



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA CHEMICKÁ**

FACULTY OF CHEMISTRY

**ÚSTAV FYZIKÁLNÍ A SPOTŘEBNÍ CHEMIE**

INSTITUTE OF PHYSICAL AND APPLIED CHEMISTRY

**STANOVENÍ VYBRANÝCH OBSAHOVÝCH LÁTEK VE  
FYTOFARMAKÁCH**

DETERMINATION OF SELECTED SUBSTANCES IN PHYTOPHARMACEUTICALS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Michala Hroncová**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.**

**BRNO 2018**

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1309/2017  
Ústav: Ústav fyzikální a spotřební chemie  
Studentka: **Michala Hroncová**  
Studijní program: Chemie a chemické technologie  
Studijní obor: Chemie pro medicínské aplikace  
Vedoucí práce: **prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.**  
Akademický rok: 2017/18

### Název bakalářské práce:

Stanovení vybraných obsahových látek ve fytofarmakách

### Zadání bakalářské práce:

1. Zpracovat základní rešerši o přírodních léčivech aplikovaných při sezónních respiračních onemocněních.
2. Na základě rešerše zvolit metodu pro extrakci a identifikaci izolovaných obsahových látek.
3. Provést analýzu vybraných produktů dostupných v ČR.
4. Zhodnotit výsledky.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 23.5.2018

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

-----  
Michala Hroncová  
student(ka)

-----  
prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.  
vedoucí práce

-----  
prof. Ing. Miloslav Pekař, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2018

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

## **ABSTRAKT**

Materina dúška, lipa a nádchovník sú rastliny, ktoré majú pozitívny vplyv na ochorenia horných ciest dýchacích. Najčastejšia sa používajú vo forme čajov a sirupov. Táto bakalárska práca sa zaujíma o metódy, ktorými môžeme stanoviť jednotlivé látky v rastlinách. Sú popísané metódy ako destilácia vodnou parou alebo SPME s vyhodnotením na plynovom chromatografe s hmotnostným detektorom. Hlavným cieľom bolo zistiť, aké obsahové látky sa v rastlinách nachádzajú. Bolo zistené, že všetky rastliny obsahovali thymol. Materina dúška obsahovala o-cymen, v zmesi materinej dúšky boli hlavnými zložkami thymol, borneol, 1-octene- 3- ol, linalol, estragol a 4- terpeneol. V lipě sa nachádzal estragol a  $\gamma$ - terpinen. V lipovej zmesi sa nachádzali hlavne o-cymen, estragol a  $\gamma$ - terpinen. V nádchovníku sa potvrdil vo všetkých metódach  $\alpha$  – pinen, camphor,  $\gamma$ - terpinen. V sirupe sa metódou headspace stanovili v oboch vlákna látky thymol a  $\beta$ -elemen.

## **ABSTRACT**

Thyme, linden and cuban oregano are plant that have positive effect of upper respiratory tract infections. The most common are used in the form of teas and syrups. In this thesis were analyzed methods, which are used to specify substances in plants. It describe methods like stem distillation, SPME and GC/MS. The main aim of the thesis was found out substances, which occur in herbs. Thymol was the substance which was found in every analyzed herb. The thyme contain o-cymen, in mixture of thyme was proofed thymol, borneol, 1-octene- 3- ol, linalol, estragol a 4- terpeneol. The linden has substances estragol a  $\gamma$ - terpinen. Characteristic substances od the mixture of linden were o-cymen, estragol a  $\gamma$ - terpinen. In the cuban oregano were proofed  $\alpha$  – pinen, camphor,  $\gamma$ - terpinen. The method SPME was used to analyzed substances in syrup and main substances were thymol a  $\beta$ -elemen.

Kľúčové slová: silice, lipa, materina dúška, nádchovník, destilácia s vodnou parou, GC/MS, SPME

Key words: essential oils, thyme, linden, cuban oregano, steam distillation, GC/MS, SPME

HRONCOVÁ, M. *Stanovení vybraných obsahových látek ve fytofarmakách*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2018. 58 s. Vedoucí bakalářské práce prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc..

## **PREHLÁSENIE**

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne, a že všetky použité literárne zdroje som správne a úplne citovala. Bakalárska práca je z pohľadu obsahu majetkom Fakulty chemickej VUT v Brne a môže byť využitá ku komerčným účelom len so súhlasom vedúceho bakalárskej práce a dekana FCH VUT.

.....  
podpis študenta

## **POĎAKOVANIE**

Rada by som poďakovala svojej vedúcej práce prof. RNDr. Milade Vávrovej, CSc. za cenné rady a odbornú pomoc pri spracovaní výsledkov tejto bakalárskej práce. Ďalej by som rada poďakovala Ing. Ludmile Mravcovej Ph.D za odbornú pomoc v laboratóriu.

## Obsah

1	ÚVOD .....	7
2	TEORETICKÁ ČASŤ .....	8
2.1	História liečivých rastlín .....	8
2.2	Fytoterapia a fytofarmakum .....	8
2.3	Čaje .....	8
2.3.1	Príprava čajov .....	8
2.3.2	Použitie čajov .....	8
2.4	Najdôležitejšie obsahové látky .....	9
2.4.1	Éterické oleje .....	9
2.4.2	Flavonoidy .....	9
2.4.3	Alkaloidy .....	10
2.4.4	Antokyany .....	10
2.4.5	Kumaríny .....	10
2.4.6	Triesloviny .....	10
2.4.7	Slizové látky .....	10
2.4.8	Saponíny .....	11
2.4.9	Horčiny .....	11
2.5	Materina dúška <i>Thymus vulgaris</i> .....	12
2.5.1	Obsahové látky .....	12
2.5.2	Liečivé účinky .....	12
2.6	Lipa veľkolistá <i>Tilia platyphyllos</i> .....	13
2.6.1	Obsahové látky: .....	13
2.6.2	Liečivé účinky .....	13
2.7	Nádchovník <i>Plectranthus</i> .....	14
2.7.1	Obsahové látky .....	14
2.7.2	Liečivé účinky .....	15
2.8	Metódy na izoláciu silíc .....	16
2.8.1	Destilácia vodnou parou .....	16
2.9	Extrakcia silíc .....	17
2.9.1	Mikroextrakcia tuhou fázou SPME .....	17
2.9.2	Extrakcia organickými rozpúšťadlami .....	18
2.10	Analýza silíc .....	18
2.10.1	Plynová chromatografia .....	18

2.10.2	Chromatografický záznam .....	21
2.11	Hmotnostná spektrometria .....	21
2.11.1	Kvadrupólový analyzátor .....	21
2.11.2	Iónová pasca .....	21
2.11.3	Hmotnostný analyzátor .....	21
2.11.4	Hmotnostný spektrometer TOF.....	21
2.11.5	Detektory .....	22
2.12	GC-MS .....	22
3	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ .....	23
3.1	Materiál.....	23
3.2	Prístroje.....	23
3.3	Pracovné pomôcky .....	23
3.4	Chemikálie a roztoky .....	23
3.5	Pracovný postup .....	23
3.5.1	SPME vlákno.....	23
3.5.2	Destilácia vodnou parou.....	24
4	VÝSLEDKY A DISKUSIE .....	25
5	ZÁVER.....	30
6	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV .....	31
7	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK .....	33
8	PRÍLOHY.....	34

# 1 ÚVOD

Už v dávnych dobách sa využívali rastliny v liečiteľstve a medicíne. Rastliny obsahujú množstvo látok, ktoré sú charakteristické tým, že dokážu pomáhať pri rôznych ochoreniach. Postupom času ľudia získavali znalosti a vznikli možnosti ako spracovávať rastlinný materiál. Najvýznamnejšou metódou sa stala destilácia vodnou parou, začala sa tiež používať extrakcia organickými rozpúšťadlami, lisovanie, macerácia apod. Týmito metódami je možné určiť jednotlivé zložky v bylinkách a ďalej ich využívať v priemysloch kozmetických, farmaceutických a potravinárskych.

Najznámejšie látky, ktoré sa v rastlinnom materiáli nachádzajú, sú éterické oleje. Sú výnimočné svojou výraznou vôňou, ktorou nám často dokážu pomôcť pri nachladnutí a kašli. Pôsobia protizápalovo, dezinfekčne a antisepticky.

V dnešnej dobe sa dosť často stretávame s nádchou, bolesťou hlavy či kašľom a ľudia majú tendenciu sa vracieť k starším metódam, a teda, k liečeniu pomocou bylín a prírodných produktov. Bylinky majú schopnosť liečiť nielen tým, že ich konzumujeme v potrave, ale môžu sa z nich robiť čaje, odvary na inhaláciu a rôzne oleje na uvoľnenie.

## 2 TEORETICKÁ ČASŤ

### 2.1 História liečivých rastlín

Rastliny sa už v minulosti využívali ako potraviny alebo ako liečivá. V histórii ľudstva boli zaznamenané prvé zmienky receptov na hlinených tabuľkách a egyptských papyrusoch. Neskôr boli odhalené ďalšie poznatky ohľadom liekov, a to v čínskej medicíne, Indii, Mexiku a Peru. Významné mená ako sú Hippokrates, Aristoteles, Theoprastus a ďalší, nás utvrdzujú v tom, že v období staroveku sa zaujímali o rastliny, ktoré boli prospešné v medicíne i vo farmácii. V Európe sa pestovali rastliny v záhradách pri kláštoroch. V priebehu pár rokov sa objavovali vždy nové rastliny a herbáre sa obohacovali o ďalšie druhy. Veľký objav sa uskutočnil v 19. storočí vďaka mikroskopu, ktorý umožnil lekárnikom izolovať z rastlín mnoho účinných látok, ako napríklad kofeín, morfín a kodeín. V súčasnej dobe je známych viac než 20 000 druhov liečivých rastlín. Názvom liečivé rastliny môžeme nazývať len rastliny, ktoré obsahujú látky využiteľné v potravinárskom, kozmetickom a farmaceutickom priemysle [4, 8].

### 2.2 Fytoterapia a fytofarmakum

Pojem fytoterapia predstavuje liečenie ochorení, zmiernenie ich priebehu a predchádzaniu chorobám prostredníctvom rastlín, časťami rastlín alebo prípravkov z rastlín vyrobených podľa vedeckých poznatkov. Liečivá, ktoré sa vo fytoterapii používajú, sú nazývané fytofarmaká alebo fytoterapeutiká. Zahrňujú jednoduché i kombinované prípravky z rastlinného materiálu. Liečivá, ktoré obsahujú iba čisté chemické látky izolované z rastlín alebo ich synteticky vyrobené deriváty, sa za fytofarmaká nepovažujú. Synteticky vyrobené liečivá majú horšiu znášanlivosť než fytofarmaká. Tieto prírodné liečivá sa používajú skôr na obnovenie pocitu dobrej pohody alebo k liečeniu chronických ochorení, než na liečbu ťažkých ochorení. Iba niektoré liečivá však nevyvolávajú žiadne vedľajšie príznaky a smú sa používať dlhšiu dobu. Nemôžeme však tvrdiť, že rastlinné liečivá sú úplne neškodné, dokonca i miernejšie rastlinné prostriedky môžu viesť k predávkovaniu. Pri vedľajších účinkoch sa často môžeme stretnúť s alergiami [4].

### 2.3 Čaje

#### 2.3.1 Príprava čajov

Čaje, inak povedané, vodné odvary z rastlín, sa podľa toho, aké obsahujú látky, zalievajú buď studenou alebo teplou vodou. Ak pripravujeme čaje z tvrdších častí rastlín, ako napr. koreň alebo kôra, je potrebné nechať ich variť asi 15 minút. Táto doba je potrebná na to, aby sa všetky účinné látky uvoľnili a rozpustili vo vode. Z toho vyplýva, že čím je časť rastliny tvrdšia, tým sa musí nechať odvar dlhšie lúhovať. Plody, ktoré obsahujú éterické oleje, by sa mali pred zaliatím ešte rozdrviť alebo rozpučiť. Tu je však dôležité čaj prikryť, aby obsahové látky neunikli. Čaj by sa mal vždy piť čerstvý, aby sa obsahové látky nerozložili [3].

#### 2.3.2 Použitie čajov

Čaje nie sú vhodné len na pitie, môžeme ich použiť i na iné účely. Napríklad, keď trpíme bolesťami hrdla, je možné vlažný čaj klokať. Studeným čajom môžeme tiež ošetriť rany, drobné poranenia alebo akné. Na krvné podliatiny, vytknutie a opuchnuté miesta je možné využiť bavlnenú šatku nasiaknutú vychladnutým čajom [3].

## 2.4 Najdôležitejšie obsahové látky

Za farmakologické účinky liečivých rastlín, ktoré majú blahodarný vplyv na ľudské telo, sú zodpovedné hlavne ich obsahové látky. Sú to hlavne produkty rastlinného metabolizmu, ktoré sa rozdeľujú do jednotlivých chemických skupín. Obsahové látky môžu poslúžiť i v lekárskom výskume, kde nám môžu poskytnúť informácie o účinkoch na ľudské telo. Liečivé účinky nie sú dané iba jednou skupinou, ale obsahujú zmesi obsahových látok. Medzi najvýznamnejšie skupiny patria hlavne éterické oleje, alkaloidy, glykosidy, horčiny, triesloviny, saponíny, slizové látky a tiež salicin [1, 2].

### 2.4.1 Éterické oleje

Éterické oleje sú nazývané tiež silice. Sú to veľmi prchavé oleje, ktoré sa nemiešajú s vodou alebo len veľmi málo. S mastnými olejmi nemajú nič spoločné, nezanechávajú žiadne mastné flaky. Častými základnými látkami obsiahnutými v týchto olejoch sú monoterpeny, seskviterpeny a fenylypropanové zlúčeniny. Sú charakteristické tým, že majú príjemnú a jedinečnú vôňu. Metóda, ktorou sa najlepšie získavajú silice, je destilácia s vodnou parou [1, 3].

Niektoré silice pôsobia protizápolovo, iné močopudne, takisto pomáhajú zmierňovať kŕče a uvoľňovať hlieny. Sú aj také silice, ktoré pri vonkajšom použití dráždia pokožku a tým zlepšujú prekrvenie na danom mieste. Éterické oleje sú používané aj v aromaterapií. Pôsobia napr. na odhlienenie, môžu ukludňovať dýchacie cesty, zmierňovať zápaly, či ničiť choroboplodné zárodky [1].

Silice tvoria malé molekuly, ktoré dokážu vstupovať do ľudského tela cez pokožku alebo žalúdočnou a črevnou sliznicou až do krvi. Vieme ich teda aplikovať i vnútorne, ale i vonkajšou cestou. Môžu byť využívané vo forme čajov alebo sú tiež často používané na vtieranie do kože [1].

Tieto látky môžu mať samozrejme i vedľajšie účinky. Nemali by sa používať, ak máme na určitú rastlinu alergiu. Je možné dráždenie kože, potrat, poškodenie pečene alebo obličiek. Rastlinou, ktorá má veľký obsah éterických olejov, a ktorú budeme i stanovovať, sa nazýva materina dúška [1].

### 2.4.2 Flavonoidy

Pôvodne sa ako flavonoidy označovali rastliny, ktoré mali žltú farbu. Flavonoidy je súhrnný pojem pre látky rastlinného pôvodu, ktoré síce nemajú jednotný účinok, ale majú podobnú chemickú kostru. Dnes ako flavonoidy sú označované len také zlúčeniny, ktoré majú fenylochromanovú štruktúru, nezáleží na farbe. Tieto látky na seba viažu voľné radikály, ktoré inak poškodzujú bunecné membrány a urýchľujú procesy starnutia. Prispievajú významnou mierou k prevencii rakoviny [1].

Rôznorodé účinky rôznych flavonoidov majú za každým iné využitie, napr. pôsobia ako ochrana buniek, krvných vlásočníc, majú pozitívny vplyv na prekrvenie ciev srdca a celkovo na obehový systém. Niektoré sú významné tým, že pôsobia močopudne, príp. potopudne, či iba zlepšujú náladu [1].

Flavonoidy nevykazujú vedľajšie účinky, sú preto vhodné i na dlhodobú liečbu. Liečivé rastliny, ktoré sú zložené hlavne z flavonoidov, sa aplikujú vo forme hotových preparátov [1].

### 2.4.3 Alkaloidy

Všetky alkaloidy obsahujú dusík, preto reagujú zásadito. V rastlinách sa najčastejšie vyskytujú rozpustené vo vode. Rastliny obsahujúce alkaloidy nie sú vhodné na prípravu čajov. V dnešnej dobe sa už vyrábajú synteticky [3].

K alkaloidom patrí mnoho nebezpečných jedov, ktoré sa ale v malých dávkach môžu použiť na lekárske účely. Tieto rastliny môžeme radiť k fytofarmakám, ktoré majú výrazný účinok na nervový systém. Sú charakteristické silnými účinkami a tiež majú výrazne vedľajšie účinky. Z vyššie uvedených dôvodov nie je doporučená samoliečba. Nachádzajú sa v prípravkoch ako homeopatiká, a je preto dôležité prebrať liečbu pomocou týchto rastlín s doktorom [1].

### 2.4.4 Antokyany

Antokyany, červeno-modrofialové farbivá, sú veľmi podobné svojou chemickou štruktúrou flavonoidom a trieslovinám [1].

Hlavným charakterom týchto látok je, že sa využívajú pri doplnkovej liečbe na ochorenie očných sietnic. Slúžia i k hojeniu rán. Antokyany sú súčasťou zdravej výživovej liečby, ktoré sa využívajú na prevenciu vzniku rakoviny [1].

Nie sú spojené so žiadnymi vedľajšími účinkami [1].

### 2.4.5 Kumaríny

Bývajú prítomné v zelených lúčnych trávach, ktoré nemajú žiaden pach, ale pri uschýnaní a vädnutí sa z nich uvoľňuje vôňa pripomínajúca vôňu sena. Tieto zložky sú lipofilného charakteru a sú dobre vstrebávané v žalúdku a v črevách [1].

Ich hlavnou úlohou je uvoľňovať kŕče, upokojovať odtoky a zápaly. Skupina nazývaná furanokumaríny je osobitou skupinou kumarínov. Majú fototoxické vlastnosti, čo znamená, že pri kontakte pokožky s danou látkou a následné vystavenie slnečnému žiareniu vedie k tomu, že na pokožke sa môžu objaviť jemné popáleniny alebo pľuzgieri [1].

Veľmi často sú využívané v podobe čajov, no používajú sa aj vo forme obkladov [1].

Zvracanie, bolesti hlavy, či malátnosť môžeme brať ako vedľajšie účinky pri predávkovaní týmito látkami [1].

### 2.4.6 Triesloviny

Za triesloviny považujeme zlúčeniny fenolu s veľmi komplikovanou stavbou, ktoré sa nachádzajú v rôznych koncentráciách skoro vo všetkých rastlinách [2].

Hlavným charakterom trieslovín je tvorenie nerozpustných komplexov s určitými tkanivami tela, napríklad s kožou a tým ju sťahujú. Triesloviny sa využívajú ako protijed na otravu alkaloidmi alebo ťažkými kovmi, brzdí zápaly, zastavujú krvácanie a zmierňujú dráždivé podnety [1, 2, 3].

Rastliny, ktoré obsahujú tieto látky, sa najčastejšie užívajú vo forme čajov, ale môžu byť tiež využité vo forme obkladov na ošetrenie rán, na malé popáleniny, atď. [1].

Rastliny, bohaté na triesloviny, nie sú vhodné na suché ekzémy a vysušené sliznice. Nemali by sa používať dlhodobo [1].

### 2.4.7 Slizové látky

Polysacharidy sú najhlavnejšími zložkami slizových látok. Vo vode silno nabobtnávajú a menia sa na lepkavú hmotu. Ukladajú sa na sliznici vo veľmi tenkej vrstve, kde vytvárajú akýsi ochranný film [1, 2, 3].

Liečivé rastliny, ktoré tieto látky obsahujú, majú preferencie zmiernovať dráždivé a zápalové procesy. Slizové látky pomáhajú teda pri dráždivom kašli, či pri bolestiach v krku. Rastliny s vysokým obsahom slizových látok sa podávajú vo forme čajov. Látky sa však ničia varením, preto je potrebné ich zalievať studenou vodou. Môžeme ich tiež použiť ako obklady, napr. v prípade zápalov vedľajších nosových dutín, či ako kloktadlo. Sú charakteristické tým, že znižujú citlivosť chuťových nervov a preto sa pridávajú k liekom s nepríjemnou chuťou [1, 2, 3].

#### **2.4.8 Saponíny**

Tieto látky boli v minulosti využívané skôr ako čistiace alebo pracie prostriedky, pretože práve pomocou nich vzniká mydlová pena [1].

Bylinky obsahujúce saponíny sa vyznačujú mnohými účinkami, najviac však pomáhajú pri odhlieňovaní. Rozpúšťanie tuhých hlienov, ktoré sú usadené na prieduškách, majú za následok ľahšie vykašliavanie. Sú močopudné a vyvolávajú potenie, upokojujú pokožku, pôsobia proti mikroorganizmom, posilňujú imunitný systém [1, 3].

Je možné ich využívať vo forme čajov alebo mastičiek. Saponíny zlepšujú vstrebávanie rastlinných látok, takže i malé množstvo môže dokázať veľké výsledky. Nie sú však úplne bezpečné, pri ich silnej otrave (pri nadmerných dávkach) vyvolávajú rozpad červených krviniek [1, 3].

#### **2.4.9 Horčiny**

Horčiny charakterizujeme podľa latinského slova amarus- horký. Majú horkú chuť, nie sú však chemicky zhodné. Už v minulosti v ľudovom liečiteľstve sa tvrdilo, že pitím horkých nápojov sa posilňuje celý organizmus. Tieto látky podporujú chuť do jedla, povzbudzujú produkciu žalúdočných štiav. Brzdia kvasné a hnilobné procesy a sú zodpovedné za lepšie vstrebávanie živín, vitamínov a minerálov. Znižujú horúčku, pomáhajú imunitnému systému, preto sa využívajú pri nachladnutí [1, 2].

##### **2.4.9.1 Tri druhy horčín:**

- Amara tonica: čisté horčiny, ktoré upravujú produkciu žalúdočných štiav, a tiež posilňujú telo pri dlhej chorobe, a i po nej.
- Amara aromaica: horčiny s dodatočným účinkom éterických olejov, majú antimikrobiálny a antiparazitický účinok.
- Amara acria: s prímiesou páľčivých látok, ktoré optimalizujú trávenie, zlepšujú funkciu krvného obehu [3].

## 2.5 Materina dúška *Thymus vulgaris*

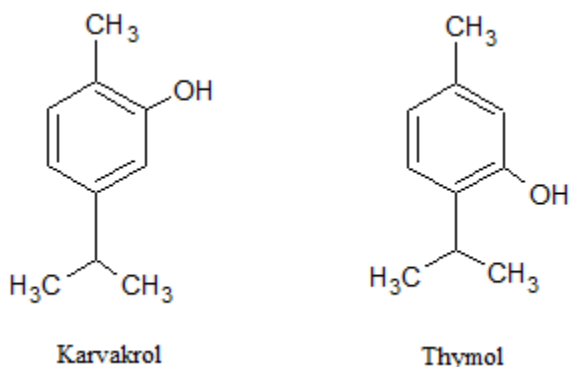
Materina dúška má mnoho poddruhov, všetky ale majú spoločné vlastnosti a ich použitie je rovnaké. Túto liečivú rastlinu môžeme nájsť hlavne na suchších miestach. Ako korenie v domácnostiach sa využíva vňať. Má príjemný, silne aromatický pach a nahorkastú korenistú chuť [12].



Obrázok 1: Materina dúška [16]

### 2.5.1 Obsahové látky

Vôňa druhov materinej dúšky je tvorená hlavne z monoterpénov thymolu, p-cymenu a karvakrolu. Ďalej môžu tiež obsahovať gama-terpínen, borneol a linalol. Tieto zložky sú vo väčšom pomere, no zložky ako triesloviny, horčiny, saponíny, kyselina kávová a rozmarínová sa v tejto silici takisto nachádzajú [1, 4].



Obrázok 2: Molekuly karvakrolu a thymolu [18]

### 2.5.2 Liečivé účinky

Materina dúška je jedným z najvýznamnejších prostriedkov proti kašli. Kvitnúce vňate obsahujúce éterické oleje sú dôležité na ničenie choroboplodných zárodkov a uvoľňujú kŕče. Zložky thymol, karvakrol a saponíny prispievajú k rozpusteniu hlienov. Liečivá bylinka je výborná na všetky prieduškové ochorenia, ktoré často doprevádzajú kŕče. Je tiež vhodná na neustupujúci kašeľ, bronchitídu, čierny kašeľ a astmu. Thymol a karvakrol sú tiež zodpovedné za potlačovanie rastu baktérií, vírusov a húb. Posilňuje nervy, mierni depresie a migrény. Pri zápaloch v ústnej dutine sa táto bylinka využíva ako kloktadlo. Môže sa využívať i na akné,

pri poraneniach a rankách. Nálev z tejto bylinky je možné používať na lupiny. Materina dúška dokáže liečiť i chronické ochorenia [1, 9, 10, 11].

## 2.6 Lipa veľkolistá *Tilia platyphyllos*

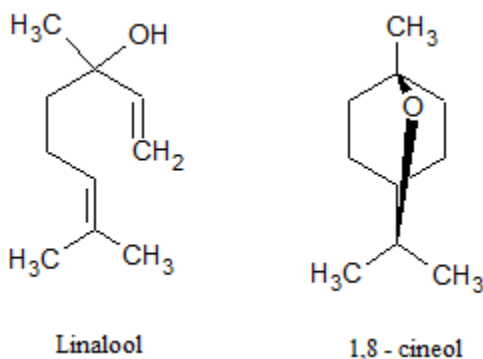
Lipa patrí k bežným stromom, ktoré môžeme nájsť v parkoch alebo pozdĺž ciest. Tento strom patrí k medonosným rastlinám. Liečivé sú hlavne kvety tohto stromu, ktoré sa zvyknú zbierať i so stopkami a listami. Kvety majú príjemnú vôňu a chutia sladko [13].



Obrázok 3: Lipa veľkolistá [17]

### 2.6.1 Obsahové látky:

Obsahové látky, ktoré boli skúmané a ktoré sa nachádzajú hlavne v kvetoch lipy, sú kyseliny kávová, chlorogenová, p-kumarová, flavonidy, éterické oleje (linalol, 1,8-cineol, farnesol), saponíny, triesloviny, tokoferol, vitamín C [1, 4].



Obrázok 4: Molekuly linaloolu a 1,8- cineolu [18]

### 2.6.2 Liečivé účinky

Pri ochoreniach, ako je nachladnutie, sa najčastejšie nasadzuje čaj z lipových kvetov, ktorý pôsobí potopudne. Táto rastlina zvyšovaním citlivosti potných žliaz, ktoré potom reagujú na tepelné podráždenie, vyvolávajú intenzívne vylučovanie potu z tela. Týmto opatrením dokáže organizmus znižovať telesnú teplotu. Vedecké štúdie dokázali, že čaj z lipových kvetov je výborný na posilnenie imunitného systému a je tiež výborný pre ľudí, ktorí trpia prepracovanosťou. Lipové kvety sú známe tým, že majú vysoký obsah slizových látok, pomocou ktorých napomáhajú predovšetkým pri suchom a dráždivom kašli a zmierňujú

bolest'. Kvety okrem iného podporujú i regeneráciu pokožky. Americkí vedci tvrdia, že deti s chrípkou sa dostali z choroby skôr, keď pili lipový čaj, ako keď užívali antibiotiká. Pôsobí močopudne, žlčopudne a je dobrá na kŕče. Môžeme ju podávať samostatne, ale väčšinou sa nachádza vo forme zmesi. Čerstvé listy sparené vodou je vhodné prikladať na nohy pri svalových kŕčoch a pri popáleninách [1, 9, 10].

Lipa sa považuje za rastlinu, ktorá nemá žiadne vedľajšie účinky a je skôr všeobecnou rastlinou, ktorá blahodarne účinkuje na všetky orgány v tele. Je teda vhodná ako univerzálny zdravotný čaj, ktorý môžeme piť dlhodobo, aj keď nepocitujeme pocit choroby [10].

Neodporúča sa ľuďom, ktorí majú srdcové problémy ani tehotným ženám [4].

## 2.7 Nádchovník *Plectranthus*

*Plectranthus* je rozšírený na území tropickej a južnej Afriky, Austrálie a Ázie. Existuje viac než 300 druhov, ktoré sú využívané nielen v ľudovom liečiteľstve, ale využívajú sa i ako korenie [14].

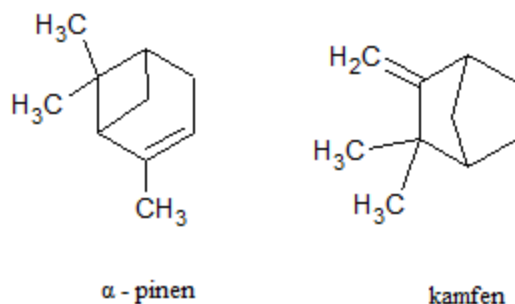
Tejto rastline sa hovorí i molica, mexický eukajlpt či kubánske oregáno.



Obrázok 5: Fotografia nádchovníku

### 2.7.1 Obsahové látky

Táto liečivá rastlina obsahuje rôzne fenolické zlúčeniny, ako napríklad kyselinu kávovú, rozmarýnovú, flavonoidy luteolin, kvercetin a rutin. Typické silice nachádzajúce sa v nádchovníku sú monoterpény limonen, linalool,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen, cymen, kamfen,  $\alpha$ -terpinen. Najviac zastúpený je thymol a karvakrol [14].



Obrázok 6: Molekuly α-pinenu, kamfenu [18]

### 2.7.2 Liečivé účinky

Nádchovník pôsobí na dýchacie cesty, je dobrý na nachladnutie, bolesti v krku a pri zápale vedľajších nosných dutín. Zlúčeniny, ktoré sa v tejto rastline nachádzajú, pomáhajú pri vykašliavaní a vylučovaní hlienu z dýchacích ciest. Nádchovník zabraňuje baktériám a iným patogénom v rozvoji tráviaceho traktu a tým zlepšuje imunitný systém. Liečivé účinky rastliny dokážu zahojiť bodnutie od hmyzu, ekzém či psoriázu. Eliminuje začervenanie, svrbenie a podráždenie. V esenciálnom oleji nádchovníku sa nachádzajú omega-6 mastné kyseliny, konkrétne gama- linolenová kyselina, ktorá má pozitívny účinok na artritídu. Obsahuje vitamíny A a C, kyselinu askorbovú posilňujúcu imunitný systém, karotenoidy zlepšujúce zrak. Má pozitívny vplyv pri liečbe rakoviny pľs. Vedci zároveň skúmali, že táto rastlina má účinky i pri liečbe rakovine prostaty. Nádchovník pôsobí sedatívne, odbúrava stres a úzkosť, vďaka čomu je táto bylina vhodná na prípravu čajov. Je možné tento čaj piť pred spaním a mal by navodzovať pokojný a zdravý spánok. Využíva sa ako diuretikum, tým pádom udržuje chod obličiek a lymfatického systému. Bylinku je možné použiť i pri obličkových či žľzných kameňoch. Proti bolestiam žalúdka, pri upokojení zápalu žalúdka, pri horúčkach, bolestiach hlavy, vysokom tlaku je takisto odporúčaná dávka nádchovníku [15].

## 2.8 Metódy na izoláciu silíc

Najčastejšie využívané metódy, ktoré izolujú silice, sú destilácia s vodnou parou, extrakcie organickými rozpúšťadlami, macerácie, macerácie tukmi, lisovanie a iné.

### 2.8.1 Destilácia vodnou parou

Týmto druhom destilácie sa obyčajne získavajú silice na farmaceutické účely. Delia sa látky málo rozpustné vo vode a prchavé. Para prechádza cez rastlinný materiál pri vysokom tlaku, pričom kvapky silíc sa uvoľňujú do vodnej pary. Vodná para strháva prchavé látky do chladiča, v chladiči sa kondenzujú a v kondenzátore sa silice oddelia od vodnej fázy. Silice získané destiláciou vodnou parou sa môžu v zložení líšiť od silíc získaných pomocou extrakcie [19].



*Obrázok 7: Destilačná aparatúra*

## 2.9 Extrakcia silíc

### 2.9.1 Mikroextrakcia tuhou fázou SPME

Patrí medzi účinné sorpčno-desorpčné techniky, ktoré nie sú náročné, pretože nie je potrebná zložitá aparátúra, a ani veľké množstvo rozpúšťadla. Primárne sa používala na extrakciu organického znečistenia vo vzorkách vody [23, 24].

Sorpcia látok prebieha na stacionárnej fáze kremenného vlákna, ktoré sa nachádza vo vnútri kovovej ihly. Najdôležitejšia súčasť tohto zariadenia je vlákno o dĺžke 1 cm, ktoré je pokryté polymerom. Kovová ihla slúži ako ochrana vlákna pred poškodením a je dôležitá pri prepichovaní septa. Ihla sa teda zapichne do septa a následne sa vysunie vlákno. Necháva sa sorbovať potrebný čas a vlákno sa zasunie naspäť do ihly. Zariadenie sa potom napichne do plynového chromatogramu a vlákno sa znova zasunie. Výhodou tohto zariadenia je rýchlosť, citlivosť, a tiež vysoká presnosť. Nevýhodou je, že ak chceme dostať spoľahlivé a reprezentatívne výsledky, musí sa dodržiavať veľa podmienok, hlavne pH, miešanie vzorky, teplota vzorky, iónová sila roztoku a pod [24].

Dĺžka doby sorpcie sa volí tak, aby bola dosiahnutá čo najväčšia extrakcia analytu. Čas potrebný k dosiahnutiu rovnováhy sa môže skracovať pomocou zahrievania, a tým sa skracuje i doba sorpcie. V technikách ako je headspace analýza zložitých matric a analýza menej prchavých látok, je dokonca zahrievanie potrebné. V headspace priestore dochádza k zakoncentrovaniu vzorky umožňujúcej rýchlejšiu a účinnejšiu sorpciu. Miešanie takisto skracuje a zlepšuje extrakciu [24].

Rozlišujú sa dva druhy vzorkovania a to: priama SPME a headspace SPME. V prvom prípade, teda pri priamej SPME, dochádza priamo k ponoreniu vlákna do vzorky. Používa sa na látky v kvapalnom skupenstve a u niektorých tuhých látok. Druhým spôsobom je možné extrahovať z priestoru nad vzorkou. Táto metóda je používaná pri extrakcii prchavých látok [24].

Táto metóda má využitie hlavne v oblasti životného prostredia (rôzne pesticídy, organokovové zlúčeniny...), vo farmácii na izoláciu terpenových zložiek, silicových drog, jednotlivých liekoch na určenie obsahových látok, v liečebnej kozmetike, v potravinárstve lebo vo forenznnej analýze a toxikológií [24].



Obrázok 8: Vlákna SPME

## 2.9.2 Extrakcia organickými rozpúšťadlami

Táto extrakcia je výhodná na izoláciu tepelne nestálych látok, pretože sa môže robiť i za laboratórnej teploty alebo za chladu. Na silice ja najviac využívaný petroléter alebo éter, ktorý sa do silíc absorbuje [7, 21].

Prvý extrakčný produkt nazývaný konkret absorbuje vonné látky a balastné látky predovšetkým vosky. Konkret sa zmieša s alkoholom, potom sa prefiltruje a schladí sa. Neskôr sa filtruje znovu a dochádza k vymrznutiu, kde sa vosky oddelia. Naposledy sa filtruje a etanol sa odparí. Takto sa získava silica najčistejšia a najkoncentrovanejšia [7, 21].

Metódy extrakcie sú pomerne nákladné a sú využívané hlavne, keď rastlina obsahuje malé množstvo vonných látok a vznikne teda i malé percento silíc. Výhodné je, že pri tejto extrakcii vzniká neprchajúci vosk a rastlinné farbivá [7, 21].

## 2.10 Analýza silíc

Najúčelovejšie metódy, ktoré sa používajú na analýzu silíc, sú chromatografické metódy, pretože sa využívajú hlavne na separáciu, identifikáciu a stanovenie zmesí plynov spolu s prchavými látkami, a aj na organické látky, ktoré majú bod varu nižší než 400° C. Patria medzi separačné metódy, pri ktorej sa oddeľujú jednotlivé zložky vo vzorke. V chromatografií sa vzorka vnáša medzi dve vzájomne nemiešateľné fázy. Stacionárna fáza je nepohyblivá, zatiaľ čo mobilná je pohyblivá. Vzorka je unášaná mobilnou fázou po stacionárnej fáze, na ktorej sa zachytávajú jednotlivé zložky. Chromatografické metódy sa delia podľa viacerých hľadísk. Podľa skupenstva mobilnej fázy poznáme kvapalinovú chromatografiu (Liquid Chromatography- LC) alebo plynovú ( Gas Chromatography- GC). Podľa usporiadania stacionárnej fázy sa rozlišuje kolónová alebo plošná chromatografia [22, 23].

### 2.10.1 Plynová chromatografia

Plynová chromatografia (Gas Chromatography- GC) patrí medzi separačné metódy, kde dochádza k deleniu zmesi látok na základe plynnej mobilnej fázy. V plynovej chromatografií sa väčšinou využíva elučná technika vnášania vzorky jednorazovým streknutím na kolónu. Zložky vo vzorke sú rozdeľované na základe rozdielnych interakcií so stacionárnou fázou a sú postupne eluované inertným nosným plynom. Nosný plyn nesmie interagovať so separovanými zložkami a stacionárnou fázou, má len funkciu transportu zložiek v kolóne. Zložky, ktoré prejdú cez kolónu sú indikované detektorom a signál, ktorý vychádza z detektoru sa vyhodnocuje a z časového intervalu intenzity signálu sa určuje druh, a tiež kvantitatívne zastúpenie látok [22, 23].

Základné časti plynového chromatogramu sú: zdroj nosného plynu, regulačný systém, injektor, kolóna, termostat, detektor, vyhodnocovacie zariadenie [23].

### **2.10.1.1 Zdroj nosného plynu**

V plynovej chromatografii sa najčastejšie používajú tlakové nádoby naplnené vodíkom, dusíkom, héliom alebo argónom. Pri výbere plynu je dôležité aby nebol toxický voči zložkám vo vzorke. Voľba nosného plynu plynie i z druhu použitej kolóny a detektoru [22, 23].

### **2.10.1.2 Regulačný systém**

Pomocou regulačného systému sa zaisťuje stály alebo programovo meniaci sa prietok nosného plynu. Prietok nosného plynu ovplyvňuje kvalitatívnu i kvantitatívnu analýzu [23].

### **2.10.1.3 Injektor**

Injektory (dávkače) slúžia na dávkovanie vzoriek na začiatok kolóny, prevedenie vzorky do plynného stavu a vnesenie do prúdu nosného plynu. Je dôležité, aby vzorka bola nadávkovaná v čo najkratšom čase do kolóny. Dávkovanie sa najčastejšie uskutočňuje pomocou mikrostriekačiek, ktoré sú plynosné, alebo dávkovacími ventilmi. Je možné dávkovať automaticky alebo ručne. Dávkovanie závisí od typu kolóny, do kapilárnych je potrebné len veľmi malé množstvo vzorky, zatiaľ čo do náplňových kolón sa môže nadávkovať i väčšie množstvo, pretože je v nich väčšie množstvo stacionárnej fázy. V plynovej chromatografii sa využívajú rôzne spôsoby nástreku. Základnou metódou náplňových kolón je nástrek do kolóny, kde sa dávkuje 1 až 10  $\mu\text{l}$  vzorky. Najskôr je horná časť kolóny zohrievaná o 10-30° C nižšie než je teplota varu rozpúšťadla. Približne po minúte sa kolóna začne ohrievať, aby sa začalo odparovanie [22, 23].

### **2.10.1.4 Kolona**

V plynovej chromatografii sa využívajú buď náplňové alebo kapilárne kolóny. Náplňové kolóny používané v GC sú vyrobené z hliníku, medi, niklu, nerezovej oceli alebo skla s vnútorným priemerom 2-6 mm a dĺžkou 1-5 m. Kolóny sú plnené zväčša adsorbentmi na základe silikagélu a aktívneho uhlia. Je lepšie, keď sa použijú menšie častice, pretože sa dosiahne lepšia účinnosť, ale je potom potrebné, aby sa zvýšil tlak, ktorý pomáha pri transporte mobilnej fázy kolónou [22, 23].

Vzhľadom na to, že náplňové kolóny majú horšie rozlíšenie, v súčasnosti sa teda používajú už len vtedy, ak je požadovaný väčší objem stacionárnej fázy [22].

Kapilárne kolóny sú sklenené, kremenné, plastové (teflón, polyester...) alebo kovové (nerezová oceľ, nikel, hliník, meď) s vnútorným priemerom 100-700  $\mu\text{m}$  a dĺžka 15-100 m. Vrstva stacionárnej fázy na vnútornej strane má 0.1-10  $\mu\text{m}$  [22, 23].

Všeobecne platí, čím je väčšia hrúbka stacionárnej fázy, tým dochádza k lepšej separácii [22, 23].

### **2.10.1.5 Termostat**

Hlavnou úlohou termostatu je udržiavanie konštantnej teploty kolóny. Hodnota teploty závisí hlavne na použití jednotlivých zložiek a to kvôli ich bodom varu. Zvýšením teploty kolóny dochádza k zvýšeniu tlaku pár zložky vzorky a k zníženiu retenčného času. Bežne sa pracuje v rozmedzí teplôt 40-300 °C [22, 23].

### **2.10.1.6 Detektor**

Identifikácia, kvantifikácia, registrácia jednotlivých zón zložiek sú hlavnými úlohami, ktoré vykonáva detektor. Detektory sú zariadenia reagujúce na zmeny zloženia pretekajúcej mobilnej fázy. Delia sa podľa povahy závislosti signálu na koncentračne závislé a hmotnostne závislé. Pri koncentračne závislom je signál detektoru funkciou koncentrácie zložky vstupujúcej do detektoru, zatiaľ čo pri hmotnostne závislom je signál funkciou množstva zložky. Detektor by mal mať určité vlastnosti a to hlavne vysokú citlivosť, dobrú stabilitu, reprodukovateľnosť signálu, nízky šum, rýchlu odozvu, teplotný rozsah a pod [22,23].

#### **2.10.1.6.1 Tepelne vodivý detektor (Thermal Conductivity Detector- TCD)**

Tento typ detektoru je univerzálny. Cez vlákno zohrievané stálym elektrickým prúdom prúdi nosný plyn a ochladzuje ho na určitú teplotu. Tepelnú vodivosť prostredia okolo zohriateho vlákna zmení prítomnosť zložky. A táto zložka zmení i jeho teplotu a elektrický odpor. Obvykle sa používajú dve zohriate vlákna, kde cez jedno prúdi čistý nosný plyn a cez druhé prúdi plyn z kolóny [22, 23].

Dôležitá je voľba nosného plynu, pretože jeho tepelná vodivosť by sa mala čo najviac odlišovať od tepelnej vodivosti skúmaných zložiek. Kvôli týmto dôvodom sa väčšinou dáva prednosť hélia a vodíku pred dusíkom. Jeho najčastejšie použitie je pri analýze anorganických plynov a nízkomolekulárnych organických látkach. Čo sa týka citlivosti, je menšia a detekčné limity sú v mikrogramoch analytu. Výhodou detektoru je jednoduchosť a veľký lineárny rozsah. Často je využívaný spolu s kapilárnymi kolónami [22, 23].

#### **2.10.1.6.2 Plameňový ionizačný detektor (Flame Ionization Detektor –FID)**

FID je univerzálny detektor na detekciu organických látok. Nosný plyn sa pred vstupom do horáku mieša s vodíkom, vzduch je privádzaný z vonku. Medzi dvomi elektródami teda horí vodíkovo-vzduchový plameň, cez ktorý je unášaný analyt pomocou nosného plynu, ktorý je v plameni i spaľovaný. Anóda je kovová časť telesa horáku a katóda je kovová sieťka alebo trubička, ktorá sa nachádza tesne nad plameňom. Medzi elektródami je potenciálový rozdiel cca 500 V. Teplom sa organické látky štiepia na radikály, ktoré v redukčnej časti plameňa dávajú spolu s vodíkom radikály  $\cdot\text{CH}$ . Tie sa potom oxidujú na formu  $\text{CHO}^+$  iontov a elektrónov, čo je rozhodujúce pre odozvu detektoru. Výhodou tohto typu detektoru je veľký lineárny dynamický rozsah, výborná stabilita signálu a rýchla odozva [22, 23].

#### **2.10.1.6.3 Plameňový termoionizačný detektor AFID**

AFID je podobný ako FID, rozdielom je, že blízko plameňa sa nachádza soľ alkalického kovu ( $\text{Rb}_2\text{SO}_4$ ) v perličke na platinovom drôtku alebo v keramickom krúžku. Ióny alkalického kovu sa teplom kyslíkovo-vodíkového plameňa dostávajú do plynnej fázy, kde reagujú s heteroatómami organických látok, hlavne s fosforom a dusíkom [22, 23].

#### **2.10.1.6.4 Detektor elektrónového záchytu (Electron Capture Detector – ECD)**

Pracuje na princípe zachycovania elektrónov elektronegatívnymi atómami, funkčnými skupinami alebo molekulami. Rádioaktívne žiarenie  $\beta$  ionizuje nosný plyn a vznikajú tak kationy a elektróny. Deteguje selektívne látky zachycujúce elektróny za vzniku stabilných

iónov (alkylhalogenidy, nitrily, organokovové zlúčeniny, NO<sub>2</sub>, kyslík a pod), vyžaduje vysokú čistotu nosného plynu [22,23].

### **2.10.2 Chromatografický záznam**

Chromatogram je vyobrazenie signálu z detektoru, ktorý ukazuje v akom poradí opúšťali jednotlivé zložky kolónu. Poloha píku v chromatograme odpovedá retenčnému času alebo retenčnému objemu zložky. Identifikácia zložiek je uskutočňovaná porovnaním retenčného času alebo objemu zložky s retenčným časom alebo objemom štandardu za rovnakých podmienok. Retenčný čas je doba, ktorú strávi molekula v kolóne. Retenčný mŕtvy čas je čas, ktorý molekula strávi v mobilnej fáze [22, 23].

## **2.11 Hmotnostná spektrometria**

Je separačná technika, ktorá premieňa vzorku na ionizovanú plynnú fázu a ióny, ktoré sa oddeľujú podľa hodnoty podielu ich hmotností a náboja  $m/z$ . Základné kroky v tejto technike je odparovanie vzorky, ionizácia, akcelerácia iónov do hmotnostného analyzátoru, separácia iónov hmotnostným filtrom a detekcia iónov. Základnými časťami hmotnostného spektrometru sú iónový zdroj, hmotnostný analyzátor, detektor a vyhodnocovacie zariadenie [22, 23].

### **2.11.1 Kvadrupólový analyzátor**

Obsahuje štyri rovnobežné tyčové elektródy, pričom na dve uhlopriečne protilahlé tyče je vkladán rovnaký potenciál. Pri prechode medzi týmito tyčami, ióny vykonávajú kmitavý pohyb kolmo na pozdĺžnu osu kvadrupólu. Filtrom prejdú však iba tie, ktoré majú tzv. stabilnú dráhu, ostatné sa vybijajú dotykom s tyčou. Nevýhodou je malá priepustnosť filtru [22, 23].

### **2.11.2 Iónová pasca**

Pracuje podobne ako kvadrupól, líši sa len počtom elektród. Iónová pasca ma len tri elektródy, z ktorých jedna je kruhová a dve sú vyklenuté do priestoru kruhu. V tomto priestore sa zhromažďujú ióny, ktoré v iónovej pasci môžu pretrvávajú len niekoľko milisekúnd alebo i dlhšie. V tomto prípade je dosť používaný plyn hélium o nízkom tlaku, ktorý trením brzdí ióny v iónovej pasci. Ak nastane zmena nastavenia veličín, ióny sú odvádzané k detektoru. Výhodou toho analyzátoru je veľkosť (malý), citlivosť a jednoduchá automatizácia. Nevýhodou je však nižšie rozlíšenie, v priestore pasce hrozí viac rušivých reakcií a má obmedzený dynamický rozsah [22, 23].

### **2.11.3 Hmotnostný analyzátor**

Oproti QIT má navyše magnetický a elektrostatický sektor a pri tomto type sa nevyužíva základný plyn. Hmotnostný analyzátor pracuje pod veľmi vysokým vákuom. Nevýhodou je vysoká cena a veľkosť [22, 23].

### **2.11.4 Hmotnostný spektrometer TOF**

Patria medzi najrýchlejšie a najjednoduchšie hmotnostné spektrometry. Všetkým iónom sa dodáva rovnaká časť energie, celá vzorka je akcelerovaná naraz. Zložky s menšou hmotnosťou sa pohybujú rýchlejšie. Na konci letovej trubice sa nachádza detektor, na ktorý dopadajú ióny od najľahších po najťažšie [22, 23].

### 2.11.5 Detektory

To aké detektory používame súvisí s celkovou konštrukciou zariadenia. Faradayova cela je využívaná vo väčšine prípadov, u TOF sú využívané magnetické násobiče a i ICR je prítomnosť iónov detegovaná zmenou elektrických vlastností systému v rezonancií [22, 23].

### 2.12 GC-MS

Spojenie plynovej chromatografie s náplňovými kolónami je obmedzené len nutnosťou zníženia množstva mobilnej fázy vstupujúcej do iónového zdroja MS na mieru, ktorá je schopná odčerpať vákuový systém. Na odstránenie prebytočného hélia ako nosného plynu sa medzi chromatografickú kolónu a iónový zdroj zaraďuje separátor. Pri spojení GC s iónovou pascou sa využíva ako nosný plyn hélium [22, 23].

GC-MS je najobvyklejšia aplikácia hmotnostnej spektrometrie, ktorá sa uplatňuje pri sledovaní technologických procesoch, akostných parametrov surovín a výrobkov alebo pri analýze životného prostredia [22, 23].



Obrázok 9: GC/MS

## **3 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ**

### **3.1 Materiál**

Silice boli získané z čajov, ktoré boli zakúpené v lekárni, materina dúška, zmes materinej dúšky, lipa, zmes lipy. Bol použitý i čerstvý nádchovník a bol skúmaný i sirup Vincentka, ktorý obsahuje materinu dúšku.

### **3.2 Prístroje**

- Analytické váhy
- Magnetická miešačka s ohrevom MK 418, fy NÜVE
- Plynový chromatograf by AGILENT TECHNOLOGIES (USA)
- SPME vlákno DVB/CAR/PDMS 50/30  $\mu\text{m}$  – sivé vlákno
- SPME vlákno PDMS/DVB 65  $\mu\text{m}$ - modré vlákno

### **3.3 Pracovné pomôcky**

- Destilačná banka so zábrusom 1000 ml
- Clevengerov nástavec
- Topné hniezdo
- Stojany
- Držiaky
- Kadičky
- Vialky 10 ml
- Miešadlo
- Pipety
- Pasteurky

### **3.4 Chemikálie a roztoky**

- Hexan by SIGMA- ALDRICH
- Petrolether by MERCK
- Hélium, 6.0
- Síran sodný bezvodý by PENTA

### **3.5 Pracovný postup**

#### **3.5.1 SPME vlákno**

##### **3.5.1.1 Metóda Headspace**

Do vialky o objeme 10 ml bol nasypaný jedno vrecúško čaju. Následne bol obsah zohrievaný v sušiarňi o teplote 50°C 10 minút. Potom do vialky bola cez septum napichnutá ihla a pomocou vlákna, ktoré sa vysunulo z ihly, sa silice nechali sorbovať 20 minút. Získaný materiál pomocou SPME sa hodnotil pomocou plynového chromatografu.

Metóda SPME bola použitá i na stanovenie obsahových látok v uvarenom čaji. Čaj bol lúhovaný podľa odporúčaných časov. Výluh sa následne nalial do vialky a nechal sa sorbovať

vláknom SPME za stáleho miešania 20 minút. Metódou SPME izolované analyty boli hodnotené pomocou plynového chromatografu.

### 3.5.2 Destilácia vodnou parou

Destiláciou vodnou parou sme tiež získali silice z rastlinného materiálu. Na destiláciu sa využíval Clevengerov nástavec. Bolo odvážených 5 g čaju, ktoré boli vpravené do destilačnej banky s objemom 1000 ml spolu s varnými kamienkami a 250 cm<sup>3</sup> destilovanej vody. Banka bola vsunutá do destilačného nástavca a prichytená o stojan. Do nástavca do trubice boli pridané 2 ml destilovanej vody a potom 2 ml hexanu. Obsah bol pomocou topného hniezda zohrievaný a privedený k varu. Destilácia prebiehala 1 hodinu a 30 minút. Po ukončení destilácie sa hexan zachytáva do vialky, do ktorej neskôr bol pridaný síran sodný, a to z dôvodu, aby sa od seba oddelili frakcie vody a hexanu, ktoré sa vo vialke nachádzali. Vialka sa následne pretrepala a nechala pár minút ustáť. Pomocou Pasteurovej pipety sa naliahol obsah hexanovej vrstvy a vylial do malej vialky vhodnej na meranie pomocou plynového chromatografu.

### Podmienky plynového chromatografu

**GC/MS- TOF** (Agilent Technologies 6890N; Network GC System)

Kolona: HT- 5 (28m x 0,25 mm; 0,25 µm)

Nástreč splitless; SPME; He 1 ml.min<sup>-1</sup>

250°C inlet

Teplotní program: 40°C po dobu 1 min; 25°C/min do teploty 300°C

**MS** (Pegasus III, firma LECO, USA)

Rozmedzie hmôt 20 – 550

Scanovací rýchlosť 10 sp/s

Napätie na detektor 1800 V

Teplota iónového zdroja 250°C

Software: LECO® Pegasus III

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSIE

V mojej bakalárskej práci som sa zaujímala hlavne o rastliny, ktoré sú prospešné pri ochoreniach dýchacích ciest. Boli to hlavne čaje, ktoré obsahovali materinú dúšku a lipu, a rôzne ich zmesi. Pripravovala som si čaj i z čerstvého nádchovníka a analyzovala som i sirup, ktorého hlavná zložka bola práve materina dúška.

Silice boli analyzované viacerými spôsobmi. Použitá bola destilácia s vodnou parou, ktorá, ako uvádza literatúra, sa kladie medzi tie najúčinnšie na identifikáciu obsahových látok v rastlinách. Následne boli extrakty analyzované pomocou GC/MS.

Bola použitá i metóda SPME, ktorá sa používala buď ponorením vlákna priamo do vzorky alebo bola použitá ako metóda headspace, kde sa vlákno nechalo absorbovať nad vzorkou. Túto metódu sme využívali pri stanovení silíc v čerstvom čaji a Výsledky som porovnávala s údajmi z článkov a odbornej literatúry, a následne podľa nich aj spracovala. Z literatúry som si vybrala pár látok, ktoré by sa v danej rastline mali nachádzať pri stanovovaní práve nami zvolenými metódami. V tabuľke (Tabuľka 1) som zhrnula výsledky vybraných obsahových látok v materinej dúške podľa jednotlivých metód. Označenie + znamená, že danou metódou tam látka bola stanovená a – znamená, že látka sa danou metódou nepreukázala. V tabuľkách (Tabuľka 1, Tabuľka 2, Tabuľka 3, Tabuľka 4, Tabuľka 5, Tabuľka 6) je všetko obdobné okrem rastlín a obsahových látok.

*Tabuľka 1: Výsledky stanovenia obsahových látok v materinej dúške*

	Materina dúška						Destilácia
	Suchá sorbcia (headspace)		Sorbcia čaju				
	Modré	Šedé	modré		Šedé		
			čerstvý	odstáty	čerstvý	odstáty	
Eugenol	-	-	+	+	+	+	+
Thymol	+	+	+	+	+	+	-
Borneol	+	+	-	-	+	+	-
o-cymen	+	+	+	+	+	+	+
Carvacrol	+	+	+	+	-	-	+
4- Allylphenol	-	-	-	-	-	-	-
1-Octene- 3- ol	-	-	+	+	+	+	+
Benzyl alkohol	-	-	-	-	-	-	-
Linalol	+	+	+	+	+	+	+
Methyl salicylate	-	-	-	-	-	-	-
Estragol	+	+	-	-	+	+	+
1,8 - cineol	-	-	-	-	-	-	-
4- Terpeneol	+	-	+	+	+	+	+
Benzylaldehyd	+	-	-	+	-	+	+
$\alpha$ Tocopherol	-	-	-	-	-	-	-

Tabuľka 2: Výsledky stanovenia obsahových látok v zmesi materinej dúšky

	Zmes materina dúška						Destilácia
	Suchá sorbcia (headspace)		Sorbcia čaju				
	Modré	Šedé	modré		šedé		
			čerstvý	odstáty	čerstvý	odstáty	
Eugenol	-	-	+	+	+	-	+
Thymol	+	+	+	+	+	+	+
Borneol	+	+	+	+	+	+	+
o-cymen	+	+	+	-	-	-	+
Carvacrol	+	-	+	+	+	-	+
4- Allylphenol	-	-	-	-	-	-	-
1-Octene- 3- ol	+	+	+	+	+	+	+
Benzyl alkohol	-	-	-	-	-	-	-
Linalol	+	+	+	+	+	+	+
Methyl salicylate	-	-	-	-	-	-	-
Estragol	+	+	+	+	+	+	+
1,8 – cineol	-	-	-	-	-	-	-
4- Terpeneol	+	+	+	+	+	+	+
Benzylaldehyd	-	+	+	+	+	+	+
$\alpha$ Tocopherol	-	-	-	-	-	-	-

Tabuľka 3: Výsledky stanovenia obsahových látok v lipě

	Lipa						Destilácia
	Suchá sorbcia (headspace)		Sorbcia čaju				
	Modré	šedé	modré		šedé		
			čerstvý	odstáty	čerstvý	odstáty	
$\alpha$ -amorphene	-	-	-	-	-	-	+
Thymol	-	-	+	+	+	+	-
o- cymen	+	+	-	-	-	+	+
Myristicin	-	-	-	-	-	-	+
Carvacrol	-	-	-	-	-	+	+
Spathulenol	-	-	-	-	-	-	+
Borneol	+	-	-	-	-	-	-
$\alpha$ -copaene	+	+	-	-	+	-	+
Linalol	+	+	+	+	-	-	-
Estragol	+	+	+	+	+	+	+
Hotrienol	-	-	-	-	-	-	-
1,8 – cineol	-	-	+	-	-	-	-
$\gamma$ - terpinen	+	+	+	+	+	+	+
$\delta$ -cadinene	-	-	-	-	-	-	+
Pulegon	-	-	-	+	-	-	+

Tabuľka 4: Výsledky stanovenia obsahových látok v zmesi lipy

	Zmes lipa						Destilácia
	Suchá sorbcia (headspace)		Sorbcia čaju				
	modré	šedé	modré		Šedé		
čerstvý			odstáty	čerstvý	odstáty		
$\alpha$ -amorphene	-	-	-	-	-	-	-
Thymol	-	-	-	-	-	-	-
o- cymen	+	+	+	+	+	-	+
Myristicin	-	-	+	+	+	+	+
Carvacrol	-	-	-	-	-	-	-
Spathulenol	-	-	-	-	-	-	-
Borneol	-	-	-	-	-	-	-
$\alpha$ -copaene	+	+	-	-	-	-	-
Linalol	-	-	+	-	-	-	-
Estragol	+	+	+	+	+	+	+
Hotrienol	-	-	-	-	-	-	-
1,8 – cineol	-	-	-	+	-	-	-
$\gamma$ - terpinen	+	+	+	+	+	+	+
$\delta$ -cadinene	+	+	-	-	-	-	+
Pulegon	-	-	-	+	-	-	-

Tabuľka 5: Výsledky stanovenia obsahových látok v nádchovníku

	Nádchovník						Destilácia
	Suchá sorbcia (headspace)		Sorbcia čaju				
	modré	šedé	modré		Šedé		
čerstvý			odstáty	čerstvý	odstáty		
$\alpha$ - pinen	+	+	+	+	+	+	+
Camphene	-	-	+	+	+	-	+
Thymol	-	+	+	-	-	+	+
Linalol	-	-	-	+	+	-	-
Borneol	-	-	-	-	-	-	-
Verbenone	-	-	+	-	-	-	-
Camphor	+	+	+	+	+	+	+
$\alpha$ -copaene	-	-	-	-	+	+	-
Spathulenol	-	-	+	+	+	+	+
Carvacrol	+	-	-	+	-	+	+
$\gamma$ - terpinen	+	+	+	+	+	+	+
$\beta$ - bourbonene	-	-	-	-	-	-	-
Aromadendrene	-	-	+	+	+	-	-

Tabuľka 6: Výsledky stanovenia obsahových látok v sirupe Vincentka

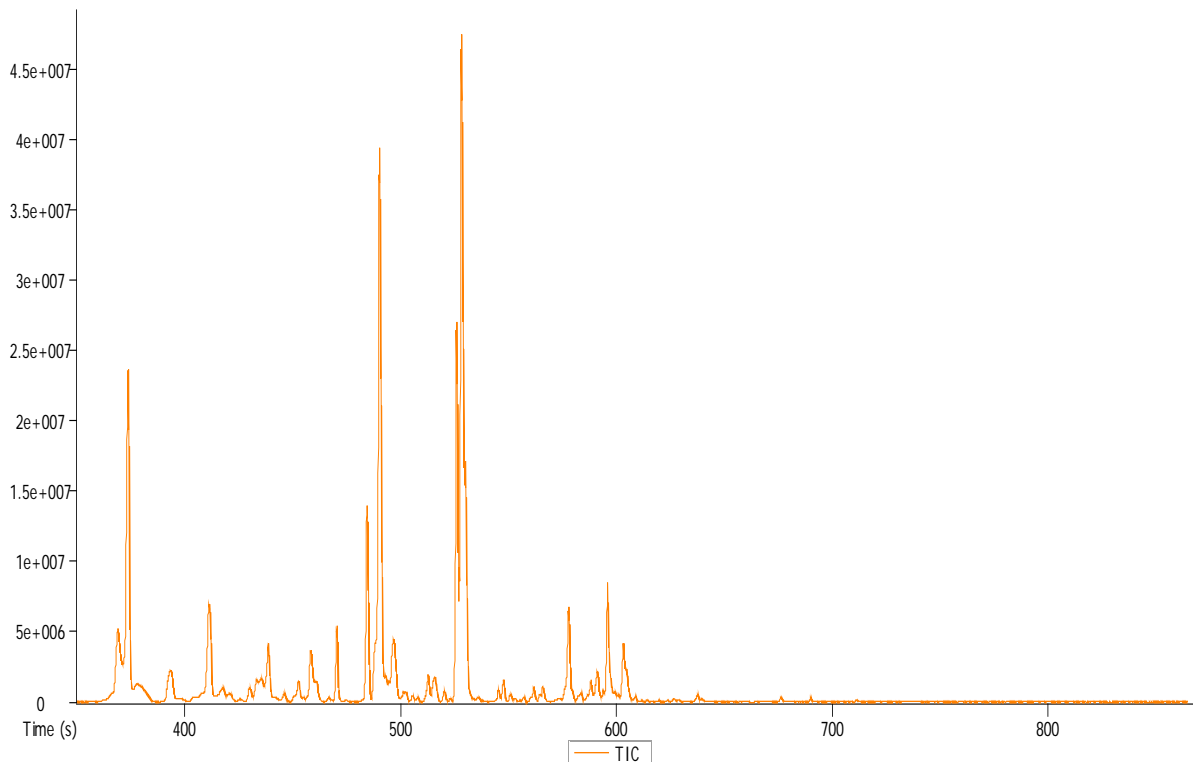
	Sirup Vincentka	
	modrá	Sivá
$\alpha$ -Pinene	-	+
Linalol	-	+
Thymol	+	+
Carvacrol	+	-
Camphen	-	+
Eugenol	+	-
$\gamma$ -Terpineol	-	+
$\beta$ -elemen	+	+
Estragol	+	-

Do nasledujúcej tabuľky (Tabuľka 7) boli napísané látky, ktoré sa nachádzali v materinej dúške, ktorá bola analyzovaná metódou SPME, modrým vláknom. A na obrázku (Obrázok 10) je možné vidieť chromatogram tejto metódy.

Ďalšie tabuľky a chromatografy sú zobrazené v prílohe.

Tabuľka 7: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške SPME metódou, modré vlákno

Materina dúška SPME modrá	R.T.		R.T.
Thymol	526,05	Linalol	458,5
Borneol	491,05	Estragol	497,85
o-cymen	433,3	4- Terpeneol	488
Carvacrol	530,15	Benzylaldehyd	408,6



*Obrázok 10: Chromatogram materinej dúšky SPME metódou na modrom vlákne*

Z výsledkov možno usúdiť, že látky, ktoré boli uvedené v odborných článkoch alebo v literatúre, sa nie vždy zhodovali so stanovovanými vzorkami.

Meraním bolo zistené, že destiláciou bolo získaných najviac látok. Naopak metódou SPME headspace vo vzorke bolo najmenej látok.

Najčastejšie sa v rastlinách vyskytoval thymol, ktorý sa vyznačuje tým, že pomáha pri vykašliavaní.

Látka, ktorá bola stanovená všetkými metódami v materinej dúške, bol o-cymen a linalol. V zmesi materinej dúšky to boli látky thymol, borneol, 1-Octene- 3- ol, linalol, estragol a 4- terpeneol.

V lipe sa nachádzal estragol a  $\gamma$ - terpinen. V lipovej zmesi sa nachádzali hlavne o-cymen, estragol a  $\gamma$ - terpinen. V nádchovníku sa potvrdil vo všetkých metódach  $\alpha$  – pinen, camphor,  $\gamma$ - terpinen. V sirupe sa metódou headspace stanovili v oboch vláknach látky thymol a  $\beta$ -elemen.

V čaji z materinej dúšky, a ani v zmesi materinej dúšky sa nepreukázali látky 4- allylphenol, benzyl alkohol, methyl salicylate, 1,8 – cineol,  $\alpha$ - tocopherol. V lipe nebol stanovený hotrienol. V nádchovníku nebol stanovený borneol ani  $\beta$ - bourbonene.

Sirup Vincentka bola stanovovaná len metódou headspace a to z dôvodu, ak by sa vlákno ponorilo do vzorky mohlo by sa zničiť.

Väčšina výsledkov vyšla podobne, niekedy sa sorbciou headspace nepreukázala látka, ktorá bola preukázaná pomocou sorbcie priamo do čaju, čo mohlo byť spôsobené tým, že látky sú mimoriadne prchavé. Tak isto mohlo dôjsť k odlišným výsledkom v metóde SPME, a to napríklad tak, že látka mohla byť stanovená v modrom vlákne ale nebola stanovená v sivom vlákne, pretože metóda je veľmi citlivá na teplotu, čas sorbcie, pH a pod.

## 5 ZÁVER

Boli stanovované čaje značky *MEGAFYT* zakúpené v lekárni, ktoré obsahovali materinu dúšku a lipu. Bol stanovovaný i čerstvý nádchovník a sirup *VINCENTKA*, ktorý obsahuje materinu dúšku.

Na analýzu bol použitý plynový chromatograf v kombinácii s hmotnostnou spektrometriou. Meraním boli zistené, aké látky sa v rastlinách nachádzajú, a to rôznymi technikami.

Bolo zistené, že destilácia vodnou parou je najvhodnejšou metódou na stanovenie obsahových látok vo fytofarmakách, pretože pri stanovovaní látok pomocou plynového chromatografu ukázalo, že táto metóda dokáže vyizolovať veľa látok (500). Zatiaľ čo metódou SPME bolo získaných približne iba 200 látok.

Pre prehľadnosť som si vybrala pár látok, ktoré by sa v danej rastline mali nachádzať a zistili sa, že nie všetky látky boli v rastlinách tak, ako uvádzala literatúra.

Zistilo sa tiež, že vo všetkých fytofarmakách sa nachádzal thymol, látka charakteristická tým, že pomáha pri kašli.

## 6 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] BÜHRING, U., 2010. Léčivé rostliny: obsahové látky, zpracování, základní recepty, Praha: Knižní klub.
- [2] ANON., 2007. 1000 bylin, Praha.
- [3] BÜHRING, U., Léčivé rostliny: Určování a užívání,
- [4] JAHODÁŘ, L., 2010. Léčivé rostliny v současné medicíně: (co Mattioli ještě nevěděl), Praha: Havlíček Brain Team.
- [5] MASANGO, Phineas a ASBC Technical COMMITTEE. Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production*. 2005, vol. 13, issue 8, s. 833-839. DOI: 10.1094/asbcmoa-hops-13.
- [6] BASER, K a Gerhard BUCHBAUER. Handbook of essential oils: science, technology, and applications. Boca Raton: CRC Press/Taylor, ©2010, 975 p. ISBN 14- 200-6315-4.
- [7] VELÍŠEK, Jan. Chemie potravin II. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-4-5.
- [8] LÉČIVÉ ROSTLINY. Přeložil Jana Jindrová. Praha: Ottovo nakladatelství, 2010, 496 s. Ottův průvodce přírodou. ISBN 978-80-7360-588-9.
- [9] BEDNÁŘOVÁ, J., 2015. Herbář, aneb, Od anděliky k žindavě, V Praze: Fortuna Libri.
- [10] DUGAS, D. & Dugasová, A., 2016. Babiččiny nové bylinky 1st ed., Praha: Ottovo nakladatelství.
- [11] LAVENDER, S. & Franklin, A., 1999. Magické rostliny, aneb, Byliny od A do Z, Praha: Volvox Globator.
- [12] LÁNSKÁ, D., 2016. Zelené koření: pěstované i plané v ilustracích Zdenky Krejčové, Praha: Aventinum.
- [13] GÓRNICKÁ, J., 2017. Domácí přírodní lékárna: rádce pro zdraví České vydání druhé., Praha: Vašut.
- [14] KUBÍNOVÁ, R. & Stružková, M., Fytoterapeutický potenciál vybraných druhů rodu *Plectranthus*. *Praktické lékařství*, 2014, p.3. Dostupné z: <https://www.praktickelekarenstvi.cz/pdfs/lek/2014/03/09.pdf> [Accessed March 13, 2018].
- [15] ANON., 9 úžasných léčivých účinků rýmovníku. Dostupné z: <https://zdravezdravi.cz/bylinky/rymovnik-lecive-ucinky-pestovani> [Accessed March 13, 2018].
- [16] ANON., Materina dúška. Dostupné z: <https://domacalekaren.com/2015/07/15/bylinkaren-materina-duska/> [Accessed March 13, 2018].
- [17] ANON., Dostupné z: <http://www.inspirace-pro-zdravi.cz/clanky/357-vsemocna-lipa-brzy-rozkvete/3-zdravi-rodiny> [Accessed March 13, 2018].
- [18] Molekuly sú kreslené mnou v Chemskechi-
- [19] CHURÁČEK, Jaroslav. Analytická separace látek. 1. vyd. Praha: SNTL, 1990, 384 s. ISBN 80-030-0569-8.

- [20] STONAWSKÁ, Barbara. Analýza senzoricky aktivních látek bylin. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 58 s.
- [21] NÁRODNÍ ARCHIV. Bacílková, Bronislava a Hana Paulusová. Vliv silic a jejich hlavních účinných látek na mikroorganismy a na archivní materiál [online]. Praha, 2012 [cit. 2013-12-25]
- [22] SOMMER, L., 1995. Teoretické základy analytické chemie II, Brno: Vysoké učení technické.
- [23] KLOUDA, P., 2003. Moderní analytické metody 2., upr. a dopl. vyd., Ostrava: Pavel Klouda.
- [24] ANON., Dostupné z: [https://fvhe.vfu.cz/informace-o-fakulte/sekce-ustavy/uvozp/teorie\\_spme.pdf](https://fvhe.vfu.cz/informace-o-fakulte/sekce-ustavy/uvozp/teorie_spme.pdf) [Accessed April 15, 2018].
- [25] IMELOUANE, B. et al., 2009. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil of Thyme (*Thymus vulgaris*) from Eastern Morocco. *International journal of agriculture & biology*, p.4.
- [26] FITSIOU, Ioanna, Tzakou, O., Hancianu, M., & Poiata, A. (2007). Volatile Constituents and Antimicrobial Activity of *Tilia tomentosa* Moench and *Tilia cordata* Miller Oils. *Journal of Essential Oil Research*, 19(2), 183–185.
- [27] SWAMY, Mutuku & Francis, 2013. Preliminary phytochemical screening of *Plectranthus argentatus* plant in Kenya. *International Journal of Medicinal Chemistry & Analysis*, p.7.

## 7 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

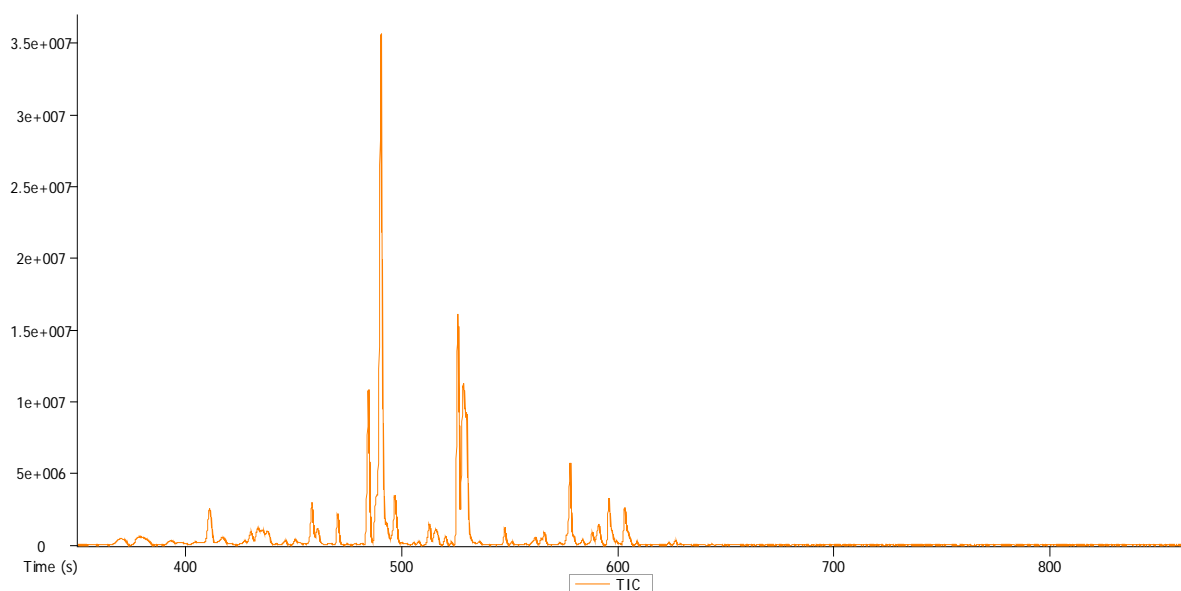
GC	Gas chromatography/ Plynová chromatgrafia
MS	Mass spectometry/ Hmotnostná spektrometria
SPME	Solid Phase Microextraction / Mikroextrakcia pevnou fázou
FID	Flame ionization detector/ Plamenový ionizační detektor
AFID	Plameňový termoionizačný detektor
TCD	Thermal Conductivity Detector/ Tepelne vodivý detektor
ECD	Electron Capture Detector/ Detektor elektrónového záchytu
TOF	Detektor doby letu
R.T.	Retenčný čas
DVB	Divinylbenzen
CAR	Carboxen
PDMS	Polydimethylsiloxane

## 8 PRÍLOHY

### MATERINA DÚŠKA

Tabuľka 8: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške metódou SPME; sivé vlákno

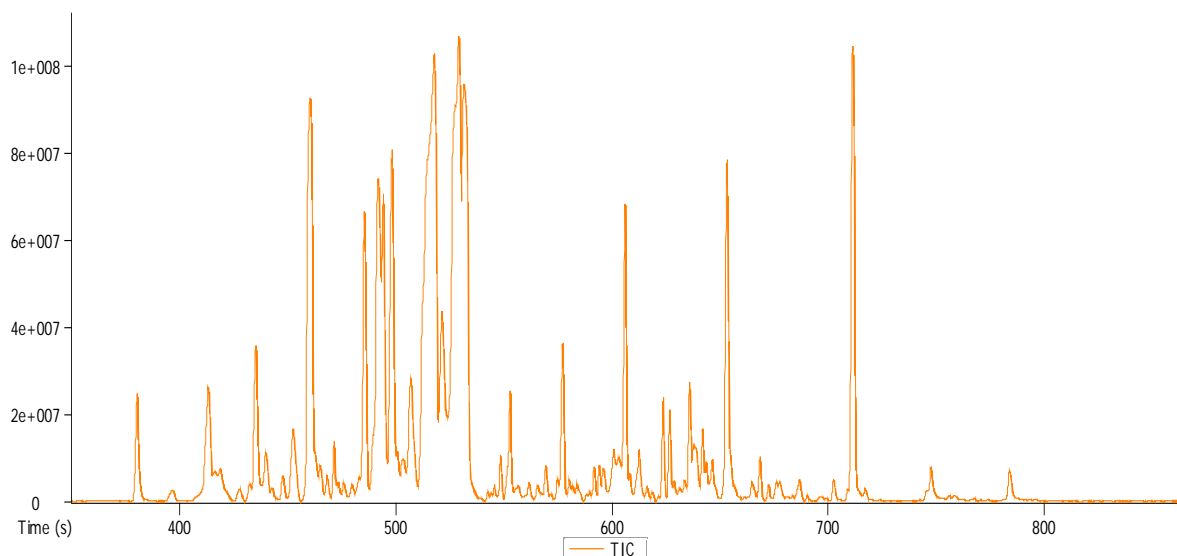
Materina dúška SPME sivá	R.T.
Thymol	526,05
Borneol	491,05
o-cymen	433,3
Carvacrol	530,15
Linalol	458,5
Estragol	497,85



Obrázok 11: Chromatogram materinej dúšky SPME metódou na sivom vlákne

Tabuľka 9: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

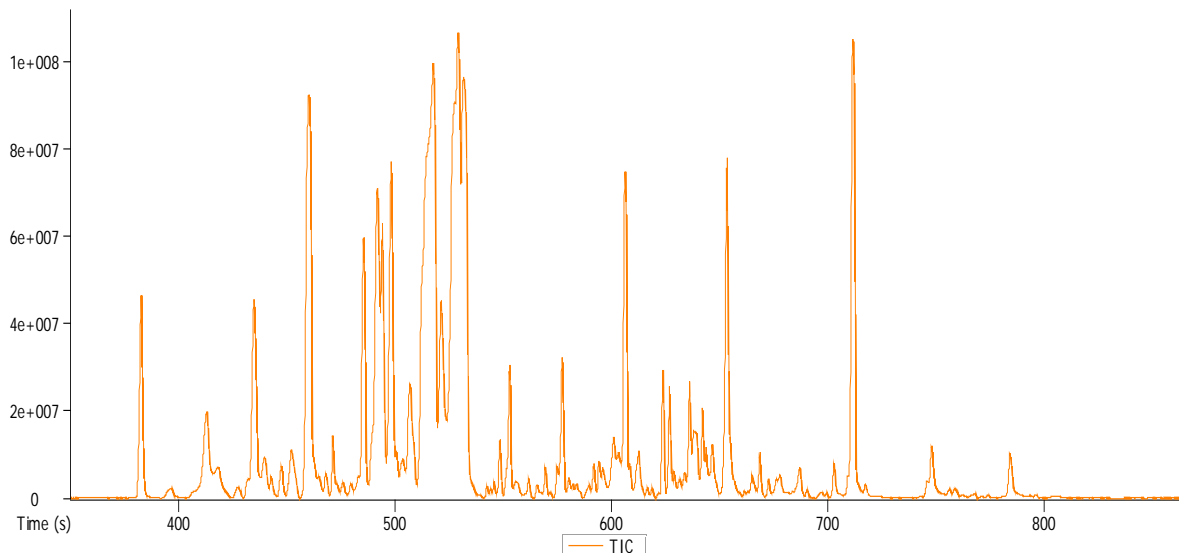
Čaj- čerstvý materina dúška SPME modrá	R.T.		R.T.
Eugenol	551,6	1-Octene- 3- ol	412,8
Thymol	527,5	Linalol	460,9
o-cymen	435,15	4- Terpeneol	488
Carvacrol	533,3		



Obrázok 12: Chromatogram materinej dúšky SPME metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

Tabuľka 10: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

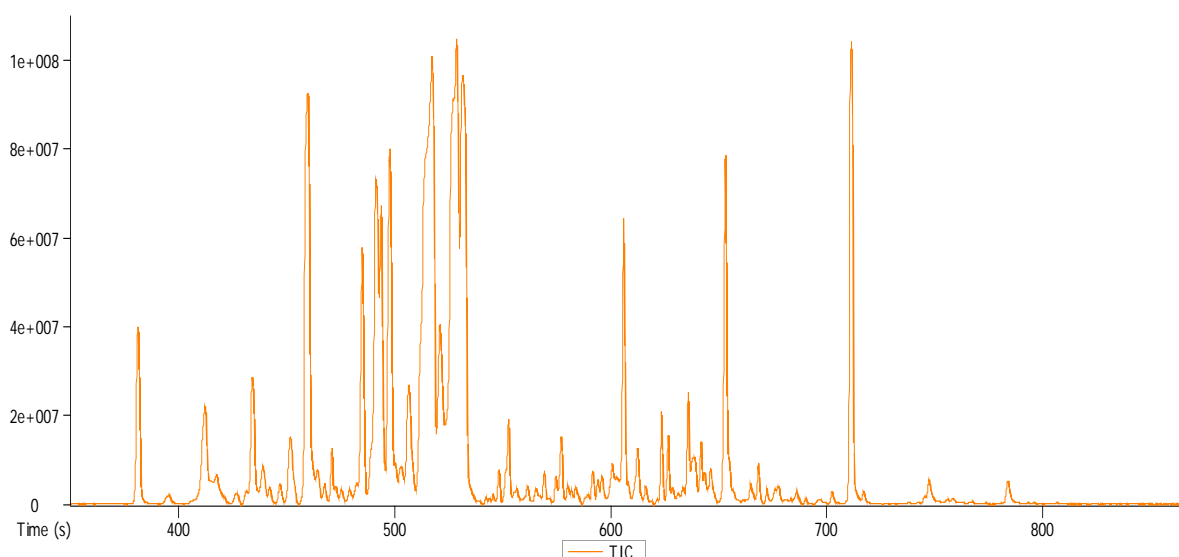
Čaj- čerstvý materina dúška SPME sivá	R.T.		R.T.
Eugenol	551,6	1-Octene- 3- ol	412
Thymol	527,35	Linalol	460,7
Borneol	492,2	Estragol	498,6
o- cymen	434,65	4- terpeneol	488



Obrázok 13: Chromatogram materinej dúšky metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

Tabuľka 11: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške metódou SPME; odstáty čaj; modré vlákno

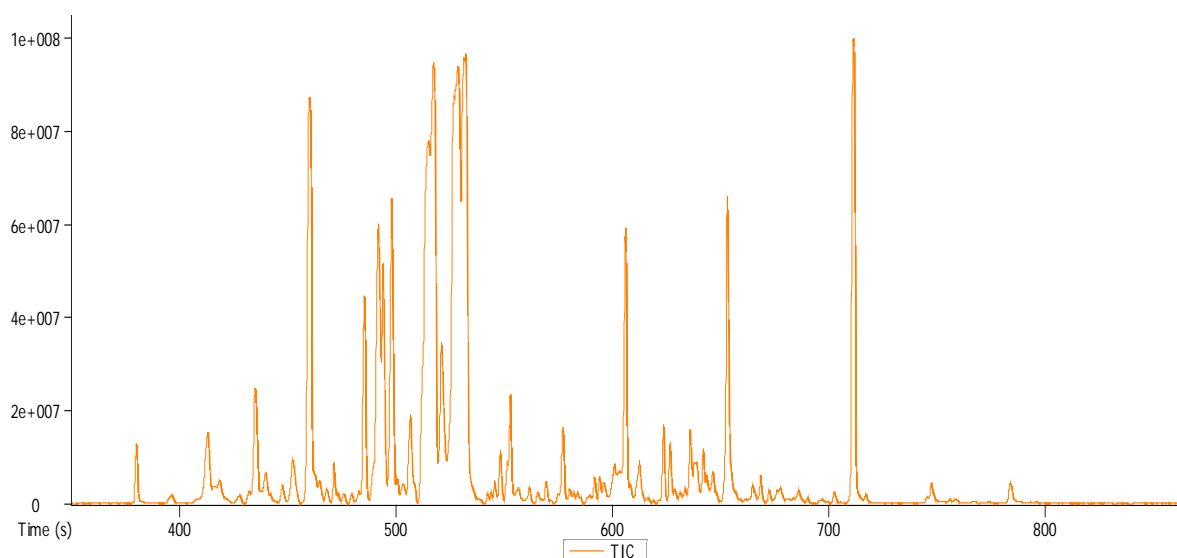
Čaj- odstáty materina dúška SPME modrá	R.T.		R.T.
Eugenol	551,5	1-Octene- 3- ol	411,5
Thymol	527,75	Linalol	460,25
o-cymen	434,15	4- Terpeneol	493,75
Carvacrol	531,75	Benzaldehyd	409,95



Obrázok 14: Chromatogram materinej dúšky metódou SPME; odstáty čaj; modré vlákno

Tabuľka 12: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

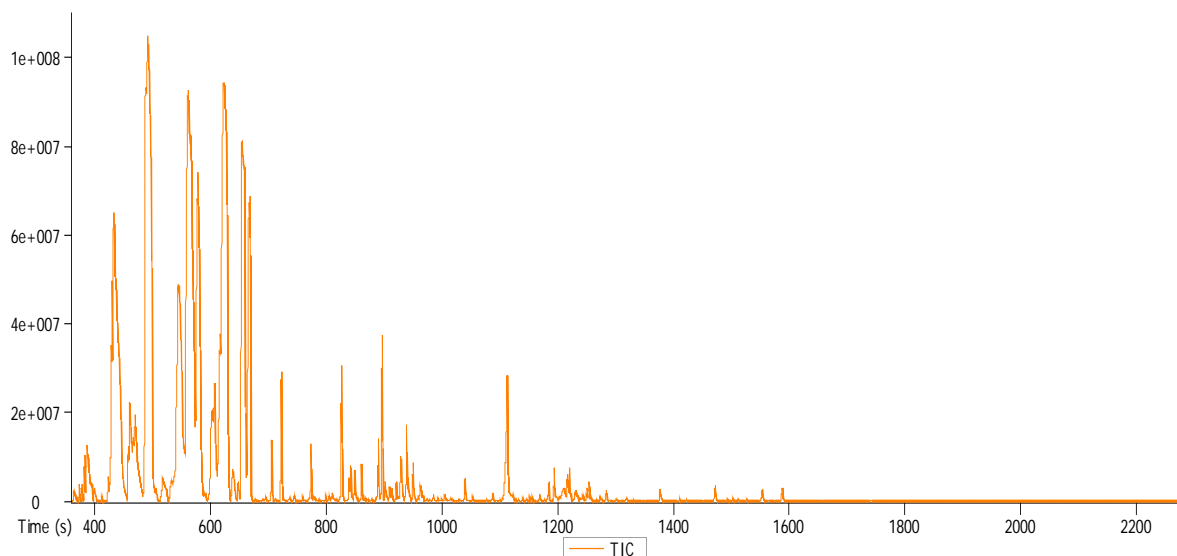
Čaj- odstáty materina dúška SPME sivá	R.T.		R.T.
Eugenol	551,35	Linalol	459,2
Thymol	526,95	Estragol	498,55
Borneol	492,1	4- Terpeneol	494
o- cymen	434,85	Benzaldehyd	410,75
1-Octene- 3- ol	451,05		



Obrázok 15: Chromatogram materinej dúšky metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

Tabuľka 13: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v materinej dúške získané destiláciou

Destilácia materina dúška	R.T.		R.T.
Eugenol	712,55	Linalol	487,1
o- cymen	429,25	Estragol	656,15
Carvacrol	667,95	4- Terpeneol	423,25
1-Octene- 3- ol	382,4	Benzaldehyd	669,35

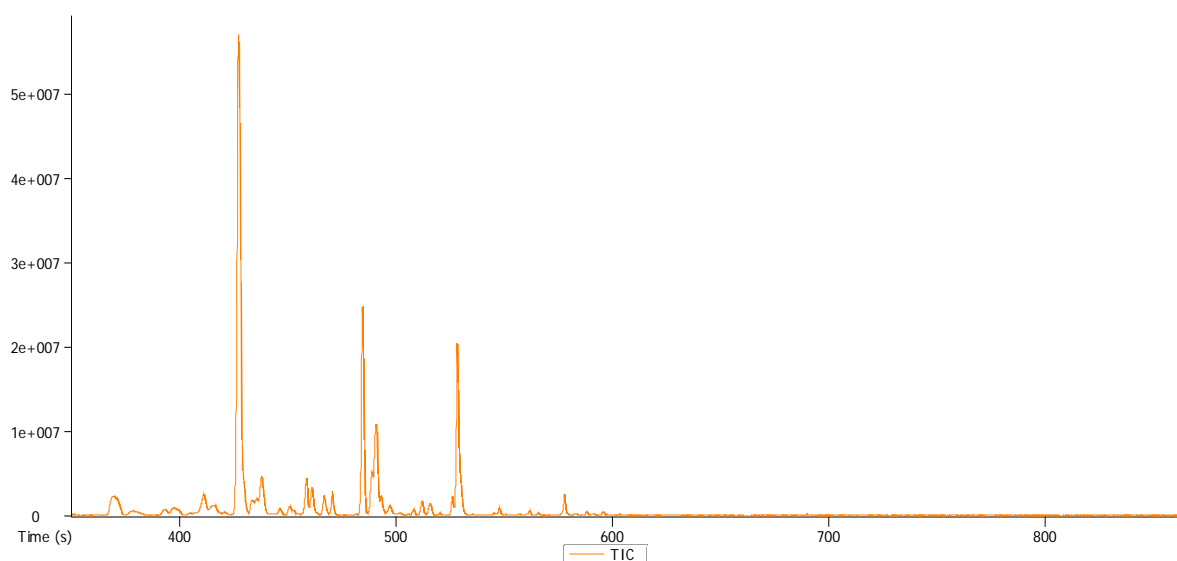


Obrázok 16: Chromatogram materinej dúšky; destilácia

## ZMES MATERINA DÚŠKA

Tabuľka 17: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky metódou SPME; modré vlákno

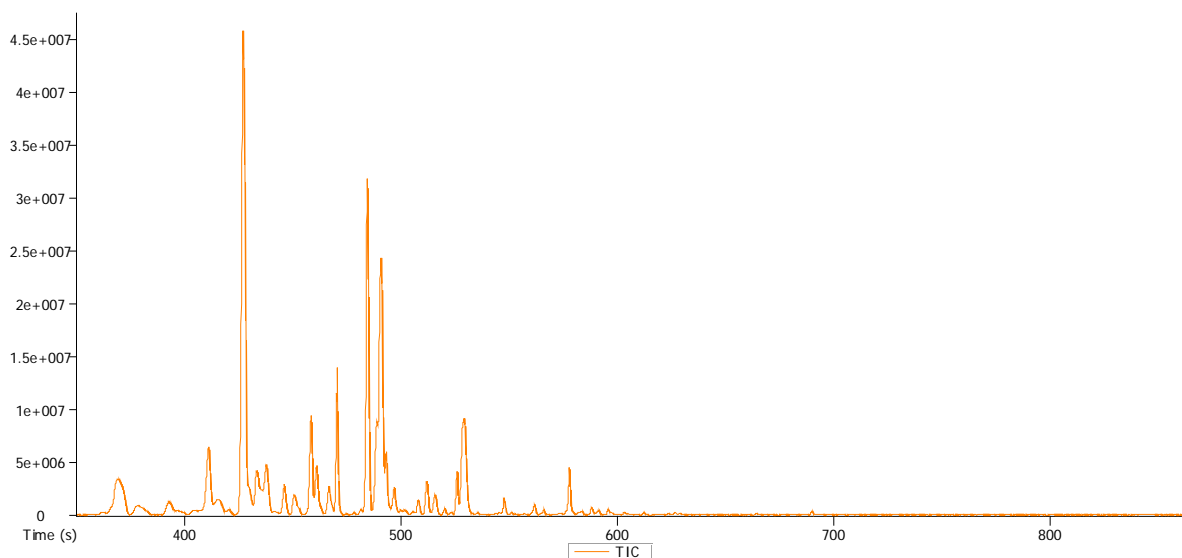
Zmes materina dúška SPME modrá	R.T.		R.T.
Thymol	526	1-Octene- 3- ol	410,05
Borenol	491,15	Linalol	458,55
o-cymen	433,35	Estragol	497,85
Carvacrol	530,15	4- Terpeneol	490,3



Obrázok 18: Chromatogram zmesi materinej dúšky metódou SPME; modré vlákno

Tabuľka 14: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky metódou SPME; sivé vlákno

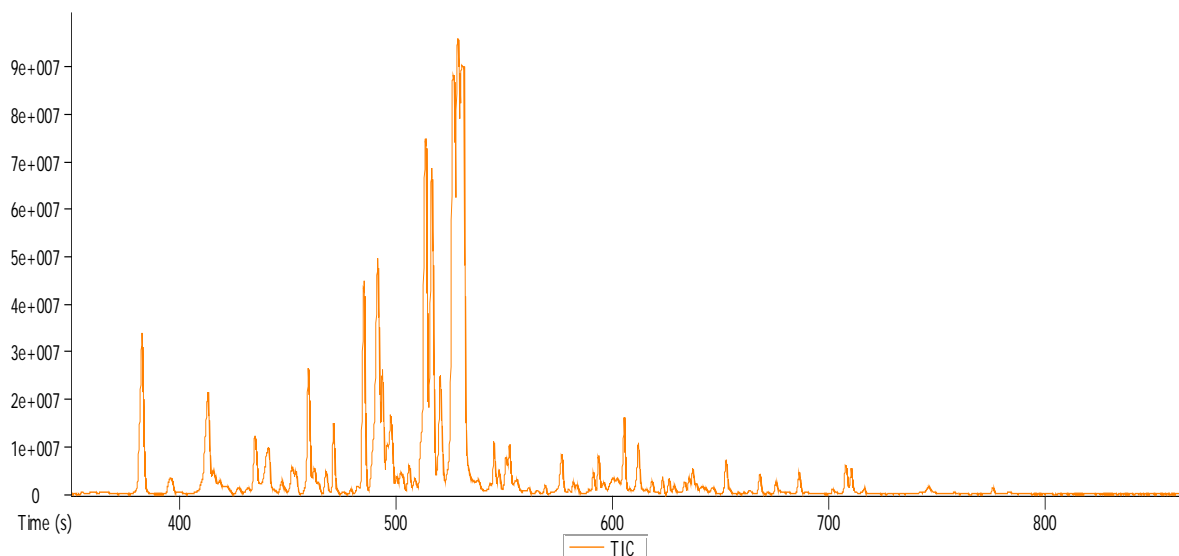
Zmes materina dúška SPME sivá	R.T.		R.T.
Thymol	525,9	Linalol	458,35
Boreniol	491,05	Estragol	528,1
o-cymen	433,25	4- Terpeneol	496,8
1-Octene- 3- ol	409,75	Benzylaldehyd	409,2



Obrázok 19: Chromatogram zmesi materinej dúšky metódou SPME; sivé vlákno

Tabuľka 15: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

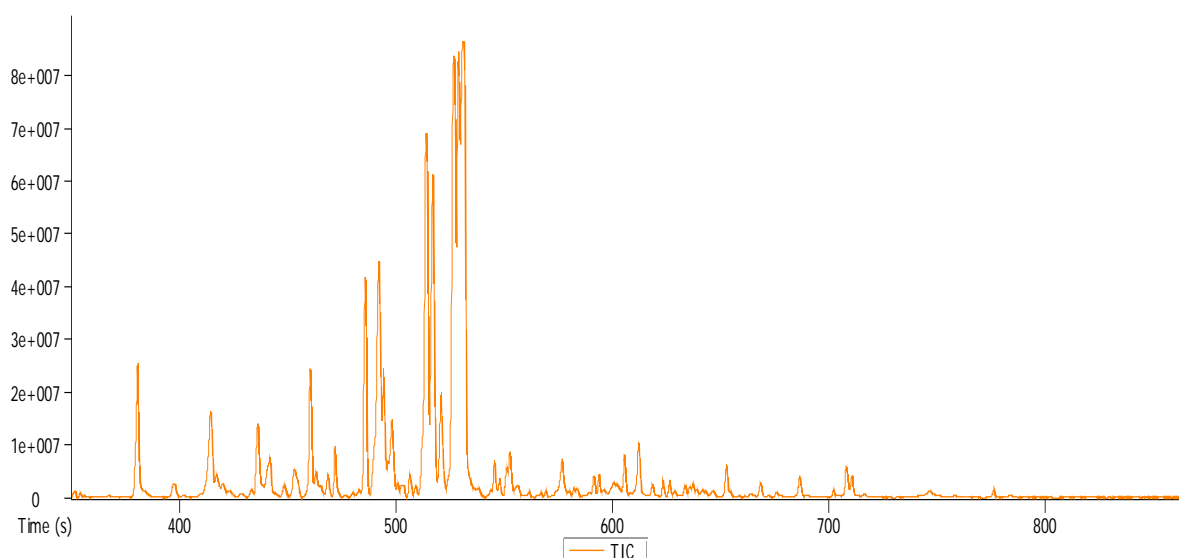
Čaj -čerstvý zmes materina dúška SPME modrá	R.T.		R.T.
Eugenol	551	1-Octene- 3- ol	412,05
Thymol	526,55	Linalol	459,55
Borneol	491,75	Estragol	498,3
o-cymen	434,75	4- Terpeneol	432,05
Carvacrol	531,05	Benzylaldehyd	410,6



Obrázok 20: Chromatogram zmesi materinej dúšky metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

Tabuľka 16: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

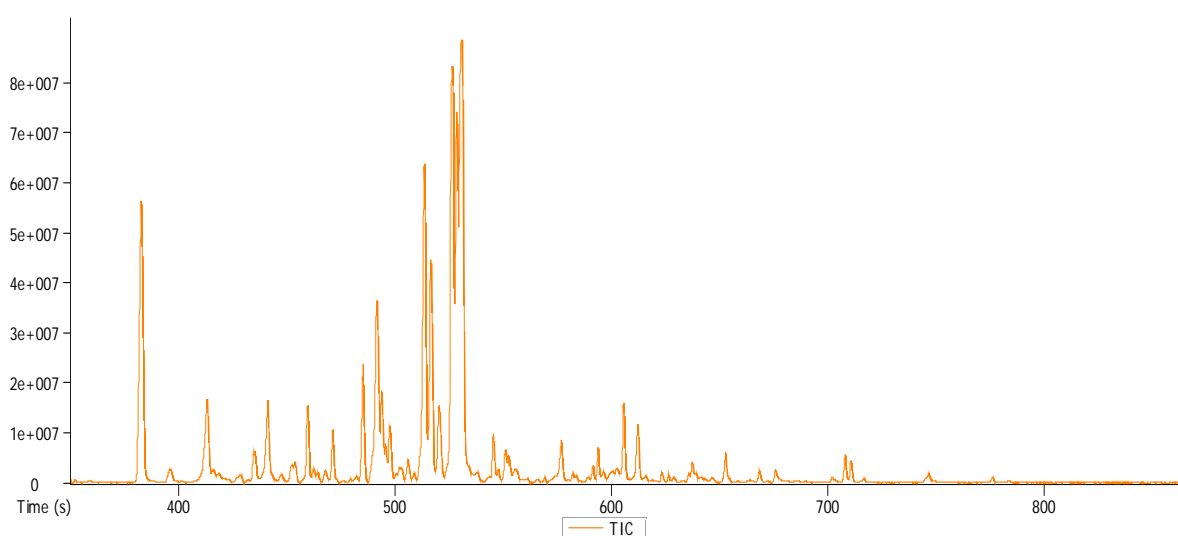
Čaj -čerstvý zmes materina dúška SPME sivá	R.T.		R.T.
Eugenol	551,1	Linalol	460,3
Thymol	526,7	Estragol	498,75
Borneol	492,25	4- Terpeneol	491,4
Carvacrol	531,2	Benzylaldehyd	412,45
1-Octene- 3- ol	413,7		



Obrázok 21: Chromatogram zmesi materinej dúšky metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

Tabuľka 17: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky metódou SPME; odstátý čaj; modré vlákno

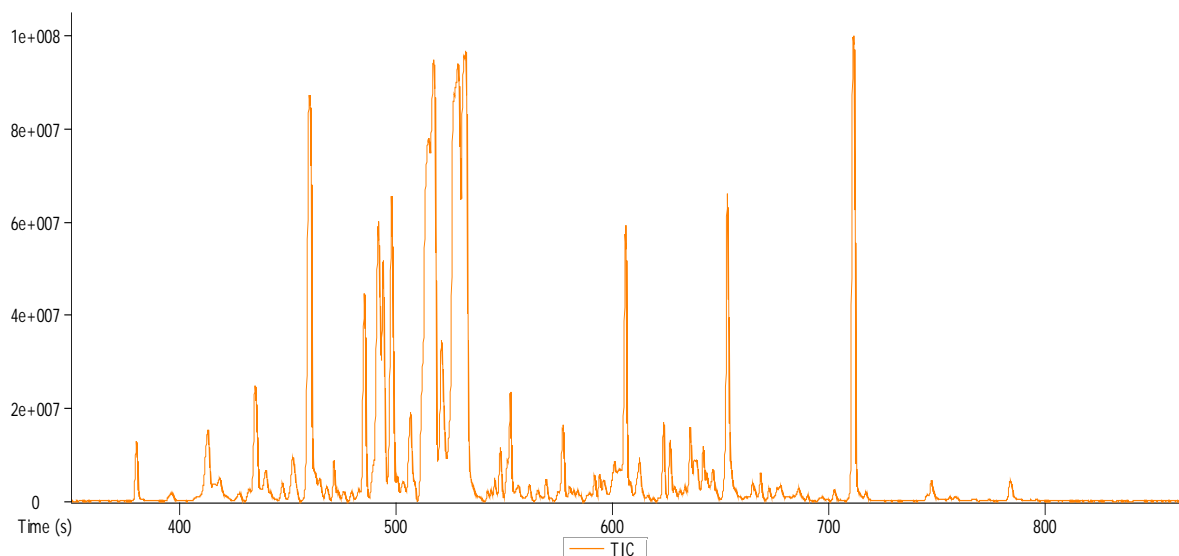
Čaj –odstátý zmes materina dúška SPME modrá	R.T.		R.T.
Eugenol	551,15	Linalol	459,65
Thymol	526,55	Estragol	498,45
Borneol	491,85	4- Terpeneol	491
Carvacrol	530,9	Benzylaldehyd	410,8
1-Octene- 3- ol	412,25		



Obrázok 22: Chromatogram zmesi materinej dúšky metódou SPME; odstátý čaj; modré vlákno

Tabuľka 18: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky metódou SPME; odstátý čaj; sivé vlákno

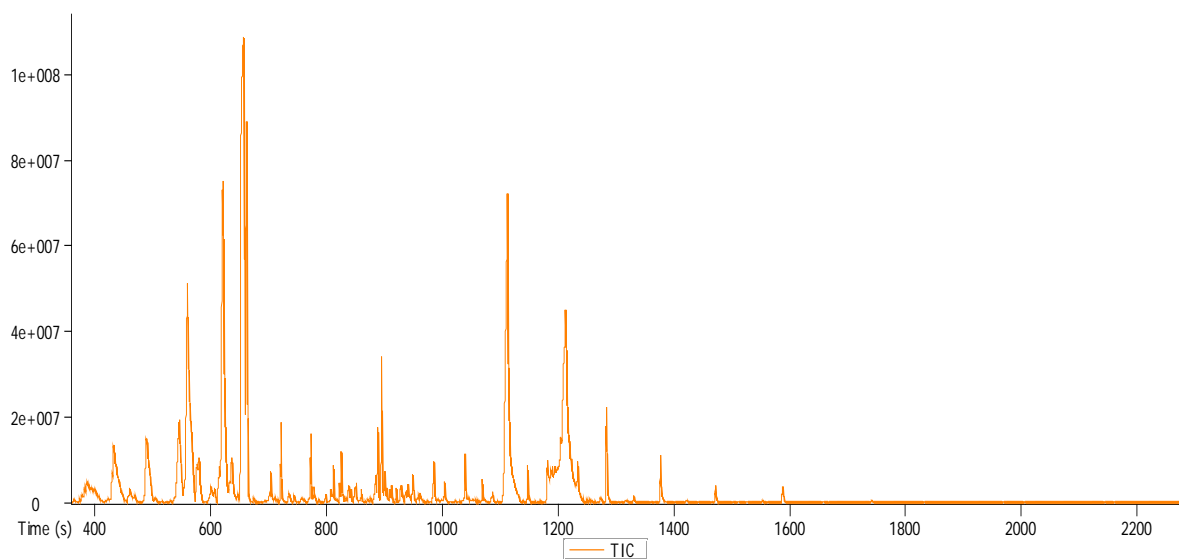
Čaj -odstátý zmes materina dúška SPME sivá	R.T.		R.T.
Thymol	526,95	Estragol	494
Borneol	492,25	4- Terpeneol	491,4
1-Octene- 3- ol	413,7	Benzylaldehyd	412,45
Linalol	459,2		



Obrázok 23: Chromatogram zmesi materinej dúšky metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

Tabuľka 19: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi materinej dúšky získané destiláciou

Destilácia zmes materina dúška	R.T.		R.T.
Thymol	646,75	Linalol	489,05
Borneol	559,5	Estragol	580,05
o-cymen	429,25	4- Terpeneol	426,3
Carvacrol	662,45	Benzylaldehyd	377,55
1-Octene- 3- ol	385,75		

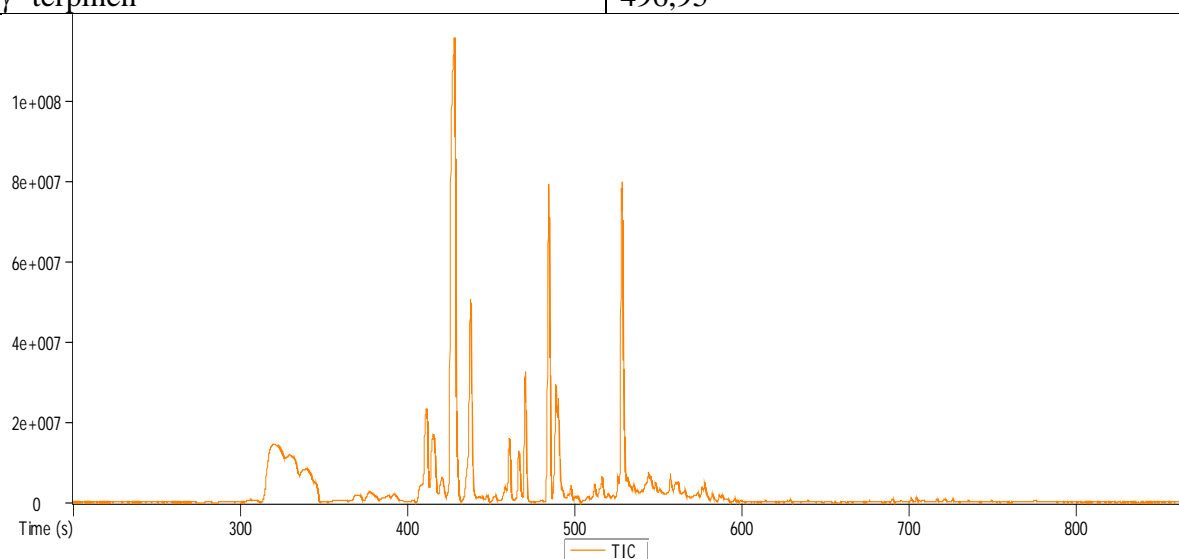


Obrázok 24: Chromatogram zmesi materinej dúšky získaný destiláciou

## LIPA

Tabuľka 20: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipe metódou SPME; modré vlákno

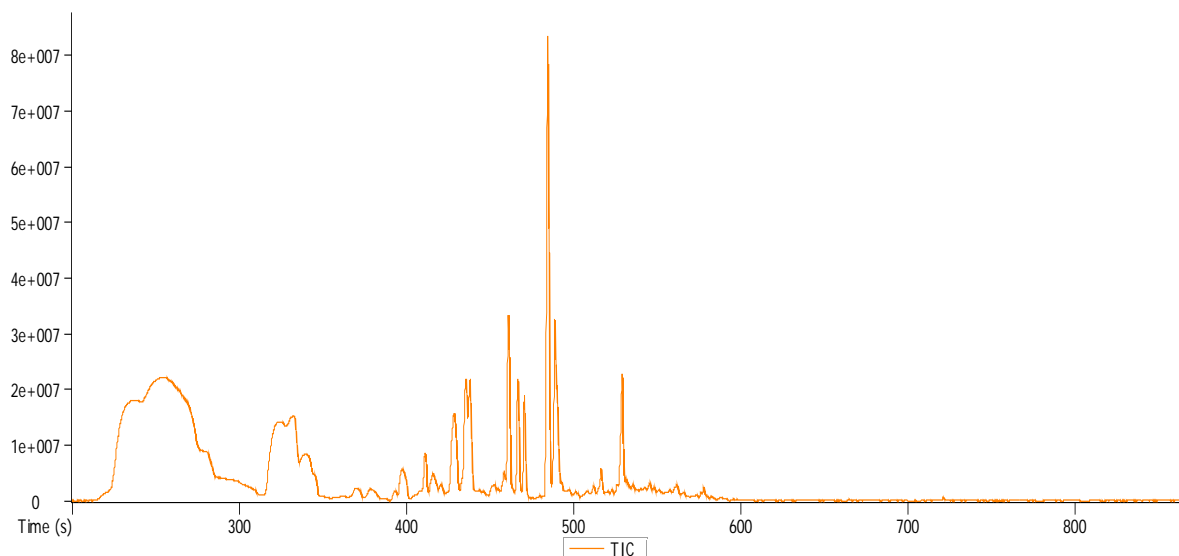
Lipa SMPE modrá	R.T.
o- cymen	433,5
Borneol	491,2
$\alpha$ -copaene	561,85
Linalol	458,6
Estragol	497,95
$\gamma$ - terpinen	496,95



Obrázok 25: Chromatogram lipy metódou SPME; modré vlákno

Tabuľka 21: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipe metódou SPME; sivé vlákno

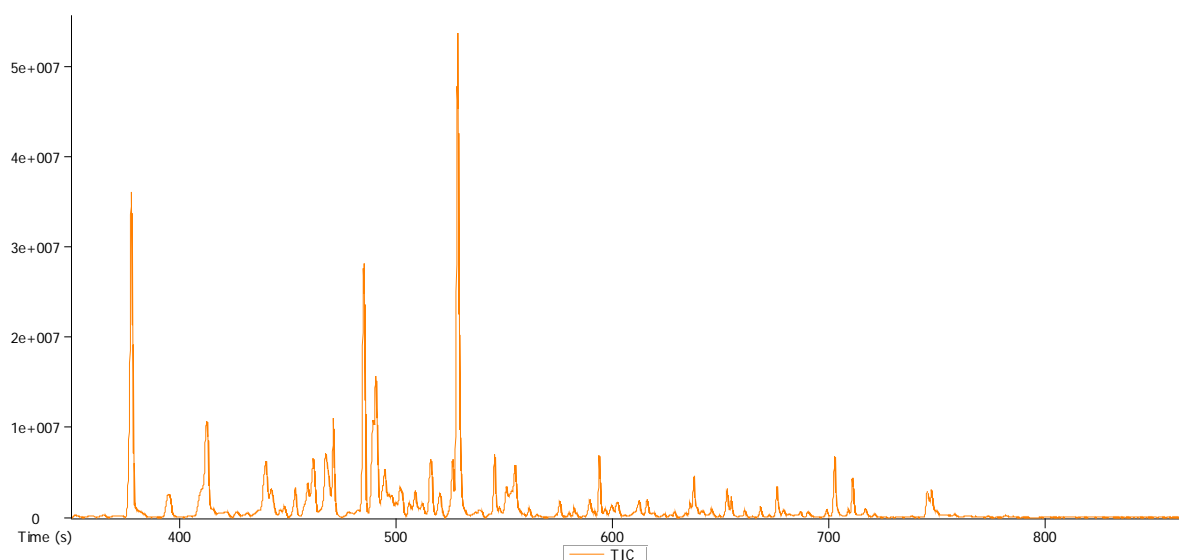
Lipa SPME sivá	R.T.
o-cymen	433,55
$\alpha$ -copaene	561,85
Linalol	458,55
Estragol	497,95
$\gamma$ - terpinen	497



Obrázok 26: Chromatogram lipy metódou SPME; sivé vlákno

Tabuľka 22: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipě metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

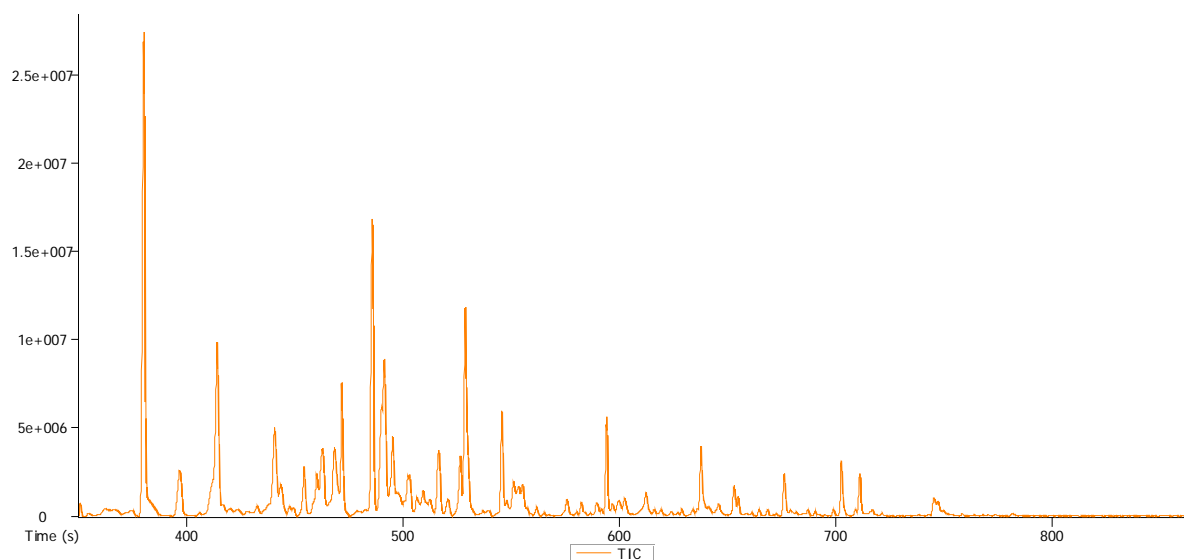
Čaj čerstvý lipa SPME modrá	R.T.
Thymol	526,1
Linalol	459,15
Estragol	498,25
1,8 - cineol	493,9
γ- terpinen	497,25



Obrázok 27: Chromatogram lipy metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

Tabuľka 23: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipe metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

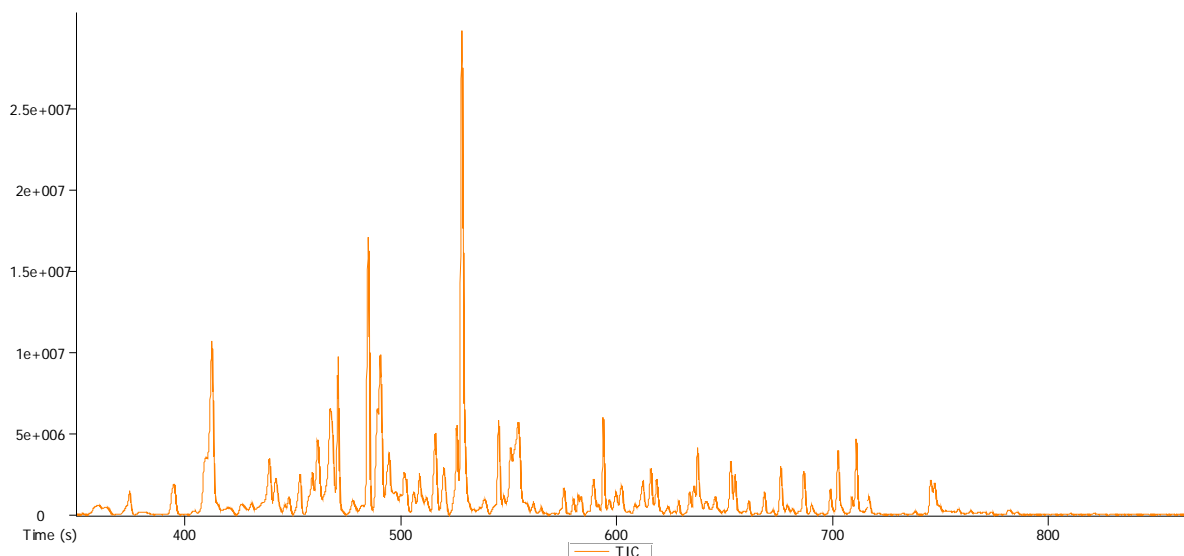
Čaj čerstvý lipa SPME sivá	R.T.
Thymol	526,3
$\alpha$ -copaene	561,85
Estragol	498,7
$\gamma$ - terpinen	497,75



Obrázok 28: Chromatogram lipy metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

Tabuľka 24: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipe metódou SPME; odstátý čaj; modré vlákno

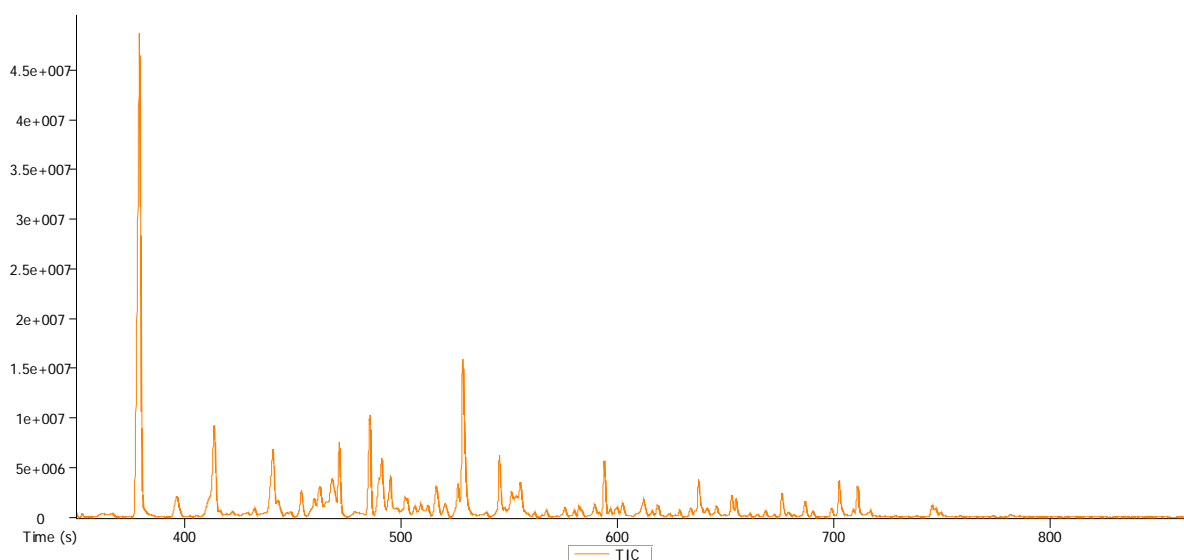
Čaj odstátý SPME lipa modrá	R.T.
Thymol	526,1
$\alpha$ -copaene	561,85
Estragol	498,2
$\gamma$ - terpinen	497,25
Pulegon	515,3



Obrázok 29: Chromatogram lipy metódou SPME; odstáty čaj; modré vlákno

Tabuľka 25: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipe metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

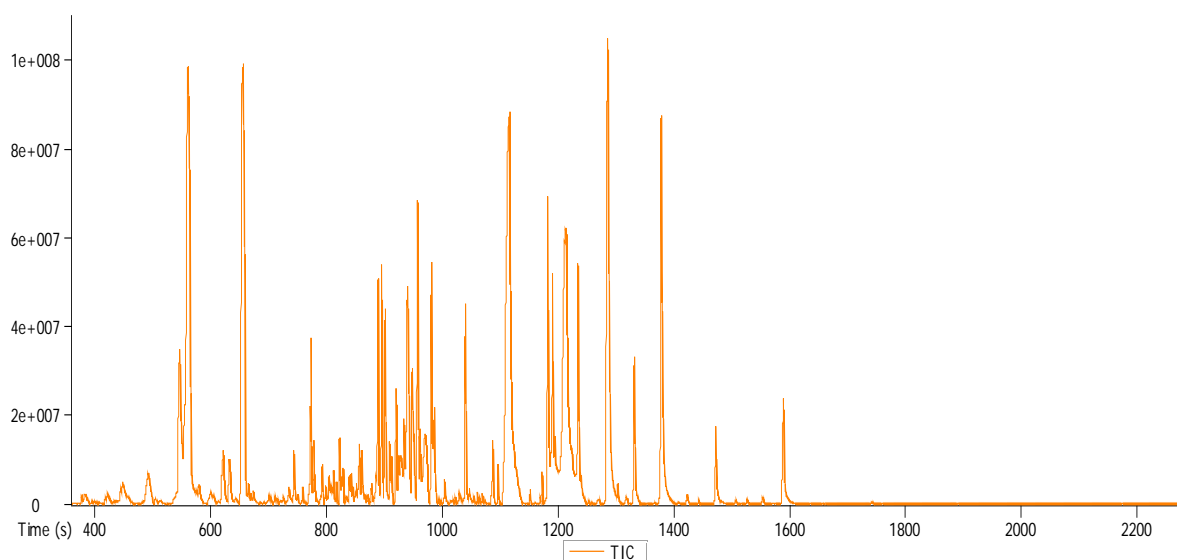
Čaj odstáty SPME lipa sivá	R.T.
Thymol	526,1
o-cymen	433,55
Carvacrol	530,4
Estragol	498,2
$\gamma$ - terpinen	497,25



Obrázok 30: Chromatogram lipy metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

Tabuľka 26: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v lipě získané destiláciou

Destilácia lipa	R.T.		R.T.
$\alpha$ -amorphene	810,1	$\alpha$ -copaene	839,25
o- cymen	429,15	Estragol	580,1
Myristicin	837,45	$\gamma$ - terpinen	576,3
Carvacrol	660,9	$\delta$ -cadinene	842,4
Spathulenol	889,3	Pulegon	619,65

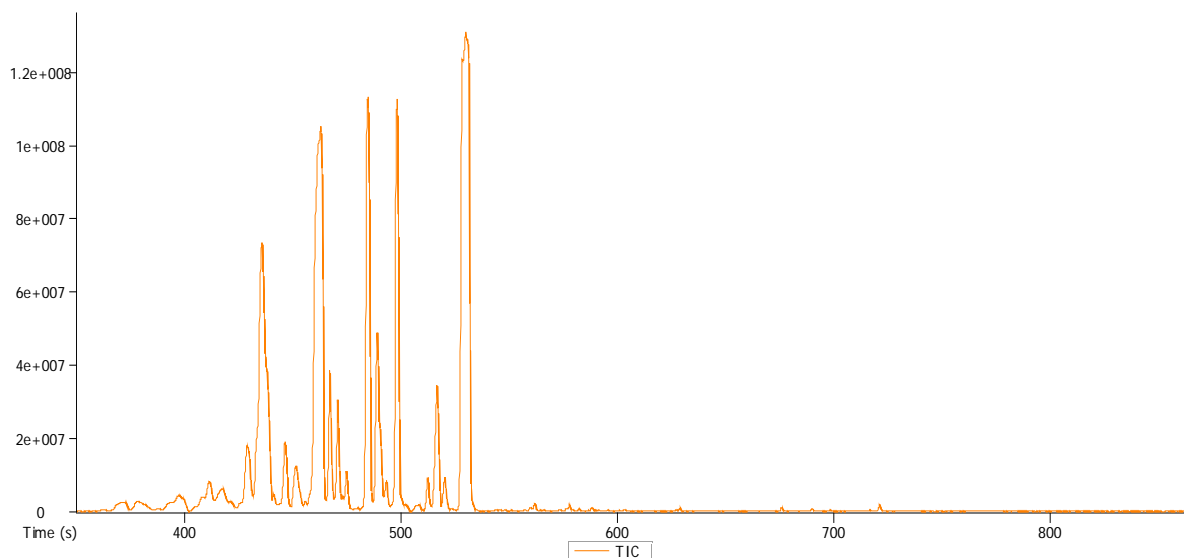


Obrázok 31: Chromatogram lipy získaný destiláciou

## ZMES LIPA

Tabuľka 27: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy metódou SPME; modré vlákno

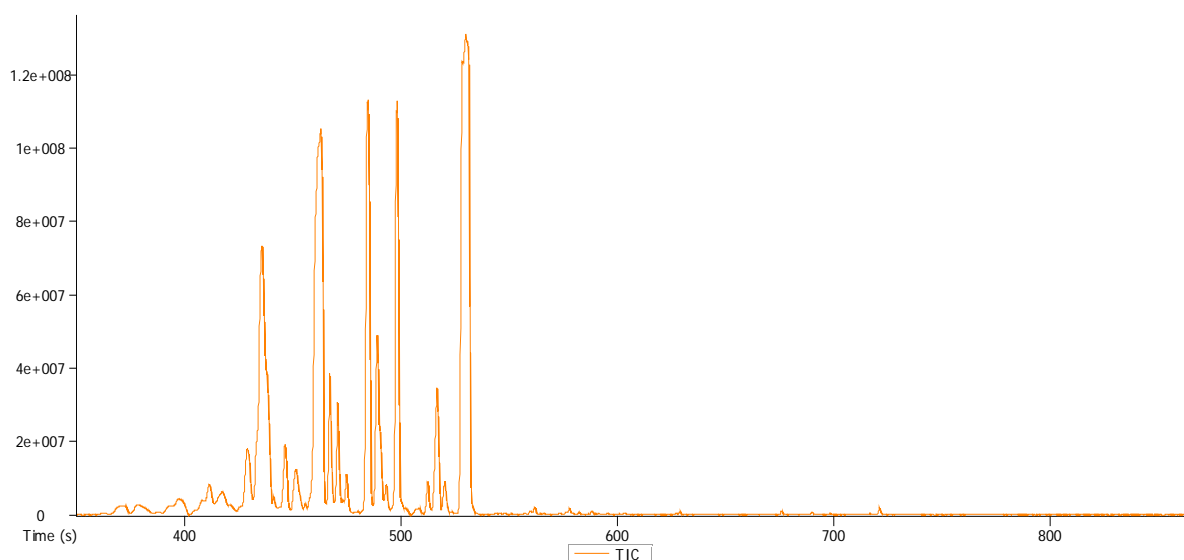
Zmes lipa SPME sivá	R.T.
o- cymen	433,45
$\alpha$ -copaene	561,85
Estragol	498,15
$\gamma$ - terpinen	430,4
$\delta$ -cadinene	604,1



Obrázok 32: Cromatogram zmesi lipy metódou SPME; modré vlákno

Tabuľka 28: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy metódou SPME; sivé vlákno

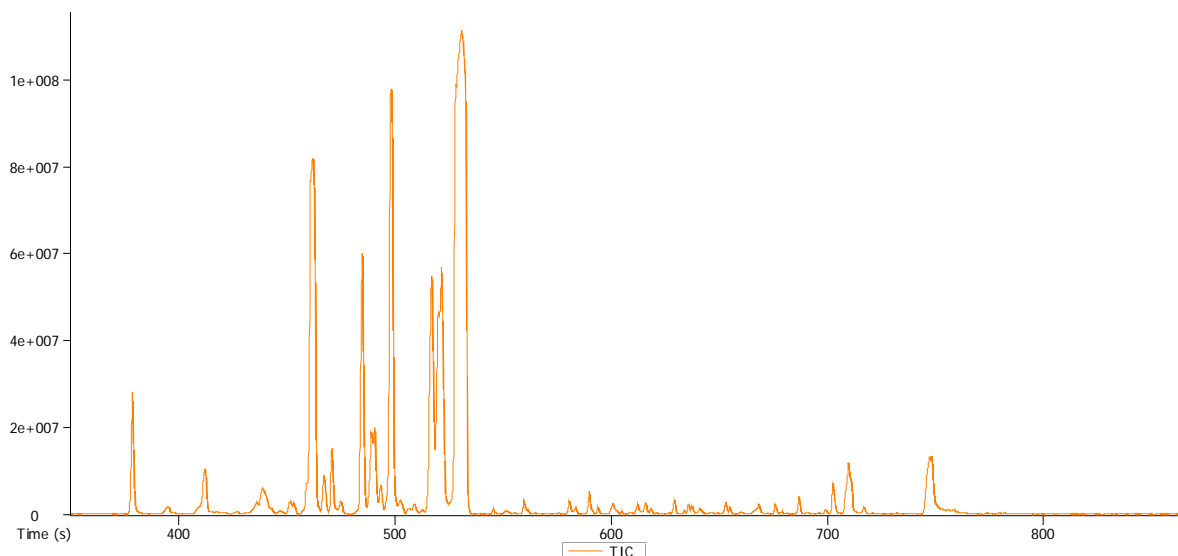
Zmes lipa SPME sivá	R.T.
o- cymen	433,45
$\alpha$ -copaene	561,85
Estragol	498,15
$\gamma$ - terpinen	429,8
$\delta$ -cadinene	603,4



Obrázok 33: Chromatogram zmesi lipy metódou SPME; sivé vlákno

Tabuľka 29: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

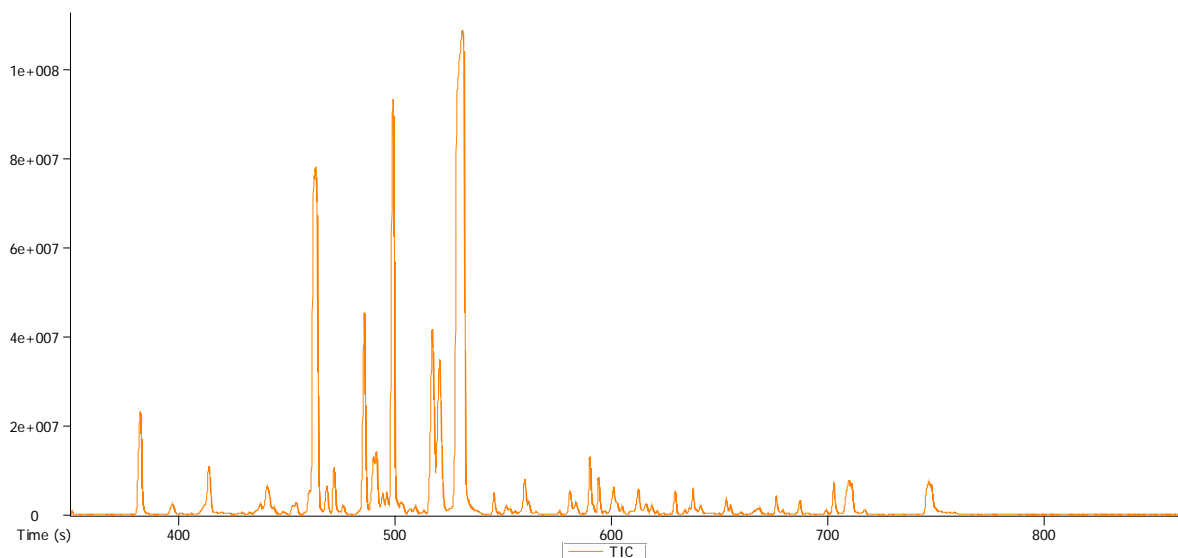
Čaj- čerstvý zmes lipa SPME modrá	R.T.
o- cymen	434
Myristicin	600,85
Linalol	459,15
Estragol	498,4
γ- terpinen	429,8



Obrázok 34: Chromatogram zmesi lipy metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

Tabuľka 30: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

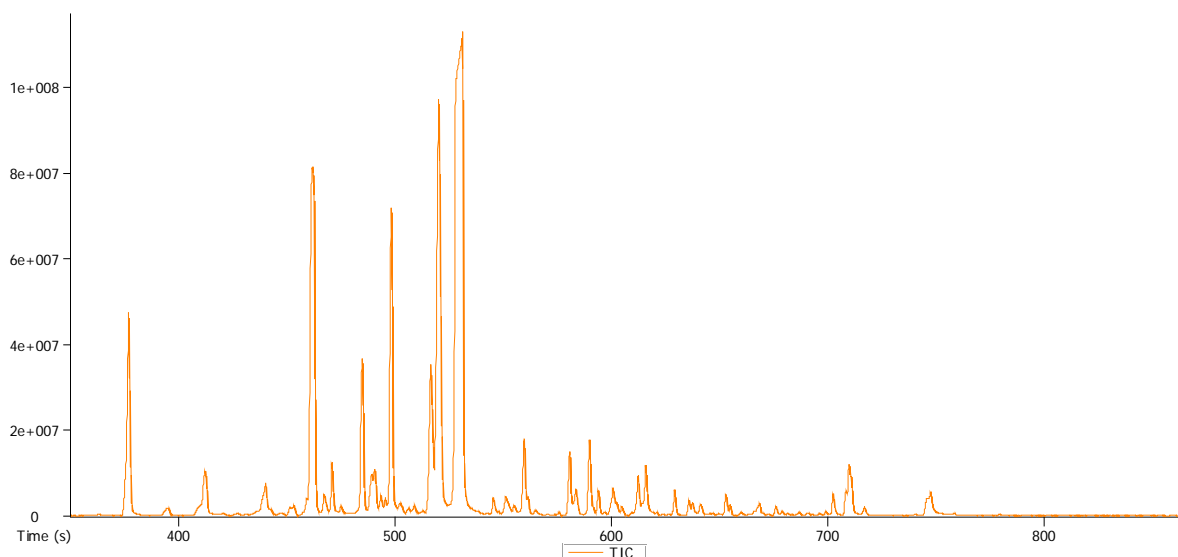
Čaj- čerstvý zmes lipa SPME sivá	R.T.
o- cymen	435,7
Myristicin	600,95
Estragol	498,95
γ- terpinen	429,75



Obrázok 35: Chromatogram zmesi lipy metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

Tabuľka 31: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy metódou SPME; odstátý čaj; modré vlákno

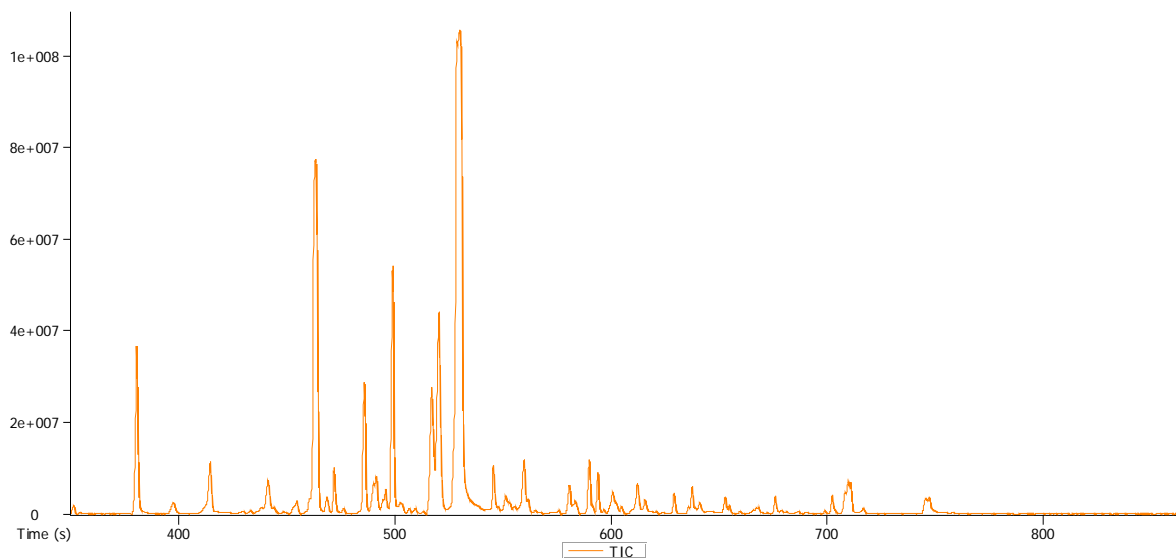
Čaj- odstátý zmes lipa SPME modrá	R.T.		R.T.
o- cymen	434,1	1,8 - cineol	493,85
Myristicin	600,9	$\gamma$ - terpinen	490,6
Estragol	531,35	Pulegon	515,4



Obrázok 36: Chromatogram zmesi lipy metódou SPME; odstátý čaj; modré vlákno

Tabuľka 32: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

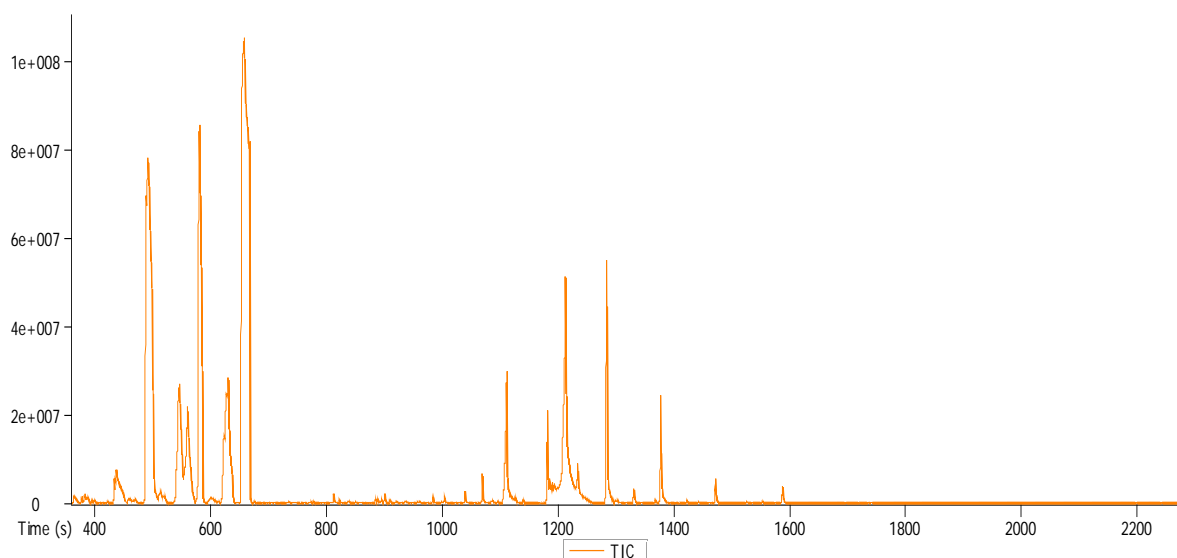
Čaj- odstáty zmes lipa SPME sivá	R.T.
Myristicin	600,95
Estragol	499,1
$\gamma$ - terpinen	491,5



Obrázok 37: Chromatogram zmesi lipy metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

Tabuľka 33: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v zmesi lipy získané destiláciou

Destilácia zmes lipa	R.T.
o- cymen	429,1
Myristicin	837,45
Estragol	580,8
$\gamma$ - terpinen	468,95
$\delta$ -cadinene	842,3

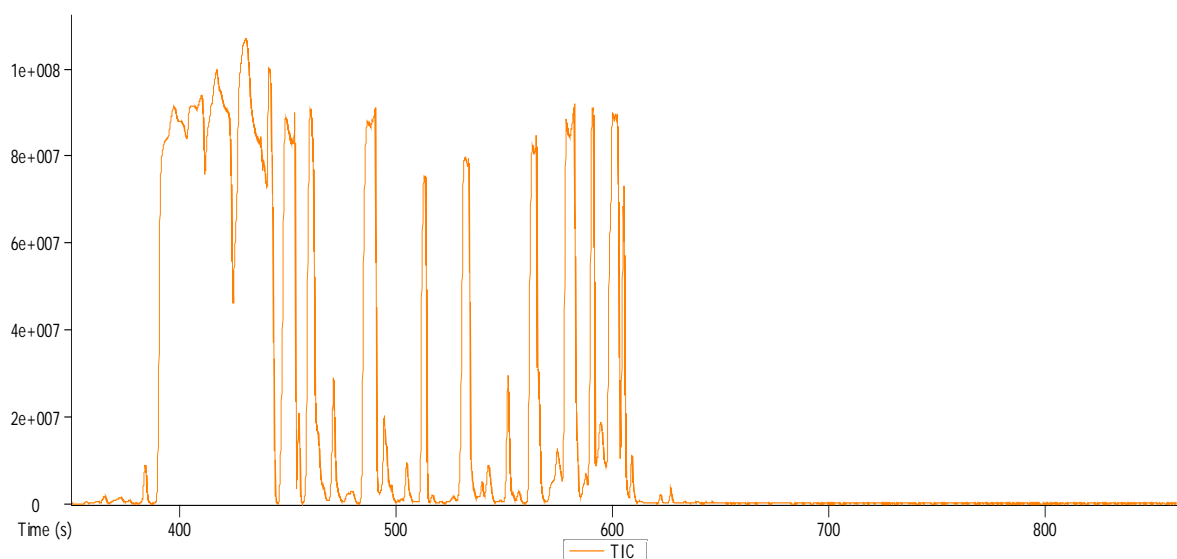


Obrázok 38: Chromatogram zmesi lipy získaný destiláciou

## NÁDCHOVNÍK

Tabuľka 34: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku metódou SPME; modré vlákno

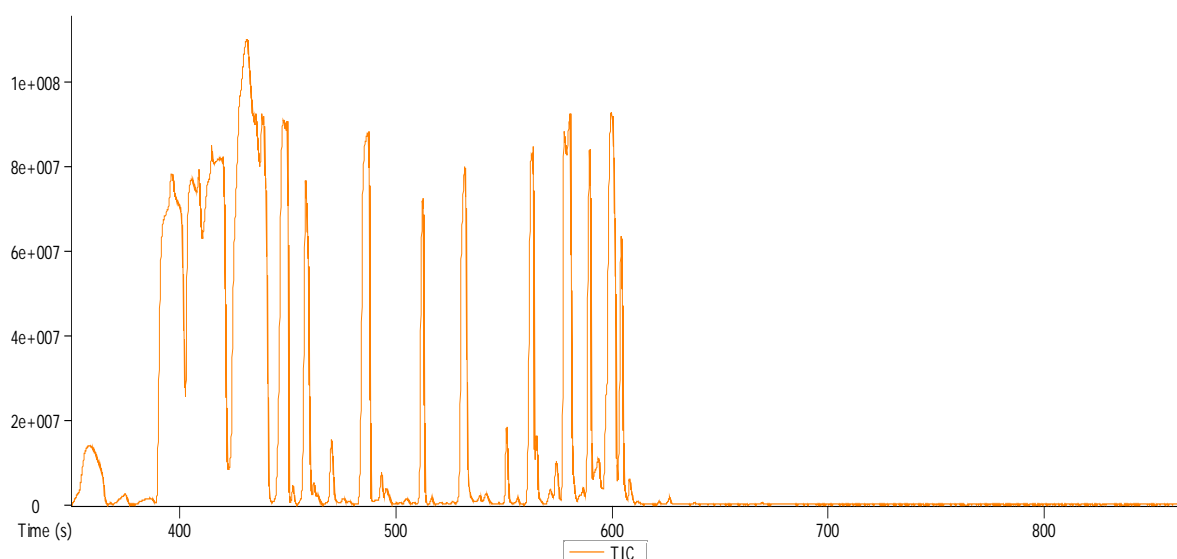
Nádchovník SPME modrá	R.T.
$\alpha$ - pinen	462,05
Camphor	486,6
Carvacrol	533,3
$\gamma$ - terpinen	461,65



Obrázok 39: Chromatogram nádchovníku metódou SPME; modré vlákno

Tabuľka 35: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku metódou SPME; sivé vlákno

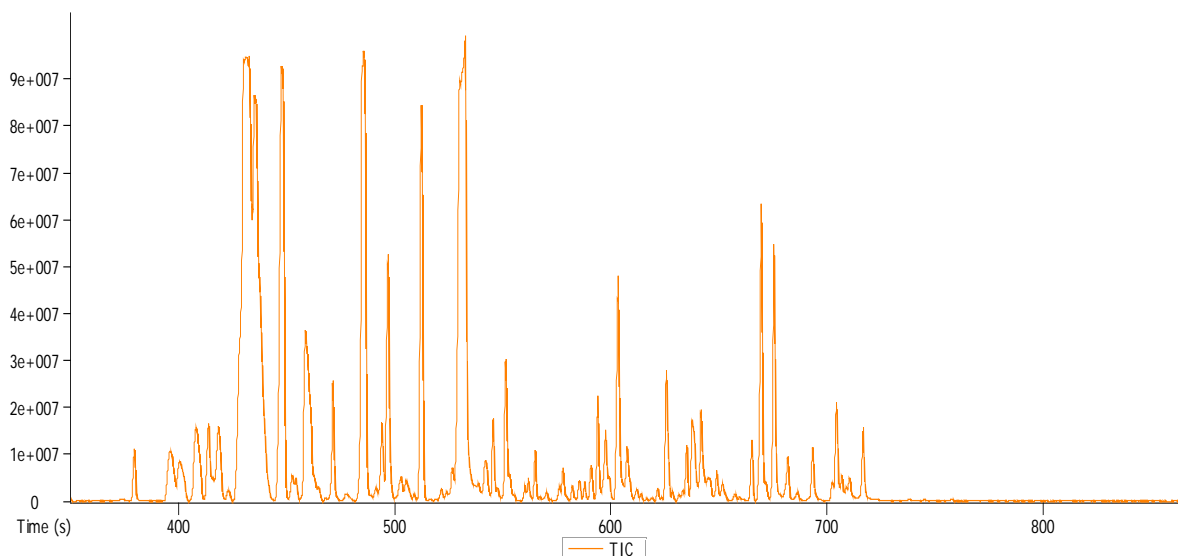
Nádchovník SPME sivá	R.T.
$\alpha$ - pinen	396,5
Thymol	525,95
Camphor	486,85
$\gamma$ - terpinen	461,65



Obrázok 40: Chromatogram nádchovníku metódou SPME; sivé vlákno

Tabuľka 36: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

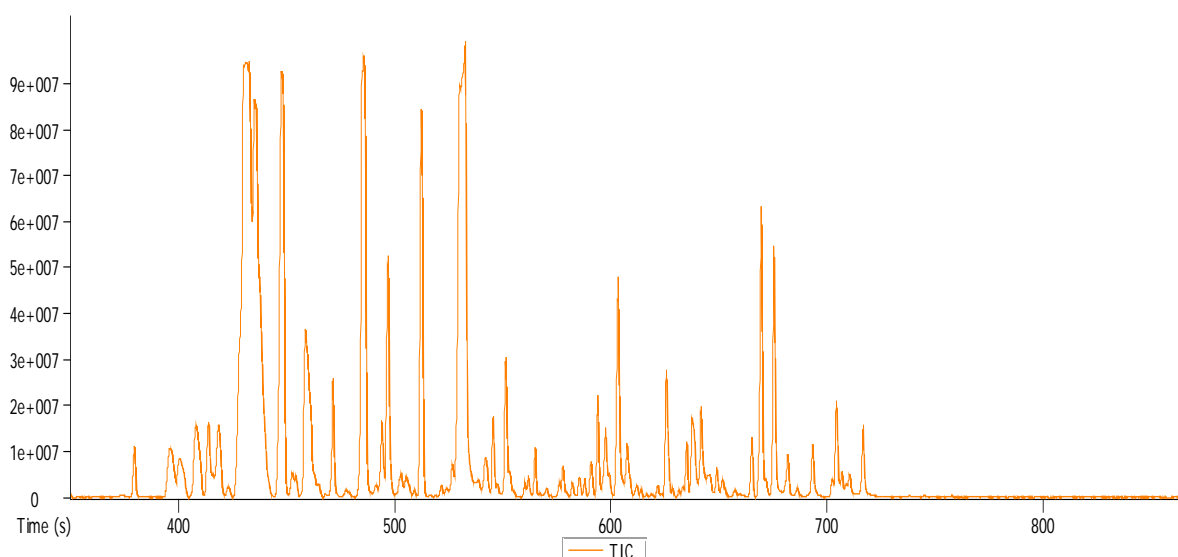
Čaj čerstvý nádchovník SPME modrá	R.T.		R.T.
$\alpha$ - pinen	448,6	Camphor	484,8
Camphene	408	Spathulenol	671,95
Thymol	526,65	$\gamma$ - terpinen	497,9
Verbenone	523,75	Aromadendrene	635,2



Obrázok 41: Chromatogram nádchovníku metódou SPME; čerstvý čaj; modré vlákno

Tabuľka 37: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

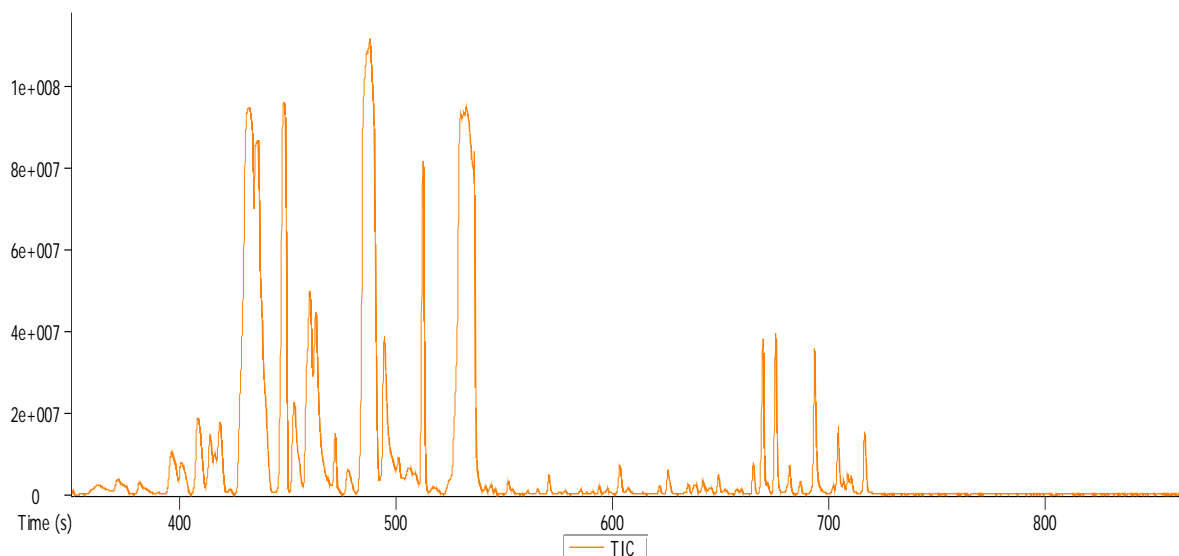
Čaj čerstvý nádchovník SPME sivá	R.T.		R.T.
$\alpha$ - pinen	400,45	$\alpha$ -copaene	
Camphene	408	Spathulenol	671,95
Linalol	459,15	$\gamma$ - terpinen	497,9
Camphor	484,8	Aromadendrene	635,2



Obrázok 42: Chromatogram nádchovníku metódou SPME; čerstvý čaj; sivé vlákno

Tabuľka 38: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku metódou SPME; odstáty čaj; modré vlákno

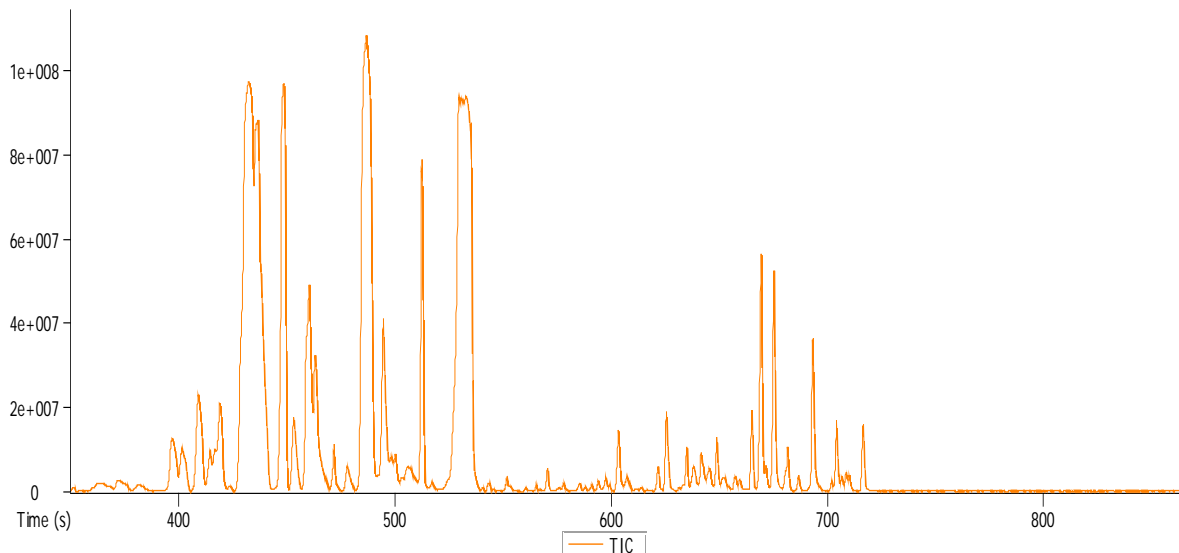
Čaj odstáty nádchovník SPME modrá	R.T.		R.T.
$\alpha$ - pinen	400,75	Spathulenol	671,85
Camphene	408,3	Carvacrol	536,2
Linalol	460,45	$\gamma$ - terpinen	448,2
Camphor	489,85	Aromadendrene	635,1



Obrázok 43: Chromatogram nádchovníku metódou SPME; odstáty čaj; modré vlákno

Tabuľka 39: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku metódou SPME; odstáty čaj; sivé vlákno

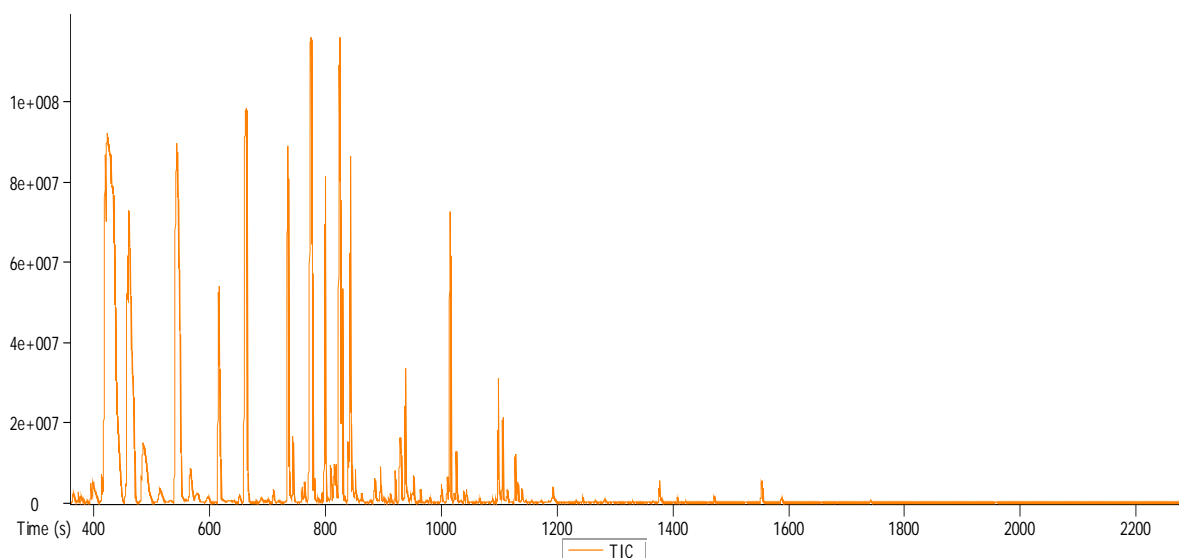
Čaj odstáty nádchovník SPME sivá	R.T.		R.T.
$\alpha$ - pinen	449,35	Spathulenol	671,75
Thymol	530,2	Carvacrol	533,8
Camphor	488,6	$\gamma$ - terpinen	448,55
$\alpha$ -copaene	562,25		



Obrázok 44: Chromatogram nádchovníku metódou SPME; odstátý čaj; sivé vlákno

Tabuľka 40: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v nádchovníku získané destiláciou

Destilácia nádchovník	R.T.		R.T.
$\alpha$ - pinen	688,85	Spathulenol	1098,55
Camphene	373,05	Carvacrol	664,6
Thymol	651,55	$\gamma$ - terpinen	576,5
Camphor	540,7		

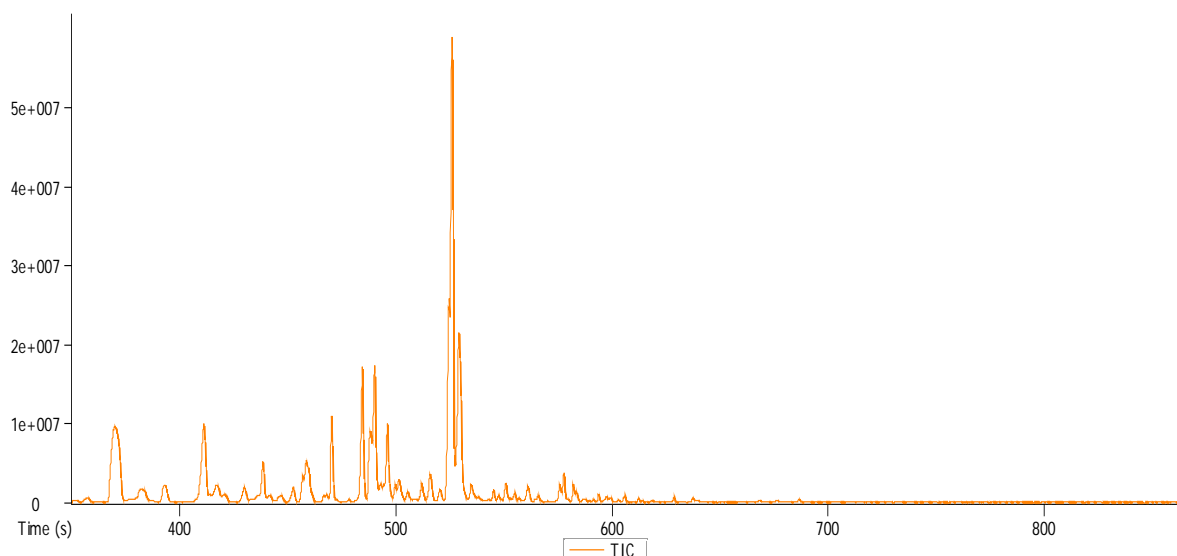


Obrázok 45: Chromatogram nádchovníku získaný destiláciou

## SIRUP VINCENTKA

Tabuľka 41: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v sirupe Vincentka metódou SPME; modré vlákno

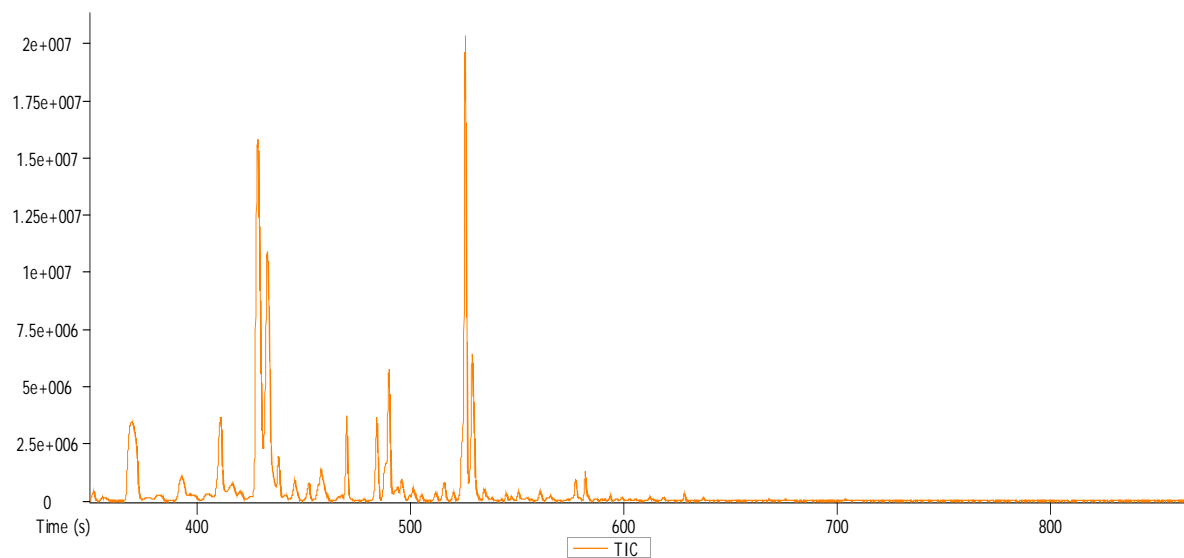
Sirup SPME modrá	R.T.		R.T.
Thymol	526	$\beta$ -elemen	564,4
Carvacrol	530,1	Estragol	528,1
Eugenol	550,95		



Obrázok 46. Chromatogram sirupu Vincentka metódou SPME; modré vlákno

Tabuľka 42: Jednotlivé obsahové látky a ich retenčné časy v sirupe Vincentka metódou SPME; sivé vlákno

Sirup SPME sivá	R.T.		R.T.
$\alpha$ - pinen	428,5	Camphen	405
Linalol	458,3	$\gamma$ -Terpineol	490,05
Thymol	525,9	$\beta$ -elemen	564,25



*Obrázok 47: Chromatogram sirupu Vincentka metódou SPME; sivé vlákno*