procesů. Nevýhodou je dlouhá doba extrakce, která trvá 3 až 6 hodin, a vysoká spotřeba energie [35].

Princip destilace s vodní parou je stejný jako u destilace při atmosférickém tlaku. Spočívá ve využití Daltonova zákona. Důležitá je skutečnost, že soustava dvou vzájemně nemísitelných kapalin se destiluje při teplotě nižší, než odpovídá teplotě varu těkavější složky. Voda je velice výhodné činidlo na operace tohoto typu, protože se s většinou organických látek nemísí, snižuje bod varu směsi a je možné získat vysoké výtěžky i při nízkých parciálních tlacích organických látek [38].

Množství oleje v rostlinách závisí na části životního cyklu rostliny. Je tedy potřebné přesně vědět, kdy, jak a jakou rostlinu sbírat. Například levandule by se měla sklízet ve chvíli, kdy zvadla již asi polovina květů na stonku. Na druhou stranu rozmarýn se sklízí v plném rozkvětu. Sběr špatných částí rostlin a špatně načasovaná sklizeň můžou snížit kvalitu i kvantitu esenciálního oleje [39].

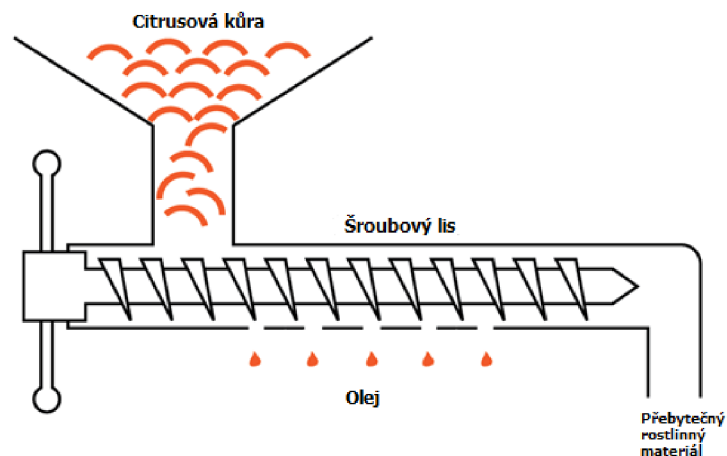
Většina éterických olejů je rostlinami zadržována v olejových žlázách, žilkách a chlupech, které jsou velmi křehké. Rostliny se nesekají, ani jinak nepřipravují. Sekání by bylo dokonce kontraproduktivní, protože se tím ztratí část oleje. Vhodné pro úpravu je pouze sušení. Sušení sice vytáhne malé množství oleje z každé rostliny, ovšem celý varný proces bude mít větší výtěžnost, protože do destilační nádoby bude možné naložit větší množství materiálu. Sušení by mělo probíhat pomalu a mimo přímé sluneční světlo, aby se minimalizovaly ztráty oleje [40].

## 2.6.2 Lisování za studena

Lisování za studena se používá zejména pro citrusové plody (*Obrázek 7*). Vymačkáním citrusové kůry získáme velmi kvalitní esenciální oleje, neboť oleje citrusů se nacházejí blízko povrchu slupky. Tímto způsobem lze získat například silice pomerančová a citronová. Oleje lisované za studena jsou velmi kvalitní a používají se v potravinářství nebo pro aromaterapeutické účely. Oleje lisované za tepla, které jsou dále extrahované pomocí organických rozpouštědel, se označují také jako rafinované. Nejčastěji je to sójový nebo mandlový olej [2] [36].

Většina silic je špatně rozpustná ve zředěném ethanolu kvůli vysokému podílu terpenických a seskviterpenických uhlovodíků. Seskviterpenické uhlovodíky netvoří vonnou podstatu silice, ale spíše snižují její kvalitu. Terpeny se ze silic odstraňují azeotropní destilací se zředěným ethanolem, což je nejstarší a málo účinná metoda. Modernější metody jsou založené na různé rozpustnosti jednotlivých složek silice ve dvou rozpouštědlech, která se vzájemně nemísí. V praxi má využití zředěný ethanol, nízkovroucí benzín nebo kombinace těchto dvou látek [3] [9].

Pro kožní aplikaci nebo k vnitřnímu užití se používají především oleje z prvního lisování, kdy by teplota neměla přesáhnout hodnotu 35 °C. Tyto oleje se označují jako panenské a jejich trvanlivost je 6 až 9 měsíců. Pro vaření se pak používají oleje rafinované, které mají trvanlivost 12 až 18 měsíců [41].

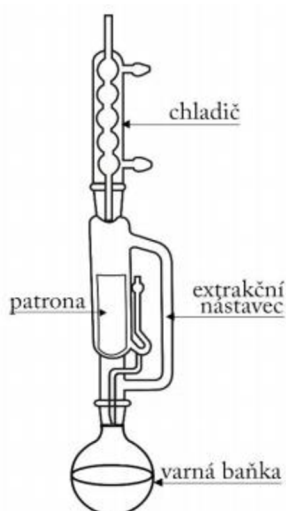


Obrázek 7: Schéma lisu [42]

### 2.6.3 Extrakce organickými rozpouštědly

Je to nejstarší metoda získávání olejů. Jedná se o velmi šetrný proces, při kterém nejsou vonné látky vystaveny působení vysokých teplot. Používá se při ní nízkovroucích rozpouštědel, například ethanolu nebo petroleje, které nesmí chemicky měnit strukturu extrahovaných vonných látek. Do uzavřených nádob s čerstvými nebo sušenými rostlinami se přivede rozpouštědlo. Poté se musí rozpouštědlo odpařit a zůstane pouze čistá vonná látka. Používá se u citlivého rostlinného materiálu jako například u květů kanangy vonné. Výsledný produkt zvaný absolutum může obsahovat i další rostlinné složky [2] [36] [43].

Jedním z možných způsobů je extrakce v Soxhletově extraktoru (Obrázek 8). Postup spočívá v navážení vzorku do patrony, která je umístěna v aparatuře. Do patrony neustále kondenzuje rozpouštědlo a vymývá rozpustné komponenty z tuhé matrice vzorku. Rozpouštědlo obsahující rozpuštěné analyty je poté vráceno do varné baňky a proces je opakován, dokud nejsou požadované komponenty ze vzorku izolovány v dostatečném množství. Výhodou této metody jsou nižší pořizovací náklady a malé nároky na obsluhu. Také se jedná o metodu normovanou, takže pro její použití není nutné optimalizovat extrakční podmínky. Nevýhodou je časová náročnost metody (až 20 hodin) a velká spotřeba organických rozpouštědel. Moderní extrakční techniky (například systém Soxtherm, Soxtec) jsou založeny na tom, že vzorek je během procesu ponořen přímo v organickém rozpouštědle, čímž dojde k dočasnému zvýšení teploty extrakce. Dočasným zvýšením teploty může však dojít k degradaci méně stabilních sloučenin [44].



Obrázek 8: Soxhletův extraktor [45]



#### 2.6.4 Enfleurage

Tato technika je široce využívána v parfémovém průmyslu. Výrobci parfémů pracují se skutečností, že některé květiny vydávají vůni ještě poté, co byly sesbírány. Enfleurage je extrakce tukem za studena, provádí se například pomocí vepřového sádla. Je to pomalý proces, kterým se získá malé množství vysoce kvalitní silice. Provádí se na tzv. *châssis* (Obrázek 9), což jsou dřevěné rámy, do nichž je zasazena skleněná deska. Vylatí se jen u vzácných rostlin, například z květů jasmínu a bělokvětu hlíznatého. Postup je takový, že čerstvě natrhané květy se nakladou na tenkou vrstvu směsi tuků, která je nanášena na skle nebo na tkanině. Vrstva tuků zachycuje silici, která se z květů vypařuje. Květy se kladou na tuk tak dlouho, až se tuk silicí nasytí. Saturace tuku je prakticky vyzkoušená a odpovídá 4 až 5 kg květů na 1 kg tuku. Tuk nasycený silicí se nazývá pomáda. Ta se pak extrahuje ethanolem. Výluh se zmrazí a filtruje. Výsledný produkt se označuje jako laváž. Z laváže se oddestiluje ethanol a zbytek silice je absolutní [3] [9] [43].



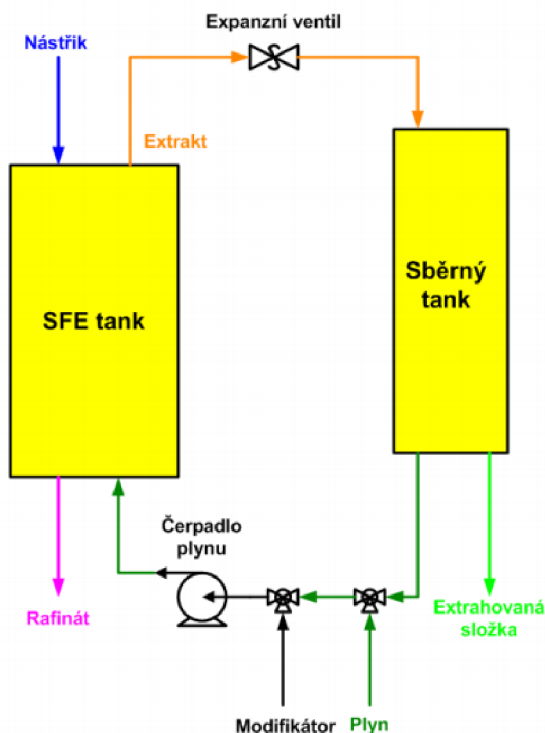
Obrázek 9: Enfleurážní systém [46]

#### 2.6.5 Technologie živých květů – prostorová technologie

V roce 2008 byl vymyšlen další způsob, jak získat vonný materiál pro parfumerické účely. Podle této technologie je teoreticky možné získat vůni z čehokoliv, ať už jsou to květiny nebo jakýkoliv jiný materiál. Vonný předmět, například květina, se vloží do vývěvy, ve které se vytvoří vakuum. Květina svou vůni vyloučí do vakua. Po cca 30 minutách se vůně odčerpá do plynového chromatografu s detektorem, který přesně vůně analyzuje a identifikuje [43].

#### 2.6.6 Superkritická fluidní extrakce (SFE)

Tímto způsobem lze získat vysoce kvalitní silice. Jedná se o proces separace jedné složky od zbylých složek tím, že je použita superkritická látka jako extrakční rozpouštědlo. Nejčastěji se používá superkritická kapalina CO<sub>2</sub>, někdy modifikovaná přísadkou ethanolu nebo methanolu. Oxid uhličitý je udržován pod tlakem v kapalném stavu v uzavřeném systému s rostlinnou drogou, ze které uvolňuje silice [9] [48] [49]. Schéma superkritické fluidní extrakce je zobrazeno viz Obrázek 10.



Obrázek 10: Instrumentace superkritické fluidní extrakce [50]

## 2.7 Biologické účinky vonných látek

Rostlinné silice jako vonné látky ovlivňují prostřednictvím čichového centra nervový systém. Mohou vykazovat stimulační a uklidňující účinky na nervovou soustavu. V nose se totiž nachází čichový epitel, ve kterém můžeme najít trojklanný nerv, který je klíčový pro čich. Materiály, které stimulují trojklanný nerv, mohou způsobit škrábání v očích, podráždění nosní sliznice a dýchacích cest. Stimulační účinek se projevuje zvýšenou duševní i fyzickou výkonností. Stimulačně působí mátový éterický olej nebo grapefruitový. Uklidňující účinek se projevuje snížením svalového napětí a psychickým uvolněním. Relaxačně působí heřmánek nebo dobromysl [51] [52] [53].

Silice vykazují řadu dalších pozitivních účinků na lidský organismus, a proto se využívají jako složky farmaceutických výrobků nebo potravinářská aditiva. Při vnější aplikaci na pokožku mají účinky zklidňující, prokrvující, hřejivé či chladiivé, ochranné, dezinfekční, mykostatické a bakteriostatické. Další účinky mohou být alergenní, repelentní, protizánětlivé, anestetické, antiseptické, hojivé, antivirové, antioxidační a afrodiziakální. Nicméně ne všechny látky působí pozitivně, některé vonné látky vykazují toxické účinky [2] [9] [54].

- **Alergenní účinky** – nejčastěji alergie vyvolávající chemické sloučeniny jsou eugenol, isoeugenol, hydroxycitronellal, geraniol a benzylcinnamát, extrakt dubového mechu (obsahuje alergen altranerin) a amylcinnamal. Tyto látky mají často antibakteriální a hojivé účinky. Výše vypsane látky jsou obvykle součástí kožních alergenních testů [2].
- **Repelentní a spasmolytické účinky** – existují přírodní látky odpuzující komáry, které mají stejně dobrý účinek jako syntetické repelenty. Mezi takové látky patří vanilin, kumarin a parahydroxybenzylacetone. Spasmolytické účinky jsou ty, které potlačují sekreční činnost různých orgánů a brání poklesu krevního tlaku, jedná se například o pinen, který se přirozeně nachází v rozmarýně, kopru, bazalce a růži [2] [7].

- **Protizánětlivé a baktericidní účinky** – silné protizánětlivé účinky mají kafr (je součástí silice bazalky, rozmarýny lékařské, mrkve), pinen a borneol. Dále také thymol, menthol a eugenol. Tyto silice ničí choroboplodné zárodky. Oblíbený při nachlazení a na drobné rány je také heřmánek, který obsahuje chamazulen [2].
- **Anestetické a antiseptické účinky** – mezi anestetika, tedy látky, které tiší bolest, patří amylsalicylát, fenchon (je součástí fenýklu) a terpineol. Antisepticky působí citral, vanilin, linalool, thymol, geraniol a eugenol, které ničí choroboplodné mikroorganismy. Přírodní lemongrásová silice má dobrý účinek proti kmenu *Staphylococcus aureus*, který způsobuje mírné záněty kůže až velmi vážné sepse, při nichž mohou selhávat orgány. V případě bolesti zubů je vhodné použít hřebíčkový olej, protože výtažky z hřebíčku tlumí bolest citlivého zubního nervu [2] [37] [55].
- **Antivirové účinky** – viry jsou nebuněčné organismy, které jsou tvořeny pouze jednou nukleovou kyselinou a proteinovou schránkou kapsidou. Viry se rozmnožují tak, že naruší buňku hostitele, přenesou do ní svou nukleovou kyselinu a využijí hostitelské buňky pro vlastní replikaci. Antivirové účinky má například tea tree olej, který má široké využití. Pomáhá v boji proti viru *Herpes simplex* typu 1, který způsobuje herpetické projevy na rtech a sliznicích, a také viru *Herpes simplex* typu 2, který způsobuje herpetické změny na genitálu [56] [57].
- **Podpora trávení** – do této skupiny se řadí aromatické a hořké látky, které jsou obsaženy zejména v hluchavkovitých rostlinách. Hořké látky stimulují vylučování trávicích šťáv a povzbuzují chuť k jídlu. Často jsou přidávány do likérů, aperitivů a kořeněných vín. Jedná se především o bazalku, oregano, šalvěj, majoránku a listy rozmarýny [7].
- **Toxické a karcinogenní účinky** – toxické účinky vykazují například monoterpeny  $\alpha$ -thujon a  $\beta$ -thujon, které jsou součástí pelyňků, šalvějové, cypřišové a vřeskové silice. Tyto silice se používají k výrobě hořkých alkoholických nápojů. Thujony vykazují neurotoxicitu, která se projevuje halucinacemi, proto je obsah thujonů v nápojích přísně regulován. Další významnou látkou je kumarin, který vykazuje hepatotoxické účinky. Kumarin společně s rutinem a hypericinem pomáhají při léčbě křečových žil. Některé alkenylbenzeny, například safrol nebo estragol, vykazují karcinogenní účinky [7].

## 2.8 Alergické reakce na éterické oleje

Vonné látky jsou nedílnou součástí našich životů. Vyskytují se například v parfémeh, pracích práscích, mýdlech, vlasových přípravcích, krémech, vonných tyčinkách a svíčkách. V potravinách se může nacházet například amylcinnamyl alkohol a citronellol. Amylcinnamyl alkohol se nachází v cukrovinkách, nápojích a ovocných aromatizovaných čajích. Citronellol se vyskytuje v černém čaji a v citrusovém ovoci.

Mnoho lidí používá parfemované výrobky pravidelně, bez jakýchkoliv škodlivých následků, ale u citlivých osob mohou tyto výrobky vyvolat řadu alergických reakcí. Vonné látky mohou vstupovat do těla vdechnutím, polknutím nebo absorpcí. První známkou vonné iritace nebo alergie je obvykle vyrážka na kůži po použití kosmetického přípravku. Dalšími možnými reakcemi na vonné látky jsou nevolnost, závratě, bolesti hlavy, svědicí pokožka, oči, dušnost, kašel, bolest v krku nebo neobvyklá chuť v ústech [58].

Většina esenciálních olejů je bezpečná, pokud jsou používány ředěné v nosném oleji a jsou používány běžně a předvídatelně v souladu se značením výrobku a doporučeným dávkováním výrobce. Nosné oleje jsou stále a často zvyšují stálost esenciálních olejů. Mezi nebezpečné esenciální oleje se řadí ty, které obsahují velké množství ketonů, jež mohou být neurotoxické, teratogenní nebo mohou vyvolat epileptický záchvat, nebo fenolů, které velmi silně dráždí kůži [59].

### 2.8.1 Alergické kožní projevy

Kůže bývá označována jako největší lidský orgán. Má řadu funkcí. Jednou z nich je ochrana organismu přes infekci, udržuje stálou tělesnou teplotu, zadržuje vodu, zbavuje se odpadních látek, umožňuje vnímání tepla a chladu. Nejtenčí kůže se nachází na očních víčkách a uších, naopak nejtlustější je na zádech, chodidlech a dlaních. Kůže se skládá se tří vrstev: pokožky, škály a podkožního vaziva [60].

Vůně jsou odjakživa uznávány jako dráždivé látky. Vonné ingredience mohou být iritanty, alergeny, fotosenzibilátory nebo fytotoxiny a mohou mít další negativní účinky na pokožku. Odhaduje se, že 1 až 5 % populace má kožní alergii na vůni. Parfémová alergie je jedním z nejčastějších typů kontaktní alergie. Kontaktní alergii mohou vyvolat například cinnamát. Do této alergenní skupiny látek patří také například skořicový alkohol a skořicový aldehyd, geraniol, eugenol a isoeugenol. Vůně jsou složité směsi látek, jejichž interakce s pokožkou je ovlivňována mnoha faktory. Některé parfémy obsahují látky, které mění povrchové napětí pokožky, a tudíž snadněji pronikají do kůže. Mezi nejčastější symptomy patří zčervenání, otok a svědivá pokožka [61]. Vonné iritace nebo alergie souvisejí s čtyřmi typy kožních reakcí [58]:

- **Kontaktní dermatitida** – lokalizovaná vyrážka pokožky, která je vyvolána při kontaktu se substancí. Existují dva typy kontaktní dermatitidy:
  - a. Alergická kontaktní dermatitida – reakce imunitního systému na alergen.
  - b. Iritací kontaktní dermatitida – reakce při kontaktu se substancí, která dráždí pokožku. Je ohraničena na místo působení škodlivé látky.
- **Ekzém** – je neinfekční zánětlivé kožní onemocnění, které se projevuje suchou, šupinatou, zarudlou pokožkou. Ekzém je doprovázen svěděním, kdy má pacient nutkání postižená místa škrabat. Při škrabání může dojít k zavlečení infekce.
- **Vyrážka** – červená, oteklá místa pokožky, která se vyskytují ve skupinách a mohou pálit, štípat nebo svědit.
- **Pigmentace** – je změna barvy kůže. Může se vyskytnout i pigmentace nehtů způsobená aplikací různých kosmetických výrobků, nejčastěji laků na nehty.

Specifickým typem kožních projevů jsou fotodermatózy. Fotodermatózy vyvolané vnějšími faktory jsou fototoxické reakce a fotoalergické reakce. Jsou charakteristické zarudnutím a puchýřky na místech vystavených UV záření, na něž byly aplikovány látky chemické povahy. Fototoxické reakce bývají obvykle vyvolány kontaktem s některými rostlinami (například bolševníkem), aplikací parfému nebo po použití kosmetických výrobků s přísadkou citronu. Lokální fototoxickou reakci způsobují i látky obsažené v ovoci a zelenině (citron, celer, petržele) [62].

### 2.8.2 Alergické dýchací projevy

Vůně mohou vyvolávat nebo zhoršovat respirační problémy kvůli jejich dráždivému účinku. Mezi projevy alergie patří alergická rýma, otok hrtanu a suchý dráždivý kašel. Expozice na kosmetické přípravky může vyvolat také astmatický záchvat. *Asthma bronchiale* je onemocnění plic, které je charakterizováno záchvatovitým kašlem, krátkým dechem, zánětem dýchacích cest, napětím a bolestí na hrudníku. Patří mezi choroby, které postihují značné procento populace. Odhaduje se, že astmatem trpí na světě asi 150 milionů lidí. Příkladem dýchací dráždivé látky je limonen. Jedná se o často používaný terpen ve vůních a čistících prostředcích, protože silně voní po citrusech. Když tato látka oxiduje, vytvářejí se látky, které mohou dráždit plíce i pokožku [61] [63].

## 2.9 Kvalita silic

Kvalita silic závisí na mnoha faktorech. Mezi hlavní faktory patří rostlinný zdroj a způsob výroby silice. Je velký rozdíl, když je rostlina pěstována dle zásad ekologického zemědělství a šetrně sklizena, anebo je pěstována ve znečištěném prostředí. Biochemické složení silic se dá ověřit pomocí plynové chromatografie a hmotnostní spektrometrie. Těmito metodami lze ověřit, zda éterické oleje neobsahují syntetické příměsi. S kvalitou silic úzce souvisí i cena. Ta se odvíjí od výnosnosti, způsobu pěstování

rostliny a dle náročnosti jejího zpracování. Příkladem je rozdíl mezi lavandinem a levandulí. Lavandin se pěstuje na dlouhý láněch a sklízí se mechanicky, oproti tomu levandule divoká roste ve vysokých nadmořských výškách a sbírá se ručně. V současné době jsou vyráběny přírodní i syntetické silice. Cena syntetických silic je několikanásobně nižší [9] [64].

Každý esenciální olej musí být charakterizován následujícími údaji [9] [64]:

- český a latinský botanický název rostliny, ze které je silice získána;
- zemi původu rostliny, odkud je silice získána;
- číslo šarže a datum spotřeby, název výrobce či distributora.

Na druhovém označení téže rostliny a jejím původu závisí kvalita, vůně a poměrné zastoupení jednotlivých bioaktivních látek. Rostlinné silice jsou bezbarvé či barevné kapaliny rozdílné viskozity. Nejsou mísitelné s vodou, ale dobře se rozpouští v rostlinných olejích. Jsou to látky těkavé. Podle těkavosti se rozdělují následovně [9]:

1. těkavost vysoká – olej vyprchá do prostoru do 24 hodin.
2. těkavost střední – olej vyprchá do prostoru do 48 hodin. Do této skupiny patří většina éterických olejů, například olej z levandule nebo fenyklu.
3. těkavost nízká – olej vyprchá do prostoru do jednoho týdne. Do této skupiny patří jasmín nebo růže.

## 2.10 Legislativa v oblasti kosmetických přípravků

Kosmetické přípravky v Evropské unii jsou primárně regulovány Nařízením Evropského parlamentu a Rady Evropské unie č. 1223/2009 [65].

Pro účely tohoto nařízení se rozumí „kosmetickým přípravkem“ jakákoli látka nebo směs určená pro styk s vnějšími částmi lidského těla (pokožkou, vlasy, nehty, rty, vnějšími pohlavními orgány) nebo se zuby a sliznicemi ústní dutiny, výhradně nebo převážně za účelem jejich čištění, parfemace, změny jejich vzhledu, jejich ochrany, jejich udržování v dobrém stavu nebo úpravy tělesných pachů [65].

Kosmetickými přípravky mohou být krémy, emulze, pleťová mléka, gely a oleje na kůži, pleťové masky, základy s obsahem pigmentů (tekutiny, pasty, pudry), pudry po koupeli, hygienické pudry, toaletní mýdla, parfémy, toaletní vody a kolínské vody, přípravky do koupele a do sprchy (solí, pěny, oleje, gely), depilační přípravky, deodoranty a antiperspiranty, přípravky pro barvení vlasů, přípravky pro zvlnění, rovnání a fixaci vlasů, vlasové kondicionéry (krémy, oleje), kadeřnické přípravky (tužidla, laky), přípravky pro holení, přípravky pro líčení a odličování, přípravky určené pro aplikaci na rty, přípravky pro péči o zuby a dutinu ústní, přípravky pro péči o nehty, přípravky na opalování, samoopalovací přípravky, přípravky proti vráskám [65].

Evropská unie (EU) vydala v roce 2003 směrnici v příloze III EU Kosmetické direktivy (direktiva 2003/15/EC), která stanovila podmínky použití kosmetických produktů pro 26 látek (viz *Tabulka 2*) souvisejících se substancemi klasifikovaných jako pravděpodobné, že způsobují alergické reakce. Z těchto 26 substancí se 24 řadí mezi chemicky stanovené těkavé sloučeniny, zatímco zbývající dva jsou přírodní mechové extrakty [60].

*Tabulka 2: Seznam 26 potenciálně alergenních látek [47]*

Název	Aroma	Použití	CAS číslo
Amylcinnamal	jasmínové až liliové	mýdla, čisticí prostředky a v potravinářství na zlepšení chuti	122-40-7
Benzylalkohol	nasládlá mandlově ovocná vůně	v potravinářství do ovocných nápojů a sirupů, ke konzervaci léčiv, při výrobě barev a inkoustů	100-51-6

Tabulka 2: Seznam 26 potenciálně alergenních látek – pokračování [47]

Název	Aroma	Použití	CAS číslo
Cinnamylalkohol	květinová až skořicová vůně, hořká chuť	parfémy	104-54-1
Citral	citrónová vůně a nahořklá chuť	čajové směsi, citrusové oleje a parfémy, insekticidy	5392-40-5
Eugenol	voní hřebíčkem a karafiátem	zubní pasty, ústní vody, výroba vanilinu, insekticidy	97-53-0
Hydroxycitronellal	jemná sladká konvalinková až liliová vůně	kolínské vody, parfémy, čisticí prostředky, osvěžovače vzduchu a insekticidy	107-75-5
Isoeugenol	karafiátová vůně	zubní přípravky, čaje, kořenící směsi	97-54-1
Amylcinnamyl alkohol	lehká květinová vůně	ovocné příchutě v potravinářství, ovocné čaje, dekorativní kosmetika	101-85-9
Benzylsalicylát	slabá balzamická vůně, ovocná chuť	samoopalovací krémy, některá léčiva a na výrobu umělých rybízových aromat	118-58-1
Cinnamaldehyd	voní a chutná skořicí	zubní pasty, ústní vody, žvýkačky, aviváže a čisticí prostředky	104-55-2
Kumarin	vůně lučního sena, podobné vanilce	alkoholické nápoje ( <i>Zubrowka</i> ), parfémy s vůní sena a levandule, léky proti srážení krve, přípravky na hubení hlodavců	91-64-5
Geraniol	růžově květinová vůně	dekorativní kosmetika, insekticidy, masti	106-24-1
Lylal	sladká květinová vůně lilií nebo bramboříků	prací prostředky, vlasové produkty, deodoranty	31906-04-4
Anýz alkohol	květinová vůně	vonné svíčky, pudry, šampony, vody po holení, parfémy	105-13-5
Benzylcinnamát	sladká vůně květů a plodů třešní	součást vody po holení, pěn do koupele, deodorantů	103-41-3
Farnesol	sladká květinová vůně	cigarety, parfémy, deodoranty, mýdla, insekticidy	4602-84-0

Tabulka 2: Seznam 26 potenciálně alergenních látek – pokračování [47]

Název	Aroma	Použití	CAS číslo
Lilial	květinová vůně připomínající lipový květ	mýdla, šampony, parfémové kompozice s vůní květin	80-54-6
Linalool	výrazná květinová vůně připomínající konvalinky	pěny do koupele mýdla, spreje na vlasy, sladce vonící parfémy	78-70-6
Benzylbenzoát	balzamická až mandlová vůně	rozpuštědlo, součást vod po holení, pěn do koupele, deodorantů, laků na nehty, ve veterinární péči na léčbu svrabu.	120-51-4
Citronellol	nasládlá vůně květů růže, s jemným nádechem citrusů	černý čaj, exotické nápoje, parfémy s vůní růže, insekticidy a pesticidy	106-22-9
Hexylcinnamal	jemná jasmínová vůně	deodoranty, pěny do koupele, čisticí prostředky, aviváže	101-86-0
Limonen	svěží citrusová vůně, na vzduchu oxiduje a má nepříjemnou až kmínovou vůni	součást citrusových výrobků, výroba syntetických vonných látek	5989-27-5
Methylheptin karbonát	vůni připomíná fialkové listy	přidává se do aromat vína, jahod, kosmetické přípravky	111-12-6
$\alpha$ -isomethylionon	jemná fialkovo-irisová vůně	kosmetické přípravky, parfémové kompozice, ovocná aromata	127-51-5
Evernia Prunastri	výtažek z větvičniku slívového Evernia prunastri	–	90028-68-5
Evernia furfuracea	výtažek z terčovky otrubičnaté Evernia furfuracea	–	90028-67-4

## 2.11 Bezpečnostní list

Bezpečnostní list je soubor bezpečnostních, ekologických a toxikologických informací pro nakládání s chemickými látkami nebo se směsmi. Měl by podávat komplexní informace o látce nebo směsi, která se používá v profesionálním nebo průmyslovém prostředí. Bezpečnostní list musí být vypracován v úředním jazyce každého členského státu Evropské unie, v němž je látka nebo směs uváděna na trh. Informace v bezpečnostním listu musí být napsány jasně a stručně. Bezpečnostní list je obvykle sestavován výrobcem nebo dovozcem chemické látky či směsi. Je povinností bezpečnostní list poskytnout zdarma a nejpozději při dodání chemické látky nebo směsi příjemci. Je možné ho poskytnout v tištěné i elektronické formě. Obsah bezpečnostního listu je určen nařízením EU č. 1907/2006 (REACH) [66].

Bezpečnostní list je povinné poskytnout pro látku nebo směs, která splňuje kritéria klasifikace jako nebezpečná na základě kritérií, které jsou stanoveny nařízením (ES) č. 1272/2008). Je také povinné poskytnout bezpečnostní list k látkám, které se považují za perzistentní, bioakumulativní a toxické (PBT) nebo vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní (vPvB) nebo pro ty látky, které jsou na seznamu látek podléhajících povolení. Pokud látka nebo směs nesplňuje kritéria klasifikace jako nebezpečná, nemá dodavatel povinnost poskytnout pro tuto látku nebo směs bezpečnostní list [66].

Příloha II nařízení REACH vymezuje 16 oddílů, které musí tvořit strukturu bezpečnostního listu, a rovněž popisuje obsah každého z těchto oddílů. Pořadí a názvy jednotlivých kapitol jsou následující [66]:

1. identifikace látky a společnosti/podniku;
2. identifikace nebezpečnosti;
3. složení/informace o složkách;
4. pokyny pro první pomoc;
5. opatření pro hašení požáru;
6. opatření v případě náhodného úniku;
7. zacházení a skladování;
8. omezování expozice/osobní ochranné prostředky;
9. fyzikální a chemické vlastnosti;
10. stálost a reaktivita;
11. toxikologické informace;
12. ekologické informace;
13. pokyny pro odstraňování;
14. informace pro přepravu;
15. informace o předpisech;
16. další informace.

## 2.12 Plynová chromatografie

Plynová chromatografie je fyzikálně – chemická metoda separace směsi látek, která je založená na rozdílu v distribuci látek mezi dvě nemísitelné fáze. Mobilní fází je nosný plyn (helium, dusík nebo vodík) pohybující se skrz nebo podél stacionární fázi, která je umístěna v koloně. Plynová chromatografie je založena na mechanismu adsorpce, rozdělování nebo vylučování. Pro tuto analytickou metodu se používá přístroj zvaný plynový chromatograf. Přístroj se skládá z dávkovacího zařízení, chromatografické kolony umístěné v termostatu, detektoru a systému na zpracování dat. Tato analytická metoda se používá ke kvalitativnímu i kvantitativnímu určení analytu [67] [68].

Plynová chromatografie se rozlišuje na GSC, kdy separované látky jsou adsorbovány tuhou stacionární fází, a na GLC, kdy se separované látky rozdělují mezi kapalnou a plynnou fází podle rozpustnosti a těkavosti.

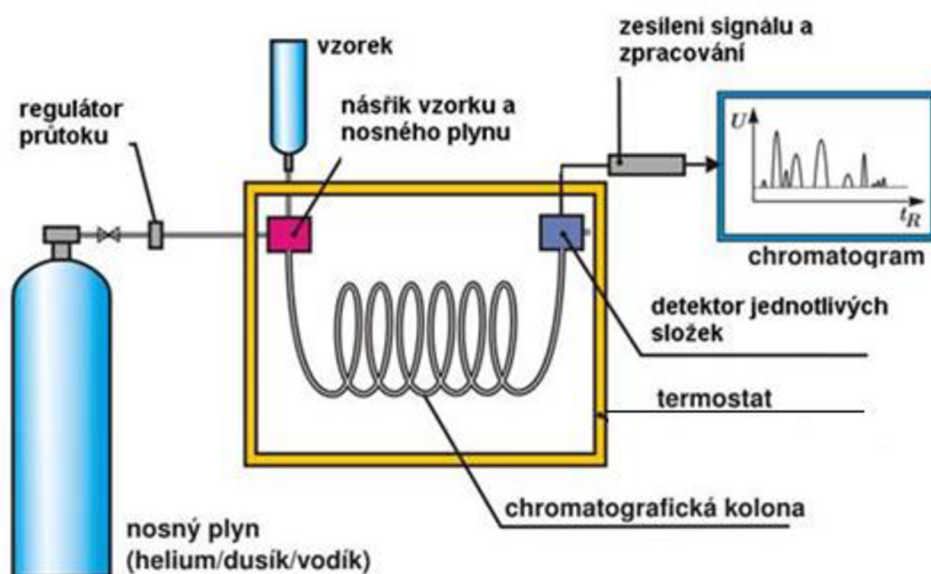
Pomocí plynové chromatografie lze analyzovat látky, které mají dostatečný tlak syté páry, jsou tepelně stálé, a látky, jejichž relativní molekulová hmotnost je nižší než 1000. Lze stanovovat plyny, většinu nedisociovatelných kapalin, pevných organických molekul a organokovové látky. Nelze stanovovat makromolekulární látky, organické a anorganické soli.

Součástí plynového chromatografu jsou tyto části (*Obrázek 11*) [69]:

- zdroj nosného plynu;
- regulační systém pro průtok nosného plynu, který zajišťuje stálý nebo programově se měnící průtok nosného plynu;
- dávkovací zařízení, které slouží k zavedení vzorku do proudu nosného plynu;
- chromatografická kolona, ve které je umístěna stacionární fáze a nastává zde separace složek;
- termostat zajišťující dostatečně vysokou teplotu dávkovače, kolony a detektoru, aby byl vzorek stále v plynném skupenství;



- detektor;
- a vyhodnocovací zařízení, které zpracovává signál z detektoru, zakresluje chromatografickou křivku a vyhodnocuje analýzu.



Obrázek 11: Schéma plynového chromatografu [70]

### 2.12.1 Chromatografická kolona

V praxi se využívají kolony náplňové a kapilární. Kapilární kolony jsou účinnější a stabilnější než náplňové kolony, proto se využívají častěji. Náplňové kolony bývají kovové nebo skleněné. Kolona je naplněna buď tuhou stacionární fází (GSC), nebo tuhým nosičem, který je pokryt vrstvou kapalné stacionární fáze (GLC). Kapilární kolony se nejčastěji vyrábí z křemenné nebo skleněné. Jsou pokryté tenkým filmem kapalné stacionární fáze, který je nanesen na vnitřní povrch kapiláry.

Podle uložení mobilní fáze rozlišujeme tři typy kapilárních kolon:

- WCOT – kapalná stacionární fáze tvoří tenký film na vnitřní straně kapiláry.
- SCOT – mají na vnitřní straně kapiláry vrstvu nosiče se zakotvenou kapalinou.
- PLOT – mají na vnitřní straně kapiláry tenkou vrstvu pórovitého materiálu jako adsorbentu.

Jako adsorbent lze použít aktivní uhlí, silikagel, molekulová síta a syntetické makromolekulární adsorbenty [71] [72].

### 2.12.2 Detektory

Detektory jsou zařízení, která slouží na detekci látek v nosném plynu. V detektoru jsou fyzikálně chemické vlastnosti analytu převáděny na měřitelný elektrický signál. Detektory musí mít rychlou odezvu, která by měla být lineární funkcí obsahu analytu, selektivitu pro stanovované analyty, vysokou citlivost a stabilitu [72] [73].

#### Tepelně vodivostní detektor (TCD)

Tepelně vodivostní detektor je univerzální. Pracuje na principu porovnání vodivosti vzorku s referenčním plynem. Používá se pro analýzu uhlovodíků a plynů, má rychlou odezvu. Nevýhodou je, že výstupní signál je značně ovlivněn změnou okolní teploty. Detekční limit je přibližně  $10^{-9} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  [71] [73].

### **Plamenový ionizační detektor (FID)**

Plamenový ionizační detektor je téměř univerzální. V detektoru dochází k ionizaci plynu v plameni. Plamen bývá většinou vodíkový. Neposkytuje odezvu na vodu a anorganické plyny. Často se používá pro detekci při analýze vonných látek a organických látek. Má vysoký detekční limit  $10^{-13} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  [71] [73].

### **Detektor elektronového záchytu (ECD)**

Detektor elektronového záchytu je selektivní ionizační detektor citlivý na molekuly obsahující elektronegativní skupiny, například halogeny, kyslík nebo oxid dusičitý, nebo aromatická jádra. Detekce probíhá na základě zachytávání elektronů elektronegativními atomy, molekulami nebo funkčními skupinami. Má vysoký detekční limit  $10^{-15} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  [72] [73].

### **Termoionizační detektor (TID)**

Termoionizační detektor se používá pro selektivní stanovení sloučenin dusíku a fosforu. Má detekční limit  $10^{-14} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  až  $10^{-15} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  [73].

### **Plamenový fotometrický detektor (FPD)**

Plamenový fotometrický detektor je selektivní pro sloučeniny obsahující fosfor a síru. Používá se také pro některé kovy, například cín, bor, arsen a chrom. Tento detektor je citlivý na uhlovodíkové nečistoty ve vodíku a vzduchu dodávaného do plamene. Uhlovodíkové nečistoty mohou způsobit vyšší základní šum a snížit citlivost detektoru. Má detekční limit  $10^{-11} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  až  $10^{-13} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  [73].

### **Hmotnostně spektrometrický detektor (MSD)**

Hmotnostně spektrometrický detektor se často používá pro detekci při analýze vonných látek. Způsob ionizace se volí dle skupenství analyzované látky.

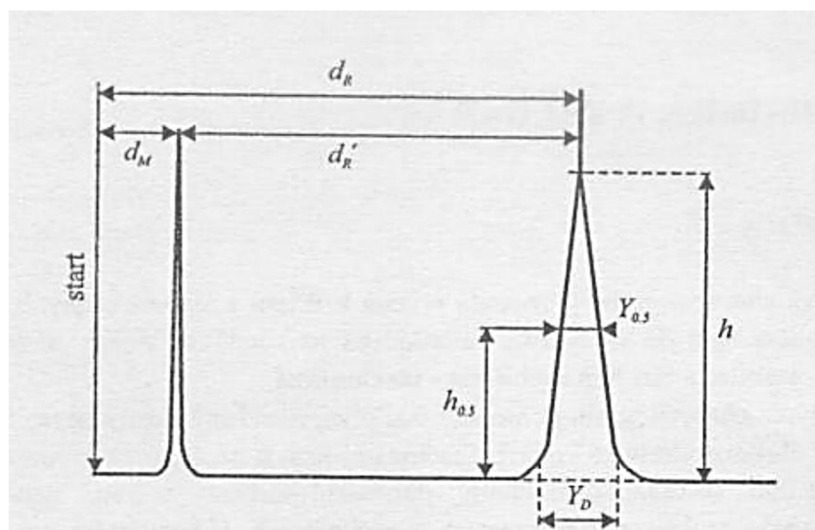
- Pro plynné skupenství se volí nejčastěji elektronová (EI) nebo chemická ionizace (CI);
- pro kapalné vzorky je uplatňován elektrosprej (ESI), chemická ionizace za atmosférického tlaku (APCI) nebo fotoionizace za atmosférického tlaku (APPI);
- pro ionizaci z pevného skupenství se uplatňuje MALDI.

Analyzovaná látka dává při elektronové ionizaci ion-radikál, který odpovídá ionizované molekule a fragmentové ionty, které odpovídají částem rozpadající se molekuly. Ionty jsou v hmotnostním spektrometru analyzovány iontovou pastí nebo kvadrupólovým analyzátozem. Tento detektor poskytne pro každou složku hmotnostní spektrum, které lze identifikovat porovnáním daného spektra s knihovnou spekter v počítači. Pomocí tohoto detektoru lze sledovat velmi nízké koncentrace látek, protože má vysokou citlivost až  $10^{-15} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1}$  [72] [73].

Mezi další známé detektory patří: atomový emisní detektor (AED), fotoionizační detektor (PID), heliový nebo argonový ionizační detektor, infračervený detektor (FTIR) a chemiluminiscenční detektor [73].

### **2.12.3 Chromatogram**

Chromatogram je grafický záznam závislosti signálu detektoru na čase. Na ose y je zaznamenána odezva detektoru a na ose x délkové jednotky nebo čas. Chromatografický pik má tvar Gaussovy křivky a je popsán retenční vzdáleností  $d_R$ , výškou píku  $h$  a šířkou píku, která je měřena buď na základní linii  $Y_D$  nebo v polovině výšky píku  $Y_{0.5}$  [74].



Obrázek 12: Retenční parametry [74]

### Retenční vzdálenost $d_R$

Je vzdálenost vrcholu píku od nástřiku vzorku na kolonu. Udává se v centimetrech [74].

### Retenční čas $t_R$

Je doba průchodu látky kolonou, tj. doba od nástřiku vzorku na kolonu k dosažení vrcholu píku. Udává se v minutách [74].

### Retenční objem $V_R$

Je objem nosného plynu prošlý kolonou za dobu  $t_R$  při objemovém průtoku nosného plynu  $F_m$ . Udává se v mililitrech [74].

### Mrtvé retenční parametry

Jsou retenční parametry složky, který se za daných podmínek v koloně nezadržuje. Mezi tyto parametry patří  $d_M$  – mrtvá retenční vzdálenost,  $t_M$  – mrtvý retenční čas a  $V_M$  – mrtvý retenční objem [74].

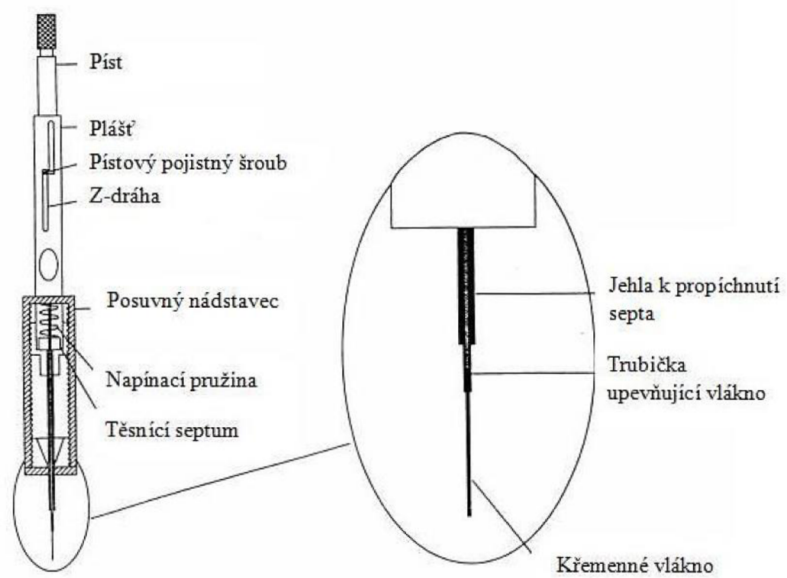
### Redukované retenční parametry

$d'_R$ ,  $t'_R$  a  $V'_R$  získáme, když o retenční parametrů odečteme mrtvé retenční parametry [74].

## 2.13 Mikroextrakce tuhou fází – SPME

Je to izolační metoda, při které dochází ke sjednocení procesu vzorkování a extrakce. Používá se ve spojení s plynovou a kapalinovou chromatografií. Principem je sorpce složky vzorku na stacionární fázi, která pokrývá křemenné vlákno nacházející se uvnitř kovové jehly. Mezi výhody této metody patří jednoduchost, rychlost, citlivost a přesnost. Dokáže zachytit těkavé i netěkavé složky z plyných, kapalných a pevných vzorků [75].

Proces je rozdělen do dvou částí. V první části se analyt extrahuje na křemenné vlákno, a poté dochází k desorpci zpět ve chromatografu. Jehla s vláknem (viz Obrázek 13) se zasune do vzorku, po ustavení sorpční rovnováhy se vlákno zatáhne zpět do jehly a vloží se do nástřikového prostoru v chromatografu. Výsledky získané touto metodou mohou být ovlivněny polaritou a tloušťkou vrstvy na povrchu vlákna, vzorkovací metodou, iontovou silou roztoku, pH a mícháním vzorku [76].



Obrázek 13: SPME vlákno [77]

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Experimentální část je věnována přípravě esenciálních olejů z rostlin *Plectranthus amboinicus* a *Mentha piperita*, základní charakteristice oleje a stanovení profilu sledovaných alergenů pomocí metody GC-MS.

Kombinace plynové chromatografie s hmotnostním detektorem byla zvolena z následujících důvodů. Plynová chromatografie se používá k separaci jednotlivých složek pomocí teploty v přiměřeném čase tak, aby mohly být studovány nezávisle na ostatních látkách. Podmínkou plynové chromatografie je skutečnost, že oddělené molekuly musí být v plynném skupenství. V rostlinách většina sloučenin, například cukrů a pigmentů, není v plynném skupenství těkavá, proto se metoda plynové chromatografie nehodí k jejich zkoumání. Naopak esenciální oleje se skládají z desítek až stovek molekul, které jsou těkavé, a tak snadno přecházejí do plynné fáze. Tento typ chromatografie je tedy rozumnou volbou pro studium esenciálních olejů. Plynový chromatograf pouze separuje a uvolňuje jednotlivé molekuly, ale neposkytuje žádné informace o povaze a obsaženém množství jednotlivých látek přítomných v esenciálním oleji. Pokud na konci plynového chromatografu není další aparát, který by tyto molekuly zkoumal, tak se oddělené molekuly uvolní z chromatografické kolony do okolního prostředí. Obvyklé ale je, že se dále zkoumá, jaké molekuly a kolik molekul je přítomno [78].

Ke zkoumání těchto oddělených molekul se používá hmotnostní spektrometr. Hmotnostně spektrometrický detektor (MS) je považován za složitější a přesnější detektor, než je plamenový ionizační detektor (FID). Pořizovací cena hmotnostně spektrometrického detektoru je vysoká, ale provoz tohoto detektoru je ve srovnání s plamenově ionizačním detektorem levnější.

Iontový zdroj je součástí hmotnostního spektrometru, která převádí analyt do ionizovaného stavu v plynné fázi. Ionty jsou v tříděny podle poměru hmotnosti iontu ku náboji iontu v analyzátoru elektromagnetického pole. Analyzátozem v hmotnostním spektrometru může být iontová past nebo kvadrupól. Roztříděné elektricky nabitě ionty jsou následně transportovány k detektoru, kde je fragment neutralizován. Když se k detektoru dostanou větší množství fragmentů, vytvoří se intenzivnější signál. Fragmentace těchto molekul není náhodná. Existují vazby, které jsou rozdělovány snadněji než ostatní. Detektor pak provede kompletní analýzu [78].

GC-MS může identifikovat většinu těkavých sloučenin a jejich obsah s dostatečnou přesností, dokáže identifikovat cizorodé látky a kontaminanty a umí porovnat podobné esenciální oleje. Naopak GC-MS nedokáže většinou detekovat pesticidy, netěkavé sloučeniny a těžké kovy a neumí určit, zda má detekovaná sloučenina přírodní nebo syntetický původ.

#### 3.1 Materiál

Pro extrakci silic byly použity byliny rýmovník (*Plectranthus amboinicus*) a máta peprná (*Mentha piperita*) z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). Rýmovník byl zvolen, protože je to nenáročná moderní bylina, která se široce využívá v lidovém léčitelství zejména při bolestech břicha, zvracení, infekcích krku a dýchacích cest. Široké uplatnění má i v potravinářství při výrobě čajů a sirupů. Máta peprná je známý analog rýmovníku. Je technologicky velmi podobná a pochází se stejné rostlinné čeledi, proto byla zvolena jako srovnávací materiál.

#### 3.2 Pracovní pomůcky

- Baňky 50 ml se zábrusem 29/32
- Erlenmayerovy baňky se zábrusem 29/32
- Kádinky
- Vialky se šroubovacím uzávěrem
- Automatické pipety v různém rozsahu objemu, pipety
- Nůž, prkénko

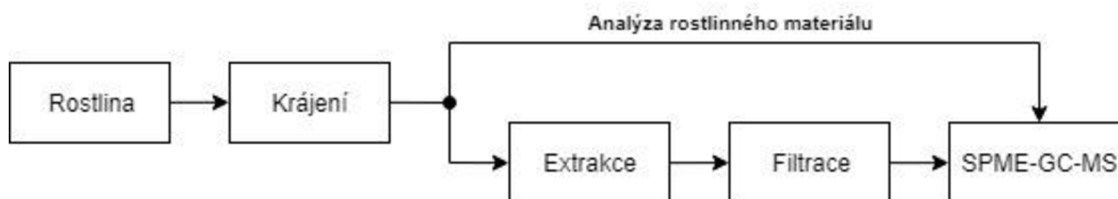
### 3.3 Přístroje

- Analytické digitální váhy HELAGO, GR–202–EC, Itálie
- Vakuová rotační odparka, KIKA WERKE, Německo
- Gerhardt Soxtherm, SOX 412, C. Gerhardt GMBH & CO. KG, Německo
- Plynový chromatograf Trace™ 1310 se split/splitless injektorem, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA
- Hmotnostní detektor ISQ™ LT Single Quadrupole, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA
- Knihovna spekter NIST/EPA/NIH, Gaithersburg, Maryland, USA
- Vyhodnocovací systém Xcalibur
- SPME vlákna DVB/CAR/PDMS 50/30 µm, Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA
- Lednice
- Počítač

### 3.4 Chemikálie

- Destilovaná voda, FCH VUT
- Hexan p.a., Lach-Ner, Česká republika
- Ethanol 96 % p.a., Lach-Ner, Česká republika

### 3.5 Použité metody a pracovní postupy



Obrázek 14: Schéma pracovního postupu

#### 3.5.1 GC-MS analýza rostlinného materiálu

Listy rýmovníku a máty byly nakrájeny na kousky o velikosti 3 až 5 mm. 0,5 g takto připravených vzorků bylo umístěno do vialky a uzavřeno šroubovacím uzávěrem s plynotěsným septem. Vialky se vzorky byly umístěny do plynového chromatografu s hmotnostním detektorem a analyzovány. Pro stanovení bylo využito dlouhodobě přednastavených podmínek pro stanovení těkavých látek. Postup byl dvakrát opakován.

#### Podmínky SPME-GC-MS

##### Podmínky SPME extrakce

Doba inkubace (temperování)	10 minut
Teplota extrakce a inkubace (teplota agitátoru)	40 °C
Agitátor zapnutý	5 sekund
Agitátor vypnutý	60 sekund

##### Podmínky GC-MS analýzy

Kapilární kolona	TG–WaxMS
------------------	----------

Rozměry kolony	30 m × 0,25 mm × 0,5 μm
Teplota injektoru (desorpce)	240 °C
Doba desorpce	20 minut
Dávkování splitless, ventil uzavřen 10 minut	
Nosný plyn	helium
Průtok nosného plynu	1 ml·min <sup>-1</sup>
Teplotní program:	40 °C s výdrží 1 min., vzestupný gradient 5 °C/min do 220 °C s výdrží 22 minut
Celková doba analýzy	60 minut
Hmotnostní detektor v módu EI	
Energie ionizačních elektronů	70 eV
Teplota iontového zdroje	200 °C
Skenovací rozsah m/z	30 – 370 amu
Rychlost skenování	0,2 s

### 3.5.2 Extrakce v ethanolu

Listy rýmovníku a máty byly nakrájeny na kousky o velikosti 3 až 5 mm. 0,5 g takto připravených vzorků bylo umístěno do Erlenmayerovy baňky a bylo přidáno 10 ml 96% ethanolu. Extrakce probíhala 10 minut za občasného promíchání. Poté byly extrakty zfiltrovány a vodné fáze bez pevných podílů byly umístěny do vialky a uzavřeny šroubovacím uzávěrem s plynotěsným septem. Vialky se vzorky byly poté umístěny do plynového chromatografu s hmotnostním detektorem a analyzovány. Postup byl dvakrát opakován.

### 3.5.3 Extrakce v hexanu

Listy rýmovníku a máty byly nakrájeny na kousky o velikosti 3 až 5 mm. 1 g takto připravených vzorků byl umístěn do celulózové extrakční patrony a následně do držáku. Bylo přidáno 150 ml hexanu. Extrakční patrona byla umístěna do přístroje Gerhardt Soxtherm (*Obrázek 16*) a pro extrakci byly zvoleny parametry doporučené pro stanovení těkavých látek v návodu k přístroji Soxtherm (*viz Tabulka 3*). 1 ml získaného extraktu rýmovníku a máty byl zfiltrován od pevného podílu, umístěn do vialky a uzavřen šroubovacím uzávěrem s plynotěsným septem. Vialky se vzorky byly umístěny do plynového chromatografu s hmotnostním detektorem a analyzovány. Zbylý extrakt byl uchován v chladničce.

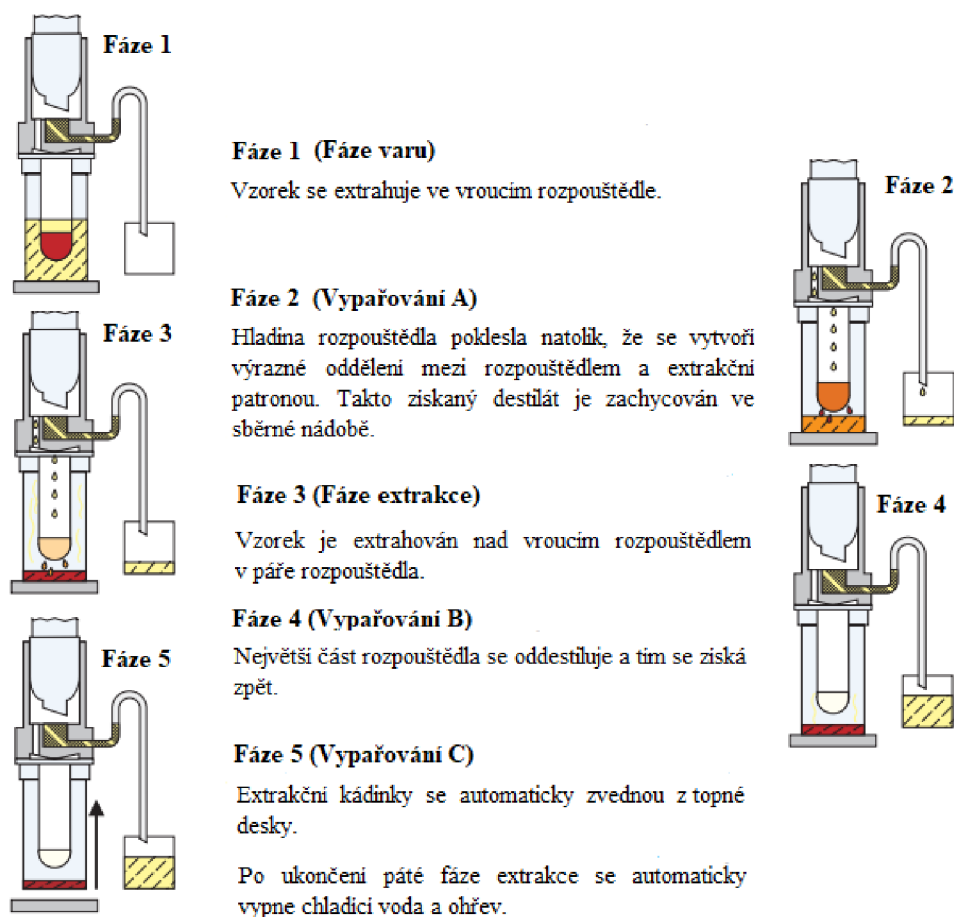
Vzorky po extrakci pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm obsahovaly velké množství hexanu. Hexan je často používané rozpouštědlo, které je ale v kosmetickém průmyslu zakázáno, proto musel být odpařen na rotační vakuové odparce. Na teplotní stupnici odparky byla nastavena přibližná teplota varu hexanu, což odpovídá 68,9 °C. Po odpaření hexanu byly odparky kvantitativně převedeny 0,5 ml ethanolu do vialky a extrahovány, byly uzavřeny šroubovacím uzávěrem s plynotěsným septem. Vialky se vzorky byly umístěny do plynového chromatografu s hmotnostním detektorem a analyzovány. Po analýze byl u získaných extraktů proměřen index lomu a byly posuzovány jejich vlastnosti (skupenství, barva, vůně, zákal). Na základě těchto vlastností byl sestaven bezpečnostní list.

*Tabulka 3: Parametry extrakce v hexanu na přístroji Soxtherm*

Rozpouštědlo	hexan
Teplota varu	68,9 °C

Tabulka 3: Parametry extrakce v hexanu na přístroji Soxtherm – pokračování

Teplotní limit (T-Classification)	200 °C
Extrakční teplota	170 °C
Redukční interval	3 min 30 s
Redukční puls	3 s
Fáze extrakce	1 h 30 min
Vypařování A	5 x interval
Doba oplachování	1 h 0 min
Vypařování B	2 x interval
Vypařování C	10 min
Délka programu	3 h 4 min



Obrázek 15: Princip extrakce na přístroji Soxtherm [79]





*Obrázek 16: Gerhardt Soxtherm*

### **3.6 Vyhodnocení měření**

K vyhodnocení získaných chromatogramů byl použit program Xcalibur. Naměřené výsledky byly zaznamenávány pomocí programu MS Excel. Hmotnostní spektra a naměřené hodnoty retenčních časů jednotlivých píků byly porovnávány s proměřenými vonnými alergenními standardy a s daty z knihoven NIST a Pubchem. U získaných extraktů v ethanolu po odpaření hexanu proměřen index lomu a byly posuzovány jejich vlastnosti (skupenství, barva, vůně, zákal). Na základě těchto údajů byl sestaven bezpečnostní list.

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSE

V této sekci jsou shrnuty výsledky analýz esenciálního oleje z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) a z máty peprné (*Mentha piperita*) získané metodou plynové chromatografie s hmotnostní detekcí. Během experimentální části se naskytla možnost využít metodu GC-MS, která je specifitější, citlivější a levnější na provoz, proto byla zvolena místo původně plánované metody GC-FID.

### 4.1 Výsledky analýz

Podstatou experimentální části bylo stanovit profil sledovaných alergenů pomocí plynové chromatografie s hmotnostním detektorem GC-MS a porovnat způsoby izolace éterických olejů. Cílem bylo porovnání čtyř metod izolace:

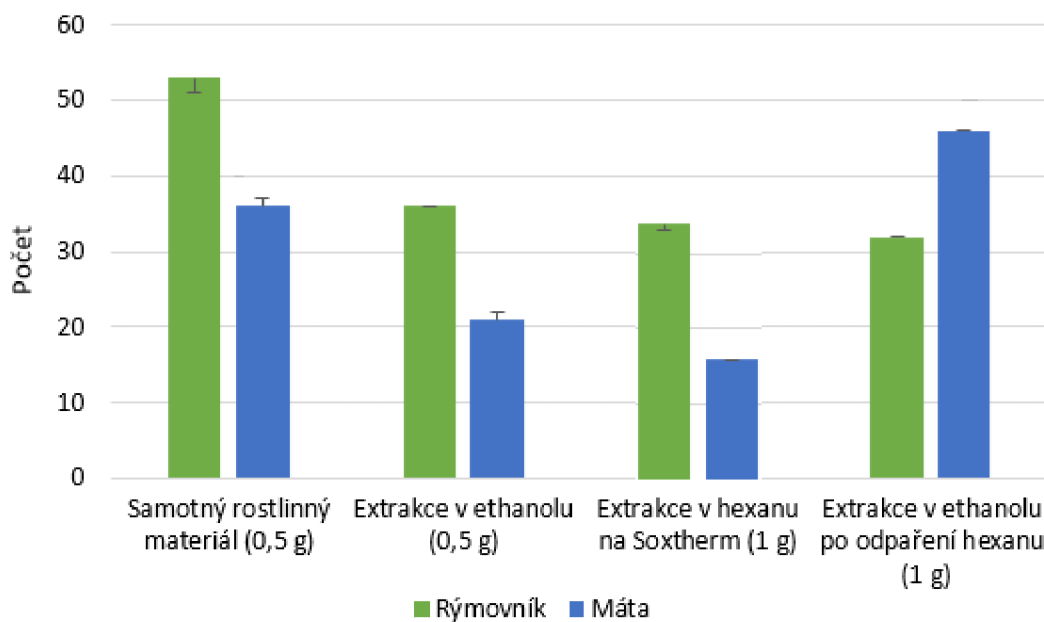
- samotný rostlinný materiál,
- extrakce v ethanolu,
- extrakce v hexanu pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm,
- hexan byl odpařen na rotační vakuové odparce a odparek byl extrahován v ethanolu.

Výsledky analýz jednotlivých chromatogramů i samotné chromatogramy z měření jsou umístěny v příloze (*Příloha A-E*). V tabulkách *Tabulka 7* až *Tabulka 14* je pro každou látku uveden retenční čas, pravděpodobnost shody analytu se standardem a CAS číslo.

Ze vzorku čerstvého rýmovníku bylo pomocí GC-MS identifikováno 53 sloučenin (*Obrázek 19*) a ze vzorku čerstvé máty peprné 36 sloučenin (*Obrázek 20*). V esenciálním oleji z čerstvého rýmovníku, který byl získán extrakcí v ethanolu bylo identifikováno 36 sloučenin (*Obrázek 21*), v esenciálním oleji z máty peprné, který byl izolován stejným způsobem, bylo identifikováno 21 sloučenin (*Obrázek 22*).

Po extrakci v hexanu na přístroji Gerhardt Soxtherm bylo v silici z rýmovníku identifikováno 34 sloučenin (*Obrázek 23*) a v mátové silici 16 sloučenin (*Obrázek 24*). V éterickém oleji z rýmovníku, který byl získán odpařením hexanu na vakuové rotační odparce (odparek byl rozpuštěn ethanollem), bylo identifikováno 32 sloučenin (*Obrázek 25*) a v éterickém oleji z máty 46 sloučenin (*Obrázek 26*).

U všech způsobů izolace esenciálního oleje extrakcí z rýmovníku byl identifikován přibližně stejný počet látek. Počet se pohyboval v rozmezí 32 až 36. Nejvíce identifikovaných sloučenin poskytla silice izolovaná extrakcí v ethanolu (36 látek), a současně v takto získané silici byl nalezen největší počet potenciálně alergenních látek. Lze tedy usoudit, že použití ethanolu jako rozpouštědla má vliv na detekční limit. V případě máty bylo nejvíce identifikovaných látek zaznamenáno v esenciálním oleji získaném odpařením hexanu na rotační vakuové odparce, kdy odparek byl následně rozpuštěn ethanollem, jednalo se o 46 látek. V paralelních stanoveních jednotlivými metodami byl identifikován vždy podobný počet sloučenin, což je v grafu (*Obrázek 17*) vyznačeno jako odchylka.



Obrázek 17: Počet identifikovaných sloučenin jednotlivými metodami

Nejvyšší počet potenciálních alergenů bylo shodně identifikováno v éterickém oleji získaném ethanolovou extrakcí odparky po oddestilování hexanu a v oleji získaném extrakcí v ethanolu. Nejméně identifikovaných látek bylo v esenciálním oleji získaném extrakcí v hexanu pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm, jednalo se o 16 látek. Menší množství identifikovaných látek lze vysvětlit tak, že během tohoto způsobu extrakce dochází k dočasnému zvýšení teploty, čímž mohlo dojít k degradaci méně stabilních sloučenin.

V Tabulka 4 jsou uvedeny potenciálně alergenní látky, regulované nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1223/2009, obsažené v éterických olejích získaných různými způsoby extrakce. V silici ze samotného rýmovníku bylo analyzováno 5 potenciálních alergenů. Jedná se o benzylsalicylát, benzylcinnamát, linalool, hexylcinnamal a limonen. V silici samotné máty bylo objeveno 7 alergenů: benzylalkohol, benzylsalicylát, benzylcinnamát, citronellool, hexylcinnamal, limonen a  $\alpha$ -isomethylionon.

V silici rýmovníku, získané extrakcí v ethanolu, se nacházelo 11 potenciálních alergenů: amylcinnamal, benzylalkohol, cinnamylalkohol, isoeugenol, benzylsalicylát, kumarin, geraniol, benzylcinnamát, hexylcinnamal, limonen a  $\alpha$ -isomethylionon. V mátové silici získané ethanolovou extrakcí bylo nalezeno 9 alergenů, a to amylcinnamal, cinnamylalkohol, isoeugenol, benzylsalicylát, cinnamaldehyd, kumarin, anýz alkohol, benzylcinnamát a hexylcinnamal.

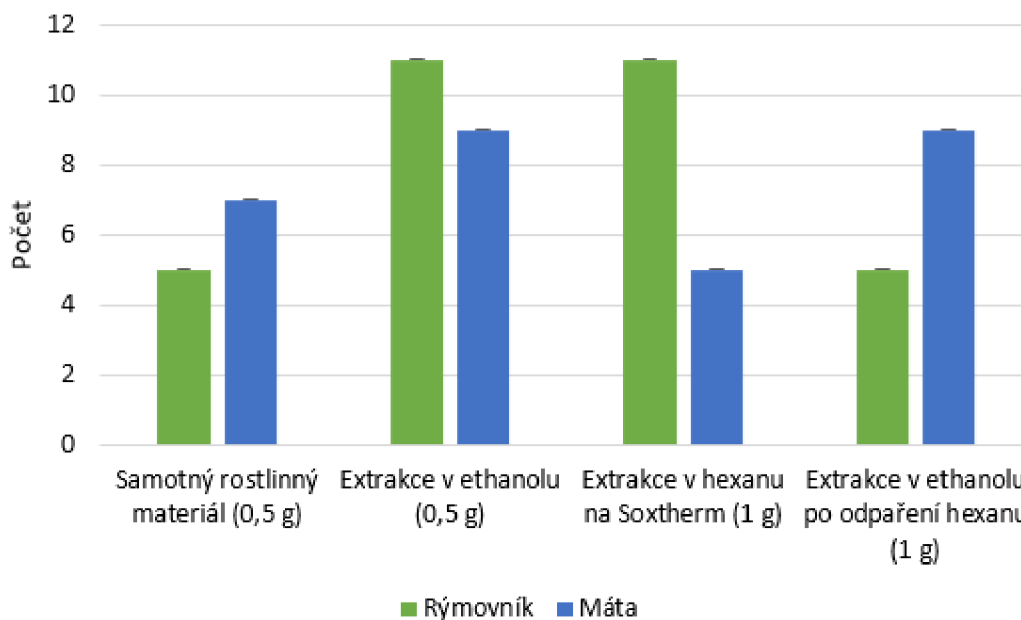
Po extrakci v hexanu pomocí přístroje Soxtherm bylo v silicích z rýmovníku obsaženo 11 alergenních látek. Jednalo se o amylcinnamal, benzylalkohol, citral, benzylsalicylát, cinnamaldehyd, kumarin, geraniol, benzylcinnamát, citronellool, hexylcinnamal a  $\alpha$ -isomethylionon. V mátové silici bylo nalezeno 5 alergenních látek: amylcinnamal, benzylsalicylát, kumarin, benzylcinnamát a hexylcinnamal.

Ve vzorcích, které byly extrahovány v ethanolu po odpaření hexanu, plynový chromatograf s hmotnostním detektorem vyhodnotil v rýmovníkové silici 5 potenciálních alergenů: benzylalkohol, benzylsalicylát, kumarin, benzylcinnamát a hexylcinnamal. V mátové silici bylo vyhodnoceno 9 látek, a to benzylalkohol, cinnamylalkohol, eugenol, isoeugenol, benzylsalicylát, kumarin, benzylcinnamát, hexylcinnamal a  $\alpha$ -isomethylionon.

Poměr identifikovaných alergenních složek z celkového počtu identifikovaných látek v matici byl u čerstvé rostliny rýmovníku 5 z 53 a u máty 7 z 36, v případě extrakce v ethanolu u rýmovníku byl poměr 11 z 36 a u máty 9 z 21. Extrakce rýmovníku v hexanu poskytla poměr 11 z 34 a extrakce máty

v hexanu 5 z 16. Po odpaření hexanu a rozpuštění odparky v ethanolu byl poměr identifikovaných alergenních složek z celkového počtu identifikovaných látek u rýmovníku 5 z 32 a máty 9 z 46.

Potenciální alergeny benzylsalicylát, benzylcinnamát a hexylcinnamal se vyskytovaly nejčastěji. Bylo možné je identifikovat ve vzorcích esenciálních olejů rýmovníku i máty při různých způsobech izolace. V paralelních stanovení byl nalezen vždy stejný počet potenciálně alergenních látek.



Obrázek 18: Počet identifikovaných potenciálně alergenních látek jednotlivými metodami

Hmotnost esenciálního oleje extrahovaného z rýmovníku po zvažení na analytických vahách byla 0,0203 g. Pro analýzu byl použit 1 gram rostliny. Výtěžnost vypočítaná podle Rovnice 1 odpovídala 2,03 %. Hmotnost mátového esenciálního oleje byla 0,0218 g. Vypočítaná výtěžnost byla 2,18 %.

$$\text{výtěžek esenciálního oleje (\%)} = \frac{\text{hmotnost získaného esenciálního oleje (g)}}{\text{hmotnost rostlinného materiálu (g)}} \cdot 100 \quad (1)$$

Tabulka 4: Obsažené potenciálně alergenní látky v silicích izolovaných různými způsoby extrakce

Alergen	Samotný rostlinný materiál		Extrakce v ethanolu		Extrakce v hexanu pomocí přístroje Soxtherm		Extrakce v ethanolu po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce	
	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>
Amylcinnamal			×	×	×	×		
Benzylalkohol		×	×		×		×	×
Cinnamylalkohol			×	×				×
Citral					×			
Eugenol								×
Hydroxycitronellal								
Isoeugenol			×	×				×
Amylcinnamyl alkohol								
Benzylsalicylát	×	×	×	×	×	×	×	×
Cinnamaldehyd				×	×			
Kumarin			×	×	×	×	×	×
Geraniol			×		×			
Lyrál								

Tabulka 4: Obsažené potenciálně alergenní látky v silicích izolovaných různými způsoby extrakce – pokračování

Alergen	Samotný rostlinný materiál		Extrakce v ethanolu		Extrakce v hexanu pomocí přístroje Soxtherm		Extrakce v ethanolu po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce	
	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>	<i>P. amboinicus</i>	<i>M. piperita</i>
Anýz alkohol				×				
Benzylcinnamát	×	×	×	×	×	×	×	×
Farnesol								
Lilial								
Linalool	×							
Benzylbenzoát								
Citronellol		×			×			
Hexylcinnamal	×	×	×	×	×	×	×	×
Limonen	×	×	×					
Methylheptin karbonát								
α- isomethylionon		×	×		×			×

## 4.2 Podklady pro bezpečnostní listy

Bezpečnostní list je soubor bezpečnostních, ekologických a toxikologických informací pro nakládání s nebezpečnými látkami nebo se směsmi. Obsah bezpečnostního listu je určen nařízením EU č. 1907/2006 (REACH). Informace obsažené v podkladech pro bezpečnostní list jsou sestaveny na základě posouzení a proměření vlastností získaných extraktů a z literární rešerše. Kompletní verze bezpečnostních listů obou silic je zveřejněna v příloze (*Příloha F* a *Příloha G*).

Tabulka 5: Podklady pro bezpečnostní list silice extrahované z rýmovníku

<b>Silice z rýmovníku</b>	
<b>Hlavní komponenty</b>	Thymol, p-cymen, $\gamma$ -terpinen, $\beta$ -karyofylen, karvakrol
<b>Extrakční proces</b>	Extrakce v ethanolu po odpaření hexanu
<b>Použitá část rostliny</b>	Listy
<b>Barva</b>	Žlutá až světle zelená
<b>Skupenství</b>	Kapalina
<b>Index lomu</b>	1,3626 při 20 °C
<b>Hustota</b>	–
<b>NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1272/2008</b>	
H227	Hořlavá kapalina
H315	Způsobuje poleptání/podráždění kůže
H317	Senzibilizace kůže
<b>Pokyny pro bezpečné zacházení</b>	
<b>Prevence</b>	
P210	Uchovávejte mimo dosah tepla, horkých povrchů, jisker, otevřeného ohně a jiných zdrojů vznícení.
P261	Zabraňte vdechování prachu / dýmu / plynu / mlhy / par / spreje.
P280	Používejte ochranné rukavice / ochranný oděv / ochranné brýle / obličejový štít.
<b>Odezva</b>	
P302 + P352	<b>PŘI STYKU S KŮŽÍ:</b> Omyjte velkým množstvím vody.
P333 + P313	Při podráždění kůže nebo vyrážce: Vyhledejte lékařskou pomoc / ošetření.
P370 + P378	V případě požáru: K hašení použijte písek, oxid uhličitý nebo hasicí prášek.
<b>Likvidace</b>	
P501	Odstraňte obsah / nádobu do průmyslového spalovacího zařízení.

Tabulka 6: Podklady pro bezpečnostní list silice extrahované z máty

<b>Silice z máty</b>	
<b>Hlavní komponenty</b>	Menthol, menthon, menthofuran, menthyl acetát, eukalyptol, $\beta$ -Pinen, $\alpha$ -pinen
<b>Extrakční proces</b>	Extrakce v ethanolu po odpaření hexanu
<b>Použitá část rostliny</b>	Listy
<b>Barva</b>	Žlutá až světle zelená
<b>Skupenství</b>	Kapalina
<b>Index lomu</b>	1,3642 při 20 °C
<b>Hustota</b>	–
<b>NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1272/2008</b>	
H227	Hořlavá kapalina
H315	Způsobuje poleptání/podráždění kůže
H317	Senzibilizace kůže
<b>Pokyny pro bezpečné zacházení</b>	
<b>Prevence</b>	
P210	Uchovávejte mimo dosah tepla, horkých povrchů, jisker, otevřeného ohně a jiných zdrojů vznícení.
P261	Zabraňte vdechování prachu / dýmu / plynu / mlhy / par / spreje.
P280	Používejte ochranné rukavice / ochranný oděv / ochranné brýle / obličejový štít.
<b>Odezva</b>	
P302 + P352	<b>PŘI STYKU S KŮŽÍ:</b> Omyjte velkým množstvím vody.
P333 + P313	Při podráždění kůže nebo vyrážce: Vyhledejte lékařskou pomoc / ošetření.
P370 + P378	V případě požáru: K hašení použijte písek, oxid uhličitý nebo hasicí prášek.
<b>Likvidace</b>	
P501	Odstraňte obsah / nádobu do průmyslového spalovacího zařízení.

Výpočet hustoty je vzhledem k velmi malým výtěžkům éterického oleje zatížený velkou chybou, proto za dané situace nebylo možné určit správnou hodnotu.



## 5 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zpracování literární rešerše, která se týká přípravy a studia éterických olejů. V teoretické části byly charakterizovány éterické oleje, byly popsány jejich účinky a přehled jejich využití. Teoretická část se zabývá zejména výrobními postupy éterických olejů. Nejčastěji se jedná o destilační techniky, mezi jejichž výhody patří nepoužívání organických rozpouštědel, ale nevýhodou je dlouhá doba trvání, často až 6 hodin. Používají se i metody extrakce různými organickými rozpouštědly, nejčastěji ethanolem nebo hexanem, nebo superkritická fluidní extrakce, pomocí které lze získat velmi kvalitní silice. Mezi málo používané metody pak patří enfleurage, zejména kvůli časové náročnosti a nízké výtěžnosti tohoto procesu.

Vonné látky, které jsou součástí éterických olejů a dalších kosmetických přípravků, mohou mít celou řadu biologických účinků. Mezi nejčastější účinky patří ty alergenní, jelikož éterické oleje obsahují mnoho dráždivých látek. Právě z těchto důvodů bylo určeno 26 vonných, potenciálně alergenních látek (PASs), které je nutné v kosmetických výrobcích dle nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 1223/2009 regulovat.

Vonné látky s alergenními účinky mohou u citlivých osob vyvolat mnoho nežádoucích účinků, proto jejich obsah v kosmetických přípravcích musí být limitován legislativou. Legislativa nařizuje oznamovat přítomnost jakékoli z 26 potenciálně alergenních látek na etiketě produktu, jestliže je překročena koncentrace  $100 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  pro výrobky typu *rinse-off* (kosmetické přípravky, které se po nanesení do 20 minut smývají) a  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  pro výrobky typu *leave-on* (kosmetické přípravky, které se z pokožky nesmývají).

V experimentální části bylo provedeno srovnání čtyř metod izolace esenciálního oleje z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) a máty pepřné (*Mentha piperita*) z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*). Byly použity metody: analýza samotného rostlinného materiálu, extrakce v ethanolu, extrakce v hexanu pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm. Kvůli vysokému obsahu hexanu v takto získaném extraktu, bylo nutné jej oddestilovat na rotační vakuové odparce, jelikož hexan patří mezi zakázaná rozpouštědla dle Přílohy II Nařízení Evropského parlamentu a Rady Evropské unie č. 1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích. Vzniklé odpadky byly následně opět rozpuštěny v legislativou povoleném ethanolu.

Některé z těchto PASs byly detekovány ve vyrobených esenciálních olejích pomocí metody SPME-GC-MS. Podmínky metody byly převzaty z přechozích bakalářských a diplomových prací, které se zabývaly tematikou těkavých látek. Nejčastěji vyskytující se potenciální alergeny byly benzylsalicylát, benzylcinnamát a hexylcinnamal a nacházely vždy v obou vzorcích esenciálních olejů rýmovníku i máty při různých způsobech izolace. Často se v získaných esenciálních olejích vyskytoval i amylcinnamal, benzylalkohol a kumarin.

U izolovaných éterických olejů z obou rostlin byly definovány jejich organoleptické vlastnosti (skupenství, barva, vůně, zákal) a byl proměřen jejich index lomu. Tyto vlastnosti byly zahrnuty do bezpečnostních listů umístěných v příloze (*Příloha F* a *Příloha G*). Výpočet hustoty byl vzhledem k velmi malým výtěžkům éterických olejů zatížený velkou chybou, proto za dané situace nebylo možné určit správné hodnoty. Pro doplnění dalších fyzikálních vlastností a toxikologických analýz je třeba zajistit větší výtěžek éterických olejů, proto tyto vlastnosti budou předmětem dalšího zkoumání.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KYSILKA, Jiří. Silice [online]. 2007 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <http://www.biotox.cz/naturstoff/chemie/ch-silice.html>
- [2] KRS, Václav a Radek HANEK, 2011. *Materiály I pro studijní obor Kosmetička. 2.*, aktualiz. vyd. Praha: Informatorium. ISBN 978-80-7333-085-9.
- [3] TREPKOVÁ, Emilie a František VONÁŠEK, 1997. *Vůně a parfémy: tajemství přitažlivosti*. Praha: Maxdorf. ISBN 80-858-0048-9.
- [4] GONZÁLEZ-MINERO, Francisco a Luis BRAVO-DÍAZ, 2018. The Use of Plants in Skin-Care Products, Cosmetics and Fragrances: Past and Present. *Cosmetics*. **5**(3). DOI: 10.3390/cosmetics5030050. ISSN 2079-9284. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/2079-9284/5/3/50>
- [5] SALVADOR, Amparo a Alberto CHISVERT, 2007. *Analysis of cosmetic products*. London: Elsevier. ISBN 978-0-444-52260-3.
- [6] BAUER, Kurt, Dorothea GARBE a Horst SURBURG, 2001. *Common fragrance and flavor materials: preparation, properties, and uses*. 4th, completely rev. ed. New York: WILEY-VCH. ISBN 35-273-0364-2.
- [7] Velíšek, J. Hajšlová, J. *Chemie potravin II*. 3. rozšířené a přepracované. Havlíčkův Brod: OSSIS, 2009. 644 s. ISBN 978-80-86659-16-19.
- [8] RATH, CC, S DEVI, SK DASH a RK MISHRA, 2008. Antibacterial potential assessment of jasmine essential oil against *E. coli*. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*. **70**(2). DOI: 10.4103/0250-474X.41465. ISSN 0250-474X. Dostupné také z: <http://www.ijpsonline.com/text.asp?2008/70/2/238/41465>
- [9] FEŘTEKOVÁ, Vlasta, 2005. *Kosmetika v teorii a v praxi*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Maxdorf. ISBN 80-734-5046-1.
- [10] KREUTER, Marie-Luise, 2003. *Bylinky: nejlepší druhy a odrůdy: pěstování v souladu s přírodou – sklizeň – použití*. Praha: Rebo Productions. Zahrada plus. ISBN 80-723-4277-0.
- [11] Máta peprná, [Http://www.mini-zahrada.cz](http://www.mini-zahrada.cz) [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: <http://www.mini-zahrada.cz/cz-texty-30.html>
- [12] WEN, Zhen, Xinkui YOU, Linzhi JIANG, Bo LIU, Zongkun ZHENG, Yitao PU a Bo CHENG, 2011. Liposomal incorporation of rose essential oil by a supercritical process. *Flavour and Fragrance Journal*. **26**(1), 27-33. DOI: 10.1002/ffj.2012. ISSN 08825734. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ffj.2012>
- [13] KUBÍNOVÁ, Renata a Miroslava STRUŽKOVÁ, 2014. Fytoterapeutický potenciál vybraných druhů rodu *Plectranthus*. *Praktické lékárenství* [online]. **10**(3), 112-114 [cit. 2019-04-19]. ISSN 1803-5329. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2014/03/09.pdf>

- [14] ARUMUGAM, Greetha, Mallappa SWAMY a Uma SINNIHA, 2016. Plectranthus amboinicus (Lour.) Spreng: Botanical, Phytochemical, Pharmacological and Nutritional Significance. *Molecules*. **21**(4). DOI: 10.3390/molecules21040369. ISSN 1420-3049. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/1420-3049/21/4/369>
- [15] PINHEIRO, Patrícia Fontes, Adilson Vidal COSTA, Thammyres de Assis ALVES, Iasmini Nicoli GALTER, Carlos Alexandre PINHEIRO, Alexandre Fontes PEREIRA, Carlos Magno Ramos OLIVEIRA a Milene Miranda Praça FONTES, 2015. Phytotoxicity and Cytotoxicity of Essential Oil from Leaves of Plectranthus amboinicus, Carvacrol, and Thymol in Plant Bioassays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. **63**(41), 8981-8990. DOI: 10.1021/acs.jafc.5b03049. ISSN 0021- 8561. Dostupné také z: <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.5b03049>
- [16] Plectranthus amboinicus, <https://en.wikipedia.org> [online]. [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Plectranthus\\_amboinicus](https://en.wikipedia.org/wiki/Plectranthus_amboinicus)
- [17] PRABUSEENIVASAN, Seenivasan, Manickkam JAYAKUMAR a Savarimuthu IGNACIMUTHU, 2006. In vitro antibacterial activity of some plant essential oils. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. **6**(1), page 1-8. DOI: 10.1186/1472-6882-6-39. ISSN 1472- 6882. Dostupné také z: <http://bmccomplementaltermmed.biomedcentral.com/articles/10.1186/1472-6882-6-39>
- [18] PRASHAR, A., I. C. LOCKE a C. S. EVANS, 2006. Cytotoxicity of clove (*Syzygium aromaticum*) oil and its major components to human skin cells. *Cell Proliferation*. **39**(4), 241-248. DOI: 10.1111/j.1365-2184.2006.00384.x. ISSN 0960-7722. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2184.2006.00384.x>
- [19] JILANI, MI, HN BHATTI, IA BHATTI a M SHAHID, 2016. CHEMICAL PROFILING AND BIOLOGICAL ACTIVITIES OF BASIL ESSENTIAL OIL. *OXIDATION COMMUNICATIONS*. **39**(4), 2913-2918. ISSN 0209-4541.
- [20] BATISH, Daizy R., Harminder Pal SINGH, Ravinder Kumar KOHLI a Shalinder KAUR, 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. *Forest Ecology and Management*. **256**(12), 2166-2174. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.08.008. ISSN 03781127. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112708006166>
- [21] FU, J. T., L. TANG, W. S. LI, K. WANG, D. M. CHENG a Z. X. ZHANG, 2015. Fumigant Toxicity and Repellence Activity of Camphor Essential Oil from *Cinnamomum camphora* Siebold Against *Solenopsis invicta* Workers (Hymenoptera: Formicidae). *Journal of Insect Science*. **15**(1). DOI: 10.1093/jisesa/iev112. ISSN 1536-2442. Dostupné také z: <https://academic.oup.com/jinsectscience/article-lookup/doi/10.1093/jisesa/iev112>
- [22] HAJAJI, Soumaya, Ines SIFAOU, Atteneri LÓPEZ-ARENCIBIA, et al., 2018. Leishmanicidal activity of  $\alpha$ -bisabolol from Tunisian chamomile essential oil. *Parasitology Research*. **117**(9), 2855-2867. DOI: 10.1007/s00436-018-5975-7. ISSN 0932-0113. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s00436-018-5975-7>
- [23] MEZZA, Gabriela N., Ana V. BORGARELLO, Nelson R. GROSSO, Héctor FERNANDEZ, María C. PRAMPARO a María F. GAYOL, 2018. Antioxidant activity of rosemary essential oil fractions obtained by molecular distillation and their effect on oxidative stability

- of sunflower oil. *Food Chemistry*. **242**, 9-15. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.042. ISSN 03088146. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881461731498X>
- [24] KODADOVÁ, Alexandra, Zuzana VITKOVÁ, Petra HERDOVÁ, Anton ŤAŽKÝ, Jarmila OREMUSOVÁ, Daniel GRANČAI a Peter MIKUŠ, 2014. Formulation of sage essential oil (Salvia officinalis, L.) monoterpenes into chitosan hydrogels and permeation study with GC-MS analysis. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. **41**(7), 1080-1088. DOI: 10.3109/03639045.2014.927480. ISSN 0363-9045. Dostupné také z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/03639045.2014.927480>
- [25] SOUZA, Marco A. A., Marcela J. LEMOS, Diego M. C. BRITO, Manlio S. FERNANDES, Rosane N. CASTRO a Sonia R. SOUZA, 2014. Production and Quality of Menthol Mint Essential Oil and Antifungal and Antigerminative Activity. *American Journal of Plant Sciences*. **05**(21), 3311-3318. DOI: 10.4236/ajps.2014.521346. ISSN 2158-2742. Dostupné také z: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/ajps.2014.521346>
- [26] ZHELJAZKOV, Valtcho D., Ivanka B. SEMERDJIEVA, Ivayla DINCHEVA, Miroslava KACANIOVA, Tess ASTATKIE, Tzenka RADOUKOVA a Vicki SCHLEGEL, 2017. Antimicrobial and antioxidant activity of Juniper galbuli essential oil constituents eluted at different times. *Industrial Crops and Products*. **109**, 529-537. DOI: 10.1016/j.indcrop.2017.08.057. ISSN 09266690. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669017305885>
- [27] (±)-Eucalyptol [online], [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.2656.html>
- [28] (±)-Limonene [online], [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: [http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.20939.html?rid=b397b687-7808-4681-84d3-c4d63649f2e4&page\\_num=0](http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.20939.html?rid=b397b687-7808-4681-84d3-c4d63649f2e4&page_num=0)
- [29] (±)-Menthol [online], [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: [http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.1216.html?rid=a39f5a93-8e1e-4be1-a7e1-0b1b8a3d2452&page\\_num=0](http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.1216.html?rid=a39f5a93-8e1e-4be1-a7e1-0b1b8a3d2452&page_num=0)
- [30] ČERVENÝ, Libor, 1999. Syntetické vonné a chuťové látky. *Chemické listy*. Praha, **1999**(93), 412-420. ISSN 1213-7103.
- [31] TISSERAND, Robert, 2013. Essential Oil Shelf Life: How Long Do Essential Oils Last? *Aromaweb.com* [online]. California, USA, July 26th, 2013 [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.aromaweb.com/articles/essentialoilshelflife.asp>
- [32] Éterické oleje [online], Krásná Lípa: Nobilis Tilia [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: [https://eshop.nobilis.cz/out/pictures/wysiwigpro/PDF/etericke\\_oleje\\_18\\_09\\_www.pdf](https://eshop.nobilis.cz/out/pictures/wysiwigpro/PDF/etericke_oleje_18_09_www.pdf)
- [33] DAVIS, P. Aromaterapie od A do Z: vše o aromaterapii. 1. vyd. Praha: Alternativa, 2005. 501s. ISBN 80-85993-96-1.
- [34] REVERCHON, E. a F. SENATORE, 1992. Isolation of rosemary oil: Comparison between hydrodistillation and supercritical CO2 extraction. *Flavour and Fragrance Journal*. **7**(4), 227-230. DOI: 10.1002/ffj.2730070411. ISSN 08825734. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ffj.2730070411>

- [35] PRADO, Juliana M., Renata VARDANEGA, Isabel C.N. DEBIEN, Maria Angela de Almeida MEIRELES, Lia Noemi GERSCHENSON, Halagur Bogegowda SOWBHAGYA a Smain CHEMAT, 2015. Conventional extraction. *Food Waste Recovery*. Elsevier, 2015, 127-148. DOI: 10.1016/B978-0-12-800351-0.00006-7. ISBN 9780128003510. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128003510000067>
- [36] HLAVATÁ, Helena, 2014. VÝROBNÍ POSTUPY BIO ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ. *Alhambra-bioesence.cz* [online]. [cit. 2018-10-22]. Dostupné z: <http://www.alhambra-bioesence.cz/cs/test-html-elementu/>
- [37] MURRAY, Patrick R, Ken S ROSENTHAL a Michael A PFALLER, [2016]. *Medical microbiology*. 8th edition. Philadelphia, PA: Elsevier. ISBN 978-0323299565.
- [38] CÍDLOVÁ, Hana, Miroslav FIALA a Irena PLUCKOVÁ, 2006. Laboratorní technika: Destilace. In: *Ped.muni.cz* [online]. Brno [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: [http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/labtech-old/soubory/operace/separacni\\_metody/destilace.pdf](http://www.ped.muni.cz/wchem/sm/hc/labtech-old/soubory/operace/separacni_metody/destilace.pdf)
- [39] Rosemary production, 2012. In: *Daff.gov.za* [online]. Pretorie, Republic of South Africa: Directorate Communication Services, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, February 2012 [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <https://www.nda.agric.za/docs/Brochures/ProGuiRosemary.pdf>
- [40] HASSANPOURAGHDAM, Mohammad Bagher, Abbas HASSANI, Lamia VOJODI a Nader FARSAD-AKHTAR, 2010. Drying Method Affects Essential Oil Content and Composition of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* [online]. Iran, 13(6), 759-766 [cit. 2018-10-22]. DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643892. ISSN 0972-060X. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0972060X.2010.10643892>
- [41] Slunečnicové oleje: Rafinovaný versus panenský? Jednoznačný vítěz neexistuje, 2013. [Http://www.szpi.gov.cz](http://www.szpi.gov.cz) [online]. 31. 01. 2013 [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/clanek/slunecnicove-oleje.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [42] *PROCESS OF ESSENTIAL OIL EXTRACTION: PROCESS OF EXTRACTION: COLD PRESSED* [online], [cit. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://glorybee.com/process-of-essential-oil-extraction>
- [43] MARTÍNEK, Pavel, 2008. Podrobnější definování výroby vonných olejů a vonné esence. *Parfemista.cz* [online]. Praha [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <http://www.parfemista.cz/vyroba-vonných-oleju.htm>
- [44] *Extrakční techniky: Extrakce v Soxhletově extraktoru* [online], [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: [https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=52968](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=52968)
- [45] Extrakce, [Http://interaktivni-chemie.cz](http://interaktivni-chemie.cz) [online]. [cit. 2019-04-16]. Dostupné z: <http://interaktivni-chemie.cz/wp-content/uploads/23-extrakce.pdf>
- [46] KOPEŠČANSKÝ, Štefan, 2016. In: *Niche Week* [online]. [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <https://nicheweek.blogspot.com/2016/06/jasmine-maat-jazminova-bohyna.html>

- [47] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2003/15/ES ze dne 27. února 2003, kterou se mění směrnice Rady 76/768/EHS o sblížení právních předpisů členských států týkajících se kosmetických prostředků, 2003. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0015&from=EN>
- [48] SALVADOR, Amparo a Alberto CHISVERT, 2007. *Analysis of cosmetic products*. London: Elsevier. ISBN 978-0-444-52260-3.
- [49] Superkritická tekutina, *Ústav chemických procesů AV ČR, v. v. i.* [online]. Praha, ČR [cit. 2018-11-15]. Dostupné z: <http://www.icpf.cas.cz/cs/superkriticka-tekutina>
- [50] Superkritická tekutina (SF), <Http://sch.vscht.cz> [online]. [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: [http://sch.vscht.cz/materialy/stud\\_mgr/sfe\\_web\\_2014.pdf](http://sch.vscht.cz/materialy/stud_mgr/sfe_web_2014.pdf)
- [51] SINEL'NIKOV, Rafail Davidovič, 1970. *Atlas anatomie člověka ve 3 svazcích*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Avicenum. ISBN Atlas anatomie člověka.
- [52] BAŞER, K. H. C a Gerhard BUCHBAUER, c2010. *Handbook of essential oils: science, technology, and applications*. Boca Raton. ISBN 978-1-4200-6315-8.
- [53] SAKOV, Igor' Vladimirovič, 2010. *Vůně pro duši: úvod do aromapsychologie*. Doubice: One Woman Press. ISBN 978-80-86356-51-8.
- [54] JANČA, Jiří a Josef Antonín ZENTRICH, 1994. *Herbář léčivých rostlin*. Praha: Eminent. ISBN 80-858-7602-7.
- [55] FARRER-HALLS, Gill, 2007. *Aromaterapie od A do Z: podrobný průvodce světem esenciálních olejů*. V Praze: Metafora. ISBN 978-80-7359-086-4.
- [56] VOTAVA, Miroslav, Zdeněk BROUKAL a Jiří VANĚK, c2007. *Lékařská mikrobiologie pro zubní lékaře*. Brno: Neptun. ISBN 978-80-86850-03-0.
- [57] JIRÁSKOVÁ, Milena, 2001. *Dermatovenerologie pro stomatology: učebnice pro lékařské fakulty*. Brno: Professional Publishing. ISBN 80-864-1907-X.
- [58] PONS-GUIRAUD, Annik. Alergie a kosmetika. Edukační brožura. UCB Institut pro alergii, 2005.
- [59] DAVIS, Patricia, 2005. *Aromaterapie od A do Z: vše o aromaterapii: nové revidované rozšířené a ilustrované vydání*. Praha: Alternativa. ISBN 80-859-9396-1.
- [60] Chisvert, A.: Analytical methods to determine potentially allergenic fragrance-related substances in cosmetic. *Analysis of Cosmetic Products*. Ed.Elsevier, 2007, pp. 257–275. ISBN 978-0-444-52260-3.
- [61] BRIDGES, Betty, 2002. Fragrance: emerging health and environmental concerns. *Flavour and Fragrance Journal*. USA, **17**(5), 361-371. DOI: 10.1002/ffj.1106. ISSN 0882-5734. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ffj.1106>

- [62] POLICAROVÁ, Marie, 2016. Fotodermatózy. *Dermatologie pro praxi*. **10**(2), 60-61.
- [63] PETRŮ, V., V. KABÍČEK, M. REVENDA, L. SMOLÍKOVÁ a M. VYHNÁLEK, 1994. *Alergie u dětí: Příčiny alergií a jejich léčba: Jak předcházet alergiím: Volba povolání*. Praha: Grada. Pro vaše zdraví. ISBN 80-716-9090-2.
- [64] KLOUDOVÁ, Kateřina, 2017. Poznáte kvalitní éterický olej? <https://www.aroma-atelier.cz> [online]. Praha [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: <https://www.aroma-atelier.cz/poznate-kvalitni-etericky-olej>
- [65] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1223/2009 ze dne 30. listopadu 2009 o kosmetických přípravcích, 2009. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A32009R1223>
- [66] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES, 2006. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20130701&from=CS>
- [67] *Český lékopis 2009: Pharmacopoea bohemica*, [2009]. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2994-7.
- [68] ČABALA, RNDr. Radomír, 2008. Plynová chromatografie. In: *Natur.cuni.cz* [online]. Praha [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <https://www.natur.cuni.cz/chemie/analchem/cabala/ke-stazeni/plynova-chromatografie-pro-studenty-kata/instrumentace-v-gc/>
- [69] CHURÁČEK, Jaroslav, 1990. Analytická separace látek: celostátní vysokoškolská učebnice pro vysoké školy chemickotechnologické. Praha: Státní nakladatelství technické literatury. ISBN 80-030-0569-8.
- [70] ELIÁŠ, Jaromír, 2007. *Plynově-chromatografická separace dusíkatých látek* [online]. In: Praha, 15. května 2007 [cit. 2018-11-04]. Dostupné z: <https://player.slideplayer.cz/12/3648503/data/images/img11.jpg>
- [71] VÁŇA, Jaroslav, 1984. *Analyzátory plynů a kapalin: Určeno stud. odb. škol. 2. přeprac. a dopl. vyd.* Praha: SNTL. Automatizace a regulace.
- [72] KLOUDA, Pavel, 2003. *Moderní analytické metody. 2., upr. a dopl. vyd.* Ostrava: Pavel Klouda. ISBN 80-863-6907-2.
- [73] KOPLÍK, Richard, Plynová chromatografie (GC). <https://web.vscht.cz> [online]. Praha [cit. 2019-02-17]. Dostupné z: [https://web.vscht.cz/~koplikr/ČástA6\\_3.pdf](https://web.vscht.cz/~koplikr/ČástA6_3.pdf)
- [74] KROFTA, Jiří, 1997. *Návody pro laboratorní cvičení z analytické chemie II: Plynová chromatografie. 5. přeprac. a rozš. vyd.* Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 80-708-0301-0.

- [75] SPME (Solid phase microextraction) Mikroextrakce tuhých fází, 2011. <https://fvhe.vfu.cz> [online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: [https://fvhe.vfu.cz/files/teorie\\_spme.pdf?fbclid=IwAR3z6cPEeyWiAp\\_-2CZgIa\\_BbieCsUmWMG2ssoCbAU9AS-5-QpSA-nERA-A](https://fvhe.vfu.cz/files/teorie_spme.pdf?fbclid=IwAR3z6cPEeyWiAp_-2CZgIa_BbieCsUmWMG2ssoCbAU9AS-5-QpSA-nERA-A)
- [76] PAWLISZYN, Edited by Janusz. *Handbook of solid phase microextraction*. Beijing: Chemical Industry Press, 2009. ISBN 978-712-2047-014.
- [77] THEODORIDIS, G, E.H.M KOSTER a G.J DE JONG, 2000. Solid-phase microextraction for the analysis of biological samples. *Journal of Chromatography B: Biomedical Sciences and Applications*. **745**(1), 49-82. DOI: 10.1016/S0378-4347(00)00203-6. ISSN 03784347. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378434700002036>
- [78] ADAMS, Robert P., c2007. *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy*. 4th ed. Carol Stream, Ill.: Allured Pub. ISBN 19-326-3321-9.
- [79] Soxtherm Multistat / SX PC, 2009. *Dijkstra verenigde* [online]. GB, Multistat / SX PC [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.tsadijkstra.nl/download/Gerhardt/Instruction+Manual+Soxtherm+Manager-p-1746.pdf>



## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

SFE	Superkritická fluidní extrakce
GC	Plynová chromatografie
GSC	Plynová chromatografie s pevným adsorbentem
GLC	Plynová chromatografie s kapalnou stacionární fází
GC-MS	Plynový chromatograf s hmotnostním detektorem
EU	Evropská unie
CAS	Chemický identifikátor látek, zavedený službou Chemical Abstract Service

## 8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A	GC-MS analýza samotného rostlinného materiálu
Příloha B	GC-MS analýza silic extrahovaných ethanolem
Příloha C	GC-MS analýza silic extrahovaných hexanem pomocí přístroje Soxtherm
Příloha D	GC-MS analýza silic extrahovaných ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce
Příloha E	Chromatogramy
Příloha F	Bezpečnostní list éterického oleje z rýmovníku
Příloha G	Bezpečnostní list éterického oleje z máty peprné

## 8.1 Příloha A: GC-MS analýza samotného rostlinného materiálu

Tabulka 7: GC-MS analýza rostlinného materiálu z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*)

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	6,53	41,2	Kamfen	79-92-5
2	7,77	24,3	Sabinen	3387-41-5
3	8,56	14,5	3-karen	13466-78-9
4	9,01	32,4	$\beta$ -myrcen	123-35-3
5	9,08	19,2	$\gamma$ -terpinen	99-85-4
6	9,43	14,4	Terpinolen	586-62-9
7	9,95	34	Limonen	5989-27-5
8	10,2	36,7	$\beta$ -felandren	555-10-2
9	10,71	34,3	Trans-2-hexenal	6728-26-3
10	10,96	19,7	Trans- $\beta$ -ocimen	3779-61-1
11	11,15	29	$\beta$ -thujen	28634-89-1
12	11,28	30	$\gamma$ -terpinen	99-85-4
13	11,58	71,2	3-oktanon	106-68-3
14	12,08	20,9	o-cymen	527-84-4
15	12,17	27,5	Isoterpinolen	586-63-0
16	12,3	30,6	Terpinolen	586-62-9
17	15,04	28,3	Cis-3-hexen-1-ol	4798-44-1
18	15,2	62,8	3-oktanol	589-98-0
19	15,45	67,4	Fenchon	1195-79-5
20	16,73	49,2	1-okten-3-ol	3391-86-4
21	16,94	67,7	$\alpha$ -kubeben	267665-20-3
22	17,13	31,7	4-thujanol	470-67-7
23	17,46	82,9	Oktyl acetát	112-14-1
24	18,03	20,5	$\alpha$ -kopaen	3856-25-5
25	18,77	62	Kafr	464-49-3
26	19,16	35,5	Linalool	78-70-6
27	19,41	14,6	2-ethyl-1-butanol	97-95-0
28	20,01	71,1	Nonyl acetát	143-13-5
29	20,34	27,5	Trans- $\alpha$ -bergamoten	13474-59-4

Tabulka 7: GC-MS analýza rostlinného materiálu z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) – pokračování

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
30	20,65	34,3	$\beta$ -karyofylen	87-44-5
31	21,85	33,6	1-nonanol	143-08-8
32	22,05	40,5	Cis- $\beta$ -farnesen	28973-97-9
33	22,32	42,78	Humulen	6753-98-6
34	22,55	34,4	Trans- $\beta$ -bergamoten	18794-84-8
35	22,86	21,1	$\delta$ -terpineol	7299-42-5
36	23,2	27,7	Germacren D	23986-74-5
37	23,52	26,3	$\beta$ -selinen	17066-67-0
38	23,6	11,9	$\alpha$ -selinen	473-13-2
39	23,74	9,94	p-(methoxymethyl)anisol	1515-81-7
40	24,27	27,3	Cadina-1(10)-4-dien	16729-01-4
41	24,47	60,4	$\beta$ -seskvifelandren	20307-83-9
42	24,81	25,9	Kubenen	29837-12-5
43	25,92	36,1	Trans-kalamenen	73209-42-4
44	28,11	55,2	Kubebol	23445-02-5
45	29,14	64,2	$\beta$ -karyofylen oxid	1139-30-6
46	30,37	66,1	Germacren D-4-ol	198991-79-6
47	32,95	44,5	Karvakrol	499-75-2
48	36,15	54,7	Hexylcinnamal	101-86-0
49	37,41	14,7	Methyl vaccenát	52380-33-3
50	38,33	13,7	Methyl linoleát	112-63-0
51	41,8	35,4	Benzylcinnamát	103-41-3
52	46,74	70,3	Benzylsalicylát	118-58-1
53	52,58	41,4	Benzylcinnamát	103-41-3

Tabulka 8: GC-MS analýza rostlinného materiálu z máty peprné (*Mentha piperita*)

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	5,62	18,2	$\alpha$ -pinen	7785-70-8
2	6,37	97,7	Ethyl 2-methylbutyrát	7452-79-1
3	7,5	16,8	$\beta$ -pinen	127-91-3
4	7,88	47,1	Sabinen	3387-41-5
5	9,06	68,3	$\beta$ -myrcen	123-35-3
6	10,01	37,4	Limonen	5989-27-5
7	10,27	89,9	Eukalyptol	470-82-6
8	11,03	30,9	Trans- $\beta$ -ocimen	3779-61-1
9	11,49	21,1	$\beta$ -ocimen	13877-91-3
10	11,61	76,4	3-oktanon	106-68-3
11	12,06	15	$\beta$ -cymen	535-77-3
12	12,62	60,1	2-methylbutyl isovalerát	2445-77-4
13	14,18	50,7	1-hexanol	111-27-3
14	15,08	35	Cis-3-hexen-1-ol	928-96-1
15	15,22	55	3-oktanol	589-98-0
16	15,63	43,3	1-hexen-3-ol	4798-44-1
17	16,78	47,2	1-okten-3-ol	3391-86-4
18	17,32	38,6	Menthon	89-80-5
19	17,79	86,8	Menthofuran	494-90-6
20	18,06	39,9	Menthon	89-80-5
21	19,65	21,6	Menthyl acetát	16409-45-3
22	20,37	17,3	Germacren A	75023-40-4
23	20,5	23,5	Menthol	15356-70-4
24	23,19	33,5	Germacren D	23986-74-5
25	23,72	60,4	Piperiton	89-81-6
26	24,2	31,1	$\beta$ -kadinen	523-47-7
27	24,29	24,3	Citronellol	106-22-9
28	26,29	48	$\alpha$ -isomethylionon	127-51-5
29	26,93	29,4	Benzylalkohol	100-51-6
30	27,65	86,7	2-fenylethanol	60-12-8

Tabulka 8: GC-MS analýza rostlinného materiálu z máty peprné (*Mentha piperita*) – pokračování

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
31	28,55	11,1	1-dodekanol	112-53-8
32	33,52	24,5	Karvakrol	499-75-2
33	34,52	93,5	Cis-3-hexenyl salicylát	65405-77-8
34	36,19	66,2	Hexylcinnamal	101-86-0
35	41,82	44,1	Benzylcinnamát	103-41-3
36	46,75	54,4	Benzylsalicylát	118-58-1

## 8.2 Příloha B: GC-MS analýza silic extrahovaných ethanolem

Tabulka 9: GC-MS analýza silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované ethanolem

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	8,67	14,8	3-karen	13466-78-9
2	9,11	16,2	$\beta$ -thujen	28634-89-1
3	10,04	51,8	Limonen	5989-27-5
4	11,34	33,4	$\gamma$ -terpinen	99-85-4
5	15,37	43,3	Nonanal	124-19-6
6	17,85	26,8	$\alpha$ -kopaen	3856-25-5
7	18,64	44,5	Kafr	464-49-3
8	18,96	44,5	Benzaldehyd	100-52-7
9	20,14	29,1	$\alpha$ -bergamoten	17699-05-7
10	20,51	12	$\beta$ -karyofylen	87-44-5
11	21,37	34,6	Ethyl undekanoát	627-90-7
12	21,5	15,7	Menthol	15356-70-4
13	22,09	41,8	Furfuryl alkohol	98-00-0
14	23,43	21,1	$\beta$ -selinen	17066-67-0
15	23,52	9,23	$\gamma$ -selinen	515-17-3
16	24,22	33,3	$\beta$ -kadinen	523-47-7
17	26,13	26,1	Geraniol	106-25-2
18	26,32	32,1	$\alpha$ -isomethylionon	127-51-5
19	26,96	21,6	Benzylalkohol	100-51-6
20	28,58	11,9	Cyklodekan	293-96-9
21	29,46	7,42	Methyl tetradekanoát	124-10-7
22	29,67	28,7	Fenol	108-95-2
23	30,84	65,7	Triacetin	102-76-1
24	31,11	45,7	Methyl cinnamát	103-26-4
25	33,4	54,9	Methyl palmitát	112-39-0
26	33,55	27,1	Karvakrol	499-75-2
27	34,41	50,6	Amyl cinnamal	122-40-7
28	34,9	40,7	Cinnamyl alkohol	4407-36-7
29	36,06	17,1	Isoeugenol	5932-68-3

Tabulka 9: GC-MS analýza silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované ethanolem – pokračování

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
30	36,2	57,1	Hexylcinnamal	101-86-0
31	38,18	42,2	Kumarin	91-64-5
32	40,39	17	Isovanillin	621-59-0
33	41,88	37,3	Benzylcinnamát	103-41-3
34	42,58	48,1	Guaiacyl aceton	2503-46-0
35	46,83	50	Benzylsalicylát	118-58-1
36	52,73	36,9	Benzylcinnamát	103-41-3



Tabulka 10: GC-MS analýza silice z máty peprné (*Mentha piperita*) extrahované ethanolem

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	11,07	39,3	2-dodekanol	10203-28-8
2	17,28	21,8	Menthon	89-80-5
3	18,97	42,3	Benzaldehyd	100-52-7
4	21,5	18,1	Menthol	15356-70-4
5	29,68	20,8	Fenol	108-95-2
6	30,49	24,9	Cinnamaldehyd	14371-10-9
7	30,84	61,1	Triacetin	102-62-5
8	31,11	40,9	Methyl cinnamát	1754-62-7
9	33,56	26,3	Karvakrol	499-75-2
10	34,42	31,7	Amyl cinnamal	122-40-7
11	34,81	52,1	Anýz alkohol	105-13-5
12	34,92	40,4	Cinnamyl alkohol	4407-36-7
13	36,06	17,4	Isoeugenol	97-54-1
14	36,21	48,7	Hexylcinnamal	101-86-0
15	38,18	34,9	Kumarin	91-64-5
16	40,22	9,25	Decyl dekanóát	1654-86-0
17	40,38	61,8	Vanillin	121-33-5
18	42,04	38,2	Benzylcinnamát	103-41-3
19	42,61	69,9	Guaiacyl aceton	2503-46-0
20	46,85	37,5	Benzylsalicylát	118-58-1
21	52,77	41,6	Benzylcinnamát	103-41-3

### 8.3 Příloha C: GC-MS analýza silic extrahovaných hexanem pomocí přístroje Soxtherm

Tabulka 11: GC-MS analýza silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované hexanem pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	12	20,9	o-cymen	527-84-4
2	12,37	9,67	1,2,4-trimethylbenzen	95-63-6
3	12,59	6,85	Acetyl valeryl	96-04-8
4	13,1	9,08	Tetrahydrofurfuryl alkohol	97-99-4
5	15,3	50,8	Nonanal	124-19-6
6	16,68	69,6	1-okten-3-ol	3391-86-4
7	17,19	18,3	Methon	89-80-5
8	17,35	48,6	3-furaldehyd	498-60-2
9	17,69	22,4	Isooktanol	26952-21-6
10	18,57	48	Kafr	464-49-3
11	18,89	46,3	Benzaldehyd	100-52-7
12	20,08	16,6	Cis- $\alpha$ -bergamoten	18252-46-5
13	23,36	12,4	$\beta$ -selinen	17066-67-0
14	23,71	27,8	Citral	5392-40-5
15	24,27	14,6	Citronellol	106-22-9
16	25,26	49,7	2-tridekanon	593-08-8
17	26,08	29,6	Geraniol	106-24-1
18	26,26	70,7	$\alpha$ -isomethylionon	127-51-5
19	26,66	93,6	2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyrtát	6846-50-0
20	26,9	25,6	Benzylalkohol	100-51-6
21	27,64	71,7	Metylionon	7779-30-8
22	28,52	10	1-undekanol	112-42-5
23	29,39	54	Methyl tetradekanoát	124-10-7
24	30,42	19,7	Cinnamaldehyd	14371-10-9
25	33,35	81,4	Methyl palmitát	112-39-0
26	33,5	29,1	Karvakrol	499-75-2
27	34,36	56,1	Amyl cinnamal	122-40-7
28	36,01	15,7	Acetyleugenol	93-28-7

Tabulka 11: GC-MS analýza silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované hexanem pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm – pokračování

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
29	36,14	56,8	Hexylcinnamal	101-86-0
30	37	50,9	Methyl stearát	112-61-8
31	38,11	36,3	Kumarin	91-64-5
32	41,93	49,7	Benzylcinnamát	103-41-3
33	46,71	59,7	Benzylsalicylát	118-58-1
34	52,56	31,3	Benzylcinnamát	103-41-3

Tabulka 12: GC-MS analýza silice z máty peprné (*Mentha piperita*) extrahované hexanem pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	12,37	40,2	Pivaldehyd	630-19-3
2	12,99	14,6	(S)-3,4-dimethylpentanol	600-36-2
3	13,12	26,4	3-methyltetrahydrofuran	13423-15-9
4	21,44	16	Methon	2216-51-5
5	22,04	25,1	Imidazol-4-methanol	822-55-9
6	26,47	51,7	Kyselina kaprylová	142-62-1
7	28,75	8,42	Anhydrid kyseliny pivalové	1538-75-6
8	29,62	42,5	Fenol	108-95-2
9	33,35	59	Methyl palmitát	112-39-0
10	33,5	20,3	Karvakrol	499-75-2
11	34,36	48,2	Amyl cinnamal	122-40-7
12	36,15	50,4	Hexylcinnamal	101-86-0
13	38,12	43	Kumarin	91-64-5
14	41,74	47	Benzylcinnamát	103-41-3
15	46,71	45,1	Benzylsalicylát	118-58-1
16	52,59	31,9	Benzylcinnamát	103-41-3

#### 8.4 Příloha D: GC-MS analýza silic extrahovaných ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce

Tabulka 13: GC-MS analýza silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	10,96	26,1	Laktamid	2043-43-8
2	15,28	37	Nonanal	124-19-6
3	17,41	15,3	8,8-dimethyl-4-methylene-1-oxaspiro [2.5]oct-5-ene	54345-60-7
4	17,75	11	$\alpha$ -kopaen	3856-25-5
5	18,86	50,3	Benzaldehyd	100-52-7
6	20,05	31,2	$\alpha$ -bergamoten	17699-05-7
7	20,41	11,3	Isokaryofylen	C15H24
8	22,45	21	Heptadekan	629-78-7
9	22,85	6,93	Epi-eudesmol	117066-77-0
10	23,33	26,1	$\beta$ -selinen	17066-67-0
11	23,43	8,33	$\alpha$ -selinen	473-13-2
12	24,14	17,9	Cadina-1(10),4-dien	16729-01-4
13	25,85	31,6	Trans-kalamenen	73209-42-4
14	26,87	25,8	Benzylalkohol	100-51-6
15	27,59	27,6	Fenylethyl alkohol	60-12-8
16	28,34	73,6	Cadina-1(10),6,8-trien	1460-96-4
17	28,49	9,97	1-dodekanol	112-53-8
18	29,36	68,5	Methyl tetradekanoát	124-10-7
19	30,09	11,3	Ethyl tetradekanoát	124-06-1
20	31,02	36,3	Methyl cinnamát	103-26-4
21	31,61	60	6,10,14-trimethylpentadekan-2-on	502-69-2
22	33,32	72	Methyl palmitát	112-39-0
23	33,46	23,5	Thymol	89-83-8
24	33,74	50,2	Kadalen	483-78-3
25	35,98	10,2	Acetyl isoeugenol	93-29-8
26	36,11	52,9	Hexylcinnamal	101-86-0

Tabulka 13: GC-MS analýza silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce – pokračování

Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
27	36,29	19,5	Diethyl ftalát	84-66-2
28	37,36	6,67	Methyl ester kyseliny 8-oktadecenové	2345-29-1
29	38,07	38,2	Kumarin	91-64-5
30	41,67	40,7	Benzylcinnamát	103-41-3
31	46,63	54,3	Benzylsalicylát	118-58-1
32	52,45	16,9	Benzylcinnamát	103-41-3

Tabulka 14: GC-MS analýza silice z máty peprné (*Mentha piperita*) extrahované ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce

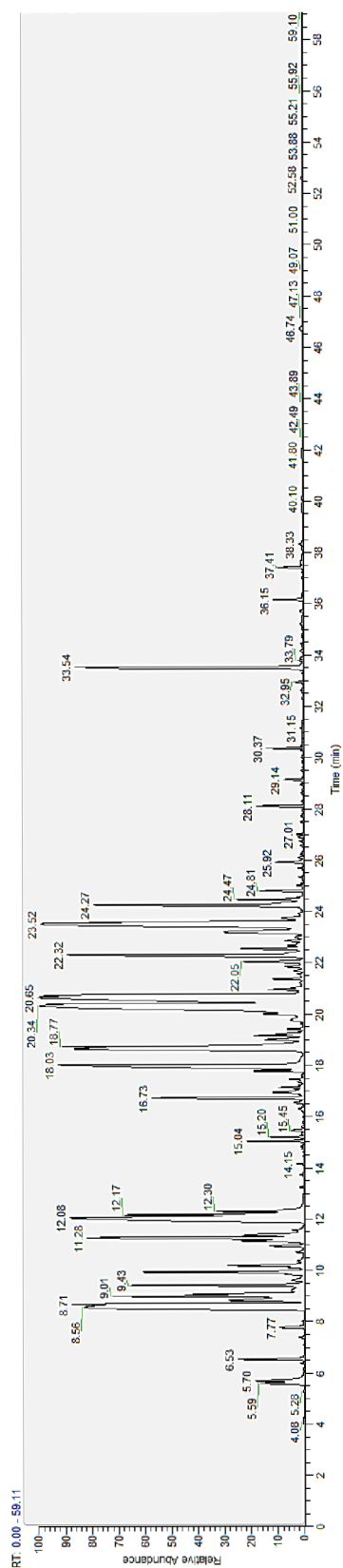
Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
1	15,31	56,8	Nonanal	124-19-6
2	17,18	24,6	Isomenthon	491-07-6
3	17,77	11,7	$\alpha$ -kopaen	3856-25-5
4	17,91	31,7	Methon	14073-97-3
5	18,89	42,4	Benzaldehyd	100-52-7
6	19,57	8,64	Neomenthyl acetát	2552-91-2
7	20,11	11,4	$\beta$ -elemen	515-13-9
8	20,44	8,49	Karyofylen	87-44-5
9	21,3	36,2	Ethyl undekanoát	627-90-7
10	21,42	12,3	Menthol	15356-70-4
11	21,61	9,78	2,6,10,14-tetramethylpentadekan	1921-70-6
12	22,02	47,9	Furfuryl alkohol	98-00-0
13	22,23	16,4	Ethyl benzoát	93-89-0
14	22,47	38,5	Heptadekan	629-78-7
15	23,1	12,4	Germacrene D	23986-74-5
16	23,35	9,45	$\beta$ -selinen	17066-67-0
17	24,15	31,3	Cadina-1(10),4-dien	16729-01-4
18	24,73	28	Oktadekan	593-45-3
19	25,26	34,2	2-tridekanon	593-08-8
20	25,67	82,3	Isopropyl myristát	10233-13-3
21	25,9	46	Ethyl dodekanoát	106-33-2
22	26,26	44,4	$\alpha$ -isomethylionon	127-51-5
23	26,64	93,2	2,2,4-trimethyl-1,3-pentanediol diisobutyát	6846-50-0
24	26,88	25,7	Benzylalkohol	100-51-6
25	27,61	66,1	Fenylethyl alkohol	60-12-8
26	28,36	42,7	Cadina-1(10),6,8-trien	1460-96-4
27	29,61	24,5	Fenol	108-95-2
28	30,11	33	Ethyl tetradekanoát	124-06-1
29	30,77	48,5	Triacetin	102-76-1
30	31,03	44,6	Methyl cinnamát	1754-62-7

Tabulka 14: GC-MS analýza silice z máty peprné (*Mentha piperita*) extrahované ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce – pokračování

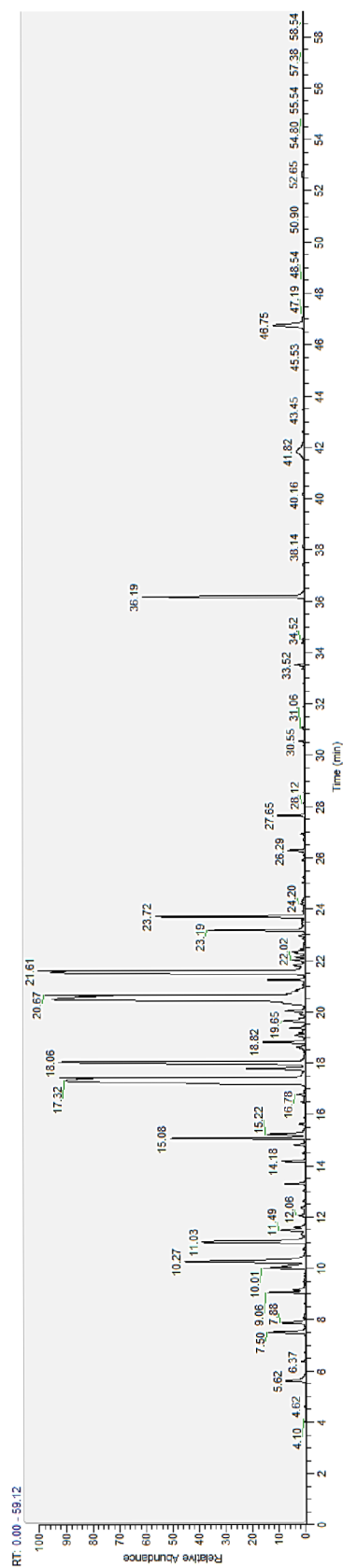
Pořadí	Retenční čas [min]	Pravděpodobnost shody analytu se standardem [%]	Název látky	CAS
31	32,55	65,5	Mintsulfid	72445-42-2
32	33,34	46,9	Methyl palmitát	112-39-0
33	33,48	27,9	Karvakrol	499-75-2
34	33,74	66,4	Kadalen	483-78-3
35	33,98	52,1	Ethyl palmitát	628-97-7
36	34,75	4,1	Eugenol	97-53-0
37	34,87	32,7	Cinnamyl alkohol	4407-36-7
38	35,99	18,9	Isoeugenol	97-54-1
39	36,13	54,7	Hexylcinnamal	101-86-0
40	37,37	5,23	Methyl vaccenát	52380-33-3
41	38,09	41,3	Kumarin	91-64-5
42	40,1	11,3	Decyl dekanóat	1654-86-0
43	41,57	42,7	Benzylcinnamát	103-41-3
44	42,48	26,1	Guaiacyl aceton	2503-46-0
45	46,67	43,3	Benzylsalicylát	118-58-1
46	52,49	10,3	Benzylcinnamát	103-41-3



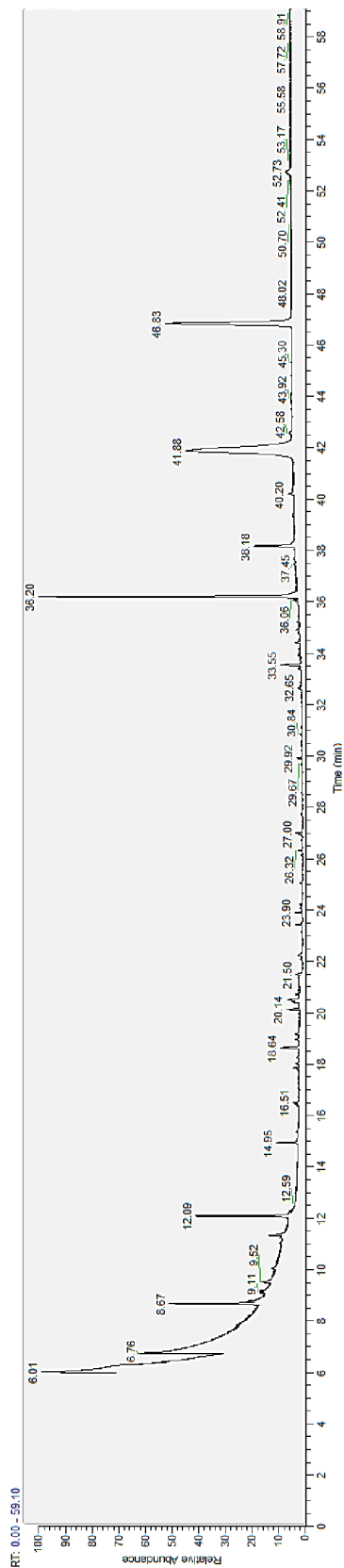
## 8.5 Příloha E: Chromatogramy



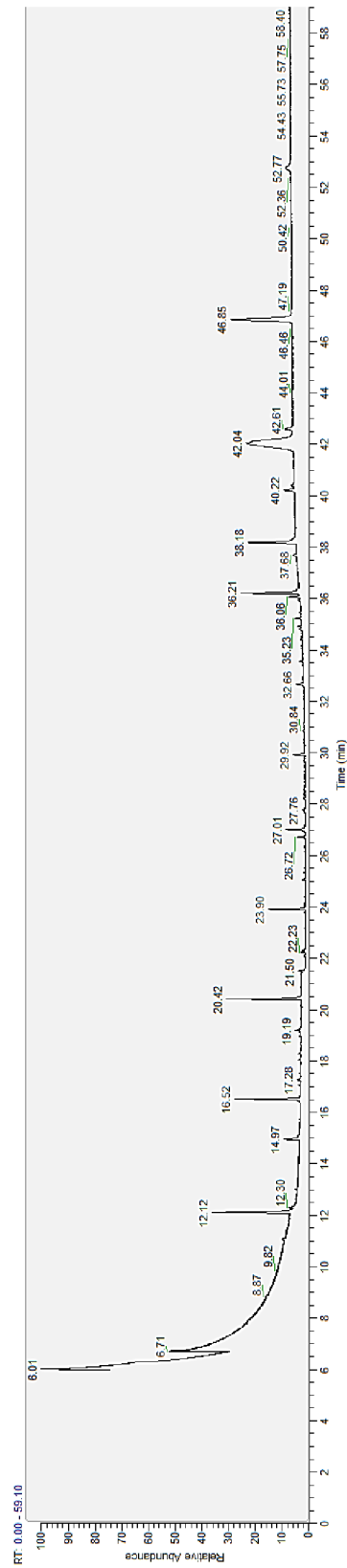
Obrázek 19: Chromatogram analýzy samotného rostlinného materiálu z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*)



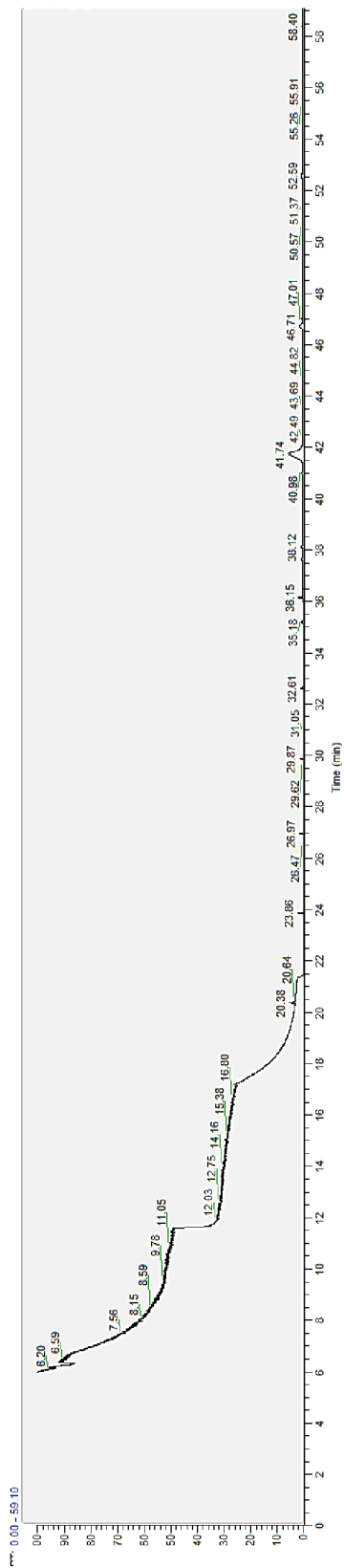
Obrázek 20: Chromatogram analýzy samotného rostlinného materiálu z máty peprné (*Mentha piperita*)



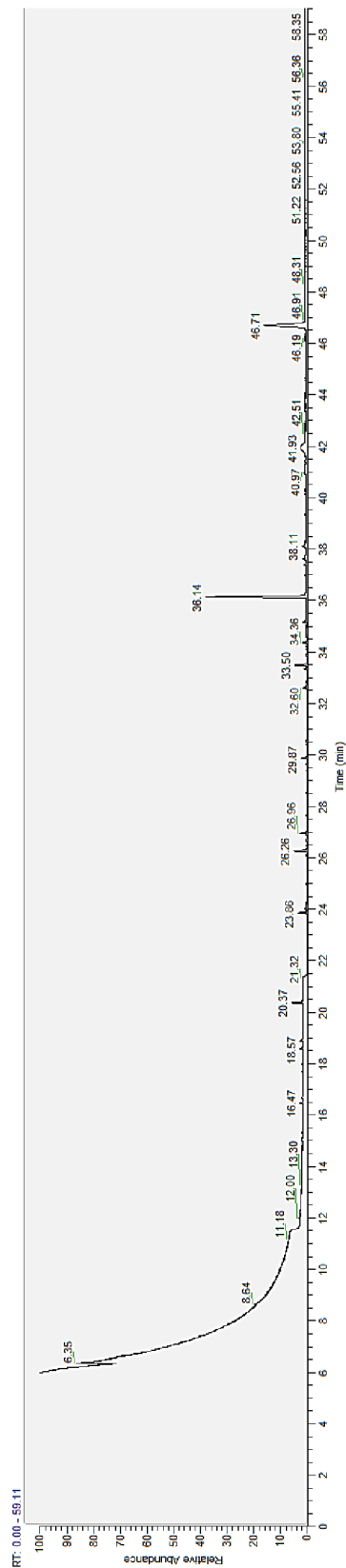
Obrázek 21: Chromatogram analýzy silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované ethanolem



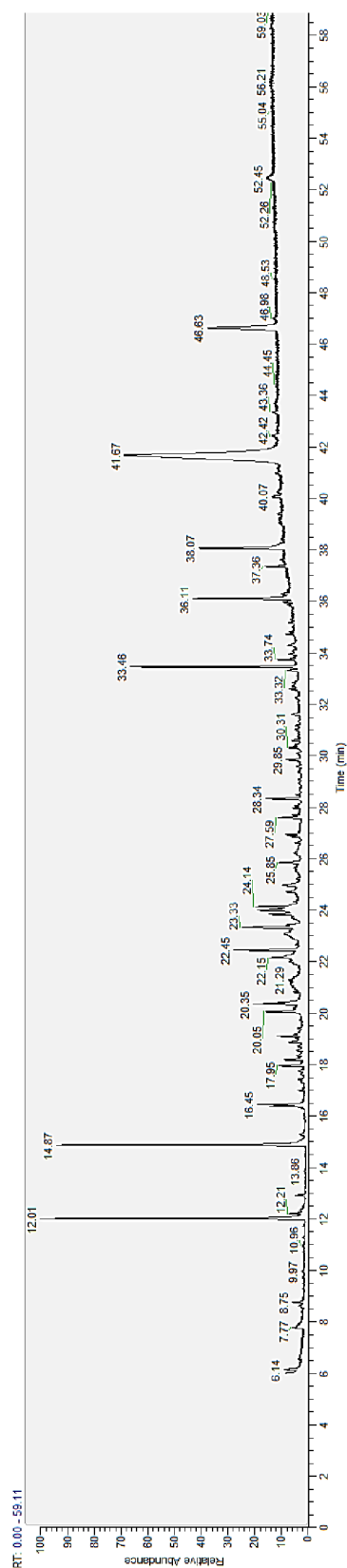
Obrázek 22: Chromatogram analýzy silice z máty pepřné (*Mentha piperita*) extrahované ethanolem



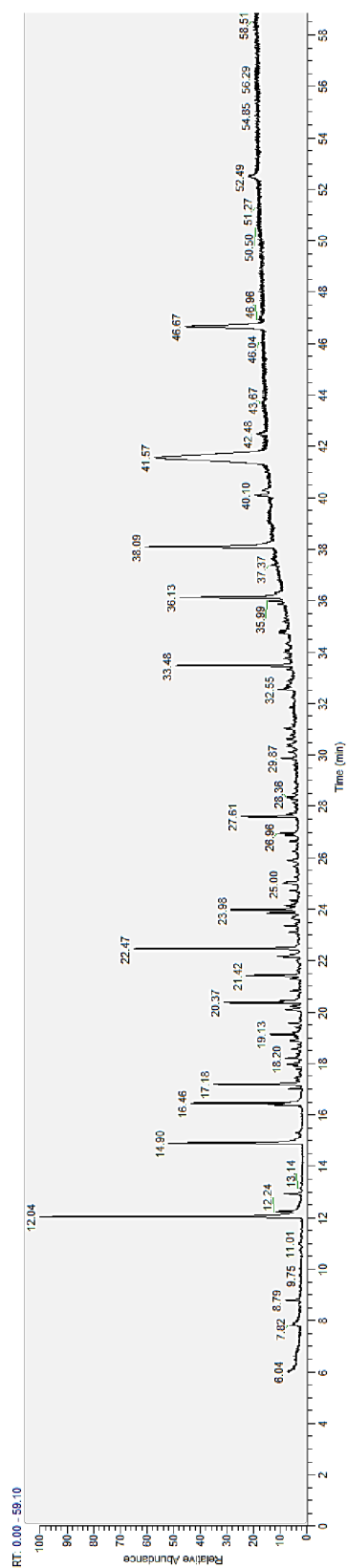
Obrázek 23: Chromatogram analýzy silice z rýmovníku (*P. amboinicus*) extrahované hexanem pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm



Obrázek 24: Chromatogram analýzy silice z máty peprné (*Mentha piperita*) extrahované hexanem pomocí přístroje Gerhardt Soxtherm



Obrázek 25: Chromatogram analýzy silice z rýmovníku (*Plectranthus amboinicus*) extrahované ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce



Obrázek 26: Chromatogram analýzy silice z máty peprné (*Mentha piperita*) extrahované ethanolem po odpaření hexanu na rotační vakuové odparce

## 8.6 Příloha F: Bezpečnostní list éterického oleje z rýmovníku

### Éterický olej z rýmovníku

---

#### ODDÍL 1. IDENTIFIKACE LÁTKY/ PŘÍPRAVKU A SPOLEČNOSTI/ PODNIKU

##### 1.1 Chemický název látky/obchodní název přípravku:

Název výrobku: Éterický olej z rýmovníku  
Číslo CAS: 8006-90-4  
Číslo ES (EINECS): –  
Další názvy látky: Plectranthus amboinicus, Rýmovníkový éterický olej (přírodní vonná látka)

##### 1.2 Použití látky nebo přípravku:

Extrakt

##### 1.3 Identifikace výrobce/dovozce:

Jméno nebo obchodní jméno: Fakulta chemická VUT v Brně  
Místo podnikání nebo sídlo: Purkyňova 464/118, 612 00 Brno-Medlánky  
Identifikační číslo: 00216305  
Telefon: +420 541 149 301  
Telefonní číslo pro naléhavé situace:  
Toxikologické informační středisko, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2; tel. +420 224 919 293; +420 224 915 402 (nepřetržitá lékařská služba), e-mail: tis@vfn.cz

---

#### ODDÍL 2. IDENTIFIKACE RIZIK

##### 2.1 Klasifikace látky nebo přípravku

Látka je klasifikována jako nebezpečná podle nařízení (ES) č.1272/2008.

##### 2.2 Prvky označení

Výstražný symbol(y) nebezpečnosti:



Signální slovo: varování

Indexové číslo: nepřirazeno

Standardní věty o nebezpečnosti:

H315 Dráždí kůži.

H317 Může vyvolat alergickou kožní reakci.

H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

**Pokyny pro bezpečné zacházení:**

P261 Zamezte vdechování par/aerosolů.

P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí.

P280 Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.

P362 Kontaminovaný oděv svlékněte a před opětovným použitím ho vyperte.

P501 Odstraňte obsah/obal v souladu s místními/regionálními/národními/mezinárodními předpisy.

---

**ODDÍL 3. SLOŽENÍ / INFORMACE O SLOŽKÁCH**

**3.1 Látky**

Chemický název	CAS	EINECS	Klasifikace
Rýmovníkový éterický olej (50 % ethanolu)	8006-90-4	–	Skin Irrit. 2; H315 Skin Sens 1; H317 Aquatic Chronic 2; H411

Klasifikace a znění použitých H-vět viz bod 16.

Chemický název	CAS	EINECS	Klasifikace
Ethanol 96 % p.a	64-17-5	200-578-6	Flam. Liq. 2, H 225, Eye Irrit.2: H319
Menthol	15356-70-4	218-690-9	Skin Irrit. 2; H315
Menthon	89-80-5	201-941-1	Aquatic Chronic 3; H412
o-cymen	527-84-4	221-761-7	Aquatic Chronic 2, H411 Asp. Tox. 1, H304
Thymol	89-83-8	201-944-8	Aquatic Chronic 2, H302, H314, H411
Limonen	5989-27-5	227-813-5	Flam. Liq. 3; H226 Asp. Tox. 1; H304 Skin Irrit. 2; H315 Skin. Sens. 1; H317 Aquatic Chronic 1, H410
β-pinen	127-91-3	242-060-2	Flam. Liq. 3; H226 Asp. Tox. 1; H304 Skin. Sens. 1; H317 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410
α-pinen	7785-70-8	232-077-3	Flam. Liq. 3; H226 Asp. Tox. 1; H304 Skin. Sens. 1; H317 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410

## **ODDÍL 4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC**

### **4.1 Popis první pomoci**

Nutnost okamžité lékařské pomoci: nutná v případě vážnějšího zasažení látkou.

**Při vdechnutí:** výrobek nepůsobí toxicky, mohou se však vyskytovat jedinci, kteří při vyšší koncentraci látky v ovzduší reagují alergicky. V tom případě jednat podle příznaků, případně vyhledat lékařskou pomoc.

**Při styku s kůží:** odstranit kontaminované součásti oděvu a kontaminovanou obuv. Zasažené místo umýt mýdlem a teplou vodou.

**Při styku s okem:** okamžitě po zasažení vyplachovat oči velkým množstvím vody při otevřených očních víčkách (15-20 minut). Vyhledat lékařskou pomoc.

**Při požití:** vypláchnout ústa a vypít velké množství vody, ihned vyhledat lékařskou pomoc.

**4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky:** nejsou uvedeny.

### **4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření**

Nejsou specifické pokyny, postupovat symptomaticky.

---

## **ODDÍL 5. OPATŘENÍ PRO HAŠENÍ POŽÁRU**

### **5.1 Hasiva**

Vhodná hasiva: hasiva přizpůsobit látkám skladovaným v okolí – tříštěný proud vody, vodní mlhy, písek, prášky A-B-C-D-E nebo B-C-E, inertní plyny.

Nevhodná hasiva: nejsou známa

### **5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi**

Při hoření vzniká nebezpečný oxid uhelnatý a oxid uhličitý.

### **5.3 Pokyny pro hasiče**

Používat zvláštní ochranné prostředky (např. dýchací přístroj, protichemický oblek), chladit nádoby vystavené záru nebo ohni.

---

## **ODDÍL 6. OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU**

### **6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy**

Používat osobní ochranné prostředky – zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat výpary. V uzavřených místnostech zajistit přívod čerstvého vzduchu.

### **6.2 Opatření na ochranu životního prostředí**

Zabránit kontaminaci povrchových a podzemních vod a půdy. Nesmí se dostat do kanalizace.

### **6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění**

Opatrně provést mechanický úklid, shromáždit do krytých kontejnerů a nechat zlikvidovat specializovanou firmou.

---

## **ODDÍL 7. ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ**

### **7.1 Opatření pro bezpečné zacházení**

Používat osobní ochranné prostředky, dodržovat zásady osobní hygieny. Zabránit dlouhodobé nebo opakované expozici. Zabránit kontaktu s látkou. Udržovat dobré větrání. Manipulovat v prostorech s nepropustnou podlahou. Používat záchytné vany pod skladovacími a manipulačními plochami.

### **7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí**

Skladovat v uzavřených nádobách vzdálených od zdrojů tepla a slunečního záření. Skladovací prostory musí splňovat požadavky požární bezpečnosti staveb, musí mít dostatečné větrání, elektrická instalace musí odpovídat příslušným normám.

### **7.3 Specifické konečné/ specifická konečná použití: neuvedeno**

---

## **ODDÍL 8. OMEZOVÁNÍ EXPOZICE / OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY**

### **8.1 Kontrolní parametry**

*Limitní hodnoty expozice v ČR dle nařízení vlády č. 361/2007Sb.:*

- Přípustný expoziční limit PEL: nejsou stanoveny
- Nejvyšší přípustná koncentrace NPK-P: nejsou stanoveny
- Faktor přepočtu z mg/m<sup>3</sup> na ppm (25 °C, 100 kPa): nejsou stanoveny

*Limitní hodnoty EU dle směrnice Rady 98/24/ES:*

Nejsou známy.

### **8.2 Omezování expozice**

Zabezpečit odsávání nebo místní větrání. Dodržovat pracovní hygienu, při práci nejíst, nepít a nekouřit. Dodržovat bezpečnostní pokyny pro práci s chemikáliemi.

#### **8.2.1 Vhodné technické kontroly:**

Postupovat dle požadavků nařízení č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

#### **8.2.2 Individuální ochranná opatření včetně osobních ochranných prostředků:**

*Ochrana očí a obličeje:* uzavřené ochranné brýle nebo štít

*Ochrana kůže:* vhodný ochranný oděv, pracovní obuv

*Ochrana rukou:* vhodné ochranné rukavice

*Ochrana dýchacích cest:* respirátor, maska s filtrem proti organickým parám

#### **8.2.3 Omezování expozice životního prostředí:**

Zabránit kontaminaci povrchových a podzemních vod a půdy dodržováním emisních limitů.

---



## ODDÍL 9. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

### 9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

<b>Skupenství:</b>	kapalné	
<b>Barva:</b>	žlutá až světle zelená	
<b>Zápach (vůně):</b>	mátová, alkoholová	
<b>Zákal</b>	mírný	
<b>Hodnota pH:</b>	není k dispozici	
<b>Bod varu (°C):</b>	78,0	
<b>Bod tání /bod tuhnutí (°C):</b>	není k dispozici	
<b>Hořlavost:</b>	hořlavý	
<b>Bod vzplanutí (°C):</b>	není k dispozici	
<b>Bod vznícení (°C):</b>	není k dispozici	
<b>Výbušnost (meze výbušnosti):</b>	horní (% obj.):	není k dispozici
	dolní (% obj.):	není k dispozici
<b>Oxidační vlastnosti:</b>	nejsou	
<b>Tenze par (20 °C): hPa</b>	není k dispozici	
<b>Relativní hustota (20 °C): g/cm<sup>3</sup></b>	–	
<b>Index lomu (20 °C)</b>	1,3626	
<b>Rozpustnost (20 °C)</b>	ve vodě:	nerozpustný
	v jiných rozpouštědlech:	rozpustný v ethanolu
<b>Rozdělovací koeficient n-oktanol/voda:</b>	není k dispozici	
<b>Viskozita (20 °C): mPa.s</b>	není k dispozici	
<b>Hustota par (vzduch = 1):</b>	není k dispozici	
<b>Rychlost odpařování:</b>	není k dispozici	

## ODDÍL 10. STÁLOST A REAKTIVITA

**10.1 Reaktivita:** není k dispozici.

**10.2 Chemická stabilita:** stabilní za běžných skladovacích podmínek.

**10.3 Možnost nebezpečných reakcí:** není k dispozici.

### 10.4 Podmínky, kterým je třeba zabránit

Chránit před nadměrným a dlouhodobým zahříváním nebo kontaktu se vzduchem; může dojít k rozkladu nebo oxidaci výrobku.

### 10.5 Neslučitelné materiály

Silné kyseliny, zásady a materiály, které reagují s nenasycenými uhlovodíky nebo estery.

## ODDÍL 11. TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE

### 11.1 Informace o toxikologických účincích

#### Akutní toxicita:

LD <sub>50</sub> , orálně, potkan (mg·kg <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
LD <sub>50</sub> , dermálně, králík (mg·kg <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro plyny a páry (ppm):	není k dispozici

#### Žíravost / dráždivost pro kůži:

podráždění

#### Vážné poškození očí / podráždění očí:

není k dispozici

#### Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže:

není klasifikována

#### Mutagenita v zárodečných buňkách:

nezjištěna

#### Karcinogenita:

nezjištěna

#### Toxicita pro reprodukci:

není k dispozici

**Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice:** není klasifikována jako škodlivina

**Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice:** není klasifikována jako škodlivina

#### Nebezpečnost při vdechnutí:

není klasifikována

#### Informace o pravděpodobných cestách expozice:

<i>Při vdechování:</i>	mírné podráždění sliznic
<i>Styk s kůží:</i>	podráždění
<i>Styk s očima:</i>	podráždění
<i>Při požití:</i>	podráždění sliznic v ústech

---

## ODDÍL 12. EKOLOGICKÉ INFORMACE

Tento přípravek nebyl podroben ekotoxikologickému testování jako celek. Protože použití současných standardních ekotoxikologických hodnotících technik obtížně předpovídá dopad konkrétních způsobů úniku na zranitelné nebo lokalizované části ekosystému je třeba tento přípravek posuzovat a manipulovat s ním tak, jako by vykazoval zdravotní rizika a v důsledku toho je s ním třeba zacházet se všemi možnými ochrannými opatřeními.

### 12.1 Toxicita

LC <sub>50</sub> , 96 hod., ryby (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
EC <sub>50</sub> , 48 hod., dafnie (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
IC <sub>50</sub> , 72 hod., řasy (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici

**12.2 Persistence a rozložitelnost:** údaje nejsou k dispozici

**12.3 Bioakumulační potenciál:** údaje nejsou k dispozici

**12.4 Mobilita v půdě:** údaje nejsou k dispozici

12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB: údaje nejsou k dispozici

12.6 Jiné nepříznivé účinky: toxický pro vodní organismy

---

## ODDÍL 13. POKYNY PRO ODSTRAŇOVÁNÍ

### 13.1 Metody nakládání s odpady

Zbytky látky stejně jako oplachové vody nesmí být vypouštěny do půdy, veřejné kanalizace ani do blízkosti vodních zdrojů a vodotečí. Materiál likvidovat jako nebezpečný odpad oprávněnou firmou v souladu s platnou legislativou.

*Metody zneškodňování látky nebo přípravku a znečištěného odpadu:* nechat zlikvidovat specializovanou firmou v souladu s platnými předpisy (spalování). Nikdy nemíchat s jiným odpadem.

*Metody likvidace znečištěného obalu:* použitý, řádně vyprázdněný obal odevzdejte na sběrné místo obalových odpadů.

*Právní předpisy o odpadech:* zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění. Vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění. Vyhláška č. 93/2016 Sb., (katalog odpadů) v platném znění. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění.

---

## ODDÍL 14. INFORMACE PRO PŘEPRAVU

14.1 UN číslo: 3082

14.2 Oficiální (OSN) pojmenování pro přepravu:

LÁTKA OHROŽUJÍCÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, KAPALNÁ, J.N. (Rýmovníkový éterický olej)

14.3 Třída /Třídy nebezpečnosti pro přepravu: 9

14.4 Obalová skupina: III – látky málo nebezpečné

14.5 Nebezpečnost pro životní prostředí: zamezit úniku do životního prostředí

---

## ODDÍL 15. INFORMACE O PŘEDPÍSECH

15.1 Předpisy týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi:

Klasifikace a označení látky je v souladu s těmito nařízeními:

**Nařízení REACH:** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek; v platném znění

**Nařízení CLP:** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí; v platném znění

*Národní předpisy týkající se ochrany osob nebo životního prostředí:*

Nařízení vl. č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, v platném znění

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění

Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon

Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích

Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, v platném znění.

## ODDÍL 16. DALŠÍ INFORMACE

### Legenda ke zkratkám:

<b>CLP</b>	nařízení č.1272/2008/ES o klasifikaci, označování a balení látek a směsí;
<b>REACH</b>	nařízení č.1907/2006/EC o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek.
<b>CAS</b>	číslo, uvedené v seznamu Chemical abstract service
<b>EINECS</b>	evropský seznam existujících obchodovatelných chemických látek
<b>LC<sub>50</sub></b>	smrtná koncentrace látky, při které lze očekávat, že způsobí smrt 50% populace
<b>LD<sub>50</sub></b>	smrtná dávka látky, při které lze očekávat, že způsobí smrt 50% populace
<b>IC<sub>50</sub></b>	koncentrace působící 50% blokádu
<b>EC<sub>50</sub></b>	koncentrace látky, při které je zasaženo 50 % populace
<b>PBT</b>	perzistentní, bioakumulativní a toxický; vPvB-velmi perzistentní, velmi bioakumulativní

Výrobek slouží jako surovina pro profesionální účely a není určen pro použití v koncentrovaném stavu.

### Použitá literatura, zdroje:

firemní databáze, internet, BL výrobce, Marhold – Přehled průmyslové toxikologie, The Merck Index

### Kategorie nebezpečnosti, seznam kódů tříd:

Zkratka	Anglický název	Český název
Flam.Liq. 2	Flammable liquid, category 2	Hořlavá kapalina, kategorie 2
Acute Tox. 4	Acute toxicity, category 4	Akutní toxicita, kategorie 4
Asp.Tox.1	Aspiration hazard, category 1	Nebezpečnost při vdechnutí, kategorie 1
Skin Irrit. 2	Skin irritation, category 2	Dráždivost pro kůži, kategorie 2
Skin Sens. 1	Skin sensitization, category 1	Senzibilizace kůže, kategorie 1
Chronic Aquatic 1, 2, 3	Chronic Aquatic toxicity, category 1, 2, 3	Chronická toxicita pro vodní prostředí
Acute Aquatic 1	Acute Aquatic toxicity, category 1	Akutní toxicita pro vodní prostředí

### Seznam příslušných H-vět:

H226	Hořlavá kapalina a páry
H302	Zdraví škodlivý při požití

H304	Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt
H315	Způsobuje poleptání/podráždění kůže
H317	Může vyvolat alergickou kožní reakci
H400	Vysoce toxický pro vodní organismy
H410	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky
H412	Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky

**Pokyny pro školení:**

Pracovníci, kteří přicházejí do styku s nebezpečnými látkami, musí být organizací v potřebném rozsahu seznámeni s účinky těchto látek, se způsoby, jak s nimi zacházet, s ochrannými opatřeními, se zásadami první pomoci, s potřebnými asanačními postupy a s postupy při likvidaci poruch a havárií.

## 8.7 Příloha G: Bezpečnostní list éterického oleje z máty peprné

### Éterický olej z máty peprné

---

#### ODDÍL 1. IDENTIFIKACE LÁTKY/ PŘÍPRAVKU A SPOLEČNOSTI/ PODNIKU

##### 1.1 Chemický název látky/obchodní název přípravku:

Název výrobku: Éterický olej z máty peprné  
Číslo CAS: 8006-90-4  
Číslo ES (EINECS): –  
Další názvy látky: Mentha piperita, Peprmintový olej (přírodní vonná látka)

##### 1.2 Použití látky nebo přípravku:

Extrakt

##### 1.3 Identifikace výrobce/dovozce:

Jméno nebo obchodní jméno: Fakulta chemická VUT v Brně  
Místo podnikání nebo sídlo: Purkyňova 464/118, 612 00 Brno-Medlánky  
Identifikační číslo: 00216305  
Telefon: +420 541 149 301  
Telefonní číslo pro naléhavé situace:  
Toxikologické informační středisko, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2; tel. +420 224 919 293; +420 224 915 402 (nepřetržitá lékařská služba), e-mail: tis@vfn.cz

---

#### ODDÍL 2. IDENTIFIKACE RIZIK

##### 2.1 Klasifikace látky nebo přípravku

Látka je klasifikována jako nebezpečná podle nařízení (ES) č.1272/2008.

##### 2.2 Prvky označení

Výstražný symbol(y) nebezpečnosti:



Signální slovo: varování

Indexové číslo: nepřirazeno

Standardní věty o nebezpečnosti:

H315 Dráždí kůži.

H317 Může vyvolat alergickou kožní reakci.

H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

#### **Pokyny pro bezpečné zacházení:**

P261 Zamezte vdechování par/aerosolů.

P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí.

P280 Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.

P362 Kontaminovaný oděv svlékněte a před opětovným použitím ho vyperte.

P501 Odstraňte obsah/obal v souladu s místními/regionálními/národními/mezinárodními předpisy.

---

### **ODDÍL 3. SLOŽENÍ / INFORMACE O SLOŽKÁCH**

#### **3.1 Látky**

<b>Chemický název</b>	<b>CAS</b>	<b>EINECS</b>	<b>Klasifikace</b>
Mátový éterický olej (50 % ethanolu)	8006-90-4	–	Skin Irrit. 2; H315 Skin Sens 1; H317 Aquatic Chronic 2; H411

Klasifikace a znění použitých H-vět viz bod 16.

<b>Chemický název</b>	<b>CAS</b>	<b>EINECS</b>	<b>Klasifikace</b>
Ethanol 96 % p.a	64-17-5	200-578-6	Flam. Liq. 2, H 225, Eye Irrit.2: H319
Menthol	15356-70-4	218-690-9	Skin Irrit. 2; H315
Menthon	89-80-5	201-941-1	Aquatic Chronic 3; H412
Isomenthon	491-07-6	207-727-4	Acute Tox. 4; H302
Limonen	5989-27-5	227-813-5	Flam. Liq. 3; H226 Asp. Tox. 1; H304 Skin Irrit. 2; H315 Skin. Sens. 1; H317 Aquatic Chronic 1, H410
$\beta$ -pinen	127-91-3	242-060-2	Flam. Liq. 3; H226 Asp. Tox. 1; H304 Skin. Sens. 1; H317 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410
$\alpha$ -pinen	7785-70-8	232-077-3	Flam. Liq. 3; H226 Asp. Tox. 1; H304 Skin. Sens. 1; H317 Aquatic Acute 1, H400 Aquatic Chronic 1, H410

---

### **ODDÍL 4. POKYNY PRO PRVNÍ POMOC**

#### **4.1 Popis první pomoci**

Nutnost okamžité lékařské pomoci: nutná v případě vážnějšího zasažení látkou.

**Při vdechnutí:** výrobek nepůsobí toxicky, mohou se však vyskytovat jedinci, kteří při vyšší koncentraci látky v ovzduší reagují alergicky. V tom případě jednat podle příznaků, případně vyhledat lékařskou pomoc.

**Při styku s kůží:** odstranit kontaminované součásti oděvu a kontaminovanou obuv. Zasažené místo umýt mýdlem a teplou vodou.

**Při styku s okem:** okamžitě po zasažení vyplachovat oči velkým množstvím vody při otevřených očních víčkách (15-20 minut). Vyhledat lékařskou pomoc.

**Při požití:** vypláchnout ústa a vypít velké množství vody, ihned vyhledat lékařskou pomoc.

**4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky:** nejsou uvedeny.

**4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření**

Nejsou specifické pokyny, postupovat symptomaticky.

---

## **ODDÍL 5. OPATŘENÍ PRO HAŠENÍ POŽÁRU**

### **5.1 Hasiva**

Vhodná hasiva: hasiva přizpůsobit látkám skladovaným v okolí – tříštěný proud vody, vodní mlhy, písek, prášky A-B-C-D-E nebo B-C-E, inertní plyny.

Nevhodná hasiva: nejsou známa

### **5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi**

Při hoření vzniká nebezpečný oxid uhelnatý a oxid uhličitý.

### **5.3 Pokyny pro hasiče**

Používat zvláštní ochranné prostředky (např. dýchací přístroj, protichemický oblek), chladit nádoby vystavené záru nebo ohni.

---

## **ODDÍL 6. OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU**

### **6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy**

Používat osobní ochranné prostředky – zamezit kontaktu s látkou, nevdechovat výpary. V uzavřených místnostech zajistit přívod čerstvého vzduchu.

### **6.2 Opatření na ochranu životního prostředí**

Zabránit kontaminaci povrchových a podzemních vod a půdy. Nesmí se dostat do kanalizace.

### **6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění**

Opatrně provést mechanický úklid, shromáždit do krytých kontejnerů a nechat zlikvidovat specializovanou firmou.

---



## **ODDÍL 7. ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ**

### **7.1 Opatření pro bezpečné zacházení**

Používat osobní ochranné prostředky, dodržovat zásady osobní hygieny. Zabránit dlouhodobé nebo opakované expozici. Zabránit kontaktu s látkou. Udržovat dobré větrání. Manipulovat v prostorech s nepropustnou podlahou. Používat záchytné vany pod skladovacími a manipulačními plochami.

### **7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí**

Skladovat v uzavřených nádobách vzdálených od zdrojů tepla a slunečního záření. Skladovací prostory musí splňovat požadavky požární bezpečnosti staveb, musí mít dostatečné větrání, elektrická instalace musí odpovídat příslušným normám.

### **7.3 Specifické konečné/ specifická konečná použití: neuvedeno**

---

## **ODDÍL 8. OMEZOVÁNÍ EXPOZICE / OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY**

### **8.1 Kontrolní parametry**

*Limitní hodnoty expozice v ČR dle nařízení vlády č.361/2007Sb.:*

- Přípustný expoziční limit PEL: nejsou stanoveny
- Nejvyšší přípustná koncentrace NPK-P: nejsou stanoveny
- Faktor přepočtu z mg/m<sup>3</sup> na ppm (25 °C, 100 kPa): nejsou stanoveny

*Limitní hodnoty EU dle směrnice Rady 98/24/ES:*

Nejsou známy.

### **8.2 Omezování expozice**

Zabezpečit odsávání nebo místní větrání. Dodržovat pracovní hygienu, při práci nejíst, nepít a nekouřit. Dodržovat bezpečnostní pokyny pro práci s chemikáliemi.

#### **8.2.1 Vhodné technické kontroly:**

Postupovat dle požadavků nařízení č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci.

#### **8.2.2 Individuální ochranná opatření včetně osobních ochranných prostředků:**

*Ochrana očí a obličeje:* uzavřené ochranné brýle nebo štít

*Ochrana kůže:* vhodný ochranný oděv, pracovní obuv

*Ochrana rukou:* vhodné ochranné rukavice

*Ochrana dýchacích cest:* respirátor, maska s filtrem proti organickým parám

#### **8.2.3 Omezování expozice životního prostředí:**

Zabránit kontaminaci povrchových a podzemních vod a půdy dodržováním emisních limitů.

---

## ODDÍL 9. FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

### 9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

<b>Skupenství:</b>	kapalné	
<b>Barva:</b>	žlutá až světle zelená	
<b>Zápach (vůně):</b>	mátová s balzamickým nádechem, alkoholová	
<b>Zákal</b>	mírný	
<b>Hodnota pH:</b>	není k dispozici	
<b>Bod varu (°C):</b>	78,0	
<b>Bod tání /bod tuhnutí (°C):</b>	není k dispozici	
<b>Hořlavost:</b>	hořlavý	
<b>Bod vzplanutí (°C):</b>	není k dispozici	
<b>Bod vznícení (°C):</b>	není k dispozici	
<b>Výbušnost (meze výbušnosti):</b>	horní (% obj.):	není k dispozici
	dolní (% obj.):	není k dispozici
<b>Oxidační vlastnosti:</b>	nejsou	
<b>Tenze par (20 °C): hPa</b>	není k dispozici	
<b>Relativní hustota (20 °C): g/cm<sup>3</sup></b>	–	
<b>Index lomu (20 °C)</b>	1,3642	
<b>Rozpustnost (20 °C)</b>	ve vodě:	nerozpustný
	v jiných rozpouštědlech:	rozpustný v ethanolu
<b>Rozdělovací koeficient n-oktanol/voda:</b>	není k dispozici	
<b>Viskozita (20 °C): mPa.s</b>	není k dispozici	
<b>Hustota par (vzduch = 1):</b>	není k dispozici	
<b>Rychlost odpařování:</b>	není k dispozici	

## ODDÍL 10. STÁLOST A REAKTIVITA

**10.1 Reaktivita:** není k dispozici.

**10.2 Chemická stabilita:** stabilní za běžných skladovacích podmínek.

**10.3 Možnost nebezpečných reakcí:** není k dispozici.

**10.4 Podmínky, kterým je třeba zabránit**

Chránit před nadměrným a dlouhodobým zahříváním nebo kontaktu se vzduchem; může dojít k rozkladu nebo oxidaci výrobku.

**10.5 Neslučitelné materiály**

Silné kyseliny, zásady a materiály, které reagují s nenasycenými uhlovodíky nebo estery.

## ODDÍL 11. TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE

### 11.1 Informace o toxikologických účincích

#### Akutní toxicita:

LD <sub>50</sub> , orálně, potkan (mg·kg <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
LD <sub>50</sub> , dermálně, králík (mg·kg <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro plyny a páry (ppm):	není k dispozici

#### Žíravost / dráždivost pro kůži:

podráždění

#### Vážné poškození očí / podráždění očí:

není k dispozici

#### Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže:

není klasifikována

#### Mutagenita v zárodečných buňkách:

nezjištěna

#### Karcinogenita:

nezjištěna

#### Toxicita pro reprodukci:

není k dispozici

**Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice:** není klasifikována jako škodlivina

**Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice:** není klasifikována jako škodlivina

#### Nebezpečnost při vdechnutí:

není klasifikována

#### Informace o pravděpodobných cestách expozice:

<i>Při vdechování:</i>	mírné podráždění sliznic
<i>Styk s kůží:</i>	podráždění
<i>Styk s očima:</i>	podráždění
<i>Při požití:</i>	podráždění sliznic v ústech

---

## ODDÍL 12. EKOLOGICKÉ INFORMACE

Tento přípravek nebyl podroben ekotoxikologickému testování jako celek. Protože použití současných standardních ekotoxikologických hodnotících technik obtížně předpovídá dopad konkrétních způsobů úniku na zranitelné nebo lokalizované části ekosystému je třeba tento přípravek posuzovat a manipulovat s ním tak, jako by vykazoval zdravotní rizika a v důsledku toho je s ním třeba zacházet se všemi možnými ochrannými opatřeními.

### 12.1 Toxicita

LC <sub>50</sub> , 96 hod., ryby (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
EC <sub>50</sub> , 48 hod., dafnie (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
IC <sub>50</sub> , 72 hod., řasy (mg·l <sup>-1</sup> ):	není k dispozici

**12.2 Persistence a rozložitelnost:** údaje nejsou k dispozici

**12.3 Bioakumulační potenciál:** údaje nejsou k dispozici

**12.4 Mobilita v půdě:** údaje nejsou k dispozici

12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB: údaje nejsou k dispozici

12.6 Jiné nepříznivé účinky: toxický pro vodní organismy

---

## ODDÍL 13. POKYNY PRO ODSTRAŇOVÁNÍ

### 13.1 Metody nakládání s odpady

Zbytky látky stejně jako oplachové vody nesmí být vypouštěny do půdy, veřejné kanalizace ani do blízkosti vodních zdrojů a vodotečí. Materiál likvidovat jako nebezpečný odpad oprávněnou firmou v souladu s platnou legislativou.

*Metody zneškodňování látky nebo přípravku a znečištěného odpadu:* nechat zlikvidovat specializovanou firmou v souladu s platnými předpisy (spalování). Nikdy nemíchat s jiným odpadem.

*Metody likvidace znečištěného obalu:* použitý, řádně vyprázdněný obal odevzdejte na sběrné místo obalových odpadů.

*Právní předpisy o odpadech:* zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění. Vyhláška č. 94/2016 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění. Vyhláška č. 93/2016 Sb., (katalog odpadů) v platném znění. Vyhláška č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění.

---

## ODDÍL 14. INFORMACE PRO PŘEPRAVU

14.1 UN číslo: 3082

14.2 Oficiální (OSN) pojmenování pro přepravu:

LÁTKA OHROŽUJÍCÍ ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, KAPALNÁ, J.N. (Mátový olej)

14.3 Třída /Třídy nebezpečnosti pro přepravu: 9

14.4 Obalová skupina: III – látky málo nebezpečné

14.5 Nebezpečnost pro životní prostředí: zamezit úniku do životního prostředí

---

## ODDÍL 15. INFORMACE O PŘEDPÍSECH

15.1 Předpisy týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi:

Klasifikace a označení látky je v souladu s těmito nařízeními:

**Nařízení REACH:** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č.1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek; v platném znění

**Nařízení CLP:** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí; v platném znění

*Národní předpisy týkající se ochrany osob nebo životního prostředí:*

Nařízení vl. č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, v platném znění

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, v platném znění

Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v platném znění

Zákon č. 254/2001 Sb., vodní zákon

Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích

Vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, v platném znění.

## ODDÍL 16. DALŠÍ INFORMACE

### Legenda ke zkratkám:

<b>CLP</b>	nařízení č.1272/2008/ES o klasifikaci, označování a balení látek a směsí;
<b>REACH</b>	nařízení č.1907/2006/EC o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek.
<b>CAS</b>	číslo, uvedené v seznamu Chemical abstract service
<b>EINECS</b>	evropský seznam existujících obchodovatelných chemických látek
<b>LC<sub>50</sub></b>	smrtná koncentrace látky, při které lze očekávat, že způsobí smrt 50% populace
<b>LD<sub>50</sub></b>	smrtná dávka látky, při které lze očekávat, že způsobí smrt 50% populace
<b>IC<sub>50</sub></b>	koncentrace působící 50% blokádu
<b>EC<sub>50</sub></b>	koncentrace látky, při které je zasaženo 50 % populace
<b>PBT</b>	perzistentní, bioakumulativní a toxický; vPvB-velmi perzistentní, velmi bioakumulativní

Výrobek slouží jako surovina pro profesionální účely a není určen pro použití v koncentrovaném stavu.

### Použitá literatura, zdroje:

firemní databáze, internet, BL výrobce, Marhold – Přehled průmyslové toxikologie, The Merck Index

### Kategorie nebezpečnosti a seznam kódů tříd:

Zkratka	Anglický název	Český název
Flam.Liq. 2	Flammable liquid, category 2	Hořlavá kapalina, kategorie 2
Acute Tox. 4	Acute toxicity, category 4	Akutní toxicita, kategorie 4
Asp.Tox.1	Aspiration hazard, category 1	Nebezpečnost při vdechnutí, kategorie 1
Skin Irrit. 2	Skin irritation, category 2	Dráždivost pro kůži, kategorie 2
Skin Sens. 1	Skin sensitization, category 1	Senzibilizace kůže, kategorie 1
Chronic Aquatic 1, 2, 3	Chronic Aquatic toxicity, category 1, 2, 3	Chronická toxicita pro vodní prostředí
Acute Aquatic 1	Acute Aquatic toxicity, category 1	Akutní toxicita pro vodní prostředí

### Seznam příslušných H-vět:

H226	Hořlavá kapalina a páry
H302	Zdraví škodlivý při požití
H304	Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt

H315	Způsobuje poleptání/podráždění kůže
H317	Může vyvolat alergickou kožní reakci
H400	Vysoce toxický pro vodní organismy
H410	Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky
H412	Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky

**Pokyny pro školení:**

Pracovníci, kteří přicházejí do styku s nebezpečnými látkami, musí být organizací v potřebném rozsahu seznámeni s účinky těchto látek, se způsoby, jak s nimi zacházet, s ochrannými opatřeními, se zásadami první pomoci, s potřebnými asanačními postupy a s postupy při likvidaci poruch a havárií.