

# Esenciální oleje z hřebíčku a skořice

Bc. Tereza Janošková

---

Diplomová práce  
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Akademický rok: 2021/2022

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Janošková**  
Osobní číslo: **T20132**  
Studijní program: **N0711A130011 Biomateriály a kosmetika**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Esenciální oleje z hřebíčku a skořice**

## Zásady pro vypracování

Student rozpracuje tyto okruhy teoretického základu:

1. Popis rostlin skořice a hřebíčku.
2. Laboratorní izolační techniky pro získání esenciálních olejů.
3. Složky typické pro silice hřebíčku a skořice.
4. Vlastnosti silic po stránce fyzikální, biologické a jejich použití.

V praktické části bude student provádět následující úkony:

1. Provede izolace silic z dostupných komerčních zdrojů hřebíčku a skořice.
2. Získané esenciální oleje charakterizuje fyzikálními metodami a vyhodnotí jejich chemické složení.
3. Svá data porovná s daty olejů komerčně dostupných na trhu.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] *Cinnamon and Cassia: The Genus Cinnamomum (Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles)* 1st Edition; P. N. Ravindran, K. Nirmal-Babu, M Shylaja jako editoři, ISBN 0-415-31755-X nebo ISBN-13: 978-0415317559, CRC Press, 2003
- [2] *Handbook of Herbs and Spices*, 1st Edition, K. V. Peter, ISBN 978-0-85709-039-3, Woodhead Publishing Ltd., 2001
- [3] P. A. Paranagama, S. Wimalasena, G. S. Jayatilake, A. L. Jayawardena, U.M. Senanayake, A.M. Mubarak, A comparison of essential oil constituents of bark, leaf, root and fruit of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blum) grown in Sri Lanka,
- [4] *Journal of the National Science Foundation of Sri Lanka*, 29 (3-4):147-153, DOI: 10.4038/jnsfsr.v29i3-4.2613. B. Amelia, E. Saepudin, A. H. Cahyana, D. U. Rahayu, A. S. Sulistyoningrum, J. Haib, GC-MS analysis of clove (*Syzygium aromaticum*) bud essential oil from Java and Manado, *AIP Conference Proceedings*, 1862, 030082 (2017); doi: 10.1063/1.4991186.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ondřej Rudolf, Ph.D.**  
Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

Datum zadání diplomové práce: **25. února 2022**  
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**doc. Ing. Marián Lehocký, Ph.D.**  
ředitel ústavu

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce popisuje rostliny hřebíčku a skořice, jejich chemické složení, biologické vlastnosti a způsoby izolace esenciálních olejů z rostlinného materiálu. Pomocí plynové chromatografie je porovnáno složení komerčně dostupných esenciálních olejů spolu s izolovanými oleji z hřebíčku a skořice získaných metodou hydrodestilace.

Klíčová slova: skořicový esenciální olej, hřebíčkový esenciální olej, chemické složení, biologické vlastnosti, izolace, hydrodestilace, plynová chromatografie

## **ABSTRACT**

The thesis describes clove and cinnamon plants, their chemical composition, biological properties and methods of isolation of essential oils from plant material. Using gas chromatography, the composition of commercially available essential oils is compared with isolated oils from clove and cinnamon obtained by hydrodistillation.

Keywords: cinnamon essential oil, clove essential oil, chemical composition, biological properties, isolation, hydrodistillation, gas chromatography

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu, panu Ing. Ondřeji Rudolfovi, Ph.D. za odborné vedení, čas, který mi věnoval a obzvlášť za pracovní příležitost.

Také jsem velmi vděčná firmě BEWIT FRANCHISE s. r. o. za poskytnutí vzorků, především Ing. Nikole Kostkové, která mi poskytla také profesionální rady a vedení v oblasti esenciálních olejů a jejich analýzy.

Moc děkuji svým rodičům a příteli, kteří mi byli obrovskou oporou po celou dobu studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
<b>1 POPIS ROSTLIN SKOŘICE A HŘEBÍČKU .....</b>	<b>12</b>
1.1 SKOŘICE.....	12
1.2 HŘEBÍČEK .....	14
<b>2 FYZIKÁLNÍ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI SKOŘICOVÉHO A HŘEBÍČKOVÉHO ESENCIÁLNÍHO OLEJE .....</b>	<b>16</b>
2.1 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI SKOŘICOVÉHO ESENCIÁLNÍHO OLEJE.....	16
2.2 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI HŘEBÍČKOVÉHO ESENCIÁLNÍHO OLEJE .....	16
2.3 BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI SKOŘICOVÉHO ESENCIÁLNÍHO OLEJE .....	16
2.3.1 Insekticidní aktivita .....	17
2.3.2 Antioxidační aktivita .....	17
2.3.3 Antidiabetická aktivita .....	18
2.3.4 Antimikrobiální aktivita .....	18
2.3.5 Toxikologie skořice.....	19
2.4 BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI HŘEBÍČKOVÉHO ESENCIÁLNÍHO OLEJE .....	20
2.4.1 Antibakteriální vlastnosti .....	21
2.4.2 Antimykotické vlastnosti .....	21
2.4.3 Antioxidační vlastnosti.....	22
2.4.4 Další účinky na zdraví.....	23
2.4.5 Toxikologie hřebíčku .....	23
<b>3 SLOŽKY TYPICKÉ PRO SILICE SKOŘICE A HŘEBÍČKU .....</b>	<b>25</b>
3.1 SILICE SKOŘICE .....	25
3.1.1 Cinnamaldehyd .....	27
3.2 SILICE HŘEBÍČKU.....	27
3.2.1 Eugenol .....	29
<b>4 LABORATORNÍ IZOLAČNÍ TECHNIKY PRO ZÍSKÁVÁNÍ ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ .....</b>	<b>30</b>
4.1 DESTILACE S VODNÍ PAROU .....	30
4.2 HYDRODESTILACE.....	31
4.3 MIKROVLNNÁ EXTRAKCE.....	32
4.4 SUPERKRITICKÁ FLUIDNÍ EXTRAKCE .....	34
4.5 EXTRAKCE POMOCÍ ULTRAZVUKU .....	34
<b>5 ZPŮSOBY IZOLACE ZA POSLEDNÍCH 15 LET.....</b>	<b>36</b>
5.1 DESTILACE S VODNÍ PAROU.....	36
5.2 HYDRODESTILACE.....	36
5.3 MIKROVLNNÁ EXTRAKCE.....	38

5.4	SUPERKRITICKÁ FLUIDNÍ EXTRAKCE .....	38
5.5	EXTRAKCE ULTRAZVUKEM.....	39
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>42</b>
<b>7</b>	<b>PLYNOVÁ CHROMATOGRFIE .....</b>	<b>43</b>
7.1	POMŮCKY.....	43
7.2	METODY MĚŘENÍ ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ .....	43
7.2.1	Metoda 1.....	43
7.2.2	Metoda 2.....	44
7.2.3	Metoda 3.....	44
<b>8</b>	<b>IZOLACE SILIC Z KOMERČNĚ DOSTUPNÝCH ZDROJŮ.....</b>	<b>45</b>
8.1.1	Vitana hřebíček .....	48
8.1.2	Kotányi hřebíček .....	49
8.1.3	Avokádo hřebíček .....	49
8.1.4	BEWIT hřebíček .....	49
8.1.5	Vitana skořice celá .....	50
8.1.6	Kotányi skořice celá.....	51
8.1.7	J. C. HORN skořice celá .....	52
8.1.8	Koření od Antonína skořice indonéska .....	52
8.2	DISKUZE.....	53
<b>9</b>	<b>KOMERČNĚ DOSTUPNÉ SILICE NA TRHU .....</b>	<b>57</b>
9.1	HŘEBÍČKOVÉ SILICE .....	57
9.1.1	BEWIT hřebíček .....	57
9.1.2	Atok hřebíček .....	57
9.1.3	Karel Hadek hřebíček.....	58
9.1.4	Nobilis Tilia hřebíček listy.....	58
9.1.5	Nobilis Tilia hřebíček plody.....	59
9.1.6	Saloos hřebíček .....	60
9.2	SKOŘICOVÉ SILICE.....	60
9.2.1	BEWIT skořice kůra .....	60
9.2.2	Karel Hadek skořice .....	61
9.2.3	Atok skořice kůra .....	61
9.2.4	Atok skořice listí .....	62
9.2.5	Nobilis Tilia skořice kůra.....	63
9.2.6	Saloos skořice.....	63
9.3	DISKUZE.....	64
<b>10</b>	<b>POROVNÁNÍ ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ .....</b>	<b>67</b>
10.1	HŘEBÍČKOVÉ ESENCIÁLNÍ OLEJE .....	67
10.2	SKOŘICOVÉ ESENCIÁLNÍ OLEJE.....	68
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>72</b>



<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>81</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>82</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>83</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>85</b>

## ÚVOD

Skořice a hřebíček jsou multifunkční koření s významnými biologickými vlastnostmi. Za tyto vlastnosti jsou zodpovědné především jejich esenciální oleje a látky, ze kterých se tyto oleje skládají. Skořicový esenciální olej je významný svou insekticidní, antioxidační, antimikrobiální a antidiabetickou aktivitou. Hřebíčkovému oleji jsou připisovány antioxidační, antibakteriální a antimykotické účinky. Kromě toho je hojně využíván v zubním lékařství, díky svým analgetickým a antiseptickým vlastnostem.

Esenciální oleje ze skořicové kůry jsou typické přítomností složek jako cinnamaldehyd,  $\beta$ -karyofylen, cinnamyl-acetát, linalool a v malém množství i eugenol. Silice ze skořicových listů se svým složením naopak více blíží esenciálním olejům z hřebíčku, které jsou bohaté na eugenol,  $\beta$ -karyofylen a eugenyl-acetát. Tyto oleje je možné získat klasickými konvenčními metodami, jako je např. destilace s vodní parou a hydrodestilace. Použití těchto metod však trpí významnými nedostatky, jako je nízký výtěžek a časová náročnost procesu, a proto se pracuje na modernizaci těchto metod (např. využití ultrazvuku a mikrovln), popř. vývoji nových technologií, jako je superkritická fluidní extrakce. Využitím těchto metod lze dosáhnout vyššího výtěžku za mnohonásobně kratší časový interval.

Cílem této práce bylo provést izolaci esenciálních olejů v laboratorních podmínkách z komerčně dostupných zdrojů skořice a hřebíčku a tyto oleje poté porovnat s esenciálními oleji dostupnými na trhu. K tomuto účelu byly získány esenciální oleje ze skořice a hřebíčku od výrobců BEWIT FRANCHISE s. r. o., Original Atok, Nobilis Tilia, Aromaterapie Karel Hadek s. r. o. a Saloos naturcosmetic s. r. o.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 POPIS ROSTLIN SKOŘICE A HŘEBÍČKU

## 1.1 Skořice

Skořice je loupaná, sušená kůra stromů a keřů rodu *Cinnamomum* patřící do čeledi *Lauraceae*. Rod *Cinnamomum* zahrnuje více než 300 druhů stromů a keřů, z nichž většina se vyskytuje v Asii a Austrálii a asi 20 druhů se vyskytuje v Indii [1, s. 320], [2, s. 547], [3, s. 2]. Jako koření ji lidé používali již od starověku, ale kromě toho se kůra a listy této rostliny využívají k výrobě éterických olejů [1, s. 320]. Nejvýznamnější éterické oleje ze skořice jsou z kůry a listů *Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum cassia* a *Cinnamomum camphora*. Řada dalších druhů *Cinnamomum*, které se však destilují v menším měřítku, jsou typické pro dané zeměpisné lokality nebo se vyvážejí na regionální trhy. Důležité jsou následující:

- *Cinnamomum cassia*
- *Cinnamomum verum*, neboli *Cinnamomum zeylanicum*, skořice pravá nebo cejlonská
- *Cinnamomum burmannii*, neboli kasio indonéská
- *Cinnamomum loureiroi*, neboli kasio vietnamská
- *Cinnamomum tamala*
- *Cinnamomum pauciflorum* Nees
- *Cinnamomum cordatum* Kosterm

Kasio se volně vyskytuje na ostrovech Sumatra a Jáva v Indonésii (*Cinnamomum burmannii*), ve Vietnamu (*Cinnamomum loureiroi*), Indii a Nepálu (*Cinnamomum tamala*). *Cinnamomum pauciflorum* Nees je velký keř nebo malý strom rozšířený v tropických deštných pralesech zemí jihovýchodní Asie až do nadmořské výšky 1 800 m. *Cinnamomum cordatum* Kosterm je keř nebo malý strom až 6 m vysoký. Je endemitem na Malajském poloostrově a hojně se vyskytuje v horských lesích států Perak a Pahang. Listy má protilehlé vstříčné nebo střídavé se stopkou dlouhou 4–5 mm. *Cinnamomum rhyncophyllum* Miq. je strom až 12 m vysoký a jeho kmen má až 30 cm v průměru. Je vzácný a nachází se na Sumatře, Borneu a na Malajském poloostrově. Listy má protilehlé se stopkou dlouhou 1–1,5 cm [2, s. 547–548].

Plody skořice dozrávají v období od května do srpna. Portugalci našli skořicovníky rostoucí na Srí Lance (dříve známé jako Cejlon) na počátku 16. století a následně je během 16. a 17. století dovezli do Evropy. Nizozemci pěstovali skořici na Jávě, ale vývoz cejlonské skořice poklesl v důsledku vysokých vývozních cen. Srí Lanka je však dodnes jedním z pravidelných dodavatelů olejů ze skořicové kůry a listů [2, s. 547–548].

*Cinnamomum zeylanicum* je stálezelená tropická rostlina dosahující výšky kolem 6–8 m s hustou hladkou červenohnědou kůrou. Opačné nebo protilehlé listy jsou vejčité a kopinaté, tvrdé a kožovité. Listy se shora lesknou a zesponu jsou mírně bledé s 3–5 hlavními nervy. Řapík je zploštělý až na 1,3–2,5 cm a květy jsou v axilárních nebo subterminálních latách. Plody mohou být vejčité nebo podlouhlé, asi 1,5–2 cm dlouhé, jemně vroubkované, suché nebo mírně masité a mají tmavě fialovou barvu [4, s. 127]. Tato rostlina poskytuje různé druhy olejů v závislosti na části rostliny použité k izolaci [2, s. 548].



Obrázek 1 Listy, květy a kůra stromu *Cinnamomum verum* [5], [6], [7]

*Cinnamomum cassia*, zdroj mezinárodně obchodovaného kasiového oleje, se volně vyskytuje jako keř v horách jižní Číny, ale nyní se pěstuje pro výrobu oleje, zejména v provinciích Kwangsi a Kwangtung. Kasie vietnamská se volně vyskytuje na ostrovech Sumatra a Jáva v Indonésii (*Cinnamomum burmannii*), ve Vietnamu (*Cinnamomum loureiroi*), v Indii a Nepálu (*Cinnamomum tamala*) [2, s. 548].

Americká Agentura pro ochranu životního prostředí EPA (Environmental Protection Agency) považuje za skořici jakoukoli skořici získanou z kůry rodu *Cinnamomum*. Většina koření prodávaného jako „skořice“ na světovém trhu a v USA pochází ze skořice čínské nebo kasie (*C. cassia*). Kasie tvoří více než 90 % toho, co se prodává jako skořice a jejími

největšími dodavateli jsou Indonésie, Čína, Madagaskar, Seychely a Vietnam [3, s. 2], [4, s. 547].

## 1.2 Hřebíček

*Syzygium aromaticum*, neboli hřebíček, je jedním z nejstarších a nejocetovanějších orientálních koření, které je pro své léčivé a kulinářské vlastnosti uznáváno po celém světě. Jedná se o neotevřený květní pupen, který roste na stromě patřícím do čeledi *Myrtaceae* ve stálezelených indonéských deštných lesích [8, s. 167]. Tento druh je původní na určitých sopečných ostrovech Severní Moluky (dříve známé jako Ostrovy koření) ve východní části Indonésie, kde se vyskytují kultivované a divoké formy [9, s. 2]. Mezi tyto ostrovy patří Ternate, Tidore, Motir, Makian, Bacan a Halmahera. Divoká populace hřebíčku byla také objevena na ostrově Ambon a v západní části státu Papua Nová Guinea. Běžná synonyma jsou *Caryophyllus aromatica*, *Eugenia aromatica*, *Eugenia caryophyllata* a *Eugenia caryophyllus* [10, s. 197].



Obrázek 2 *Syzygium aromaticum* [11]

Strom je středně velký, stálezelený a dosahuje výšky až 20 m. Jeho tvar se liší od válcového po pyramidální. Strom může žít až 100 let a ve městě Ternate existují jednotlivé záznamy o stromech starších 350 let. Průměr kmene může u dospělých stromů dosáhnout až 50 cm. Listy jsou vstřícně uspořádané, špičaté, oválné, oválně kopinaté nebo kopinaté, v závislosti na odrůdě. Nově vytvořené listy, které jsou růžové, se v dospělosti zbarvují do tmavě lesklé zelené. Květy jsou uspořádány v květenstvích, rostou na koncových větvích a jejich počet se pohybuje od 15 do 50 v závislosti na odrůdě a kulturních podmínkách. Květina je dvoudomá s češulí, kterou převyšují kališní lístky. Barva neotevřených pupenů v mladém stádiu je obvykle zelená, která se změní na růžovou, když dosáhnou své plné

velikosti a jsou připraveny ke sklizni. V této fázi jsou tyčinky stále uvnitř a pokryté okvětními lístky, které tvoří hlavu sušeného hřebíčku. Květy mají čtyři okvětní lístky, žluté tyčinky a několik pestíků. Z květů raší plody, které mají vzhled malých a podlouhlých tmavě červených bobulí [10, s. 198]. Listy a pupeny hřebíčku se považují za užitkovou část stromu a produkce květních pupenů začíná čtyři roky po výsadbě [9, s. 2]. Hřebíček se sklízí především pro neotevřená poupata nesená ve shlucích, která se suší, aby se vytvořila celá poupata hřebíčku, tedy známé koření z obchodu. Dalšími produkty hřebíčku jsou mletý hřebíček, esenciální oleje vyrobené z pupenů hřebíčku, stonků nebo listů a olejové pryskyřice [10, s. 198]. Většina získaného hřebíčku se používá k výrobě tzv. kretků, což je druh hřebíčkové cigarety hojně využívané v Indonésii a jen asi 10 % se používá k jiným účelům, jako je léčení, ochucování potravin, konzervace potravin (zejména při zpracování masa) a k parfemaci [9, s. 2]. Očekává se, že využití hřebíčku a hřebíčkového esenciálního oleje se bude zvyšovat na základě poptávky po přírodních produktech [10, s. 198].

## 2 FYZIKÁLNÍ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI SKOŘICOVÉHO A HŘEBÍČKOVÉHO ESENCIÁLNÍHO OLEJE

### 2.1 Fyzikální vlastnosti skořicového esenciálního oleje

Při 25 °C je skořicový olej ve formě oleje a jako koření je v pevné formě anebo ve formě prášku. Skořice a skořicový olej může mít žlutou, jantarovou, tmavě hnědou až průhlednou barvu a jsou typické svou skořicovou kořeněnou vůní. Hustota skořicového oleje se pohybuje v rozmezí od 1,01 do 1,03 kg·m<sup>-3</sup>. Skořicový olej je rozpustný jako 10% v 96% ethanolu, ve většině rostlinných olejů a bezvodé kyselině octové. Dále je rozpustný v propylenglykolu a málo rozpustný ve vodě. Nerozpustný je skořicový esenciální olej v glycerolu a v minerálních olejích [3, s. 3]. Tlak vodních par skořicového oleje je 0,13 hPa a viskozita 0,41 ± 0,01 cP [13, s. 1322]. Skořicový olej je mísitelný s chloroformem, diethyletherem, oleji a alkoholy. Je hořlavý při 88 °C a při skladování je stabilní. Esenciální skořicový olej je nekompatibilní se silnými oxidačními činidly a silnými bázemi. Skořicový rostlinný extrakt má vlastnosti jako inhibitor koroze v oceli [3, s. 3–4].

### 2.2 Fyzikální vlastnosti hřebíčkového esenciálního oleje

Hřebíčkový olej z plodů původem z Indonésie má při 25 °C hustotu 1,05 g·cm<sup>-3</sup>. Bodu varu dosahuje esenciální olej z hřebíčkových plodů při 251 °C. Index lomu hřebíčkového oleje z plodů je 1,532. Tento olej je typický hřebíčkovou, dřevitou a kořenitou vůní [14].

### 2.3 Biologické vlastnosti skořicového esenciálního oleje

Skořice se celosvětově používá jako oblíbené koření pro vaření a její silice se získává z kůry a listů různých druhů skořice. Používá se k léčbě nemocí po celém světě po tisíce let kvůli svým rozmanitým biologickým vlastnostem. Uvádí se, že ve skořici jsou přítomny různé druhy sloučenin důležitých z lékařského hlediska [15, s. 2]. Ve studii [16, s. 4762–4765] zjistili, že esenciální oleje ze skořice a tři složky z těchto esenciálních olejů (cinnamaldehyd<sup>1</sup>, eugenol a linalool) účinně inhibují nitraci vyvolanou peroxynitritem a peroxidací lipidů. Kromě toho se ve skořici nacházejí různé antioxidační sloučeniny, které mají vynikající léčebné účinky díky své schopnosti regulovat různé biologické postupy. Uvádí se, že různé typy skořicových extraktů, jako jsou methanolové,

---

<sup>1</sup> konkrétně (*E*)-cinnamaldehyd



éterické a vodné extrakty, omezují oxidační stres [15, s. 3–4]. Skořice se také přidává k aromatizaci žvýkaček pro své osvěžující účinky a díky schopnosti odstraňovat zápach z úst [17, s. 1].

Skořice má významnou antioxidační, protizánětlivou, antibakteriální a protiplísňovou aktivitu. Kromě toho se používá jako tradiční bylinný lék k léčbě kardiovaskulárních onemocnění, běžného nachlazení a kašle, gynekologických potíží, chronických gastrointestinálních onemocnění, bolestí v krku, zažívacích potíží, nevolnosti, střevních křečí, plynatosti a průjmu [15, s. 3–4]. Skořice se také tradičně používá jako zubní prášek, k léčbě bolesti zubů, zubních problémů a ústní mikroflóry [17, s. 2]. Dále snižuje hladinu cholesterolu v krvi, poskytuje úlevu při bolestech v krku, chřipce, bolestech hlavy, menstruačních bolestech a funguje příznivě při neurodegradativních onemocněních, jako je Alzheimerova choroba, Parkinsonova choroba a roztroušená skleróza. *Cinnamomum zeylanicum* se také používá proti onemocnění Covid-19 [4, s. 129].

### 2.3.1 Insekticidní aktivita

Hlavními biologickými látkami ve skořicovém oleji jsou cinnamaldehyd a eugenol, i když významnou roli hrají i další látky. Skořicový olej působí jako repelent na některé druhy komárů a používá se jako složka repelentních přípravků – často v kombinaci s dalšími éterickými oleji [3, s. 1–8]. Studie [18, s. 226–230] poskytla informaci, že repelent s 10,5% obsahem skořicového oleje spolu s eugenolem, geraniovým olejem, mátovým olejem a olejem z citronové trávy odpuzoval druhy komárů *Aedes albopictus* a *Culex pipiens* v míře, která se významně nelišila od repelentu s účinnou látkou metofluthrin. Skořicové silice z *Cinnamomum verum* a *Cinnamomum cassia*, stejně jako jejich aktivní složky, byly testovány na toxicitu vůči *Sitophilus oryzae*. Oba druhy silic prokázaly toxicitu pro dospělce, přičemž  $LC_{50}$  se pohybovala od 0,016 do 0,100  $mg \cdot cm^{-2}$  [19, s. 1 962–1 963]. Skořicová silice také inhibuje rozmnožování moučného brouka (*Tribolium castaneum*), hraboše kukuřičného (*Sitophilus zeamais*) a malého zrnokaze (*Rhyzopertha dominica*) v koncentraci 0,1–0,2 % ve směsi s pšenicí a pšeničnou moukou [3, s. 8].

### 2.3.2 Antioxidační aktivita

V poslední době přitahují přírodní antioxidanty velký zájem kvůli jejich schopnosti odstraňovat volné radikály, které mohou způsobovat různá onemocnění včetně rakoviny, kardiovaskulárních chorob a stárnutí organismu [2, s. 556]. Různé části skořice (list, stonek a kůra) hrají roli ve zpomalování patogeneze nemocí díky svému antioxidačnímu

potenciálu. Skořice obsahuje velké množství polyfenolických sloučenin, které mají významnou antioxidační aktivitu [15, s. 4–5]. Esenciální oleje a některé z hlavních sloučenin přítomných ve skořici, včetně (*E*)-cinnamaldehydu, eugenolu a linaloolu, byly zkoumány s ohledem na peroxydusitanem indukovanou nitraci a peroxidaci lipidů a výsledky ukázaly, že skořicový esenciální olej může být používán jako účinný antioxidant [17, s. 2–3]. Ve srovnávací studii [20, s. 7749–7759], která zahrnovala 26 různých druhů koření, vykazovala skořice nejvyšší antioxidační aktivitu, což naznačuje, že ji lze použít jako spolehlivý antioxidant v potravinách. Esenciální oleje však mají vyšší antioxidační aktivitu, než odpovídající koření. Vztah mezi konzervační rolí, příjemnou vůní i příznivou chutí jídla, kterého lze dosáhnout použitím esenciálních olejů, může nabídnout dobrou alternativu k syntetickým antioxidantům [2, s. 557–560].

### 2.3.3 Antidiabetická aktivita

Suchá skořice je vnímána jako potenciální zdroj polyfenolických sloučenin a používá se při léčbě mnoha onemocnění včetně cukrovky [2, s. 558], [15, s. 5]. Roku 2006 Kim a kol. [21, s. 120–122] zkoumali antidiabetický účinek extraktu *Cinnamomum cassia* na zvířecím modelu s *Diabetes mellitus* 2. typu. Zvířatům byly podávány různé dávky skořicového extraktu a bylo zjištěno, že koncentrace glukózy v krvi se výrazně snížila v závislosti na dávce. Kromě toho bylo po šesti týdnech podávání hlášeno zvýšení hladin inzulínu v séru a HDL cholesterolu (HDL = lipoproteiny s vysokou hustotou), naopak však také ke značnému poklesu aktivity střevní  $\alpha$ -glykosidázy [15, s. 5–6]. Další studie [22, s. 19–20] na krysách s cukrovkou indukovanou streptozotocinem prokázala značný pokles koncentrace glukózy v plazmě způsobený cinnamaldehydem v závislosti na dávce ve srovnání s kontrolou. Kromě toho bylo popsáno, že perorální podávání cinnamaldehydu snižuje glykosylovaný hemoglobin, hladiny triacylglycerolů a celkový cholesterol v séru, a zároveň zvyšuje hladiny plazmatického inzulínu [15, s. 6].

### 2.3.4 Antimikrobiální aktivita

Sekundární metabolity rostlin tradičně hrají důležitou roli v lidském zdraví. Rostliny a výtažky z nich, využívané pro svou vůni, chuť, antiseptické a konzervační vlastnosti, byly používány lidstvem od rané historie [2, s. 558]. Skořice a její oleje mají široké antimikrobiální vlastnosti díky své silné hydrofobní povaze [4, s. 129], [23, s. 1–4], [3, s. 9]. Matan a kol. [24, s. 180–185] popsali účinky skořicových olejů na různé bakteriální (*Pediococcus halophilus* a *Staphylococcus aureus*), plísňové (*Aspergillus*

*flavus*, *Mucor plumbeus*, *Penicillium roqueforti* a *Eurotium sp.*) a kvasinkové druhy (*Candida lipolytica*, *Pichia membranaefaciens*, *Debaryomyces hansenii*, *Zygosaccharomyces rouxii*), a naznačili, že skořice má výborné antimikrobiální vlastnosti. Goni a kol. [25, s. 982–989] popsali antibakteriální aktivitu kombinace skořicového a hřebíčkového oleje proti grampozitivním organismům (*Listeria monocytogenes*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus* a *Bacillus cereus*), a také proti gramnegativním bakteriím (*Salmonella choleraesuis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, a *Yersinia enterocolitica*). Studie [26, s. 13–16] uvádí aktivitu vodného extraktu ze skořice a dalších rostlin proti mikroflóře ústní dutiny. Celkově je esenciální olej ze skořice účinnější než jiné testované rostlinné extrakty, a to *Azadirachta indica* a *Syzygium aromaticum*. Mith a kol. [27, s. 403–416] testovali patnáct druhů esenciálních olejů z patnácti různých rostlin proti bakteriálním kmenům, a zjistili, že skořicový esenciální olej vykazoval nejsilnější antibakteriální aktivitu.

### 2.3.5 Toxikologie skořice

Společný výbor odborníků FAO/WHO (FAO = Food and Agriculture Organization) dospěl k závěru, že cinnamaldehyd a další deriváty skořice při současných odhadovaných úrovních příjmu ve stravě nepředstavují rizika při obavách o bezpečnost potravin. Údaje o akutní a chronické toxicitě skořice a skořicového oleje jsou k dispozici v omezeném množství. Akutní, subchronická a chronická toxicita pro hlavní složku skořicového oleje, cinnamaldehyd, je uvedena v Tabulce 1 [3, s. 4–6].

Tabulka 1 Akutní, subchronická a chronická toxicita cinnamaldehydu [3, s. 4–6]

Studie	Výsledky
Akutní orální toxicita	2,20 mg·kg <sup>-1</sup> (krysa)
	2,25–3,35 mg·kg <sup>-1</sup> (krysa)
Akutní dermální toxicita	>1,20 mg·kg <sup>-1</sup> (krysa)
	>1,00 mg·kg <sup>-1</sup> (králík)
Akutní dermální iritace	320,00 mg·kg <sup>-1</sup> (králík)
28 denní studie orální toxicity (opakované dávky) u hlodavců	2,62 mg·kg <sup>-1</sup> (myš)
	940,00 mg·kg <sup>-1</sup> (krysa)
90 denní studie orální toxicity u hlodavců (NOEL)	625,00 mg·kg <sup>-1</sup> (krysa)
Vliv na reprodukci a plodnost	Negativní
Chronická toxicita	Negativní
Karcinogenita	Negativní

Toxicita skořice a skořicového oleje poskytuje bezpečnostní rezervu při porovnání s jejich biologicky aktivními složkami vzhledem k dlouhodobě zavedeným historickým vzorcům příjmu skořice jako potraviny. Zaznamenané případy otravy skořice jsou vzácné. U sedmiletého dítěte se po úmyslném požití 60 ml skořicového oleje objevily závažné gastrointestinální, kardiovaskulární a centrální nervové projevy. Byly však zaznamenány také případy úmyslné konzumace dávek skořicového oleje dětmi za účelem intoxikace. Pro skořici nebo skořicový olej nebyly nalezeny žádné subchronické údaje [3, s. 4–5]. Skořice a skořicový olej jsou známé dráždivé látky na kůži [28, s. 1–5]. V průběhu let byly zaznamenány četné případy kontaktní dermatitidy způsobené expozicí skořicovému oleji a cinnamaldehydu. Bylo zjištěno, že oleje z kůry a z listů skořice inhibují senzibilizaci kůže způsobenou koncentrovaným cinnamaldehydem u lidí [3, s. 5]. U laboratorních zvířat, kterým byl cinnamaldehyd podáván prostřednictvím žvýkaček, došlo během tří týdnů k 100% úmrtnosti při expozici  $940 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  za den u potkanů a  $2\,620 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  za den u myši. U zvířat ve stejné studii, kterým byl cinnamaldehyd podáván v mikrokapslích, nedošlo k žádnému úhynu [29, s. 1107–11015]. Myši, které perorálně konzumovaly extrakt z *Cinnamomum zeylanicum*, měly významně nižší počet a pohyblivost spermií než kontrolní skupina, přičemž u myších samic nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve zdravotním stavu [30, s. 231–239]. Skořicový olej s obsahem skořicového aldehydu vyšším než 90 % prokázal cytotoxické účinky proti lidským leukemickým buňkám, čímž účinně zpomalil jejich reprodukci [3, s. 6].

#### 2.4 Biologické vlastnosti hřebíčkového esenciálního oleje

V současné době narůstají obavy ohledně bezpečnosti potravinářských přídatných látek, způsobu konzervace a konzervačních látek v potravinách. Bylo provedeno mnoho výzkumů s cílem nalézt bezpečné potravinářské přísady a konzervační látky. Přírodní antimikrobiální látky odvozené z přírodních zdrojů, jako jsou rostlinné oleje, jsou uznávány a používány po staletí [10, s. 205]. Hřebíček a esenciální olej z hřebíčku lze použít jako antibakteriální, protiplísňové a antiseptické činidlo, což znamená, že je lze použít jako konzervační prostředek v potravinách, a tím zlepšit jejich trvanlivost [12, s. 1558]. Hřebíček se používá jako konzervační přísada k zamaskování, resp. zakrytí zkažení masa, sirupů, omáček a cukrovinek. Navzdory svému potenciálnímu použití jako konzervant zůstává hřebíček stále primárně potravinářským kořením [10, s. 205]. Přesto se však tradičně používá při léčbě popálenin a ran, a jako prostředek proti bolesti při péči o zuby i při léčbě zubních infekcí. Hojně se využívá v parfémeh, mýdlech a jako čistící

prostředek při histologických pracích. Hřebíček se používá v indické a čínské tradiční medicíně jako zahřívací a povzbuzující látka a po staletí se využívá proti zvracení, nadýmání, nevolnosti, jaterním, střevním a žaludečním potížím, a také jako nervový stimulant. Bylo také zjištěno, že hřebíček zmírňuje onemocnění způsobené mikroorganismy jako je svrab, cholera, malárie a tuberkulóza. Z farmakologického hlediska se hřebíčkový olej široce používá jako antiseptikum při onemocnění dutiny ústní a k léčbě bolestí zubů, alergických poruch, astmatu, akné, jizev a revmatoidní artritidy. Kromě toho, hřebíčkový olej má afrodisiakální, protizánětlivé, hypnotické a antimikrobiální účinky a působí proti trofickým poruchám [9, s. 2–5].

#### 2.4.1 Antibakteriální vlastnosti

Mnoho esenciálních olejů nebo jejich frakcí rostlinného původu vykazuje antimikrobiální aktivitu. Některé jsou obecně klasifikovány jako bezpečné, a proto by mohly být použity k prevenci posklizňového růstu původních a kontaminujících bakterií [10, s. 205]. Esenciální oleje z hřebíčku mají antimikrobiální vlastnosti proti bakteriím i plísním [9, s. 5]. Hřebíčkový olej má inhibiční aktivitu proti potravinovým patogenům: *Campylobacter jejuni*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas putida*, *Alcaligenes faecalis* a *Aeromonas hydrophila*. Hřebíčkový olej patří mezi nejvíce inhibiční esenciální oleje s bakteriostatickou koncentrací 0,075 % nebo méně proti pěti důležitým alimentárním patogenům (*C. jejuni*, *S. enteritidis*, *E. coli*, *S. aureus* a *L. monocytogenes*). Esenciální olej z hřebíčku má antimikrobiální vlastnosti i po ošetření při 100 °C po dobu 30 minut. Zdá se, že vysoká teplota nemá vliv na aktivitu tohoto esenciálního oleje [10, s. 205–206]. Kombinace skořicového a hřebíčkového esenciálního oleje vykazuje synergickou antibakteriální aktivitu proti bakteriím *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *S. typhimurium* a *P. aeruginosa* [31, s. 1439], [32, s. 47].

#### 2.4.2 Antimykotické vlastnosti

Hřebíčkový olej má silné protiplísňové vlastnosti a vykazuje nejsilnější inhibici růstu rodu *Penicillium*. K inhibici mycelia *Penicillium digitalis* a *Penicillium italicum* dochází při přímém kontaktu s olejem nebo jeho parami. Silná antifungální aktivita hřebíčkového oleje je způsobena jeho vysokým obsahem fenolů, které se snadno odpařují. Aflatoxin je toxický sekundární metabolit produkovaný alimentárními houbami *Aspergillus flavus* a *Aspergillus*

*parasiticus*. Hřebíčkový olej v koncentraci  $0,6 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$  vykazuje inhibiční aktivitu proti produkci aflatoxinu *A. parasiticus*. Hřebíčkový esenciální olej je také účinný proti všem izolátům plísní rodu *Eurotium*, *Aspergillus* a *Penicillium*, které často kontaminují pekárenské výrobky. Tato zjištění posilují možnost použití rostlinných esenciálních olejů jako alternativy k chemikáliím sloužících ke konzervaci pekárenských výrobků. Hřebíčkový olej dále výborně působí proti *Candida albicans*, *Aspergillus niger* a *Rhizopus nigricans*, přičemž proti *Aspergillus niger* dochází k 100% inhibici [10, s. 206–207]. Použití tohoto oleje se jeví jako možnost konzervace v potravinářství, avšak je důležité mít na paměti otázky bezpečnosti a toxicity [10, s. 207]. Kombinace skořicového a hřebíčkového esenciálního oleje vykazuje synergickou antimykotickou aktivitu proti *Aspergillus niger*, jakožto i synergický antioxidační potenciál v modelovém systému vychytávání radikálů. Kombinace skořicového a hřebíčkového oleje nemá při doporučeném dávkování ( $\text{IC}_{50} > 2\,000 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) žádný cytotoxický potenciál. Tato kombinace dvou olejů by tak mohla být využita jako potenciální zdroj bezpečné a účinné nové přírodní antibakteriální, antimykotické a antioxidační směsi v potravinářském a farmaceutickém průmyslu již při nízké koncentraci [31, s. 1439].

### 2.4.3 Antioxidační vlastnosti

Oxidace lipidů je jedním ze základních procesů způsobujících žluknutí potravinářských výrobků. Bylo prokázáno, že hřebíček má silné antioxidační vlastnosti, a že obsah antioxidantů se liší v závislosti na typu hřebíčkového produktu. Mletý hřebíček obsahuje 1,8 % antioxidantů, v rozpustné frakci 1,4 % (frakce rozpustná v petroletheru) a 1,7 % (frakce rozpustná v alkoholu). Jako hlavní antioxidanty byly identifikovány kyselina gallová, eugenol a eugenyl-acetát. Bylo zjištěno, že antioxidační aktivita eugenolu a eugenyl-acetátu je srovnatelná s antioxidační aktivitou přírodního antioxidantu  $\alpha$ -tokoferolu (vitamin E). Ve srovnání se zázvorem, oreganem, šalvějí a tymiánem je antioxidační aktivita mletého hřebíčku vyšší [10, s. 207]. Bylo zdokumentováno, že silná antioxidační účinnost vodného extraktu *Syzygium aromaticum* může být způsobena silnou schopností poskytovat vodík, zachytávat peroxid vodíku, volné radikály a superoxid a schopností chelatovat kovy. Antioxidační látky, jako jsou výtažky z hřebíčku a hřebíčkový olej, hrají významnou roli při léčbě paměťových deficitů v důsledku oxidačního stresu. Bylo zjištěno, že podávání hřebíčkového oleje snížilo oxidační stres v mozku myši [9, s. 7], [32, s. 47].

#### 2.4.4 Další účinky na zdraví

Bylo zjištěno, že esenciální olej z hřebíčku zvyšuje krevní oběh a tělesnou teplotu. Několik zpráv dokumentuje, že hřebíček může snížit riziko arteriální sklerózy, kardiovaskulárních chorob a dalších onemocnění spojených s oxidačním stresem. Eugenol také vykazuje reverzibilní, na dávce závislé vazodilatační i negativně inotropní aktivity v srdečním svalu a prokazuje relaxační a hypotenzní účinnost na hladké svalstvo. Bylo doloženo, že hřebíček má nervově stimulační účinek a podporuje sexuální chování u myších samců, a tento účinek lze přičíst jeho nervově posilující aktivitě. Hřebíčkový olej byl zdokumentován jako inhibitor syntézy tromboxanu a agregace krevních destiček a vykazuje antikoagulační aktivitu. Bylo prokázáno, že hřebíčková silice a eugenol pocházející z *Syzygium aromaticum* mají užitečné analgetické, anestetické a antiseptické účinky, a proto se běžně používají ve stomatologii [9, s. 8], [32, s. 47].

#### 2.4.5 Toxikologie hřebíčku

Navzdory informacím o antioxidační aktivitě hřebíčkového oleje a různém použití hřebíčku a hřebíčkového esenciálního oleje jako ochucovadla v potravinách, koření, léčiv a cigaret, jako atraktantu v insekticidech a jako vůně v parfémeh a mýdlech, některé zprávy vyvolávají obavy, že eugenol, hlavní složka hřebíčkového oleje, by mohl být karcinogen. Potenciální karcinogenní aktivita je spojena s methyleugenolem, kvůli podobnosti s jeho chemickou strukturou a strukturami jiných látek, o kterých je známo, že jsou karcinogenní (např. safrol a estragol). Methyleugenol lze přirozeně nalézt v mnoha druzích koření, jako je muškátový oříšek, hřebíčkový olej atd. Mnoho zpráv ukazuje, že methyleugenol nepatří mezi hlavní sloučeniny hřebíčkového oleje, jeho přítomnost v hřebíčkovém oleji je velmi malá až dokonce stopová (<1 %). Kromě toho, hřebíčkový olej se v potravinách používá pouze ve velmi malém množství nebo dokonce v několika kapkách, takže koncentrace methyleugenolu by byla velmi nízká [10, s. 209–210]. Úřad pro kontrolu potravin a léčiv (FDA) ve svém Code of Federal Regulations 21 potvrdila hřebíčkový olej za obecně uznávaný jako bezpečnou látku přidávanou přímo do lidské potravy a hřebíčkový olej a jeho deriváty jako potravinářskou přísadu. FDA jej schválila jak v přírodní, tak v syntetické formě [9, s. 10], [10, s. 210]. Byly zkoumány cytotoxické aktivity hřebíčkových silic a eugenolu *in vitro* proti lidským fibroblastům a endotelovým buňkám a výsledky ukázaly, že jsou bezpečné. Na druhé straně zprávy odhalily, že eugenol, stejně jako hřebíčkový olej, má spermicidní účinek *in vitro* u šesti mužských partnerů neplodných párů. WHO prokázala, že přijatelné denní množství hřebíčku u lidí je

2,5 mg·kg<sup>-1</sup> tělesné hmotnosti. Toxická dávka hřebíčkového oleje byla hodnocena u akvarijských druhů ryb *Poecilia reticulata* a *Danio rerio* a po 96 hodinách vykazovala LD<sub>50</sub> 18,2 ± 5,52 a 21,7 ± 0,8 mg·ml<sup>-1</sup> vůči *Danio rerio* a *Poecilia reticulata*. Dále byly zdokumentovány akutní nežádoucí účinky (např. generalizované křeče a hepatotoxicitu) po podání hřebíčkového oleje. Na druhou stranu však byla prokázána pozoruhodná detoxikace a zdravotní účinky na srdce u lidí snížením peroxidace lipidů a zvýšením hladiny endogenních redoxních enzymů. Kromě toho další studie *in vivo* zaznamenala alergickou kontaktní dermatitidu u eugenolu u morčat [9, s. 10].

Hřebíčkový olej se také přidává do různých spotřebitelských produktů, které se aplikují lokálně nebo jako vůně. Obava z přecitlivělých reakcí na lidské kůži vedla k řadě testů na aplikaci samotného eugenolu, různých přípravků obsahujících eugenol anebo olej z hřebíčkových listů. Výsledky ukázaly, že při velmi nízké koncentraci nebo koncentraci přítomné ve spotřebitelských produktech od různých společností má eugenol samotný nebo jako součást oleje z hřebíčkových listů velmi nízký potenciál vyvolat hypersenzitivitu [10, s. 210].



### 3 SLOŽKY TYPICKÉ PRO SILICE SKOŘICE A HŘEBÍČKU

#### 3.1 Silice skořice

Skořice se používá hlavně v průmyslu aromat a esencí díky své vůni, kterou lze začlenit do různých druhů potravin, parfémů a léčivých přípravků. Nejdůležitější složkou skořice je (*E*)-cinnamaldehyd, který je přítomen v esenciálním oleji, přispívá k vůni a různým biologickým účinkům pozorovaným u skořice [31, s. 1444–1445], [17, s. 1], [3, s. 1].

Skořicová kůra se skládá z různých pryskyřičných sloučenin, včetně cinnamaldehydu, kyseliny skořicové a řady esenciálních olejů (viz Tabulka 2) [17, s. 2]. Kořeněná chuť a štiplavá vůně skořice jsou způsobeny přítomností cinnamaldehydu a vznikají v důsledku absorpce kyslíku [4, s. 127]. Jak skořice stárne, její barva tmavne. [17, s. 2].

Tabulka 2 Procentuální zastoupení jednotlivých složek skořice v dané části rostliny [17, s. 2]

Část rostliny	Složka	Procentuální zastoupení složky [%]
Listy	Cinnamadehyd	1,0–5,0
	Eugenol	70,0–95,0
Kůra	Cinnamaldehyd	65,0–80,0
	Eugenol	5,0–10,0
Kořenová kůra	Kafr	60,0
Plod	Cinnamyl-acetát	42,0–54,0
	$\beta$ -Karyofylen	9,0–14,0

V oleji z kůry skořice bylo identifikováno 41 různých těkavých sloučenin a bylo zjištěno, že se významně liší v procentuálním složení v závislosti na růstových stádiích a segmentech stromu *Cinnamomum cassia*. Pro extrakci silice pro průmyslové použití byly stanoveny výtěžky a složení oleje z kůry během růstu *Cinnamomum cassia* (1–3 roky staré pro kůru větví a 5–12 let pro kůru stonku). Tito výzkumníci také zjistili, že frakce kůry větve má tendenci poskytovat více esenciálního oleje ve srovnání s celou větví, což naznačuje, že výběr kůry na základě růstových fází stromu a také rozdělení kmenových kůr na horní, střední a spodní části stromu, může výrazně zlepšit účinnost získávání esenciálních olejů [33, s. 248–252].

*Cinnamomum zeylanicum* obsahuje třídu chemických sloučenin, jako jsou aldehydy, alkoholy, estery, fenoly, kyseliny, monoterpeny, diterpeny, seskviterpeny, benzopyrony,

uhlovodíky a flavonoidy. Zástupci jednotlivých skupin jsou uvedeny v Tabulce 3 [4, s. 127].

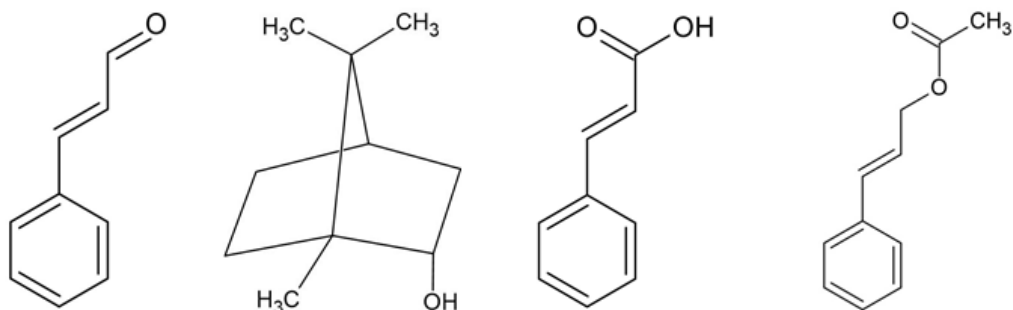
Tabulka 3 Sloučeniny obsažené v *Cinnamomum zeylanicum* [4, s. 127]

Aldehydy	Cinnamaldehyd, methoxycinnamaldehyd, hydrocinnamaldehyd, benzaldehyd, vanilin, cuminaldehyd, benzenpropanal, 2-methyl-3-fenylpropanal, citronellal
Alkoholy	Cinnamylalkohol, $\alpha$ -terpineol, linalool, $\alpha$ -bisabolol
Estery	Cinnamyl-acetát, cinnamaldehyd diethyl acetal, methylcinnamát, hydrocinnamylacetát, benzyl-benzoát, bornyl-acetát
Fenoly	Eugenol, pyrogallol
Kyseliny	Kyselina skořicová, kyselina ferulová, kyselina kávová, kyselina gallová, kyselina protokatechová, kyselina olejová, kyselina p-hydroxybenzoová
Monoterpeny	<i>p</i> -Cymen, limonen, $\alpha$ -terpinen, $\alpha$ -pinen, kamfen, kafr, 1,4-cineol, $\beta$ -pinen, $\beta$ -felandren, $\alpha$ -felandren, 3-karen
Diterpeny	Cinzeylanin, cinzeylanol
Seskviterpeny	Humulen, karyofylenoxid, $\beta$ -karyofylen, $\alpha$ -muurolen, $\alpha$ -kopaen, cedren, $\alpha$ -tumeron, $\beta$ -tumeron, $\alpha$ -cadinol

Jayaprakasha a Rao ve své studii [2, s. 550] došli k závěru, že analýza různých částí *Cinnamomum zeylanicum*, jako jsou oleje z listů a ze stonkové a kořenové kůry, ukazuje obsah stejných sloučenin, avšak v různých poměrech v závislosti na části rostliny. Těkavé složení olejů z listů a z kořenové kůry není ovlivňováno věkem, zatímco složení oleje ze stonku skořice se s věkem mírně mění. *Cinnamomum cassia* má ve srovnání s *Cinnamomum zeylanicum* vyšší průměrnou koncentraci cinnamaldehydu. Kumarin je obecně přítomen u *Cinnamomum cassia* a chybí u *Cinnamomum zeylanicum*, a proto se někdy používá jako indikátor k rozlišení obou druhů [3, s. 3].

Kůra obsahuje přibližně 4 % těkavých silic, které lze extrahovat vhodnou technikou. Skořicový olej lze izolovat také z listů a větviček, ale skládá se z 80 až 88 % z eugenolu, který je také hlavní složkou hřebíčkového oleje. Olej z kořenové kůry *Cinnamomum*

*zeylanicum* obsahuje přibližně 4 až 5 % cinnamaldehydu a eugenolu a asi 60 % kafru [3, s. 2].



Obrázek 3 (*E*)-cinnamaldehyd, borneol, kyselina skořicová, cinnamyl-acetát

### 3.1.1 Cinnamaldehyd

Hlavní chemickou složkou skořicového oleje je cinnamaldehyd, známý také jako skořicový aldehyd, který tvoří 60–90 % éterického oleje z kůry cejlonské skořice a asi 90 % esenciálního oleje z kasie. Tato sloučenina se však v menším množství nachází i v mnoha dalších esenciálních olejích [34, s. 126]. Sumární vzorec této sloučeniny je  $C_9H_8O$  a molekulová hmotnost je rovna  $132,159 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  [3, s. 3]. V přírodě převažuje trans-izomer. (*E*)-Cinnamaldehyd je nažloutlá kapalina s charakteristickou kořeněnou vůní, která silně připomíná skořici. V průmyslovém měřítku se skořicový aldehyd připravuje téměř výhradně alkalickou kondenzací benzaldehydu a acetaldehydu [34, s. 127]. Bod tání cinnamaldehydu je  $-7,5 \text{ }^\circ\text{C}$  a bod varu  $253 \text{ }^\circ\text{C}$ . Rozdělovací koeficient oktanol/voda ( $K_{OV}$ ) je 1,90 a index lomu při  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  odpovídá hodnotě 1,6195 [3, s. 3]. Cinnamaldehyd se používá v mnoha kompozicích pro vytvoření kořeněných a orientálních tónů (např. v parfémovaných mýdlech) [34, s. 127].

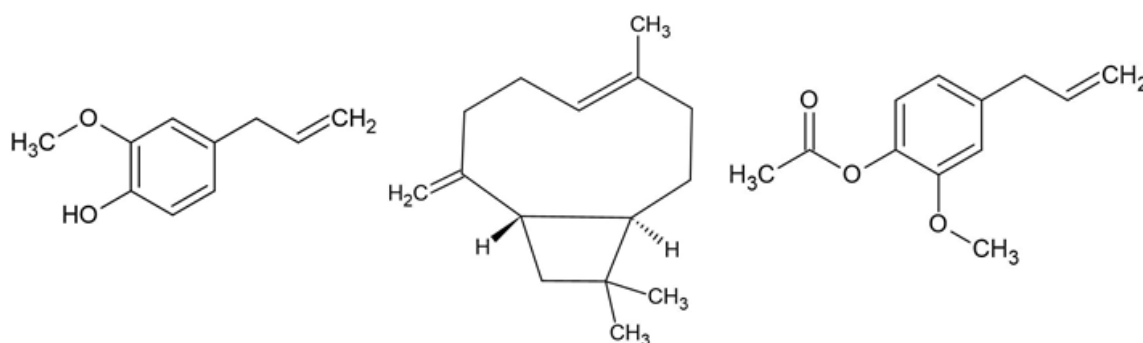
### 3.2 Silice hřebíčku

Hřebíček je jednou z komodit koření, kterou lze dále zpracovat na esenciální olej. Touto přeměnou z hřebíčku jako suroviny na esenciální olej se ekonomická hodnota zvýší dvakrát až dvacetkrát na kilogram [32, s. 47]. Hřebíčkový esenciální olej je směsí různých sloučenin, přičemž tři hlavní účinné složky jsou eugenol, eugenyl-acetát a  $\beta$ -karyofylen. Mohou se ale objevovat i další minoritní složky, mezi které patří např.  $\alpha$ -humulen [10, s. 200]. Z farmakologického hlediska je hřebíček hlavním zdrojem fenolických sloučenin, jako jsou hydroxybenzoové kyseliny a deriváty kyseliny

gallové – hydrolyzovatelné trísloviny, které se v čerstvé rostlině vyskytují ve vysokém množství. Kromě toho hřebíček obsahuje flavonoidy, konkrétně kvercetin a kampferol, a fenolové kyseliny, jako jsou kyselina ferulová, kávová, elagová a salicylová. Květní pupeny hřebíčku obsahují až 18 % silice a variace složek a jejich procentuální zastoupení závisí na odrůdě, agroekologickém stavu, předúpravách, zpracování a metodách extrakce [9, s. 2], [10, s. 200]. Hřebíčkový olej je bezbarvý až světle žlutý s charakteristickou vůní a chutí hřebíčku [9, s. 2]. Globální trh s hřebíčkovým esenciálním olejem se rozšiřuje v souladu s jeho mnohonásobným použitím a rostoucí poptávkou po neutraceutikách, potravinách, kosmetice a přírodních produktech pro péči o tělo. Trh má roční tempo růstu asi 5 % [10, s. 200].

Hřebíčkový olej lze získat např. destilací pupenů, listů nebo stonků, přičemž výsledkem každého je olej s rozdílnými vlastnostmi. Poupata a nať hřebíčku se před destilací rozmělní, aby se rozrušily olejové buňky a rozšířil povrch, aby se olej z buněk snadněji uvolnil. Hřebíčkový list není potřeba předběžně upravovat, protože je již dostatečně tenký. Materiály se destilují za použití vody a páry po dobu 8 až 24 hodin. Největší výnos získaný z vysoce kvalitního hřebíčkového pupenu je cca 20 %. Destilací celého pupenu hřebíčku vzniká hřebíčkový olej s vysokým obsahem eugenolu, avšak když se pupeny rozmělní před destilací, získaný olej obsahuje méně eugenolu. Tento rozdíl v obsahu eugenolu je způsoben jeho těkáním během drcení pupenů. Aby se zabránilo odpařování, je třeba okamžitě provést destilaci rozmělněného materiálu [10, s. 200–202].

Skladování je jedním z důležitých faktorů pro udržení dobré kvality hřebíčku. Sušený celý pupen hřebíčku se obvykle balí do sáčků a skladuje se v čisté, suché místnosti s dobrým větráním. Tento způsob skladování by neměl způsobit žádné výrazné změny kromě ztráty lesku. Špatným skladováním dochází ke ztrátě oleje odpařováním, přičemž rychlost odpařování závisí na fyzikálním stavu koření, zejména na vlhkosti produktů, teplotě a relativní vlhkosti během skladování. Obsah silice a eugenyl-acetátu v celém hřebíčku se po šestiměsíčním skladování mírně snižuje, zatímco obsah eugenolu se zvyšuje. Ztráta těkavého oleje během skladování z celého hřebíčku je ve srovnání s mletým hřebíčkem relativně pomalá. Mletý hřebíček je citlivější na vysokou okolní teplotu a obsah vlhkosti, což může změnit jeho stabilitu a chuťový profil. Vlhkost a teplota skladování mletého hřebíčku by se měly pohybovat v rozmezí 8–10 %, resp. 10–15 °C při relativní vlhkosti 55–65 %. Špatné skladovací podmínky mohou způsobit větší ztrátu těkavého oleje, růst plísní a vznik zatuchlé chuti a zápachu [10, s. 203].



Obrázek 4 Eugenol, β-karyofylen, eugenyl-acetát

### 3.2.1 Eugenol

Eugenol, chemicky 4-allyl-2-methoxyfenol, je významnou sloučeninou v bylinách, jako je hřebíček, skořice, bazalka a pepř [2, s. 549], [35, s. 32 670]. Sumární vzorec eugenolu je C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>2</sub> a bodu varu dosahuje ve 121 °C při tlaku 1,3 kPa. Index lomu této sloučeniny odpovídá hodnotě 1,5409 při 20 °C [34, s. 148]. Je omezeně rozpustný ve vodě a snadno rozpustný v organických rozpouštědlech. Eugenol je bezbarvý nebo nažloutlý, je typický svou kořeněnou hřebíčkovou vůní a lze ho izolovat z oleje pupenů, stonků a listů hřebíčku. Běžnou metodou izolace eugenolu je přidání NaOH v koncentraci 4–7 %, vyšší výtěžek (74,5 %) s vysokou čistotou (98 %) lze však získat při 4% NaOH za použití hexanu jako promývacího roztoku [10, s. 203]. Vzhledem k tomu, že dostatečné množství eugenolu lze izolovat z levných esenciálních olejů, nemá syntéza průmyslový význam. Eugenol se stále přednostně izoluje z oleje z listů hřebíčku a skořice. Nefenolické látky se pak odstraňují destilací s vodní parou a po okyselení roztoku při nízké teplotě se destilací získá čistý eugenol [34, s. 149]. Bylo zjištěno, že eugenol zahrnuje řadu příznivých aspektů proti rozsáhlému spektru život ohrožujících indispozic, včetně oxidačního stresu, zánětu, hyperglykémie, zvýšené hladiny cholesterolu, nervových poruch a rakoviny. Mezi hlavní mechanismy spojené s terapeutickým potenciálem eugenolu patří především jeho aktivita odstraňování volných radikálů, bránění vzniku reaktivních forem kyslíku a dusíku. WHO prohlásila eugenol za obecně uznávaný jako bezpečný, a je považován za nemutagenní [35, s. 32670–32671], [8, s. 167], [32, s. 47]. Používá se v parfumerii v hřebíčkových a karafiátových kompozicích a také v parfémových směsích pro orientální a kořeněné tóny [34, s. 149].

## 4 LABORATORNÍ IZOLAČNÍ TECHNIKY PRO ZÍSKÁVÁNÍ ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ

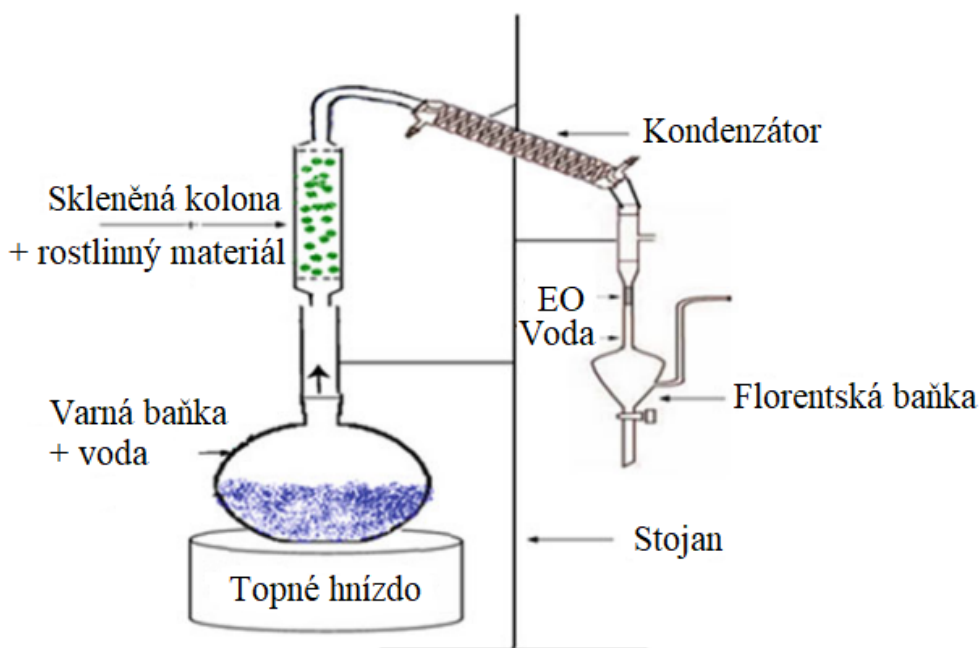
Bioaktivní sloučeniny z rostlin bývají izolovány pomocí nejmodernějších technologií. Vezmeme-li v úvahu, že rostlina může obsahovat tisíce složek, může být proces separace a izolace dlouhý a náročný. Izolace přírodních produktů obecně kombinuje různé separační techniky, které závisí na rozpustnosti, těkavosti a stabilitě sloučenin, které mají být separovány. Volba separačních metod pro čištění bioaktivních sloučenin je velmi kritická. Několik kroků používaných v tomto procesu zahrnuje přípravu vzorků, předčištění a kroky čištění - tyto kroky přebíhají izolaci a/nebo analýzu přírodních produktů [2, s. 548]. Počáteční extrakce rozpouštědly s nízkou polaritou poskytuje více lipofilní složky, zatímco polární rozpouštědla izolují polární sloučeniny [8, s. 167]. Tradiční metody extrakce rostlinných materiálů zahrnují parní destilaci a extrakci organickým rozpouštědlem pomocí perkolace, macerace nebo Soxhletovy techniky [12, s. 1558]. Tyto postupy však mají zřetelné nevýhody, jako je časová náročnost a pracnost, dále manipulace s velkými objemy nebezpečných rozpouštědel a rozšířené koncentrační kroky, které mohou vést ke ztrátě nebo degradaci cílových analytů [2, s. 548]. Návrh účinnějších extrakčních procesů, které mohou splnit požadavky na zvýšení intenzity procesu a snížení spotřeby energie, je v posledních letech důležitým tématem výzkumu. Bezpečnost, udržitelnost, environmentální a ekologické faktory nutí průmyslová odvětví obracet se k nekonvenčním technologiím a ekologičtějším protokolům. Nekonvenční extrakční techniky, jako je superkritická fluidní extrakce, extrakce pomocí ultrazvuku a extrakce pomocí mikrovln, lze použít v laboratorním i průmyslovém měřítku a mohou přinést hodnotné zvýšení účinnosti extrakce [8, s. 167], [32, s. 47].

Obecně se analytický postup získávání esenciálních olejů z rostlinného materiálu skládá ze dvou kroků: extrakce (pomocí technik popsaných níže) a analýza (plynová chromatografie a plynová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií). Analýza je obvykle poměrně rychlá (desítky minut), ale krok extrakce může u konvenčních technik trvat několik hodin při dlouhodobém zahřívání a míchání ve vroucí vodě [36, s. 6].

### 4.1 Destilace s vodní parou

Ačkoli se éterické oleje získávají různými metodami, většina z nich se získává destilací s vodní parou. Podíl různých esenciálních olejů extrahovaných destilací s vodní parou je 93% a zbývajících 7 % je extrahováno ostatními metodami. Při parní destilaci

závisí výtěžnost všech organických složek jako produktu na jejich rozdělení mezi vodnou a olejovou fází destilátu. Na rozdíl od hydrodestilace se u této metody využívá skleněné kolony, ve které je umístěn rostlinný materiál. Tato kolona se nachází nad zdrojem páry a prochází jí pouze pára, aniž by se vařící voda mísila s rostlinným materiálem [37, s. 833].



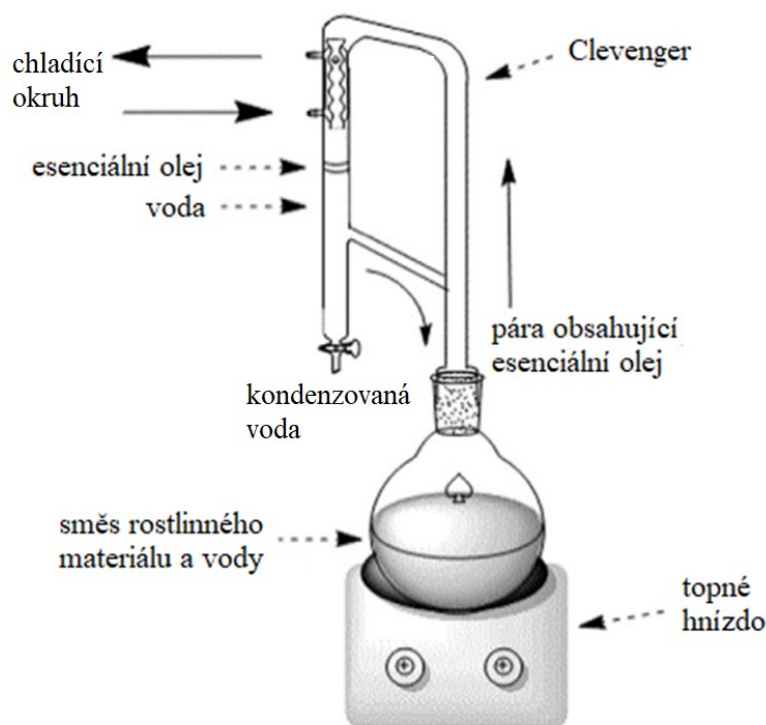
Obrázek 5 Aparatura pro destilaci s vodní parou, upraveno podle [38, s. 835]

## 4.2 Hydrodestilace

Hydrodestilační metoda je nejběžněji používanou metodou separace, při které dochází k extrahování chemických sloučenin z kůry, listů, plodů, pupenů a stonků rostliny. Metoda je rychlá a poměrně málo nákladná. Ačkoli má některé nevýhody, jako je ztráta některých těkavých sloučenin, nízká úroveň účinnosti nebo také možná degradace nenasycených chemických sloučenin tepelnými nebo hydrolytickými účinky, je stále hojně využívána díky absenci organického rozpouštědla během extrakce a cenové výhodnosti [2, s. 548], [39, s. 292]. Clevengerova aparatura založená na destilaci je nejpoužívanější metodou pro stanovení obsahu silic v plodech a stala se referenční technikou. U této techniky jsou však popsány některé významné nedostatky, jako je obtížná kontrola konstantního přenosu tepla po celou dobu procesu a dlouhá doba extrakce (což vede k vyšším nákladům a může vyvolat hydrolyzu některých složek silic, jako jsou estery reagující s vodou při vysokých teplotách za vzniku kyselin a alkoholů), což vede k nižším výtěžkům a ztrátám těkavých látek v důsledku dlouhého zahřívání [36, s. 9].

Klasická hydrodestilace byla vyvinuta v laboratorním měřítku jako jednoduchý způsob izolace, který zahrnuje pouze vodu, rostlinný materiál a energii. Snahy o optimalizaci tohoto procesu se tedy zaměřily na minimalizaci spotřeby energie, času a nákladů na proces. Hydrodestilace pak byla vylepšena použitím různých zdrojů energie a ekologicky šetrných extrakčních metod, jako je např. mikrovlnná asistovaná extrakce, superkritická fluidní extrakce a extrakce za pomoci ultrazvuku (viz níže) [40, s. 2].

Při hydrodestilaci esenciálního oleje vzniká také vysoké množství kondenzované vody (označované také jako bylinná voda nebo hydrosol) obsahující netěkavé rozpustné bioaktivní sloučeniny se silnými antioxidantními vlastnostmi (vodorozpustné polyfenoly, proteiny/enzymy, aminokyseliny, polysacharidy, alkaloidy, alkoholové sloučeniny a vitaminy) [40, s. 2].



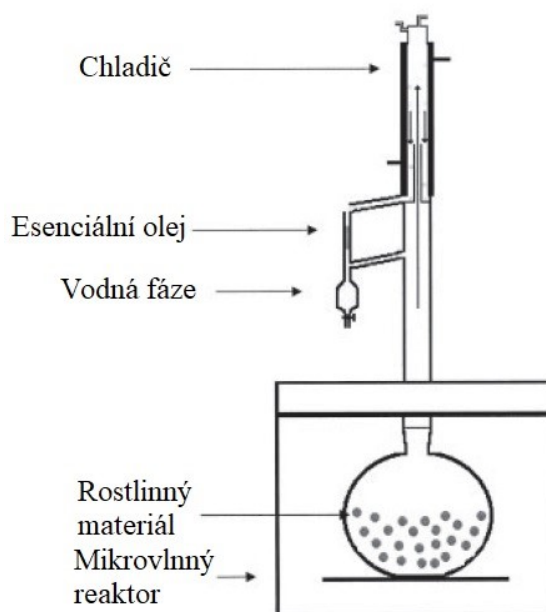
Obrázek 6 Clevengerova aparatura pro hydrodestilaci, upraveno podle [41, s. 2]

### 4.3 Mikrovlnná extrakce

Tradiční metody používané pro extrakci silic z různých rostlinných zdrojů jsou spojeny s několika nevýhodami, jako je hydrolýza, tepelná degradace a ztráta některých vonných složek. Pro boj s těmito problémy bylo zavedeno několik moderních extrakčních metod, které poskytují vysoký výtěžek extrakce spolu se sníženou dobou zpracování a energetickou náročností. Mezi tyto metody patří mikrovlnná asistovaná extrakce, která je



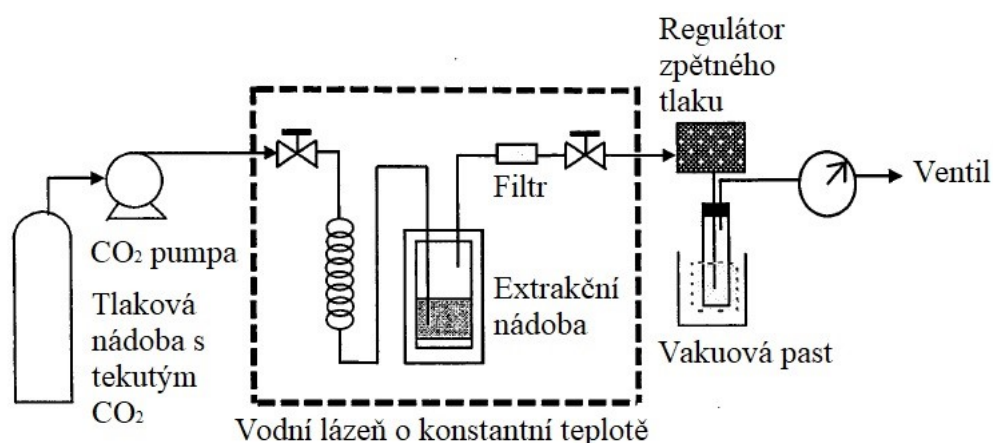
považována za ekologický extrakční přístup, jež je schopen produkovat esenciální oleje se stejnými sensorickými vlastnostmi a kvalitou, jakých je dosahováno využitím konvenčních metod [35, s. 32671]. Mikrovlny jsou formou neionizující elektromagnetické energie o frekvencích od 300 MHz do 300 GHz. Tato energie je přenášena ve formě vln, které mohou pronikat do biomateriálu a interagovat s polárními molekulami do materiálů, jako je voda, a vytvářet teplo [42, s. 63]. Tato technika rovněž umožňuje rychlou extrakci při nižších nákladech ve srovnání s extrakcí pomocí tradičních extrakčních metod [35, s. 32672]. Tato metoda je založena na poměrně jednoduchém principu a spočívá v umístění rostlinného materiálu do mikrovlnného reaktoru bez přidavku rozpouštědla nebo vody. Vnitřní ohřev vody *in situ* v rostlinném materiálu jej roztahuje a způsobuje prasknutí žláz a olejnatých struktur. Tímto procesem se uvolní éterický olej, který se azeotropní destilací odpaří z vody *in situ* rostlinného materiálu. Páry pak procházejí chladičem mimo mikrovlnnou dutinu, kde se kondenzují a destilát se průběžně shromažďuje v přijímací baňce, zatímco přebytečná voda se zpětně odvádí do extrakční nádoby. Esenciální olej se shromažďuje přímo a suší se bez dalšího kroku extrakce rozpouštědlem. SFME (Solvent Free Microwave Extraction) je založena na kombinaci mikrovlnného ohřevu a suché destilace a provádí se za atmosférického tlaku. Přístroj SFME je podrobně znázorněn na Obrázku 7 [43, s. 134].



Obrázek 7 Přístroj SFME, upraveno podle [43, s. 134]

#### 4.4 Superkritická fluidní extrakce

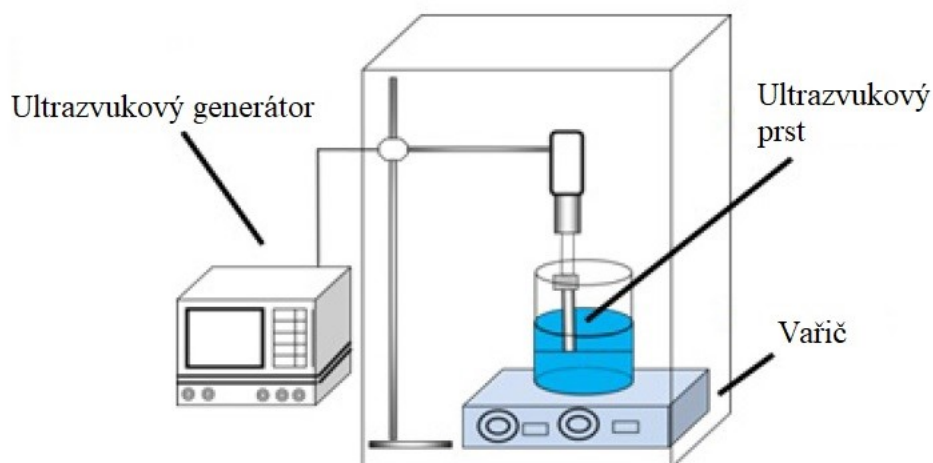
Extraktů získané použitím rozpouštědla obsahují zbytky rozpouštědel, které znečišťují potraviny a vonné látky, do nichž se přidávají. Těmto nevýhodám lze předejít použitím procesu superkritické fluidní extrakce (SFE) [12, s. 1559]. Některé z výhod extrakční metody SFE zahrnují tzv. zelenou technologii (green technology), která nepoužívá rozpouštědla pro extrakci nepochlívajících sloučenin [2, s. 549]. Kromě toho si extraktů získané technikou SFE mohou zachovat organoleptické vlastnosti výchozího materiálu [12, s. 1559]. Nevýhodou této metody je její poměrně vysoká cena, a proto se používá jen zřídka [3, s. 2]. Extrakční nádoba o definovaných parametrech je naplněna práškovými surovinami. Nádoba je dále vyhřívána pomocí pece a její teplota je indikována a kontrolována termočlánkem. Nadkritický  $\text{CO}_2$  s rozpuštěnými sloučeninami prochází vyhříváním mikrometrickým ventilem a následně je expandován na okolní tlak. Extrakt je dále vysrážen ve sběrné lahvičce při okolním tlaku a teplotě [12, s. 1559].



Obrázek 8 Schéma aparatury superkritické  $\text{CO}_2$  extrakce, upraveno podle [44, s. 46]

#### 4.5 Extrakce pomocí ultrazvuku

Přestože několik nekonvenčních technik úspěšně zvládá nevýhody spojené s použitím tradičních metod, mohou se lišit v účinnosti extrakce [8, s. 167]. Byla zavedena další ekologická extrakční metoda zvaná extrakce ultrazvukem, která výrazně urychlila proces extrakce a snížila energetickou náročnost. Dalšími výhodami spojenými s touto metodou jsou snadná manipulace s extraktem, rychlé provedení, vysoký výtěžek, šetrnost k životnímu prostředí, zvýšená kvalita a prevence degradace extraktu [35, s. 32672].



Obrázek 9 Schéma extrakce pomocí ultrazvuku, upraveno podle [45, s. 2194]

Mechanismus extrakce ultrazvukem spočívá v bobtnání a hydrataci buněčných materiálů, které mohou následně způsobit rozšíření pórů buněčné stěny. Vnější žlázky rostlinných sekrečních struktur lze ultrazvukem snadno zničit, což usnadňuje uvolňování metabolitů do extrakčního rozpouštědla. Hlavní faktory, které ovlivňují rozrušení buněk, jsou vodní proudy a rázové vlny generované ultrazvukem. Nelineární část tlakové vlny se rozptyluje ve formě tepla, a proto je nezbytné účinné chlazení nebo průtokový systém [8, s. 167]. Využití ultrazvuku se osvědčilo také při úpravě konvenčních přístrojů, jako je Soxhletova extrakce za asistence ultrazvuku. Ultrazvuková Clevengerova extrakce esenciálního oleje bývá prováděna s použitím dvouhrdlové varné baňky, která má na jednom z hrdel připevněný Clevengerův nástavec a ultrazvukovou sondu na druhém hrdle, aby bylo možné přivádět ultrazvukové vlny přímo do matrice a podpořit uvolňování esenciálního oleje z rostlinného materiálu. Použití ultrazvuku umožňuje získat stejné množství silice za pouhých dvacet minut oproti osmdesáti minutám extrakce při konvenční hydrodestilaci [36, s. 9–11].

## 5 ZPŮSOBY IZOLACE ZA POSLEDNÍCH 15 LET

### 5.1 Destilace s vodní parou

Ratri a kol. ve studii z roku 2020 [32, s. 47–52] extrahovali hřebíčkový esenciální olej metodou destilace s vodní parou. Surovinou z pupenů hřebíčku, která byla použita v této studii, byl druh získán z města Magelang na Jávě v Indonésii. Destilace probíhala v různých časových intervalech, tj. 3, 4, 5 a 6 hodin, po kterých následovala extrakce destilátu na separační nálevce pomocí n-hexanu. Maximálního výtěžku extrakce bylo dosaženo po 6 hodinách, přičemž výtěžek činil 7,04 %. Získané vzorky byly analyzovány pomocí Infračervené spektroskopie s Fourierovou transformací (FTIR) a GC-MS (plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií). Separace hřebíčkového oleje byla provedena pomocí nepolární kolony a výsledky byly porovnány s komerčním hřebíčkovým olejem o čistotě 100 %. Bylo zjištěno, že podobnost vzorků s komerčním olejem se pohybovala kolem 98,88 %. Nejvíce zastoupené složky byly eugenol (85,01 %) a eugenyl-acetát (13,06 %).

Yu a kol. ve studii z roku 2020 [46, s. 1–8] získávali skořicový esenciální olej pomocí parní destilace z čerstvě sesbírané skořice ve městě Yunfu v Číně, která byla před izolací usušena na vzduchu a rozemleta na prášek. Izolace probíhala po dobu 2 hodin. Složení oleje bylo analyzováno metodou GC-MS s použitím nepolární kapilární kolony. Mezi zastoupené složky v esenciálním oleji získaném parní destilací patřily tyto sloučeniny: (*E*)-cinnamaldehyd (73,345 %), 2-methoxycinnamaldehyd (10,611 %), benzaldehyd (0,513 %) a další méně zastoupené složky.

### 5.2 Hydrodestilace

Wang a kol. ve studii z roku 2009 [39, s. 292] izolovali skořicový esenciální olej z pěti různých druhů skořicových listů pomocí hydrodestilace. Nejvyšší výtěžnost silice (1,54 %) byla zjištěna u druhu *Cinnamomum cassia*, dále *Cinnamomum zeylanicum*, *Cinnamomum pauciflorum*, *Cinnamomum burmannii* a *Cinnamomum tamala*. Složení těchto olejů bylo dále zkoumáno pomocí GC-MS s kolonou o nízké polaritě. Rozdíl ve složení esenciálních olejů mezi jednotlivými druhy byl patrný. (*E*)-cinnamaldehyd byl nalezen u každého druhu s vysokým obsahem, zejména u *C. cassia* a *C. burmannii* byl vedoucí těkavou sloučeninou s nejvyšším plošným podílem. U oleje z listů *C. zeylanicum* byla hlavní sloučenina eugenol (87,3 %) a (*E*)-cinnamaldehyd naopak nebyl přítomen v žádném množství.

Golmohammad a kol. ve studii z roku 2012 [47, s. 247–260] izolovali skořicovou silici z Indie formou hydrodestilace. Vzorky byly před izolací namlety na průměrnou velikost částic od 0,25 do 1,00 mm. Vzorek kůry o hmotnosti 50 g byl podroben hydrodestilaci Clevengerova typu za přítomnosti 200 ml vody po dobu 3 hodin. Výtěžek esenciálního oleje, který činil 3,6 %, byl analyzován na plynovém chromatografu s nepolární kolonou a také pomocí plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií (GC-MS). Ve vzorku bylo identifikováno 8 složek: (*E*)-cinnamaldehyd (79,6 %),  $\alpha$ -copaene (7,2 %),  $\gamma$ -cadinene (6,3 %),  $\alpha$ -muurelene (3,1 %), cubenene (1,5 %), germacrene D (0,9 %), (*E*)-karyofylen (0,7 %) a (*Z*)-cinnamaldehyd.

Kellel a kol. ve studii z roku 2019 [48, s. 1–11] získávali esenciální olej ze skořice (*Cinnamomum zeylanicum*) hydrodestilací. Vzorek skořice byl zakoupen na místním trhu ve městě Sfax na jihu Tuniska. Pro každý pokus bylo odváženo 50 g vzorku *Cinnamomum zeylanicum*, nakrájeno na malé kousky a ponořeno do destilované vody v poměru asi 9 ml·g<sup>-1</sup>. Získaný esenciální olej byl analyzován pomocí GC-MS. K analýze byl použit systém s nepolární kolonou a chemické složení silice ukázalo 23 sloučenin, z nichž nejvíce zastoupené složky byly (*E*)-cinnamaldehyd (77,34 %), (*E*)-cinnamyl acetát (4,98 %), 1,4-benzendikarboxylová kyselina (3,55 %), 1,8-cineol (3,19),  $\alpha$ -pinen (2,60 %) a kyselina kumarová (1,79 %).

Ben Hassine a kol. ve studii z roku 2021 [49, s. 1–11] izolovali hřebíčkový esenciální olej hydrodestilací z hřebíčku zakoupeného na místním trhu v Kefu (severozápadní Tunisko). Byly připraveny dvě dávky (nemleté a mleté), každá o hmotnosti 50 g. Mleté i nemleté pupeny byly samostatně podrobeny hydrodestilaci po dobu 6 hodin pomocí Clevengerovy aparatury. Éterický olej byl získán pomocí dekantéru a poté byl vysušen pomocí bezvodého síranu sodného. Zatímco nemleté pupeny hřebíčku (velikost částic mezi 1,5 a 2 cm) vykazovaly výtěžnost extrakce esenciálního oleje  $7,1 \pm 0,8$  %, mleté poskytly výtěžnost dvakrát vyšší než nemleté vzorky a dosáhly hodnoty  $14,3 \pm 0,6$  %. Získaný esenciální olej byl analyzován pomocí plynové chromatografie a plynové chromatografie spojené s hmotnostní spektrometrií. Na plynovém chromatografu byla použita kolona o nízké polaritě a bylo zjištěno, že eugenol byl hlavní složkou jak u nemletých (87,4 %), tak u mletých pupenů (68,7 %). Cyperen se řadí na druhé místo s průměrnou hodnotou plochy píku přibližně 7,2 % pro nemleté a 20,5 % pro mleté pupeny hřebíčku.

### 5.3 Mikrovlnná extrakce

Yu a kol. ve studii z roku 2020 [46, s. 1–8] izolovali skořicový esenciální olej parní destilací za pomoci mikrovln. Každý vzorek skořice byl vložen do skleněné baňky se zátkou a podroben mikrovlnnému záření za ustálených podmínek po dobu 5 minut. Poté byly vzorky vloženy do destilační baňky a pára generovaná v parním generátoru procházela materiálem po dobu 2 hodin. Složení oleje bylo analyzováno metodou GC-MS s použitím nepolární kapilární kolony. Tři nejvíce zastoupené složky izolovaného skořicového oleje byly: (*E*)-cinnamaldehyd (67,2 %), 2-methoxycinnamaldehyd (15,9 %) a benzaldehyd (0,9 %).

Gonzalez-Rivera a kol. ve studii z roku 2021 [40, s. 1–14] zkoumali vliv několika proměnných na výtěžek a složení esenciálního oleje z pupenů hřebíčku při použití mikrovlnné hydrodestilace. Pro srovnání využili esenciální olej získaný konvenční hydrodestilací. Suché pupeny hřebíčku byly zakoupeny na místním trhu v Indonésii, ty pak byly rozemlety na jemný prášek a odvážené množství (5, 10 a 20 g) bylo smícháno s 200 ml deionizované vody. Vodná disperze byla poté vložena do 350 ml baňky. Nádoba byla obalena kovovou mřížkou, aby se zabránilo emisi mikrovlnného záření z reakčního média. Po dokončení extrakce byl esenciální olej odebrán. Pro srovnání byla provedena také hydrodestilace pupenů hřebíčku pomocí konvenčního ohřevu. 5 g rozemletého koření bylo spolu s 200 ml deionizované vody vloženo do typického Clevengerova extraktoru. Získané vzorky esenciálních olejů byly analyzovány na plynovém chromatografu s polární kolonou. Po 90 minutách mikrovlnné hydrodestilace bylo získáno od  $5,5 \pm 0,8$  do  $16 \pm 1,5$  % hm. esenciálního oleje. Klasická hydrodestilace poskytla nižší množství esenciálního oleje ( $7,8 \pm 0,8$  % hm.), i když doba izolace byla delší (120 min). Hlavní sloučeninou ve složení esenciálního oleje byl eugenol ( $48,9 \pm 2,5$  %), následovaný  $\beta$ -karyofylenem ( $42,8 \pm 2,1$  %). Dalšími identifikovanými sloučeninami byly  $\alpha$ -karyofylen ( $3,7 \pm 0,2$  %),  $\alpha$ -kubenen ( $2,3 \pm 0,1$  %) a  $\alpha$ -kopen ( $2,2 \pm 0,1$  %).

### 5.4 Superkritická fluidní extrakce

Guan a kol. ve studii z roku 2007 [12, s. 1558–1564] porovnávali hřebíčkové oleje získané superkritickou fluidní extrakcí CO<sub>2</sub> s dalšími třemi tradičními metodami (hydrodestilace, destilace s vodní parou a extrakce rozpouštědlem). Pupy hřebíčku byly zakoupeny v čínském Tianjinu a poté byly rozemlety tak, aby bylo dosaženo různé velikosti částic. Následovaly extrakce nadkritickým CO<sub>2</sub>, hydrodestilace, parní destilace a extrakce

rozpouštědlem. Získané vzorky esenciálních olejů byly podrobeny analýze na plynovém chromatografu vybaveného plamenově ionizačním detektorem (FID) a nepolární kolonou. Výsledky ukázaly, že největší vliv na výtěžnost oleje mělo zmenšení velikosti částic a rostoucí tlak. Na obsah eugenolu v hřebíčkovém oleji mělo největší vliv zvýšení teploty a větší velikost částic. Složení hřebíčkového oleje získaného různými metodami bylo většinou podobné, zatímco relativní koncentrace identifikovaných sloučenin se lišila. Hřebíčkový olej získaný parní destilací obsahoval nejvyšší procento eugenolu (58,2 %), dále pak olej získaný SFE (53,8–55,9 %). Hřebíčkový olej získaný hydrodestilací měl nejnižší procento eugenolu (48,82 %).

Hatami a kol. ve studii z roku 2019 [50, s. 39–47] izolovali hřebíčkový esenciální olej pomocí superkritické fluidní extrakce za současného lisování za studena. Hřebíček byl zakoupen na městském trhu ve městě Campinas v Brazílii. Před analýzou byla surovina rozemleta v nožovém mlýnku po dobu 2 minut. Esenciální olej byl získáván při tlaku 150 barů, teplotě 40 °C a použití dvou krouticích momentů (40 a 80 N·m). Nejvyšší výtěžek poskytla extrakce za použití krouticího momentu 40 N·m (22,19 g na 100 g pupenů hřebíčku). Tento olej byl analyzován na plynovém chromatografu s kapilární kolonou o nízké polaritě a obsahoval eugenol (57,7 %), eugenyl-acetát (12,6 %),  $\beta$ -karyofylen (8,3 %) a  $\alpha$ -humulen (0,9 %).

## 5.5 Extrakce ultrazvukem

Alexandru a kol. ve své studii z roku 2013 [8, s. 170] hodnotili účinnost extrakce ultrazvukem a tradiční macerace při extrakci hřebíčkového oleje. Jako rostlinný materiál využili tři šarže sušených pupenů hřebíčku různého původu (Indie, Čína a Madagaskar). Získané esenciální oleje jak pomocí macerace, tak i extrakcí ultrazvukem, byly podrobeny analýze na plynovém chromatografu a hmotnostním spektrometru. Byla použita nepolární kolona. Vyšší výtěžek a celkový obsah fenolických látek v surových extraktech prokázaly, že extrakce pomocí ultrazvuku je účinnější než tradiční macerace.

Yu a kol. ve studii z roku 2020 [46, s. 1–8] izolovali skořicový esenciální olej metodou parní destilace za pomoci ultrazvuku, kdy předúprava skořice byla provedena v ultrazvukovém drtiči. Každý vzorek skořice byl vložen do baňky se zátkou a podroben ultrazvukovému zpracování za ustálených podmínek po dobu 25 minut. Poté byly vzorky umístěny do skleněných destilačních baněk a pára vznikající v parním generátoru procházela materiálem po dobu 2 hodin. Použitím této metody izolace oleje došlo

k nejvyšší výtěžnosti v porovnání s klasickou parní destilací a parní destilací s využitím mikrovln. Složení oleje bylo analyzováno metodou GC-MS s použitím nepolární kapilární kolony a zahrnovalo (*E*)-cinnamaldehyd (72,371 %), 2-methoxycinnamaldehyd (13,262 %), benzaldehyd 0,455 % a další složky o velmi nízkém procentuálním zastoupení.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce byla izolace esenciálních olejů z komerčně dostupných vzorků skořice a hřebíčku v laboratorním měřítku. Tyto získané oleje byly následně porovnány se zakoupenými vzorky esenciálních olejů ze skořice a hřebíčku z různých komerčních zdrojů, a to formou analýzy na plynovém chromatografu.

## 7 PLYNOVÁ CHROMATOGRAFIE

Zakoupené i izolované esenciální oleje ze skořice a hřebíčku, byly podrobeny analýze na plynovém chromatografu DANI Master GC Fast Gas Chromatograph (DANI Instruments S.p.A.) v programu Clarity Chromatography Software verze 4.0.3.876. Pro všechny analýzy byla použita GC kapilární nepolární kolona Zebron™ ZB-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,5 μm). Vzorky byly vždy měřeny pomocí tří metod. Z každého vzorku byl odebrán 1 μl čistého esenciálního oleje, který byl smíchán s 1,5 ml MeOH.

### 7.1 Pomůcky

- Automatická pipeta
- Vialky
- Mikrostríkačka Hamilton 701N



Obrázek 10 Mikrostríkačka Hamilton 701N

### 7.2 Metody měření esenciálních olejů

#### 7.2.1 Metoda 1

Injektor byl vytemperován na teplotu 200 °C a průtok byl nastaven na 1 ml·min<sup>-1</sup>, při děliči toku 1 : 25 s oplachem septa 5 ml·min<sup>-1</sup>. Objem nastřikovaného vzorku byl 1 μl. Analýza začínala na 50 °C, poté docházelo k ohřevu na 120 °C rychlostí 6 °C·min<sup>-1</sup>. Rychlostí 15 °C·min<sup>-1</sup> poté teplota stoupala na 230 °C. Tato teplota poté byla udržována při posledních 15 minutách analýzy. Celková analýza trvala 33,99 min. Byl použit plamenově ionizační detektor (FID), který byl vyhříván na teplotu 270 °C a protékal jím dusík (25 ml·min<sup>-1</sup>), vodík (40 ml·min<sup>-1</sup>) a vzduch (280 ml·min<sup>-1</sup>).

### 7.2.2 Metoda 2

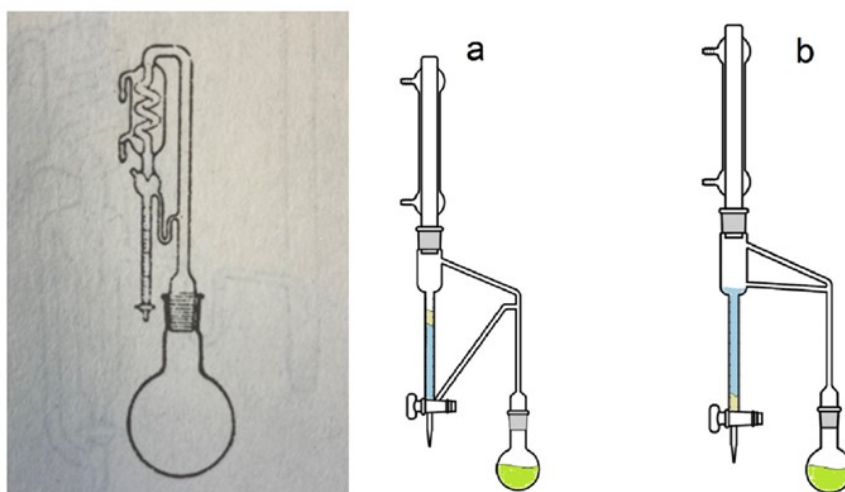
Injektor byl vytemperován na teplotu 200 °C a průtok byl nastaven na 1 ml·min<sup>-1</sup>, při děliči toku 1 : 75 s oplachem septa 5 ml·min<sup>-1</sup>. Objem nastříkovaného vzorku byl 1 µl. Analýza začínala na 40 °C po dobu 4 minut, poté docházelo k ohřevu na 120 °C rychlostí 8 °C·min<sup>-1</sup> až do 200 °C rychlostí 15 °C·min<sup>-1</sup>. Poté teplota stoupala na 300 °C rychlostí 25 °C·min<sup>-1</sup>. Tato teplota poté byla udržována při posledních 5 minutách analýzy. Celková analýza trvala 28,33 min. Byl použit plamenově ionizační detektor (FID), který byl vyhříván na teplotu 270 °C a protékal jím dusík (25 ml·min<sup>-1</sup>), vodík (40 ml·min<sup>-1</sup>) a vzduch (280 ml·min<sup>-1</sup>).

### 7.2.3 Metoda 3

Injektor byl vytemperován na teplotu 220 °C a průtok byl nastaven na 1 ml·min<sup>-1</sup>, při děliči toku 1 : 20 s oplachem septa 5 ml·min<sup>-1</sup>. Objem nastříkovaného vzorku byl 1 µl. Analýza začínala na 60 °C, a poté docházelo k ohřevu na 250 °C rychlostí 3 °C·min<sup>-1</sup>. Celková analýza trvala 63,33 min. Byl použit plamenově ionizační detektor (FID), který byl vyhříván na teplotu 260 °C a protékal jím dusík (25 ml·min<sup>-1</sup>), vodík (40 ml·min<sup>-1</sup>) a vzduch (280 ml·min<sup>-1</sup>).

## 8 IZOLACE SILIC Z KOMERČNĚ DOSTUPNÝCH ZDROJŮ

Izolace skořicového i hřebíčkového esenciálního oleje probíhala formou hydrodestilace pomocí aparatury pro stanovení vody xylenem podle Friedrichse [51]. Na Obrázku 11 je vlevo uveden náčrt aparatury použité k hydrodestilaci, uprostřed a vpravo jsou pak uvedeny dva typy Clevengerovy aparatury [52]. Typ a je určen pro izolaci esenciálních olejů, kdy se esenciální olej hromadí nad hydrosolem díky své nižší hustotě, naopak v případě typu b se esenciální olej hromadí pod hydrosolem, protože má vyšší hustotu.



Obrázek 11 Aparatura pro stanovení vody xylenem podle Friedrichse (vlevo) a Clevengerovy aparatury: a – oleje s nízkou hustotou, b – oleje s vyšší hustotou [51], [52]

Koření bylo zakoupeno jako kusové. Pro izolaci hřebíčkových silic byly zakoupeny vzorky od značek:

- Vitana
- Kotányi
- Avokádo
- BEWIT



Obrázek 12 Vybrané obaly zakoupeného hřebíčku [53], [54], [55], [56], [57]  
Pro hydrodestilaci skořicového éterického oleje byly získány vzorky značky:

- Vitana
- Kotányi
- J. C. HORN
- Koření od Antonína



Obrázek 13 Vybrané obaly zakoupené skořice [58], [59], [60]

Pro každou analýzu bylo odváženo 25 g (hřebíček celý, skořice celá). Skořicová kůra byla jemně nalámána, aby došlo při hydrodestilaci k lepšímu kontaktu s vodou. V případě hřebíčku nebyla žádná úprava vzorku provedena.



Obrázek 14 Potřebné množství hřebíčku a nalámaná skořice připravená pro hydrodestilaci. Každé koření bylo převedeno do 500ml varné baňky spolu s 250 ml destilované vody. Baňka byla umístěna na topné hnízdo a připevněna k aparatuře. V místě chladiče byl zajištěn pomocí silikonových hadiček přívod a odvod vody. Celá sestava je zobrazena na Obrázku 15.



Obrázek 15 Aparatura podle Friedrichse pro hydrodestilaci skořice a hřebíčku

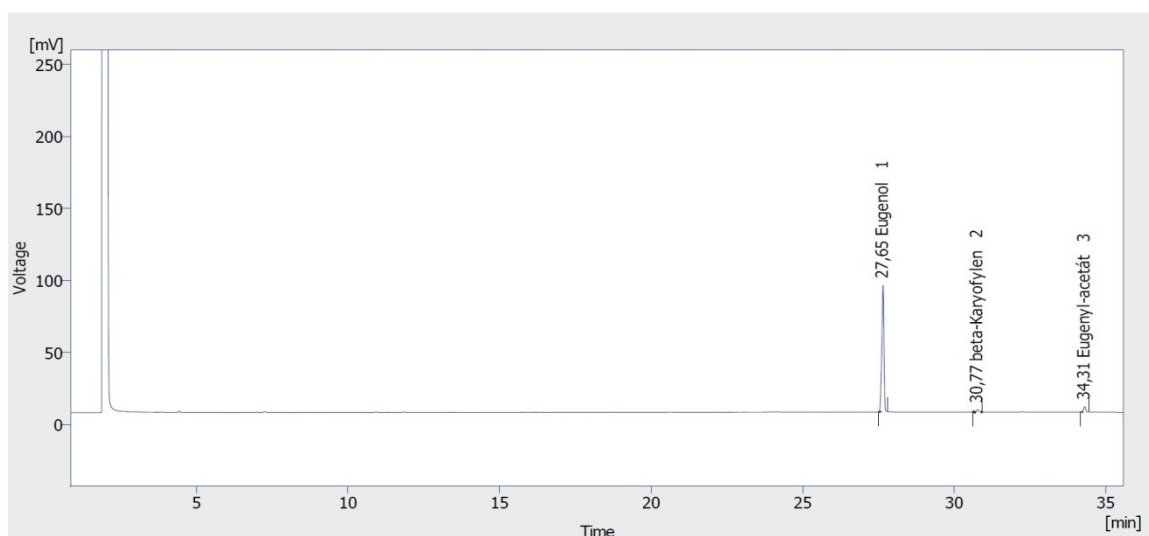
Po přivedení obsahu varné baňky k varu, docházelo ke skapávání hydrosolu a esenciálního oleje přes chladič do odměrné trubice. Esenciální olej se v případě hřebíčku hromadil ve

spodní části odměrné trubice, a bylo možné jej odpustit samostatně po stanovené době izolace (čtyři hodiny) do záchytné nádoby. Do nádoby s hřebíčkovým esenciálním olejem bylo poté přidáno malé množství bezvodého síranu sodného jako sušidla, aby došlo k odstranění případně přítomné vody. Čistý esenciální olej byl dále uchováván v temnu a chladu do doby analýzy.

Skořicový esenciální olej se neodděloval tak výrazně, jako tomu bylo v případě hřebíčku. Olej s vodou tvořil mléčně bílou emulzi, a proto byla v průběhu izolace odpouštěna směs skořicového hydrosolu a esenciálního oleje do zkumavky. Po čtyřech hodinách byla hydrodestilace zastavena a došlo k odpuštění zbytkového hydrosolu s olejem. Tato směs byla dále přelita do dělicí nálevky spolu se 3 ml dichlormethanu. Vytřepávání bylo opakováno třikrát po sobě. Směs dichlormethanu s esenciálním olejem se hromadila ve spodní části dělicí nálevky a byla odpuštěna do zkumavky. Do této zkumavky bylo dále přidáno potřebné množství bezvodého síranu sodného pro vysušení. Vzorek esenciálního oleje v dichlormethanu byl analyzován pomocí plynové chromatografie a podle potřeby byl naředěn.

### 8.1.1 Vitana hřebíček

Hřebíček značky Vitana byl zakoupen v obchodním domě. Po odvážení 25 g byl podroben hydrodestilaci na příslušné aparatuře. Po odpuštění esenciálního oleje došlo ke stanovení výtěžku (6 % hm.) a následně k analýze na plynovém chromatografu, kde bylo zjištěno jeho chemické složení.



Obrázek 16 Chromatogram pro vzorek hřebíček Vitana (Metoda 3)



Tabulka 4 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice Vitana (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Eugenol	94,2
$\beta$ -Karyofylen	1,8
Eugenyl-acetát	4,0

### 8.1.2 Kotányi hřebíček

Esenciální olej z hřebíčku značky Kotányi byl izolován pomocí hydrodestilaci s výtěžkem 8 % hm. Silice byla dále analyzována na plynovém chromatografu. Chemické složení hřebíčkového oleje je uvedeno v Tabulce 5.

Tabulka 5 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice Kotányi (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Eugenol	92,9
$\beta$ -Karyofylen	1,5
Eugenyl-acetát	5,6

### 8.1.3 Avokádo hřebíček

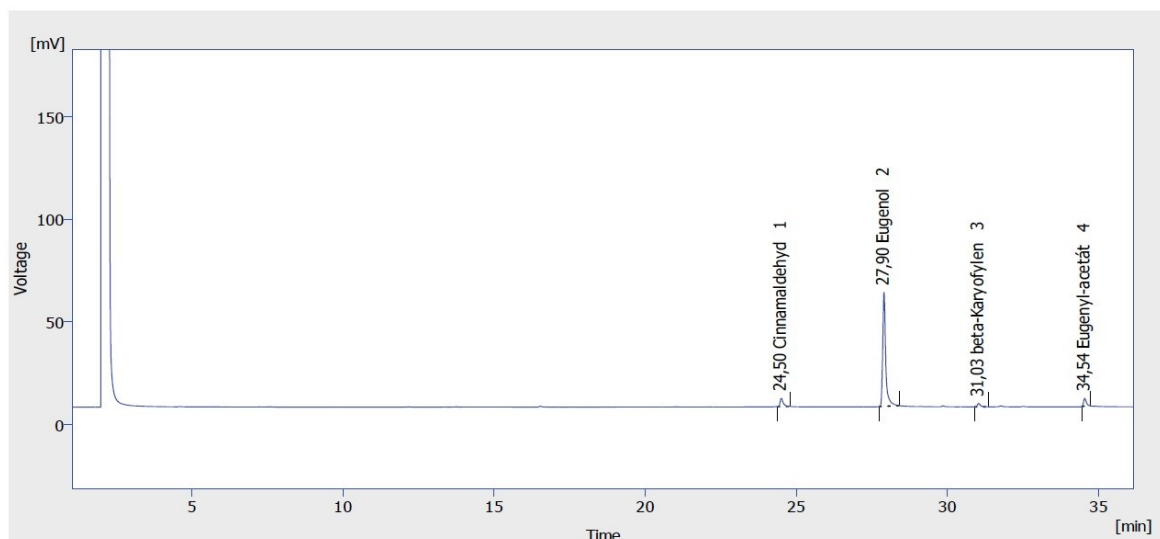
Éterický olej byl izolován z hřebíčku značky Avokádo s výtěžností 8 % hm. Chemické složení tohoto oleje bylo zjištěno pomocí plynové chromatografie a je uvedeno v Tabulce 6.

Tabulka 6 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice Avokádo (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Eugenol	91,0
$\beta$ -Karyofylen	0,9
Eugenyl-acetát	8,0

### 8.1.4 BEWIT hřebíček

Esenciální olej byl hydrodestilací izolován ze vzorku hřebíčku, který byl obdržen od firmy BEWIT FRANCHISE, s. r. o. Byl získán esenciální olej s výtěžkem 10 % hm., který byl poté analyzován na plynovém chromatografu, a jeho složení je uvedeno v Tabulce 7.



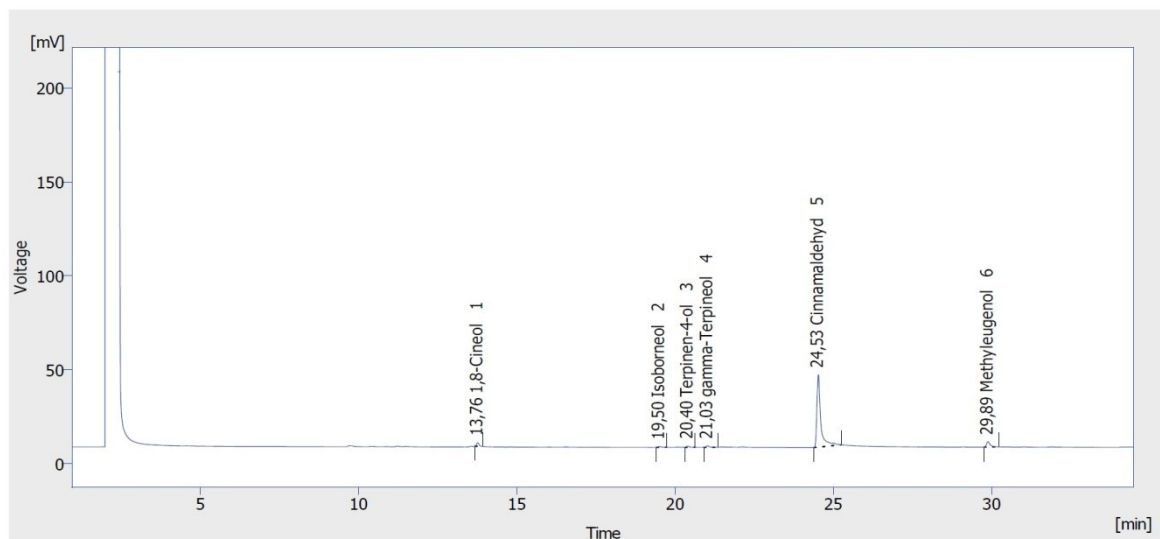
Obrázek 17 Chromatogram pro vzorek hřebíček BEWIT (Metoda 3)

Tabulka 7 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice BEWIT (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Cinnamaldehyd	6,5
Eugenol	85,5
$\beta$ -Karyofylen	2,5
Eugenyl-acetát	5,9

### 8.1.5 Vitana skořice celá

Došlo k zakoupení vzorku koření (Skořice celá) od značky Vitana. Bylo odváženo 25 g skořice, která byla poté nalámána na menší kousky. Po čtyřech hodinách byla hydrodestilace ukončena a byl stanoven výtěžek esenciálního oleje. Tento vzorek bylo jako jediný ze skořicových vzorků možné odpustit bez následné úpravy vytřepávání dichlormethanem. Bylo odpuštěno cca 0,5 ml esenciálního oleje, což přibližně odpovídá výtěžku 2 % hm.



Obrázek 18 Chromatogram pro vzorek skořice Vitana (Metoda 3)

Tabulka 8 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice Vitana (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
1,8-Cineol	2,7
Isoborneol	0,9
Terpinen-4-ol	1,0
$\gamma$ -Terpineol	1,4
Cinnamaldehyd	87,6
Methyleugenol	6,3

### 8.1.6 Kotányi skořice celá

Byla zakoupena kusová skořice značky Kotányi. Z nalámané skořice (25 g) byla odebírána směs hydrosolu a esenciálního oleje v průběhu čtyřhodinové hydrodestilace. Esenciální olej byl získán z dělicí nálevky po vytřepávání dichlormethanem. Výtěžek nebylo možné stanovit.

Tabulka 9 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice Kotányi (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Menthon	1,2
Isoborneol	0,3
Menthol	0,2
$\alpha$ -Terpineol	0,5
Citronellol	1,0
Cinnamaldehyd	94,5
Bornyl-acetát	0,4
$\beta$ -Karyofylen	1,9

### 8.1.7 J. C. HORN skořice celá

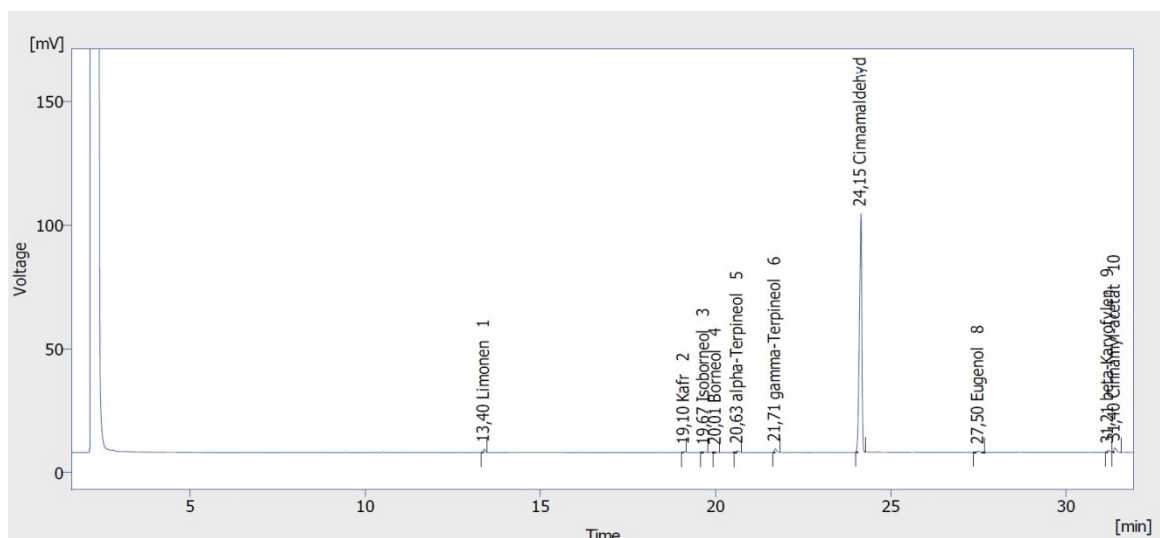
Byly zakoupeny vzorky kusové skořice ve třech 10 g baleních od značky J. C. HORN. Esenciální olej se v průběhu izolace neodděloval od hydrosolu, a proto byla směs odpouštěna a poté vytřepávána v dělicí nálevce pomocí dichlormethanu. Výtěžek opět nebylo možné stanovit.

Tabulka 10 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice J. C. HORN (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
<i>p</i> -Cymen	0,8
Kafr	0,5
Isoborneol	0,2
Borneol	0,2
Cinnamaldehyd	96,5
$\beta$ -Karyofylen	0,6
Cinnamyl-acetát	1,3

### 8.1.8 Koření od Antonína skořice indonéská

Z webové stránky Koření od Antonína byl zakoupen vzorek indonéské skořice. Nalámaná skořice byla podrobena hydrodestilaci. Esenciální olej byl získán po odebrání směsi hydrosolu a esenciálního oleje. Pomocí vytřepávání dichlormethanem, byl získán vzorek esenciálního oleje k analýze.



Obrázek 19 Chromatogram pro vzorek skořice Koření od Antonína (Metoda 3)

Tabulka 11 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice Koření od Antonína (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Limonen	1,1
Kafr	0,3
Isoborneol	0,3
Borneol	0,3
$\alpha$ -Terpineol	0,7
$\gamma$ -Terpineol	1,3
Cinnamaldehyd	93,1
Eugenol	0,6
$\beta$ -Karyofylen	0,7
Cinnamyl-acetát	1,7

## 8.2 Diskuze

V této kapitole byl popsán pracovní postup izolace skořicových a hřebíčkových esenciálních olejů technologií hydrodestilace. V případě hřebíčkových olejů byly stanoveny výtěžky, neboť hustota esenciálního oleje byla vyšší než hustota hydrosolu, a docházelo tak k hromadění oleje ve spodní části odměrné trubice. Nejvyšší výtěžek ze čtyř vzorků hřebíčků, měl vzorek značky BEWIT, a to 10 % hm. Vzorky hřebíčkových silic získaných z hřebíčku od značek Kotányi a Avokádo měly oba výtěžek 8 % hm. Ze vzorku Vitana bylo hydrodestilací získáno nejmenší množství hřebíčkového éterického oleje, a to 6 % hm. Oleje byly poté naředěny (1  $\mu$ l vzorku a 1,5 ml MeOH) a připraveny

k analýze na plynovém chromatografu. V Tabulce 12 je uvedeno srovnání složení jednotlivých izolovaných esenciálních olejů z hřebíčku.

Tabulka 12 Srovnání složení izolovaných hřebíčkových olejů (Metoda 3)

Složka	Procentuální zastoupení složek pro daný vzorek [%]			
	Vitana	Kotányi	Avokádo	BEWIT
Cinnamaldehyd	-	-	-	6,5
Eugenol	94,2	92,9	91,0	85,5
$\beta$ -Karyofylen	1,8	1,5	0,9	2,5
Eugenyl-acetát	4,0	5,6	8,0	5,9

Všechny čtyři vzorky obsahovaly eugenol,  $\beta$ -karyofylen a eugenyl-acetát. Jedinou složkou, která byla obsažena navíc ve vzorku BEWIT, byl cinnamaldehyd v koncentraci 6,5 %. Eugenol se vyskytoval v rozmezí od 85,5 % (vzorek BEWIT) do 94,2 % (vzorek Vitana). Koncentrace  $\beta$ -karyofylenu se pohybovala v rozmezí od 0,9 do 2,5 %, přičemž nejvíce byla tato složka zastoupena ve vzorku BEWIT. Eugenyl-acetát byl obsažen v rozmezí 4,0–8,0 %, nejvíce však ve vzorku Avokádo.

V případě skořicových esenciálních olejů bylo možné stanovit výtěžek pouze u vzorku Vitana (2 % hm.). U dalších vzorků se esenciální olej výrazně neodděloval od hydrosolu, díky své zvýšené mísitelnosti s vodou, proto u olejů izolovaných ze vzorků značek J. C. HORN, Kotányi a Koření od Antonína nebylo možné stanovit výtěžek. Tyto oleje byly získány jako roztoky v dichlormethanu a ačkoli tímto způsobem nedošlo k získání čistého esenciálního oleje bez přítomnosti rozpouštědla, k analýze na plynovém chromatografu byl tento způsob dostačující.

Pro jednoduché izolování a odpuštění skořicové silice by proto bylo vhodnější využít jinou aparaturu, např. aparaturu Clevengerova typu pro esenciální oleje, aparaturu předepsanou podle Lékopisu, popř. prodloužit dobu izolace.

Složení esenciálních olejů izolovaných ze skořice různých značek je uvedeno v Tabulce 13.

Tabulka 13 Srovnání složení izolovaných skořicových olejů (Metoda 3)

Složka	Procentuální zastoupení složek pro daný vzorek [%]			
	Vitana	Kotányi	J. C. HORN	Koření od Antonína
<i>p</i> -Cymen	-	-	0,8	-
Limonen	-	-	-	1,1
1,8-Cineol	2,7	-	-	-
Kafr	-	-	0,5	0,3
Menthon	-	1,2	-	-
Isoborneol	0,9	0,3	0,2	0,3
$\delta$ -Terpineol	-	-	-	-
Borneol	-	-	0,2	0,3
Menthol	-	0,2	-	-
Terpinen-4-ol	1,0	-	-	-
$\alpha$ -Terpineol	-	0,5	-	0,7
$\gamma$ -Terpineol	1,4	-	-	1,3
Citronellol	-	1,0	-	-
Cinnamaldehyd	87,6	94,5	96,5	93,1
Bornyl-acetát	-	0,4	-	-
Eugenol	-	-	-	0,6
Methyleugenol	6,3	-	-	-
$\beta$ -Karyofylen	-	1,9	0,6	0,7
Cinnamyl-acetát	-	-	1,3	1,7

Všechny čtyři vzorky obsahovaly cinnamaldehyd a isoborneol. Cinnamaldehyd, jako hlavní složka skořicové silice získané z kůry, byla obsažena v rozmezí od 87,6 % (Vitana) do 96,5 % (J. C. HORN). Isoborneol byl nejvíce zastoupen ve vzorku Vitana (0,9 %), jinak se jeho koncentrace pohybovala v rozmezí od 0,2 do 0,3 %.  $\beta$ -Karyofylen byl obsažen ve všech vzorcích, kromě vzorku Vitana. Koncentrace této složky se pohybovala od 0,6 do 1,9 %, přičemž nejvyšší obsah byl ve vzorku Kotányi. Vzorky Vitana a Koření od Antonína obsahovaly  $\gamma$ -terpineol v koncentraci od 1,3 do 1,4 %. Esenciální olej ze vzorku Vitana obsahoval dále složky 1,8-cineol, terpinen-4-ol a methyleugenol, jejichž přítomnost nebyla pozorována u žádných ze zbývajících vzorků. Sloučenina  $\alpha$ -terpineol byla pozorována pouze u vzorků Kotányi a Koření od Antonína v procentuálním zastoupení od 0,5 do 0,7 %. Vzorek Kotányi dále obsahoval složky menthon, menthol, citronellol a bornyl-acetát, jejichž přítomnost se ve zbývajících vzorcích nepotvrdila. Vzorek značky

J. C. HORN obsahoval kromě zmíněného cinnamaldehydu, isoborneolu a  $\beta$ -karyofylenu také *p*-cymen, kafr, borneol, a cinnamyl-acetát. Složení vzorku značky Koření od Antonína zahrnovalo limonen, kafr, isoborneol, borneol,  $\alpha$ -terpineol,  $\gamma$ -terpineol, cinnamaldehyd,  $\beta$ -karyofylen, cinnamyl-acetát a jako jediný ze čtyř vzorků také eugenol v koncentraci 0,6 %.



## 9 KOMERČNĚ DOSTUPNÉ SILICE NA TRHU

Pro analýzu na plynovém chromatografu byly zakoupeny vzorky esenciálních olejů z hřebíčku a skořice od firem Original Atok, Aromaterapie Karel Hadek s. r. o., Nobilis Tilia a Saloos naturcosmetic s. r. o. Firma BEWIT FRANCHISE s. r. o. poskytla vzorky formou daru. Tyto vzorky byly analyzovány Metodami 1, 2 a 3 (viz 7.2 Metody měření esenciálních olejů) a bylo určeno složení těchto olejů včetně procentuálního zastoupení.

### 9.1 Hřebíčkové silice

#### 9.1.1 BEWIT hřebíček

Vzorek hřebíčku značky BEWIT byl získán od firmy BEWIT FRANCHISE, s. r. o. Na stránkách je dostupný protokol analýzy tohoto esenciálního oleje, který uvádí, že se jedná o hřebíčkový esenciální olej o charakteristické vůni a čirého vzhledu původem z Indie. V protokolu jsou dále dostupné informace o použitých částech rostliny (plody, listy) a o využití technologii (destilace s vodní parou). Je uvedeno i složení esenciálního oleje, které obsahuje dvě složky – eugenol (76,9 %) a  $\beta$ -karyofylen (17,3 %) [61].

Tabulka 14 Procentuální zastoupení složek ve vzorku BEWIT hřebíček (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Karvakrol	1,7
Eugenol	78,8
$\beta$ -Karyofylen	17,8
Eugenyl-acetát	1,7

#### 9.1.2 Atok hřebíček

Vzorek hřebíčku od značky Atok byl zakoupen na oficiálních webových stránkách Original Atok. Stránka uvádí, že původem éterického oleje je Indonésie, ale neposkytuje informace o tom, ze kterých částí rostliny byl olej získán. Esenciální olej z hřebíčku má nasládlé, silně kořeněné aroma [62].

Tabulka 15 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Atok hřebíček (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Eugenol	89,6
$\beta$ -Karyofylen	8,3
Eugenyl-acetát	2,1

### 9.1.3 Karel Hadek hřebíček

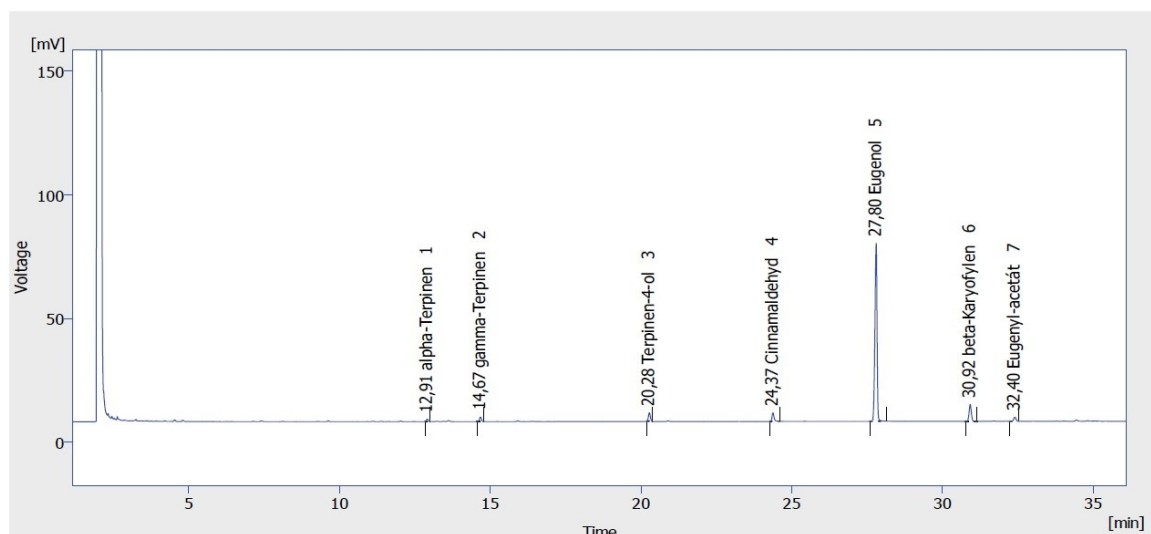
Esenciální olej byl zakoupen z originálního internetového obchodu Aromaterapie Karel Hadek s. r. o. Tento esenciální olej pochází z Indonésie a byl získán pomocí destilace vodní parou. Jako rostlinný materiál byly použity listy, pupeny a větvičky hřebíčku. Webové stránky dále popisují složení oleje (eugenol, eugenyl-acetát a  $\beta$ -karyofylen), avšak konkrétní informace o procentuálním zastoupení těchto složek není uvedena. Vůně tohoto oleje byla popsána jako teplá a nasládlá, silně kořeněná a dřevitá. Jedná se o světle žlutou kapalinu [63]. V Tabulce 16 byly uvedeny identifikované složky a procentuální zastoupení těchto složek.

Tabulka 16 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Karel Hadek hřebíček (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Cinnamaldehyd	2,4
Eugenol	93,2
$\beta$ -Karyofylen	3,7
Eugenyl-acetát	0,7

### 9.1.4 Nobilis Tilia hřebíček listy

Vzorek esenciálního oleje z hřebíčkových listů byl zakoupen z internetové stránky Nobilis Tilia. Na stránce je k dispozici Technický list s informacemi k tomuto éterickému oleji. Je zde uvedeno, že olej pochází z Indonésie a byl získán parní destilací listů, pupat a větviček hřebíčku. Olej je bezbarvý až nažloutlý a má charakteristickou vůni. Chemické složení hřebíčkového oleje obsahuje podle Technického listu eugenol (80–90 %) a  $\beta$ -karyofylen (10–20 %) [64].



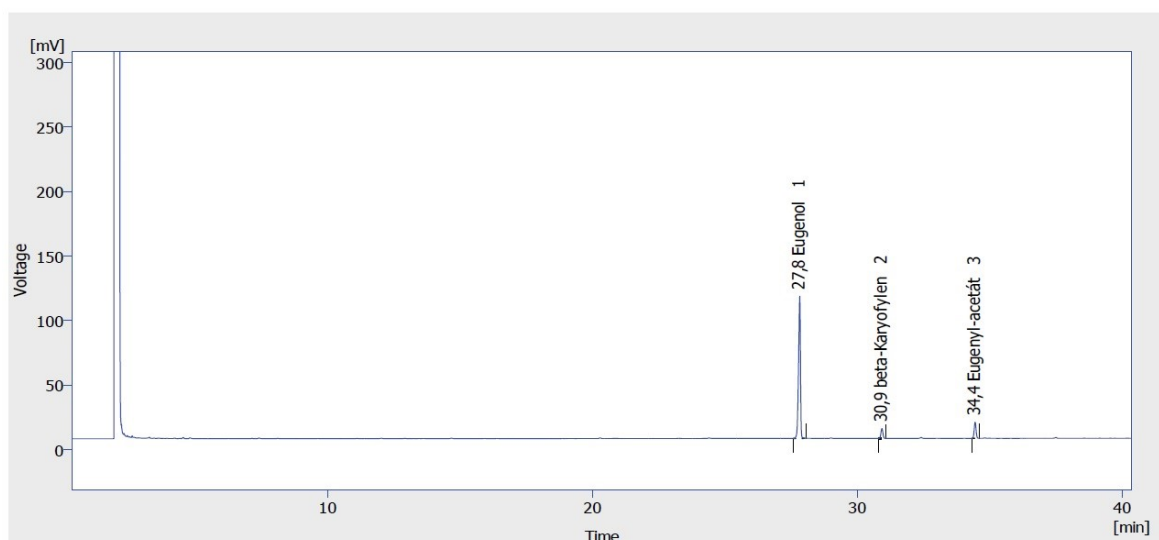
Obrázek 20 Chromatogram pro vzorek Nobilis Tilia hřebíček listy (Metoda 3)

Tabulka 17 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Nobilis Tilia hřebíček listy (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
$\alpha$ -Terpinen	0,9
$\gamma$ -Terpinen	1,8
Terpinen-4-ol	3,5
Cinnamaldehyd	3,7
Eugenol	80,1
$\beta$ -Karyofylen	8,0
Eugenyl-acetát	2,0

### 9.1.5 Nobilis Tilia hřebíček plody

Vzorek silice z hřebíčkových plodů byl získán z e-shopu Nobilis Tilia. Stránka uvádí technický list s informacemi o této silici. Esenciální olej byl získán parní destilací z pupat hřebíčků původem ze Srí Lanky. Olej je světle žluté až žluté barvy a má charakteristickou vůni. Chemické složení oleje obsahuje eugenol (36–95 %),  $\beta$ -karyofylen (2–12 %) a eugenyl-acetát (11–22 %) [65].



Obrázek 21 Chromatogram pro vzorek Nobilis Tilia hřebíček plody (Metoda 3)

Tabulka 18 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Nobilis Tilia hřebíček plody (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Eugenol	84,7
$\beta$ -Karyofylen	6,0
Eugenyl-acetát	9,3

### 9.1.6 Saloos hřebíček

Vzorek hřebíčkové silice byl zakoupen na internetových stránkách Saloos naturcosmetic s. r. o. Web uvádí, že původ tohoto oleje je v Indonésii, a že má intenzivní, hřejivou a kořeněnou vůni. Není zde uvedeno složení, z jakých částí byl olej získán, ani druh použité technologie [66].

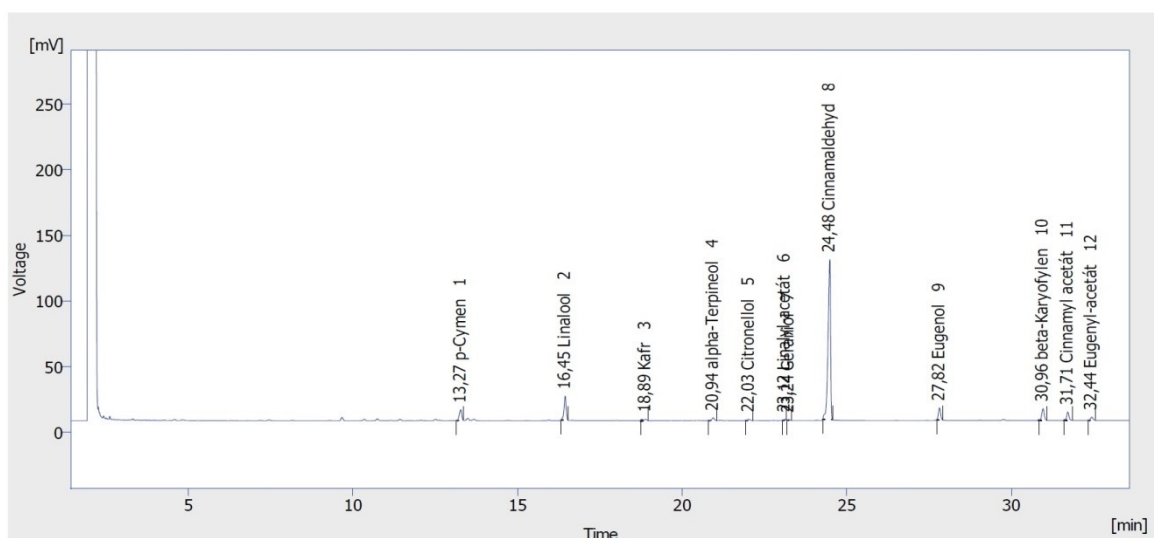
Tabulka 19 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Saloos hřebíček (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Eugenol	89,5
$\beta$ -Karyofylen	8,3
Eugenyl-acetát	2,2

## 9.2 Skořicové silice

### 9.2.1 BEWIT skořice kůra

Silice ze skořicové kůry byla obdržena od firmy BEWIT FRANCHISE, s. r. o. Na jejich webových stránkách je uveden certifikát s informacemi o tomto esenciálním oleji. Na certifikátu je uveden původ oleje (Indie), z jaké části rostliny byl olej získán (kůra) a jakou technologií (destilace s vodní parou). Dále jsou k dispozici také fyzikální vlastnosti, jako je barva oleje (tmavě žlutá), vůně, číslo CAS, bod tání, bod varu, teplota vzplanutí a hustota. Certifikát také uvádí kompletní chemické složení získané analýzou na plynovém chromatografu s hlavními složkami: (*E*)-cinnamaldehyd (63,1 %), linalool (7,6 %) a  $\beta$ -karyofylen (6,1 %) [67].



Obrázek 22 Chromatogram pro vzorek skořice kůra BEWIT (Metoda 3)

Tabulka 20 Procentuální zastoupení složek ve vzorku BEWIT skořice kůra (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
<i>p</i> -Cymen	4,6
Linalool	9,0
Kafr	0,6
$\alpha$ -Terpineol	1,1
Citronellool	0,5
Linalyl-acetát	0,3
Geraniol	0,2
Cinnamaldehyd	69,5
Eugenol	4,6
$\beta$ -Karyofylen	5,1
Cinnamyl-acetát	3,2
Eugenyl-acetát	1,4

### 9.2.2 Karel Hadek skořice

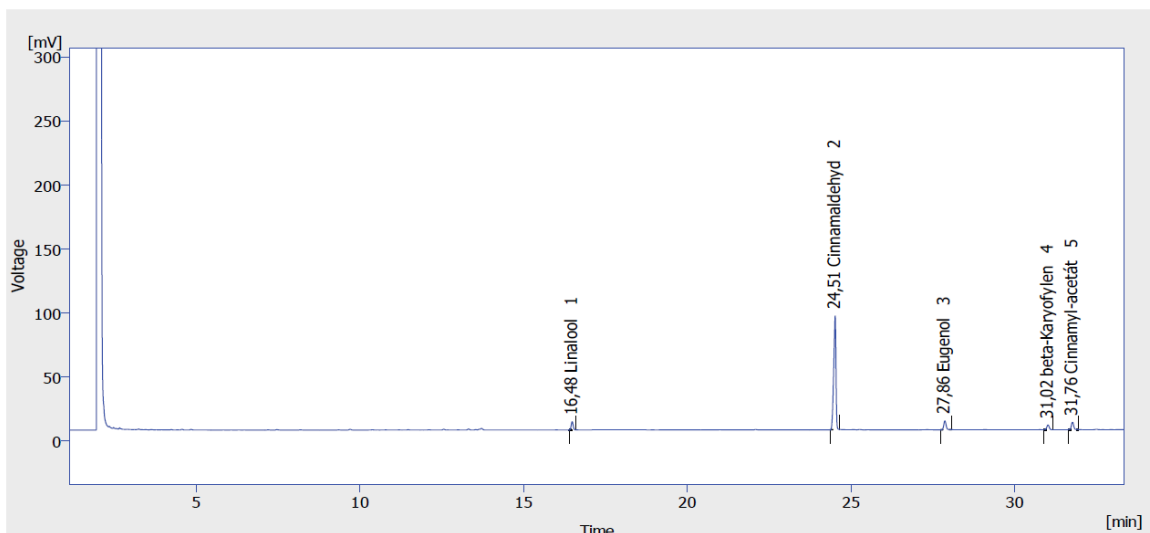
Vzorek skořicového esenciálního oleje značky Karel Hadek byl zakoupen z e-shopu Aromaterapie Karel Hadek s. r. o. Olej byl získán parní destilací z kůry cejlonské skořice pocházející ze Srí Lanky a má oranžově hnědou barvu. Vůně tohoto oleje je teplá, příjemně nasládlá a výrazně kořeněná. Chemické složení oleje zahrnuje cinnamaldehyd, eugenol, furfurool, linalool, benzaldehyd,  $\beta$ -karyofylen a cymol [68].

Tabulka 21 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Karel Hadek skořice (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Linalool	5,0
Cinnamaldehyd	83,2
Eugenol	7,0
$\beta$ -Karyofylen	3,4
Cinnamyl-acetát	1,4

### 9.2.3 Atok skořice kůra

Esenciální olej ze skořicové kůry byl zakoupen od značky Atok z internetové stránky Original Atok. Esenciální olej je získán z cejlonské skořice, která pochází ze Srí Lanky. Má teplé, sladké a kořeněné aroma. Na stránkách nejsou uvedeny informace o přítomných složkách [69].



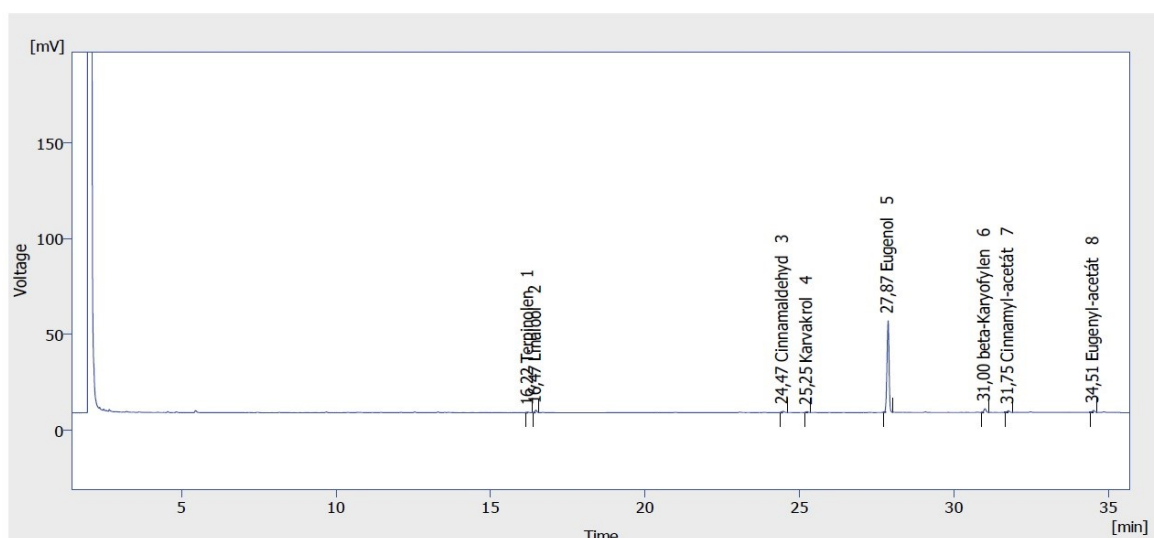
Obrázek 23 Chromatogram pro vzorek Atok skořice kůra (Metoda 3)

Tabulka 22 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Atok skořice kůra (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Linalool	5,1
Cinnamaldehyd	79,5
Eugenol	6,4
$\beta$ -Karyofylen	3,6
Cinnamyl-acetát	5,4

#### 9.2.4 Atok skořice listí

Éterický olej ze skořicového listí cejlonské skořice původem ze Srí Lanky byl zakoupen na webové stránce Original Atok. Stránka uvádí, že olej působí jemněji než esenciální olej ze skořicové kůry, a že má trpké, nasládlé a kořeněné aroma [70].



Obrázek 24 Chromatogram pro vzorek Atok skořice listí (Metoda 3)

Tabulka 23 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Atok skořice listí (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
Terpinolen	0,5
Linalool	2,2
Cinnamaldehyd	1,3
Karvakrol	0,8
Eugenol	87,4
$\beta$ -Karyofylen	3,9
Cinnamyl-acetát	1,9
Eugenyl-acetát	2,0

### 9.2.5 Nobilis Tilia skořice kůra

Vzorek esenciálního oleje ze skořicové kůry byl získán z internetové stránky Nobilis Tilia. Na stránce je uvedena příloha (Technický list) s informacemi, o jaký druh skořice se jedná (cejlonská), číslo CAS, způsob výroby (parní destilace) a země původu (Srí Lanka). Jedná se o žlutou kapalinu s charakteristickou vůní. Je zde uvedena hustota při 20 °C, index lomu, optická rotace a bod vzplanutí. Chemické složení tohoto oleje obsahuje sloučeniny (*E*)-cinnamaldehyd, kumarin, limonen a methoxycinnamaldehyd [71].

Tabulka 24 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Nobilis Tilia skořice kůra (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
$\alpha$ -Terpinen	0,7
Benzyl alkohol	0,6
$\gamma$ -Terpinen	2,1
Linalool	2,6
Terpinen-4-ol	4,8
Cinnamaldehyd	65,7
Eugenol	17,8
$\beta$ -Karyofylen	3,2
Cinnamyl-acetát	2,1
Eugenyl-acetát	0,4

### 9.2.6 Saloos skořice

Vzorek esenciálního oleje ze skořice od značky Saloos byl zakoupen na webu Saloos naturcosmetic s. r. o. Tento olej je původem z Číny a jeho složení se odkazuje na esenciální olej ze skořicových listů s obsahem cinnamalu, kumarinu, benzyl-benzoátu a cinnamyl alkoholu [72].

Tabulka 25 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Saloos skořice (Metoda 3)

Název sloučeniny	Plocha [%]
$\beta$ -Karyofylen	1,6
Cinnamyl-acetát	3,0
Eugenyl-acetát	9,7

### 9.3 Diskuze

Vzorky hřebíčkových a skořicových esenciálních olejů byly získány od různých firem a byly podrobeny analýze na plynovém chromatografu. Bylo vyhodnoceno jejich složení a porovnáno mezi sebou.

Tabulka 26 Srovnání komerčních esenciálních olejů z hřebíčku (Metoda 3)

Složka	Procentuální zastoupení složek pro daný vzorek [%]					
	BEWIT	Atok	Karel Hadek	Nobilis Tilia		Saloos
				Listy	Plody	
$\alpha$ -Pinen	1,8	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Terpinen	-	-	-	0,9	-	-
Limonen	2,7	-	-	-	-	-
1,8-Cineol	27,2	-	-	-	-	-
$\gamma$ -Terpinen	1,1	-	-	1,8	-	-
Terpinolen	0,7	-	-	-	-	-
Linalool	0,2	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	0,3	-	-	3,5	-	-
$\alpha$ -Terpineol	2,5	-	-	-	-	-
Cinnamaldehyd	-	-	2,4	3,7	-	-
Eugenol	54,6	89,6	93,2	80,1	84,7	89,5
$\beta$ -Karyofylen	5,7	8,3	3,7	8,0	6,0	8,3
Eugenyl-acetát	3,3	2,1	0,7	2,0	9,3	2,2

Všechny vzorky obsahovaly ve svém složení eugenol,  $\beta$ -karyofylen a eugenyl-acetát. Eugenol byl nejméně zastoupený ve vzorku BEWIT (54,6 %), naopak nejvíce ve vzorku Karel Hadek (93,2 %),  $\beta$ -karyofylen byl nejvíce zastoupen ve vzorku Atok a Saloos (8,3 %) a nejméně ve vzorku značky Karel Hadek (3,7 %). Eugenyl-acetát se nejvíce vyskytoval ve vzorku Nobilis Tilia Plody v koncentraci 9,3 % a nejméně ve vzorku Karel Hadek (0,7 %). Cinnamaldehyd se vyskytoval ve dvou vzorcích, a to Karel Hadek a Nobilis Tilia Listy v koncentracích od 2,4 do 3,7 %. Terpinen-4-ol se nacházel ve složení vzorků Nobilis Tilia Listy v koncentraci 3,5 % a BEWIT v koncentraci 0,3 %. Sloučenina



$\gamma$ -terpinen byla přítomna ve vzorcích BEWIT (1,1 %) a Nobilis Tilia Listy (1,8 %). Vzorek Nobilis Tilia Listy kromě výše zmíněných složek obsahoval také  $\alpha$ -terpinen jako jediný z analyzovaných komerčních vzorků hřebíčkové silice. Vzorek BEWIT měl při stejném ředění jako ostatní esenciální oleje nejružnorodější složení, a obsahoval kromě zmíněných složek také následující sloučeniny:  $\alpha$ -pinen, limonen, terpinolen, linalool,  $\alpha$ -terpineol a druhou nejvíce zastoupenou složkou v tomto oleji byl 1,8-cineol, který byl přítomen z 27,2 %.

Tabulka 27 Srovnání komerčních esenciálních olejů ze skořice (Metoda 3)

Složka	Procentuální zastoupení složek pro daný vzorek [%]					
	BEWIT	Atok		Karel Hadek	Nobilis Tilia	Saloos
		Kůra	Listí			
$\alpha$ -Terpinen	-	-	-	-	0,7	-
<i>p</i> -Cymen	4,6	-	-	-	-	-
Benzyl alkohol	-	-	-	-	0,6	-
$\gamma$ -Terpinen	-	-	-	-	2,1	-
Terpinolen	-	-	0,5	-	-	-
Linalool	9,0	5,1	2,2	5,0	2,6	-
Kafr	0,6	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	-	-	-	-	4,8	-
$\alpha$ -Terpineol	1,1	-	-	-	-	-
Citronellol	0,5	-	-	-	-	-
Linalyl-acetát	0,3	-	-	-	-	-
Geraniol	0,2	-	-	-	-	-
Cinnamaldehyd	69,5	79,5	1,3	83,2	65,7	85,7
Karvakrol	-	-	0,8	-	-	-
Eugenol	4,6	6,4	87,4	7,0	17,8	-
$\beta$ -Karyofylen	5,1	3,6	3,9	3,4	3,2	1,6
Cinnamyl-acetát	3,2	5,4	1,9	1,4	2,1	3,0
Eugenyl-acetát	1,4	-	2,0	-	0,4	9,7

Všechny vzorky skořicových silic obsahovaly cinnamaldehyd,  $\beta$ -karyofylen a cinnamyl-acetát. Cinnamaldehyd je hlavní složkou esenciálního oleje ze skořicové kůry, a vyskytoval se v rozmezí od 65,7 % (Nobilis Tilia) až 85,7 % (Saloos). Ve vzorku Atok Listí se cinnamaldehyd vyskytoval ve množství 1,3 %, protože esenciální olej ze

skořicových listů je svým složením více podobný esenciálnímu oleji z hřebíčku s eugenolem jako hlavní sloučeninou (87,4 %) a cinnamaldehydem v obsahu jednotek procent.  $\beta$ -Karyofylen byl zastoupen v rozmezí 1,6–5,1 %. Nejmenší obsah této sloučeniny byl ve vzorku Saloos, naopak nejvyšší obsah byl zjištěn ve vzorku BEWIT. Cinnamyl-acetát byl analyzován ve vzorcích v rozmezí od 1,4 % (Karel Hadek) do 5,4 % (Atok Kůra). Sloučenina linalool byla obsažena ve všech vzorcích kromě vzorku Saloos. Nejmenší obsah byl detekován ve vzorku Atok Listí (2,2 %), naopak největší obsah byl zjištěn u vzorku BEWIT (9,0 %). Eugenol byl také detekován u všech vzorků oleje ze skořicové kůry kromě vzorku Saloos s nejnižší koncentrací 4,6 % u vzorku BEWIT a 17,8 % u vzorku Nobilis Tilia. Eugenyl-acetát byl obsažen ve vzorcích BEWIT, Atok Listí, Nobilis Tilia a Saloos, přičemž nejvyšší obsah byl pozorován u vzorku Saloos (9,7 %). Vzorek BEWIT dále obsahoval sloučeniny *p*-cymen, kafr,  $\alpha$ -terpineol, citronellol, linalyl-acetát a geraniol, které nebyly pozorovány u zbylých vzorků. Vzorek Atok Listí obsahoval kromě zmíněných sloučenin i terpinolen, což je složka, která nebyla přítomna u ostatních vzorků. Vzorek Nobilis Tilia obsahoval kromě výše zmíněných složek  $\alpha$ -terpinen, benzyl alkohol,  $\gamma$ -terpinen a terpinen-4-ol, čímž se liší od zbylých vzorků.

## 10 POROVNÁNÍ ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ

### 10.1 Hřebíčkové esenciální oleje

V Tabulce 32 (Příloha I) bylo uvedeno složení všech hřebíčkových olejů, jak izolovaných, tak komerčních, které byly vyhodnoceny na plynovém chromatografu Metodou 3. Měření byla prováděna jednou.

Všechny hřebíčkové esenciální oleje obsahovaly složky eugenol,  $\beta$ -karyofylen a eugenyl-acetát. Eugenol byl nejméně zastoupený v komerčním vzorku BEWIT (54,6 %), naopak nejvíce ve vzorku izolovaného esenciálního oleje značky Vitana (94,2 %). Sloučenina  $\beta$ -karyofylen byla nejméně zastoupena v izolovaném oleji značky Avokádo (0,9 %) a nejvíce zastoupena ve vzorcích značky Atok a Saloos (8,3 %). Eugenyl-acetát se nejvíce vyskytoval v oleji Nobilis Tilia Plody (9,3 %) a nejméně ve vzorku Karel Hadek (0,7 %).

Tabulka 28 Procentuální rozsah složek v hřebíčkovém oleji z plodů podle ISO 3142 [73, s. 259]

Sloučenina	Minimální obsah [%]	Maximální obsah [%]
Eugenol	75,0	87,0
$\beta$ -Karyofylen	2,0	7,0
Eugenyl-acetát	8,0	15,0

V ISO 3142 o koncentraci látek v hřebíčkovém oleji z plodů je uvedeno, že koncentrace eugenolu by měla být v rozmezí 75,0–87,0 %, což splňují pouze vzorky Nobilis Tilia Plody a izolovaný olej značky BEWIT. Koncentrace  $\beta$ -karyofyleny by měla být v rozmezí 2,0–7,0 %, čemu odpovídají pouze vzorky BEWIT (komerční i izolovaný), Karel Hadek, Nobilis Tilia Plody. Obsah eugenyl-acetátu by se podle normy měl nacházet v rozmezí 8,0–15,0 %. Tomu odpovídají vzorky Nobilis Tilia Plody a izolovaný vzorek Avokádo.

Tabulka 29 Procentuální rozsah složek v hřebíčkovém oleji z listů podle ISO 3141 [73, s. 269]

Sloučenina	Minimální obsah [%]	Maximální obsah [%]
Eugenol	80,0	92,0
$\beta$ -Karyofylen	4,0	17,0
Eugenyl-acetát	0,2	1,0

Při srovnání oleje Nobilis Tilia Listy s ISO 3141 byly pozorovány obsahy eugenolu a  $\beta$ -karyofylenu v požadovaném rozsahu. Obsah eugenyl-acetátu byl vyšší, než je maximální obsah této látky uvedený v ISO normě, a to 2,0 %.

Cinnamaldehyd byl přítomen ve třech vzorcích, a to v olejích od značek Karel Hadek (2,4 %), Nobilis Tilia Plody (3,7 %) a v izolovaném hřebíčkovém oleji značky BEWIT (6,5 %). Ve vzorcích BEWIT (komerční) a Nobilis Tilia Listy se dále objevovaly sloučeniny terpinen-4-ol (0,3 a 3,5 %) a  $\gamma$ -terpinen (1,1 a 1,8 %). Vzorek Nobilis Tilia Listy kromě zmíněných složek obsahoval i  $\alpha$ -terpinen. Olejem s nejvíce složkami byl BEWIT (komerční), který kromě výše zmíněných složek obsahoval také  $\alpha$ -pinen, limonen, 1,8-cineol, terpinolen, linalool a  $\alpha$ -terpineol.

Hřebíčkové esenciální oleje, které jsou si svým složením nejvíce podobné, jsou vzorky značky Atok a Saloos. Další podobnost lze pozorovat mezi vzorky Vitana, Kotányi a Avokádo.

## 10.2 Skořicové esenciální oleje

V Tabulce 33 Tabulka 32 (Příloha II) bylo uvedeno složení všech skořicových olejů, jak izolovaných, tak komerčních, které byly vyhodnoceny na plynovém chromatografu Metodou 3. Měření byla prováděna jednou.

Ve složení skořicových silic byla vždy pozorována přítomnost cinnamaldehydu a  $\beta$ -karyofylenu (výjimka: vzorek Vitana). Obsah cinnamaldehydu ve skořicových olejích z plodů se pohyboval od 65,7 % (Nobilis Tilia) do 96,5 % (J. C. HORN). Ve vzorku Atok Listí lze pozorovat velmi nízký obsah cinnamaldehydu (1,3 %) a naopak nejvyšší přítomnost eugenolu ze zkoumaných vzorků (87,4 %). Skořicové oleje z listů jsou totiž svým složením více podobné hřebíčkovým esenciálním olejům s eugenolem jako hlavní sloučeninou.  $\beta$ -Karyofylen byl nejvíce zastoupen ve vzorku BEWIT (5,1 %) a nejméně ve vzorku značky J. C. HORN (0,6 %).

Kromě vzorků Vitana a Kotányi byla také zaznamenána přítomnost cinnamyl-acetátu v rozmezí od 1,3 % (J. C. HORN) do 5,4 % (Atok Kůra). Eugenol byl obsažen ve vzorcích Koření od Antonína (0,6 %), BEWIT (4,6 %), Atok Kůra (6,4 %), Karel Hadek (7,0 %) a nejvyšší obsah ze skořicových olejů z kůry obsahoval vzorek značky Nobilis Tilia (17,8 %).

Tabulka 30 Procentuální rozsah složek ve skořicovém oleji z kůry podle literatury [73, s. 214–215]

Sloučenina	Minimální obsah [%]	Maximální obsah [%]
Cinnamaldehyd	43,0	72,7
$\beta$ -Karyofylen	2,7	7,5
Cinnamyl-acetát	0,9	7,8
Eugenol	0,2	16,4
Linalool	2,1	7,2

Rozsahu koncentrace cinnamaldehydu ve vzorku podle literatury odpovídají pouze vzorky BEWIT a Nobilis Tilia. Všechny zbylé vzorky obsahují vyšší procentuální zastoupení ve srovnání s literaturou. Všechny komerční vzorky skořicových silic kromě vzorku Saloos se nacházejí v rozmezí procentuálního zastoupení sloučeniny  $\beta$ -karyofylen. Izolované vzorky a vzorek značky Saloos mají nižší koncentraci v porovnání s rozsahem uvedeným v literatuře. Všechny vzorky, které ve svém složení obsahují cinnamyl-acetát, se nacházejí v rozmezí uvedeného v literárním zdroji. Vzorky Vitana a Kotányi ve svém složení cinnamyl-acetát neobsahují. Vzorky obsahující ve složení eugenol, se nacházejí v rozmezí v souladu s literaturou, kromě vzorku Nobilis Tilia, jehož procentuální obsah je ve vzorku vyšší, než je uvedené rozmezí. Komerční vzorky skořicových silic, obsahující ve svém složení linalool, se nacházejí v rozmezí vymezeném pro obsah linaloolu ve skořicovém oleji. Jediným olejem, který má vyšší zastoupení linaloolu ve svém složení, je vzorek BEWIT.

Eugenyl-acetát byl detekován ve vzorcích BEWIT, Atok Listí, Nobilis Tilia (s nejnižším obsahem 0,4 %) a Saloos (s nejvyšším obsahem 9,7 %).  $\alpha$ -Terpineol byl obsažen ve třech vzorcích – BEWIT (1,1 %), Koření od Antonína (0,7 %) a Kotányi (0,5 %). Isoborneol byl detekován u všech izolovaných vzorků s nejvyšší koncentrací 0,9 % u vzorku Vitana. Všechny komerční vzorky kromě značky Saloos také obsahovaly linalool s nejvyšší koncentrací 9,0 % ve vzorku BEWIT. Kafr byl přítomen ve třech vzorcích: Koření od Antonína (0,3 %), J. C. HORN (0,5 %) a BEWIT (0,6 %). Ve vzorku BEWIT byly kromě výše zmíněných složek přítomny také sloučeniny *p*-cymen, citronellol, linalyl-acetát a geraniol.

Tabulka 31 Procentuální rozsah složek ve skořicovém oleji z listů podle ISO 3524 [73, s. 223]

Sloučenina	Minimální obsah [%]	Maximální obsah [%]
Eugenol	70,0	83,0
Eugenyl-acetát	1,3	3,0
Cinnamaldehyd	0,8	1,5
Cinnamyl-acetát	1,1	1,8

Ve vzorku Atok Listí byla kromě zmíněných složek detekována přítomnost terpinolenu, a karvakrolu. Ve vzorku Nobilis Tilia byly kromě zmíněných sloučenin identifikovány i látky:  $\alpha$ -terpinen, benzyl alkohol,  $\gamma$ -terpinen a terpinen-4-ol. Vzorek Vitana obsahoval navíc oproti zmíněným sloučeninám i 1,8-cineol, terpinen-4-ol a methyleugenol. Izolovaný olej ze skořice značky Kotányi obsahoval i menthon, menthol, citronellol a bornyl-acetát. Ve vzorku J. C. HORN byla také detekována přítomnost *p*-cymenu a borneolu. Skořicová silice ze vzorku značky Koření od Antonína obsahovala navíc limonen, borneol a  $\gamma$ -terpineol. Velký rozdíl ve složení esenciálních olejů ze skořice závisí na spoustě faktorů, např. země původu, úroda, agroekologické podmínky atd.

Vzorek Atok Listí obsahoval ve svém složení 87,4 % eugenolu, což je vyšší obsah, než maximální obsah uvedený v ISO 3524. Obsah eugenyl-acetátu a cinnamaldehydu je v souladu s rozsahem uvedeným v ISO normě. Obsah cinnamyl-acetátu je ve vzorku o 0,1 % vyšší, než je maximální obsah uvedený v ISO normě.

## ZÁVĚR

První část práce byla věnována popisu rostlin skořice a hřebíčku a chemickému složení jejich silic včetně četných biologických účinků. Způsobů izolace esenciálních olejů z rostlinného materiálu je hned několik. Tradiční konvenční technologie, jako je destilace s vodní parou a hydrodestilace, se však potýkají se závažnými nedostatky. Tyto nedostatky řeší moderní metody, např. využití mikrovlnného záření a ultrazvuku. V poslední kapitole teoretické části byly popsány způsoby izolace v průběhu posledních patnácti let.

Cílem praktické části bylo izolovat esenciální oleje z hřebíčku a skořice pomocí dostupných laboratorních metod v rámci technologické fakulty Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. K tomuto účelu byla zvolena metoda hydrodestilace pomocí aparatury pro stanovení vody xylenem podle Friedrichse. Tato metoda byla vhodná pro izolaci silice z hřebíčku, která má vyšší hustotu než jeho hydrosol. Jelikož se olej hromadil ve spodní části odměrné trubice, bylo možné jej jednoduše oddělit od hřebíčkového hydrosolu. Pro izolaci skořicového oleje by byla pravděpodobně vhodná jiná laboratorní aparatura, např. využití Clevengerova nástavce pro esenciální oleje, jelikož nedocházelo k výraznému oddělování kapek silice od skořicového hydrosolu právě díky výrazné mísitelnosti oleje.

Získané esenciální oleje byly zváženy a byl spočítán jejich výtěžek. Následovala analýza na plynovém chromatografu pomocí tří metod (Metoda 1, 2 a 3), z nichž dvě (Metoda 1 a 2) byly vyvinuty dříve na Univerzitě Tomáše Bati, a poslední metoda (Metoda 3) byla sestavena pomocí literatury. K porovnání chemického složení byly zakoupeny komerční vzorky esenciálních olejů od různých firem (BEWIT, Atok, Karel Hadek, Nobilis Tilia a Saloos).

U všech olejů bylo provedeno vyhodnocení a porovnání obsahu přítomných sloučenin. V rámci analýzy hřebíčkových olejů nebyl pozorován významný rozdíl ve složení mezi zakoupenými a izolovanými vzorky. U skořicových olejů byla zaznamenána mimo hlavní typické složky (cinnamaldehyd,  $\beta$ -karyofylen a cinnamyl-acetát) přítomnost velkého množství dalších složek, které se v rámci vzorků lišily. Lze proto usoudit, že chemické složení skořice je více závislé na druhu, zemi původu, předúpravách, skladovacích podmínkách a způsobu izolace, než by tomu bylo u hřebíčku.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] SURIYAGODA, L., A. J. MOHOTTI, et al. "Ceylon cinnamon": Much more than just a spice. *PLANTS, PEOPLE, PLANET* [online]. **3**(4), 319-336 [cit. 2022-01-30]. ISSN 2572-2611. Dostupné z: doi:10.1002/ppp3.10192
- [2] JAYAPRAKASHA, G. K. a L. J. M. RAO. Chemistry, Biogenesis, and Biological Activities of *Cinnamomum zeylanicum*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [online]. 2011, **51**(6), 547-560 [cit. 2022-01-17]. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408391003699550
- [3] BAKER, B. P. a J. A. GRANT. Cinnamon & Cinnamon Oil Profile. *Cornell Cooperative Extension* [online]. New York State IPM Program, 2018, 1-16 [cit. 2022-02-21]. Dostupné z: <https://hdl.handle.net/1813/56117>
- [4] THAKUR, S., B. WALIA a G. CHAUDHARY. Dalchini (*cinnamomum zeylanicum*): a versatile spice with significant therapeutic potential. *International Journal of Pharmaceutics and Drug Analysis* [online]. 2021, 126-136 [cit. 2022-01-17]. ISSN 2348-8948. Dostupné z: doi:10.47957/ijpda.v9i2.467
- [5] Cinnamon Quills. *Encyclopaedia Britannica* [online]. Encyclopaedia Britannica [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/cinnamon#/media/1/118117/145035>
- [6] Cinnamon Tree. *Encyclopaedia Britannica* [online]. Encyclopaedia Britannica [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/cinnamon#/media/1/118117/240138>
- [7] Cinnamon Tree. *Encyclopaedia Britannica* [online]. Encyclopaedia Britannica [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/cinnamon/images-videos#/media/1/118117/240137>
- [8] ALEXANDRU, L., G. CRAVOTTO, et al. Ultrasound-assisted extraction of clove buds using batch- and flow-reactors: A comparative study on a pilot scale. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. 2013, **20**, 167-172 [cit. 2022-03-21]. ISSN 14668564. Dostupné z: doi:10.1016/j.ifset.2013.07.011



- [9] EL-SABER BATIHA, G., L. M. ALKAZMI, et al. Syzygium aromaticum L. (Myrtaceae): Traditional Uses, Bioactive Chemical Constituents, Pharmacological and Toxicological Activities. *Biomolecules* [online]. 2020, **10**(2) [cit. 2022-02-18]. ISSN 2218-273X. Dostupné z: doi:10.3390/biom10020202
- [10] NURDJANNAH, N. a N. BERMAWIE. Cloves. *Handbook of Herbs and Spices (Second Edition), Volume 1* [online]. Indonesian Agency for Agriculture Research and Development. Indonesia: Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, 2012, s. 197-215 [cit. 2022-01-19]. ISBN 978-0-85709-039-3. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/book/9780857090393/handbook-of-herbs-and-spices#book-info>
- [11] GRULICH, V. SYZYGIUM AROMATICUM (L.) Merr. et L. M. Perry – hřebíčkovec kořený. *BOTANY.CZ* [online]. 12.9.2011 [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/syzygium-aromaticum/>
- [12] GUAN, W., S. LI, et al. Comparison of essential oils of clove buds extracted with supercritical carbon dioxide and other three traditional extraction methods. *Food Chemistry* [online]. 2007, **101**(4), 1558-1564 [cit. 2022-03-26]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2006.04.009
- [13] SIDDIQUI, N. a ADEEL A. A Study on Viscosity, Surface Tension and Volume Flow Rate of Some Edible and Medicinal Oils. 2013, *International Journal of Science, Environment and Technology* 2 (6) s. 1318–1326 [cit. 2022-03-04]. ISSN 2278-3687.
- [14] Clove oil: Oil of cloves, *Eugenia* spp. *Sigma-Aldrich* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.sigmaaldrich.com/CZ/en/product/sigma/c8392>
- [15] ALMATROODI, S. A., M. A. ALSAHLI, et al. Cinnamon and its active compounds: A potential candidate in disease and tumour management through modulating various genes activity. *Gene Reports* [online]. 2020, **21** [cit. 2021-11-23]. ISSN 24520144. Dostupné z: doi:10.1016/j.genrep.2020.100966
- [16] CHERICONI, S., J. M. PRIETO, et al. In Vitro Activity of the Essential Oil of *Cinnamomum zeylanicum* and Eugenol in Peroxynitrite-Induced Oxidative Processes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2005, **53**(12), 4762-4765 [cit. 2021-11-23]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf050183e

- [17] RAO, P. V. a S. H. GAN. Cinnamon: A Multifaceted Medicinal Plant. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2014, **2014**, 1-12 [cit. 2021-12-24]. ISSN 1741-427X. Dostupné z: doi:10.1155/2014/642942
- [18] REVAY, E. E., A. JUNNILA, R.-De XUE, et al. Evaluation of commercial products for personal protection against mosquitoes. *Acta Tropica* [online]. 2013, **125**(2), 226-230 [cit. 2022-03-04]. ISSN 0001706X. Dostupné z: doi:10.1016/j.actatropica.2012.10.009
- [19] LEE, E.-J., J.-R. KIM, et al. Toxicity of Cassia and Cinnamon Oil Compounds and Cinnamaldehyde-Related Compounds to *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Economic Entomology* [online]. 2008, **101**(6), 1960-1966 [cit. 2022-03-04]. ISSN 00220493. Dostupné z: doi:10.1603/0022-0493-101.6.1960
- [20] SHAN, B., Y. Z. CAI, et al. Antioxidant Capacity of 26 Spice Extracts and Characterization of Their Phenolic Constituents. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2005, **53**(20), 7749-7759 [cit. 2021-12-24]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf051513y
- [21] KIM, S. H., S. H. HYUN a S. Y. CHOUNG. Anti-diabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of Ethnopharmacology* [online]. 2006, **104**(1-2), 120-122 [cit. 2021-11-23]. ISSN 03788741. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2005.08.059
- [22] SUBASH BABU, P., S. PRABUSEENIVASAN a S. IGNACIMUTHU. Cinnamaldehyde – A potential antidiabetic agent. *Phytomedicine* [online]. 2007, **14**(1), 15-22 [cit. 2021-11-23]. ISSN 09447113. Dostupné z: doi:10.1016/j.phymed.2006.11.005
- [23] GENDE, L. B., I. FLORIS, et al. Antimicrobial activity of cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) essential oil and its main components against *Paenibacillus* larvae from Argentine. *Bulletin of Insectology* [online]. 2008, **61**(1), 1-4 [cit. 2021-12-24]. ISSN 1721-8861.
- [24] MATAN, N., H. RIMKEEREE, et al. Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2006, **107**(2), 180-185 [cit. 2021-12-24]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2005.07.007

- [25] GOŇI, P., P. LÓPEZ, et al. Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry* [online]. 2009, 116(4), 982-989 [cit. 2021-12-24]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2009.03.058
- [26] PARTHASARATHY, H. a S. THOMBARE. Evaluation of antimicrobial activity of *Azadirachta indica*, *Syzygium aromaticum* and *Cinnamomum zeylanicum* against oral microflora. *Asian J. Exp. Sci* [online]. 2013, 27(2), 13-16 [cit. 2021-12-24]. Dostupné z: <http://www.ajesjournal.com/PDFs/2013-2/4.pdf>
- [27] MITH, H., R. DURÉ, et al. Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Science & Nutrition* [online]. 2014, 2(4), 403-416 [cit. 2022-01-17]. ISSN 2048-7177. Dostupné z: doi:10.1002/fsn3.116
- [28] CONNOLLY, M., A. AXTELL, S. HICKEY, et al. Chemical Burn From Cinnamon Oil. 2017, s. 1–5 [cit. 2022-03-04]. *Eplasty* 17:ic11. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5459757/>
- [29] HÉBERT, C. D., J. YUAN a M.P. DIETER. Comparison of the toxicity of cinnamaldehyde when administered by microencapsulation in feed or by corn oil gavage. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 1994, 32(12), 1107-1115 [cit. 2022-03-04]. ISSN 02786915. Dostupné z: doi:10.1016/0278-6915(94)90126-0
- [30] SHAH, A.H., A.H. AL-SHAREEF, et al. Toxicity Studies in Mice of Common Spices, *Cinnamomum zeylanicum* Bark and Piper Longum Fruits. *Plant Foods for Human Nutrition* [online]. 52(3), 231-239 [cit. 2022-03-04]. ISSN 09219668. Dostupné z: doi:10.1023/A:1008088323164
- [31] PURKAIT, S., A. BHATTACHARYA, et al. Synergistic antibacterial, antifungal and antioxidant efficacy of cinnamon and clove essential oils in combination. *Archives of Microbiology* [online]. 2020, 202(6), 1439-1448 [cit. 2022-02-21]. ISSN 0302-8933. Dostupné z: doi:10.1007/s00203-020-01858-3
- [32] RATRI, P. J., M. AYURINI, et al. Clove Oil Extraction by Steam Distillation and Utilization of Clove Buds Waste as Potential Candidate for Eco-Friendly Packaging. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* [online]. 2020, 9(1), 47-54 [cit. 2022-03-25]. ISSN 2407-2370. Dostupné z: doi:10.15294/jbat.v9i1.24935

- [33] GENG, S., Z. CUI, et al. Variations in essential oil yield and composition during *Cinnamomum cassia* bark growth. *Industrial Crops and Products* [online]. 2011, **33**(1), 248-252 [cit. 2021-12-24]. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2010.10.018
- [34] SURBURG, H. a J. PANTEN. *Common Fragrance and Flavor Materials: Preparation, Properties and Uses* [online]. Sixth Edition. Wiley-VCH Verlag, 2016 [cit. 2022-04-17]. ISBN 9783527331604
- [35] KHALIL, A. A., U. ur RAHMAN, et al. Essential oil eugenol: sources, extraction techniques and nutraceutical perspectives. *RSC Advances* [online]. 2017, **7**(52), 32669-32681 [cit. 2022-03-21]. ISSN 2046-2069. Dostupné z: doi:10.1039/C7RA04803C
- [36] PINGRET, D., A.-S. FABIANO-TIXIER a F. CHEMAT. An Improved Ultrasound Clevenger for Extraction of Essential Oils. *Food Analytical Methods* [online]. 2014, **7**(1), 9-12 [cit. 2022-03-25]. ISSN 1936-9751. Dostupné z: doi:10.1007/s12161-013-9581-0
- [37] MASANGO, P. Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2005, **13**(8), 833-839 [cit. 2022-03-25]. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2004.02.039
- [38] SAHRAOUI, N. a C. BOUTEKEDJIRET. Innovative Process of Essential Oil Extraction: Steam Distillation Assisted by Microwave. DINCER, Ibrahim, C. Ozgur COLPAN, Onder KIZILKAN a M. Akif EZAN, ed. *Progress in Clean Energy, Volume I* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2015, 2015, s. 831-841 [cit. 2022-03-27]. ISBN 978-3-319-16708-4. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-16709-1\_61
- [39] WANG, R., R. WANG a B. YANG. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. 2009, **10**(2), 289-292 [cit. 2022-03-27]. ISSN 14668564. Dostupné z: doi:10.1016/j.ifset.2008.12.002
- [40] GONZALEZ-RIVERA, J., C. DUCE, B. CAMPANELLA, et al. In situ microwave assisted extraction of clove buds to isolate essential oil, polyphenols, and lignocellulosic compounds. *Industrial Crops and Products* [online]. 2021, **161** [cit. 2022-03-29]. ISSN 09266690. Dostupné z: doi:10.1016/j.indcrop.2020.113203

- [41] SAMADI, M., Z. Z. ABIDIN, et al. Assessing the kinetic model of hydro-distillation and chemical composition of *Aquilaria malaccensis* leaves essential oil. *Chinese Journal of Chemical Engineering* [online]. 2017, **25**(2), 216-222 [cit. 2022-03-27]. ISSN 10049541. Dostupné z: doi:10.1016/j.cjche.2016.09.006
- [42] CARDOSO-UGARTE, G. A., G. P. JUÁREZ-BECERRA, et al. Microwave-assisted Extraction of Essential Oils from Herbs. *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* [online]. 2016, **47**(1), 63-72 [cit. 2022-03-29]. ISSN 0832-7823. Dostupné z: doi:10.1080/08327823.2013.11689846
- [43] LUCCHESI, M. E., F. CHEMAT a J. SMADJA. An original solvent free microwave extraction of essential oils from spices. *Flavour and Fragrance Journal* [online]. 2004, **19**(2), 134-138 [cit. 2022-03-22]. ISSN 0882-5734. Dostupné z: doi:10.1002/ffj.1274
- [44] MARKOM, M., H. SINGH a M. HASAN. Supercritical CO<sub>2</sub> fractionation of crude palm oil. *The Journal of Supercritical Fluids* [online]. 2001, **20**(1), 45-53 [cit. 2022-03-27]. ISSN 08968446. Dostupné z: doi:10.1016/S0896-8446(00)00104-2
- [45] SALEHAN, N. A. Md, A. Z. SULAIMAN a A. AJIT. Effect of Temperature and Sonication on the Extraction of Gallic Acid From *Labisia Pumila* (KACIP FATIMAH). *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences* [online]. 2016, **11**(4), 2193-2198 [cit. 2022-03-27]. ISSN 1819-6608. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/303804439\\_EFFECT\\_OF\\_TEMPERATURE\\_AND\\_SONICATION\\_ON\\_THE\\_EXTRACTION\\_OF\\_GALLIC\\_ACID\\_FROM\\_LABISIA\\_PUMILA\\_KACIP\\_FATIMAH](https://www.researchgate.net/publication/303804439_EFFECT_OF_TEMPERATURE_AND_SONICATION_ON_THE_EXTRACTION_OF_GALLIC_ACID_FROM_LABISIA_PUMILA_KACIP_FATIMAH)
- [46] YU, T., H. YAO, et al. GC-MS analysis of volatiles in cinnamon essential oil extracted by different methods. *Grasas y Aceites* [online]. 2020, **71**(3) [cit. 2022-03-27]. ISSN 1988-4214. Dostupné z: doi:10.3989/gya.0462191
- [47] GOLMOHAMMAD, F., M.H. EIKANI a H.M. MAYMANDI. Cinnamon Bark Volatile Oils Separation and Determination Using Solid-Phase Extraction and Gas Chromatography. *Procedia Engineering* [online]. 2012, **42**, 247-260 [cit. 2022-04-02]. ISSN 18777058. Dostupné z: doi:10.1016/j.proeng.2012.07.416

- [48] KALLEL, I., B. HADRICH, et al. Optimization of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume) Essential Oil Extraction: Evaluation of Antioxidant and Antiproliferative Effects. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* [online]. 2019, **2019**, 1-11 [cit. 2022-04-03]. ISSN 1741-427X. Dostupné z: doi:10.1155/2019/6498347
- [49] BEN HASSINE, D., S. KAMMOUN EL EUCH, et al. Clove Buds Essential Oil: The Impact of Grinding on the Chemical Composition and Its Biological Activities Involved in Consumer's Health Security. *BioMed Research International* [online]. 2021, **2021**, 1-11 [cit. 2022-04-01]. ISSN 2314-6141. Dostupné z: doi:10.1155/2021/9940591
- [50] HATAMI, T., J. C.F. JOHNER, et al. Supercritical fluid extraction assisted by cold pressing from clove buds: Extraction performance, volatile oil composition, and economic evaluation. *The Journal of Supercritical Fluids* [online]. 2019, **144**, 39-47 [cit. 2022-04-02]. ISSN 08968446. Dostupné z: doi:10.1016/j.supflu.2018.10.003
- [51] Katalog laboratorního skla II. díl: *Foukačské sklo a zábrusová část*. Stanovení vody xylenem podle Friedrichse. Labora. s. 181 [cit. 2022-04-02].
- [52] VINATORU, M., T.J. MASON a I. CALINESCU. Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* [online]. 2017, **97**, 159-178 [cit. 2022-05-08]. ISSN 01659936. Dostupné z: doi:10.1016/j.trac.2017.09.002
- [53] Vitana hřebíček celý 18g. In: *Tesco* [online]. [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: [https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001020053327?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CJm\\_uONh0\\_37NbKiXZFTJjSLMg1KE7KY6mYz51Lp\\_6LoWX\\_\\_9ZBSygaAn-cEALw\\_wcB](https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001020053327?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CJm_uONh0_37NbKiXZFTJjSLMg1KE7KY6mYz51Lp_6LoWX__9ZBSygaAn-cEALw_wcB)
- [54] Kotányi hřebíček celý 18g. In: *Tesco* [online]. [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: [https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001130823856?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CLi8zwHbX1r2SmUPnNuqB0WT5TWWvpaa\\_ox3hJiZ2t-5KeTuT4gCZlaArv3EALw\\_wcB](https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001130823856?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CLi8zwHbX1r2SmUPnNuqB0WT5TWWvpaa_ox3hJiZ2t-5KeTuT4gCZlaArv3EALw_wcB)
- [55] Jednodruhové koření: Hřebíček celý. In: *Pěkný-Unimex s.r.o.* [online]. [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: <http://avokado.cz/produkty/jednodruhove-koreni/hrebicek-cely/>
- [56] BEWIT LOGO. BEWIT FRANCHISE s. r. o. [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://bewit.love/>

- [57] Co dokáže hřebíček?. Natural Swiss: You Are What You Eat [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: <https://www.detoxikace-organismu.info/hrebicek>
- [58] Vitana skořice celá 10 g. In: *Tesco* [online]. [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: [https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001020053291?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CJYz60QwhVhc5mknSrI\\_RrFiI6NK4ClEPDn1fgI3x9RTDDqxFeoTfsaAjNKEALw\\_wcB](https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001020053291?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CJYz60QwhVhc5mknSrI_RrFiI6NK4ClEPDn1fgI3x9RTDDqxFeoTfsaAjNKEALw_wcB)
- [59] Kotányi skořice celá 17 g. In: *Tesco* [online]. [cit. 2022-05-09]. Dostupné z: [https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001018968106?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CIdZlvcn60xwvP3vi84h8crKXWkP6gI-2KXnXY3BJD6VIKzZ-8kGBcaAu9KEALw\\_wcB](https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2001018968106?gclid=Cj0KCQjwsdiTBhD5ARIsAIPW8CIdZlvcn60xwvP3vi84h8crKXWkP6gI-2KXnXY3BJD6VIKzZ-8kGBcaAu9KEALw_wcB)
- [60] J. C. HORN Skořice celá. Pekárna Racek [online]. [cit. 2022-05-10]. Dostupné z: [https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.eracek.cz%2F919378-j-c-horn-skorice-cela&psig=AOvVaw0LCWS6mQHDcz-GXMcl3JoH&ust=1652255280206000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjRxxqFwoTCPi\\_hNu41PcCFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.eracek.cz%2F919378-j-c-horn-skorice-cela&psig=AOvVaw0LCWS6mQHDcz-GXMcl3JoH&ust=1652255280206000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjRxxqFwoTCPi_hNu41PcCFQAAAAAdAAAAABAD)
- [61] Clove: GC Analysis Report. *BEWIT FRANCHISE* [online]. Ostrava [cit. 2022-04-21]. Dostupné z: <https://bewit.love/images/1586437588-GC-Analysis-Report-BEWIT-Clove.pdf>
- [62] Éterický olej Hřebíček. *Original Atok* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: [https://www.originalatok.cz/produkt/etericky-olej-hrebicek/?gclid=Cj0KCQjw3v6SBhCsARIsACyrRAMXrk9h2tbdcI\\_vokzuz0JJVxWbAXYLUmTfTkcLyuzbtjAD4U3Jb5IaAm8AEALw\\_wcB](https://www.originalatok.cz/produkt/etericky-olej-hrebicek/?gclid=Cj0KCQjw3v6SBhCsARIsACyrRAMXrk9h2tbdcI_vokzuz0JJVxWbAXYLUmTfTkcLyuzbtjAD4U3Jb5IaAm8AEALw_wcB)
- [63] Hřebíček Éterický olej. *Aromaterapie Karel Hadek* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: <https://www.aromakh.cz/hrebicek-etericky-olej-10-ml.html>
- [64] Éterický olej Hřebíček, listy: Technický list. *Nobilis Tilia* [online]. 2019 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: [https://eshop.nobilis.cz/produkt/etericky-olej-hrebicek-listy?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fKTgkWOkTDoeWbis\\_Azly3RIRSTfhurvfaJyGVrz5PwgOgYFReIH3IaAstVEALw\\_wcB](https://eshop.nobilis.cz/produkt/etericky-olej-hrebicek-listy?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fKTgkWOkTDoeWbis_Azly3RIRSTfhurvfaJyGVrz5PwgOgYFReIH3IaAstVEALw_wcB)
- [65] Éterický olej Hřebíček, plody: Technický list. *Nobilis Tilia* [online]. 2019 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: [https://eshop.nobilis.cz/produkt/etericky-olej-hrebicek-plody?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fLkfxJBAEULwUa8weE7vIys18VE8C0cZXPLoPC9pA8NxpXfpxHb4MaAi-vEALw\\_wcB](https://eshop.nobilis.cz/produkt/etericky-olej-hrebicek-plody?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fLkfxJBAEULwUa8weE7vIys18VE8C0cZXPLoPC9pA8NxpXfpxHb4MaAi-vEALw_wcB)

- [66] Hřebíček: Esenciální oleje. *Saloos naturcosmetic* [online]. [cit. 2022-04-27]. Dostupné z: [https://www.saloos.cz/c/esencialni-oleje-salus/hrebicek?gclid=Cj0KCQjw06OTBhC\\_ARIsAAU1yOXJiy9eK-q4GA6GH2RLM9GG-cjLEQsJdmfPUC3vIrtcsNtIsxorFJAaAqwkEALw\\_wcB](https://www.saloos.cz/c/esencialni-oleje-salus/hrebicek?gclid=Cj0KCQjw06OTBhC_ARIsAAU1yOXJiy9eK-q4GA6GH2RLM9GG-cjLEQsJdmfPUC3vIrtcsNtIsxorFJAaAqwkEALw_wcB)
- [67] BEWIT Cinnamon, Bark: Certificate of Analysis. *BEWIT FRANCHISE* [online]. Ostrava [cit. 2022-04-22]. Dostupné z: <https://bewit.love/produkt/skorice-kura/?cid=30&do=viewCertificate>
- [68] Éterický olej SKOŘICE KŮRA. *Aromaterapie Karel Hadek* [online]. [cit. 2022-04-22]. Dostupné z: <https://www.aromakh.cz/etericky-olej-skorice-kura.html>
- [69] Éterický olej Skořice - kůra. *Original Atok* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: [https://www.originalatok.cz/produkt/etericky-olej-skorice-kura/?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fIw5cGjEwtXnp6jtE0Tj-9jcOnfrBy0gZN7rJ92Idbl3jbb-A5Nt0aApjnEALw\\_wcB](https://www.originalatok.cz/produkt/etericky-olej-skorice-kura/?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fIw5cGjEwtXnp6jtE0Tj-9jcOnfrBy0gZN7rJ92Idbl3jbb-A5Nt0aApjnEALw_wcB)
- [70] Éterický olej Skořice - listí. *Original Atok* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://www.originalatok.cz/produkt/etericky-olej-skorice-listi/>
- [71] Éterický olej Skořice, kůra: Technický list. *Nobilis Tilia* [online]. 2019 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: [https://eshop.nobilis.cz/produkt/etericky-olej-skorice-kura?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fLs2U-V6GxtWRInbRQp\\_49yMeg5W0wL2tkDo3X5iWqERUGfBF8JzfEaAgSPEALw\\_wcB](https://eshop.nobilis.cz/produkt/etericky-olej-skorice-kura?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fLs2U-V6GxtWRInbRQp_49yMeg5W0wL2tkDo3X5iWqERUGfBF8JzfEaAgSPEALw_wcB)
- [72] Skořice: Esenciální oleje. *Saloos naturcosmetic* [online]. [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: [https://www.saloos.cz/c/esencialni-oleje-salus/skorice?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fJX9J-AIBGM44f1S86XyCTKHdrghY5F9TPbbMgpbmRzkZJMaCc\\_-fQaAsFIEALw\\_wcB](https://www.saloos.cz/c/esencialni-oleje-salus/skorice?gclid=Cj0KCQjw6pOTBhCTARIsAHF23fJX9J-AIBGM44f1S86XyCTKHdrghY5F9TPbbMgpbmRzkZJMaCc_-fQaAsFIEALw_wcB)
- [73] DE GROOT, A. C. a E. SCHMIDT. *Essential Oils: Contact Allergy and Chemical Composition* [online]. CRC Press, 2016, s. 1-1059 [cit. 2022-05-09]. ISBN 1482246406, 9781482246407. Dostupné z: <http://library.lol/main/91F76774F325744C644F6F67C6418BE3>



**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

EO	Esenciální olej
EPA	Agentura pro ochranu životního prostředí
FAO	Organizace pro výživu a zemědělství
FDA	Úřad pro kontrolu potravin a léčiv
FID	Plamenově ionizační detektor
FTIR	Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací
GC-MS	Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií
IC <sub>50</sub>	Inhibiční koncentrace
LC <sub>50</sub>	Koncentrace látky, která je smrtící pro 50 % testovaných zvířat
MeOH	Methanol
NOEL	Koncentrace, při níž nejsou pozorovatelné žádné účinky látky
SFE	Superkritická fluidní extrakce
SFME	Mikrovlákná extrakce bez přítomnosti rozpouštědla

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Listy, květy a kůra stromu <i>Cinnamomum verum</i> [5], [6], [7] .....	13
Obrázek 2 <i>Syzygium aromaticum</i> [11].....	14
Obrázek 3 ( <i>E</i> )-cinnamaldehyd, borneol, kyselina skořicová, cinnamyl-acetát .....	27
Obrázek 4 Eugenol, $\beta$ -karyofylen, eugenyl-acetát.....	29
Obrázek 5 Aparatura pro destilaci s vodní parou, upraveno podle [38, s. 835] .....	31
Obrázek 6 Clevengerova aparatura pro hydrodestilaci, upraveno podle [41, s. 2].....	32
Obrázek 7 Přístroj SFME, upraveno podle [43, s. 134].....	33
Obrázek 8 Schéma aparatury superkritické CO <sub>2</sub> extrakce, upraveno podle [44, s. 46].....	34
Obrázek 9 Schéma extrakce pomocí ultrazvuku, upraveno podle [45, s. 2194].....	35
Obrázek 10 Mikrostříkačka Hamilton 701N .....	43
Obrázek 11 Aparatura pro stanovení vody xylenem podle Friedrichse (vlevo) a Clevengerovy aparatury: a – oleje s nízkou hustotou, b – oleje s vyšší hustotou [51], [52] .....	45
Obrázek 12 Vybrané obaly zakoupeného hřebíčku [53], [54], [55], [56], [57].....	46
Obrázek 13 Vybrané obaly zakoupené skořice [58], [59], [60].....	46
Obrázek 14 Potřebné množství hřebíčku a nalámaná skořice připravená pro hydrodestilaci .....	47
Obrázek 15 Aparatura podle Friedrichse pro hydrodestilaci skořice a hřebíčku.....	47
Obrázek 16 Chromatogram pro vzorek hřebíček Vitana (Metoda 3) .....	48
Obrázek 17 Chromatogram pro vzorek hřebíček BEWIT (Metoda 3) .....	50
Obrázek 18 Chromatogram pro vzorek skořice Vitana (Metoda 3) .....	51
Obrázek 19 Chromatogram pro vzorek skořice Koření od Antonína (Metoda 3) .....	53
Obrázek 20 Chromatogram pro vzorek Nobilis Tilia hřebíček listy (Metoda 3).....	58
Obrázek 21 Chromatogram pro vzorek Nobilis Tilia hřebíček plody (Metoda 3) .....	59
Obrázek 22 Chromatogram pro vzorek skořice kůra BEWIT (Metoda 3) .....	60
Obrázek 23 Chromatogram pro vzorek Atok skořice kůra (Metoda 3).....	62
Obrázek 24 Chromatogram pro vzorek Atok skořice listí (Metoda 3) .....	62

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 Akutní, subchronická a chronická toxicita cinnamaldehydu [3, s. 4–6].....	19
Tabulka 2 Procentuální zastoupení jednotlivých složek skořice v dané části rostliny [17, s. 2] .....	25
Tabulka 3 Sloučeniny obsažené v <i>Cinnamomum zeylanicum</i> [4, s. 127].....	26
Tabulka 4 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice Vitana (Metoda 3).....	49
Tabulka 5 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice Kotányi (Metoda 3).....	49
Tabulka 6 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice Avokádo (Metoda 3).....	49
Tabulka 7 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované hřebíčkové silice BEWIT (Metoda 3).....	50
Tabulka 8 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice Vitana (Metoda 3).....	51
Tabulka 9 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice Kotányi (Metoda 3).....	52
Tabulka 10 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice J. C. HORN (Metoda 3).....	52
Tabulka 11 Výsledky chromatogramu pro analýzu izolované skořicové silice Koření od Antonína (Metoda 3).....	53
Tabulka 12 Srovnání složení izolovaných hřebíčkových olejů (Metoda 3) .....	54
Tabulka 13 Srovnání složení izolovaných skořicových olejů (Metoda 3).....	55
Tabulka 14 Procentuální zastoupení složek ve vzorku BEWIT hřebíček (Metoda 3).....	57
Tabulka 15 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Atok hřebíček (Metoda 3) .....	57
Tabulka 16 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Karel Hadek hřebíček (Metoda 3) .	58
Tabulka 17 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Nobilis Tilia hřebíček listy (Metoda 3) .....	59
Tabulka 18 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Nobilis Tilia hřebíček plody (Metoda 3).....	59
Tabulka 19 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Saloos hřebíček (Metoda 3).....	60
Tabulka 20 Procentuální zastoupení složek ve vzorku BEWIT skořice kůra (Metoda 3)...	61
Tabulka 21 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Karel Hadek skořice (Metoda 3) ...	61
Tabulka 22 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Atok skořice kůra (Metoda 3) .....	62
Tabulka 23 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Atok skořice listí (Metoda 3) .....	63
Tabulka 24 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Nobilis Tilia skořice kůra (Metoda 3) .....	63
Tabulka 25 Procentuální zastoupení složek ve vzorku Saloos skořice (Metoda 3).....	64

---

Tabulka 26 Srovnání komerčních esenciálních olejů z hřebíčku (Metoda 3).....	64
Tabulka 27 Srovnání komerčních esenciálních olejů ze skořice (Metoda 3) .....	65
Tabulka 28 Procentuální rozsah složek v hřebíčkovém oleji z plodů podle ISO 3142 [73, s. 259] .....	67
Tabulka 29 Procentuální rozsah složek v hřebíčkovém oleji z listů podle ISO 3141 [73, s. 269] .....	67
Tabulka 30 Procentuální rozsah složek ve skořicovém oleji z kůry podle literatury [73, s. 214–215] .....	69
Tabulka 31 Procentuální rozsah složek ve skořicovém oleji z listů podle ISO 3524 [73, s. 223] .....	70
Tabulka 32 Srovnání izolovaných hřebíčkových olejů s komerčně dostupnými (Metoda 3) .....	86
Tabulka 33 Srovnání izolovaných skořicových olejů s komerčně dostupnými (Metoda 3)	87

## SEZNAM PŘÍLOH

**P I: Srovnávací tabulka pro všechny hřebíčkové esenciální oleje**

**P II: Srovnávací tabulka pro všechny skořicové esenciální oleje**

**P III: Chromatogramy esenciálních olejů Metoda 1 – Hřebíček**

**P IV: Chromatogramy esenciálních olejů Metoda 2 – Hřebíček**

**P V: Chromatogramy esenciálních olejů Metoda 1 – Skořice**

**P VI: Chromatogramy esenciálních olejů Metoda 2 – Skořice**

## PŘÍLOHA I: SROVNÁVACÍ TABULKA PRO VŠECHNY HŘEBÍČKOVÉ ESENCIÁLNÍ OLEJE

Tabulka 32 Srovnání izolovaných hřebíčkových olejů s komerčně dostupnými (Metoda 3)

Analyt	Rt [min]	Plocha [%]									
		Značka									
		Zakoupené					Izolované				
		BEWIT	Atok	Karel Hadek	Nobilis Tilia		Saloos	Vitana	Kotányi	Avokádo	BEWIT
Listy	Plody										
$\alpha$ -Pinen	9,67	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Terpinen	13,00	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-
Limonen	13,49	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8-Cineol	13,68	27,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\gamma$ -Terpinen	14,73	1,1	-	-	1,8	-	-	-	-	-	-
Terpinolen	16,01	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Linalool	16,46	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Terpinen-4-ol	20,30	0,3	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-
$\alpha$ -Terpineol	20,93	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinnamaldehyd	24,52	-	-	2,4	3,7	-	-	-	-	-	6,5
Eugenol	27,77	54,6	89,6	93,2	80,1	84,7	89,5	94,2	92,9	91,0	85,5
$\beta$ -Karyofylen	30,98	5,7	8,3	3,7	8,0	6,0	8,3	1,8	1,5	0,9	2,5
Eugenyl-acetát	34,44	3,3	2,1	0,7	2,0	9,3	2,2	4,0	5,6	8,1	5,5

**PŘÍLOHA II: SROVNÁVACÍ TABULKA PRO VŠECHNY SKOŘICOVÉ ESENCIÁLNÍ OLEJE**

Tabulka 33 Srovnání izolovaných skořicových olejů s komerčně dostupnými (Metoda 3)

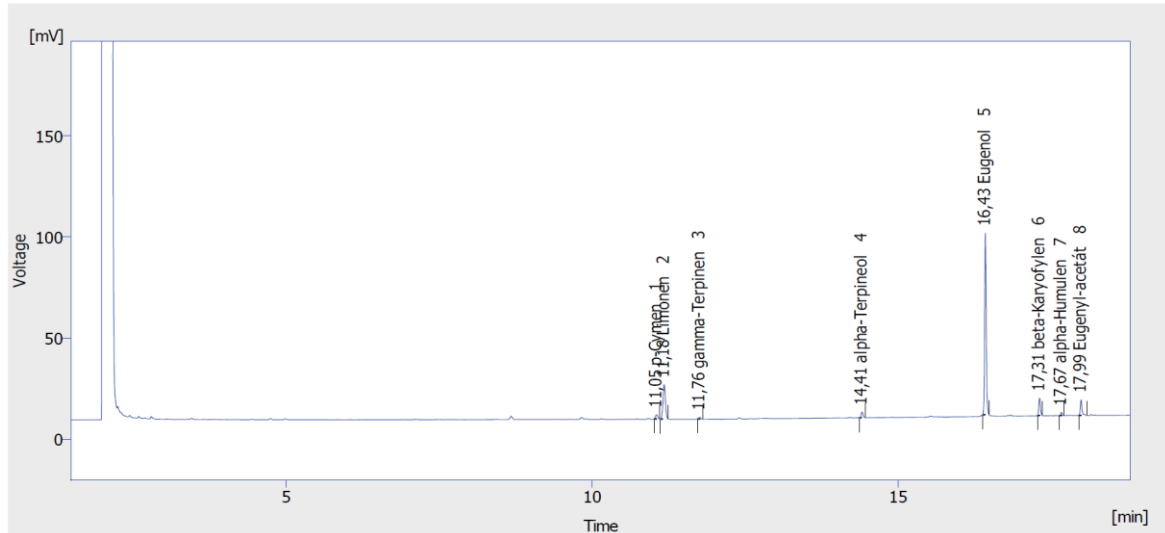
Analyt	Rt [min]	Plocha [%]									
		Značka									
		Zakoupené					Izolované				
		BEWIT	Atok		Karel Hadek	Nobilis Tilia	Saloos	Vitana	Kotányi	J. C. HORN	Koření od Antonína
Kůra	Listí										
$\alpha$ -Terpinen	13,00	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-
<i>p</i> -Cymen	13,27	4,6	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-
Limonen	13,49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
Benzyl alkohol	13,57	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-
1,8-Cineol	13,68	-	-	-	-	-	-	2,7	-	-	-
$\gamma$ -Terpinen	14,73	-	-	-	-	2,1	-	-	-	-	-
Terpinolen	16,01	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-
Linalool	16,46	9,0	5,1	2,2	5,0	2,6	-	-	-	-	-
Kafr	18,96	0,6	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3
Menthon	19,18	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-
Isoborneol	19,59	-	-	-	-	-	-	0,9	0,3	0,2	0,3
Borneol	20,05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,3
Menthol	20,15	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-

Název sloučeniny	Rt [min]	Plocha [%]									
		Značka									
		Zakoupené					Izolované				
		BEWIT	Atok		Karel Hadek	Nobilis Tilia	Saloos	Vitana	Kotányi	J. C. HORN	Koření od Antonína
Kůra	Listí										
Terpinen-4-ol	20,30	-	-	-	-	4,8	-	1,0	-	-	-
$\alpha$ -Terpineol	20,93	1,1	-	-	-	-	-	-	0,5	-	0,7
$\gamma$ -Terpineol	21,03	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	1,3
Citronellol	22,20	0,5	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-
Linalyl-acetát	23,20	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geraniol	23,29	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinnamaldehyd	24,52	69,5	79,5	1,3	83,2	65,7	85,7	87,6	94,5	96,5	93,1
Bornyl-acetát	24,92	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
Karvakrol	25,40	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-
Eugenol	27,77	4,6	6,4	87,4	7,0	17,8	-	-	-	-	0,6
Methyleugenol	29,74	-	-	-	-	-	-	6,3	-	-	-
$\beta$ -Karyofylen	30,98	5,1	3,6	3,9	3,4	3,2	1,6	-	1,9	0,6	0,7
Cinnamyl- acetát	31,75	3,2	5,4	1,9	1,4	2,1	3,0	-	-	1,3	1,7
Eugenyl-acetát	34,44	1,4	-	2,0	-	0,4	9,7	-	-	-	-



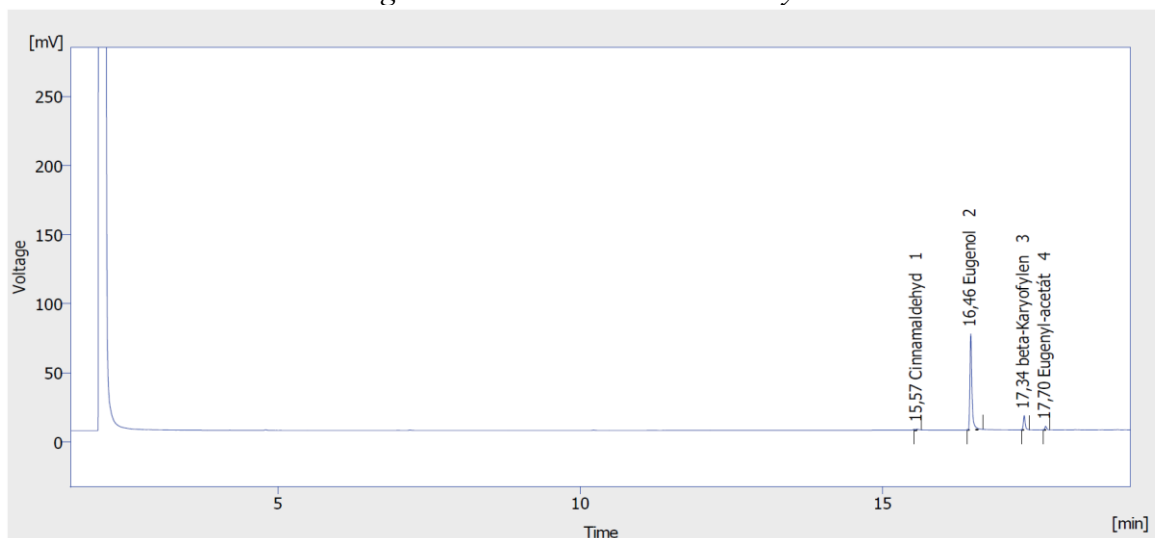
## PŘÍLOHA III: CHROMATOGRAMY ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ METODA 1 – HŘEBÍČEK

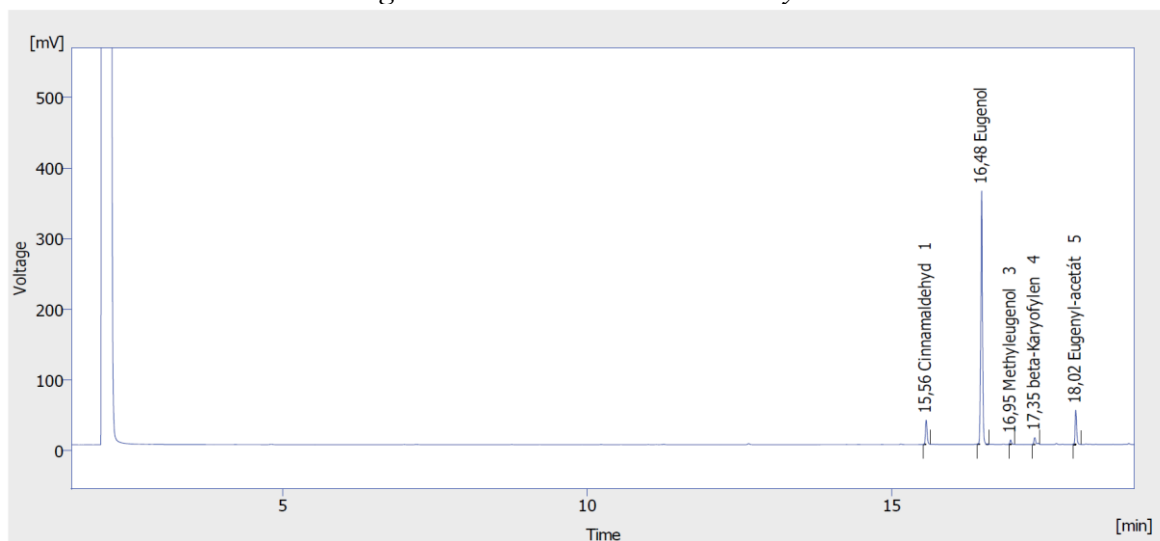
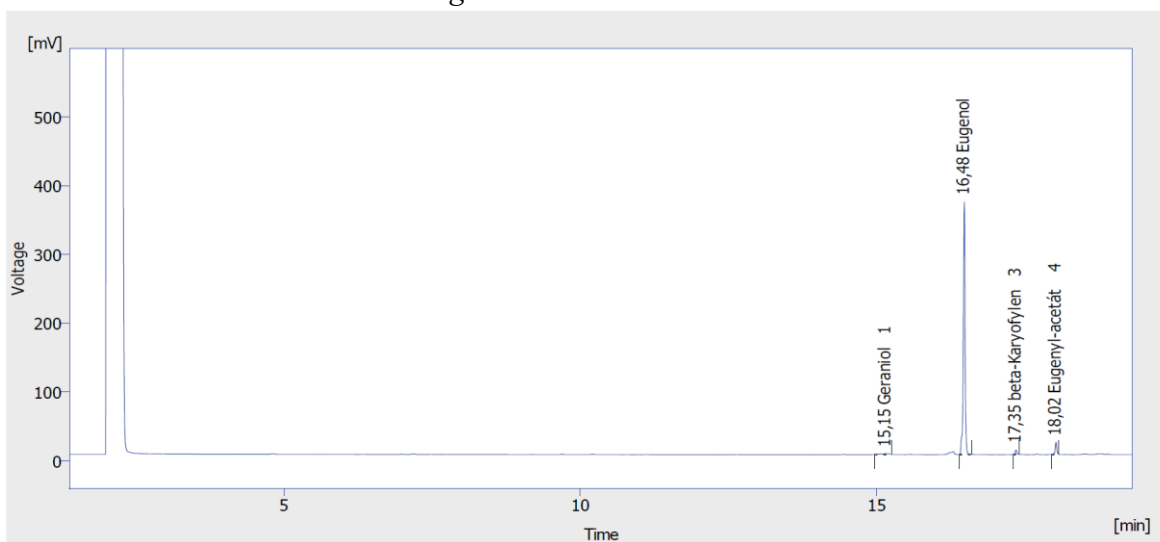
*Chromatogram BEWIT hřebíček Metoda 1*



*Chromatogram Atok hřebíček Metoda 1*

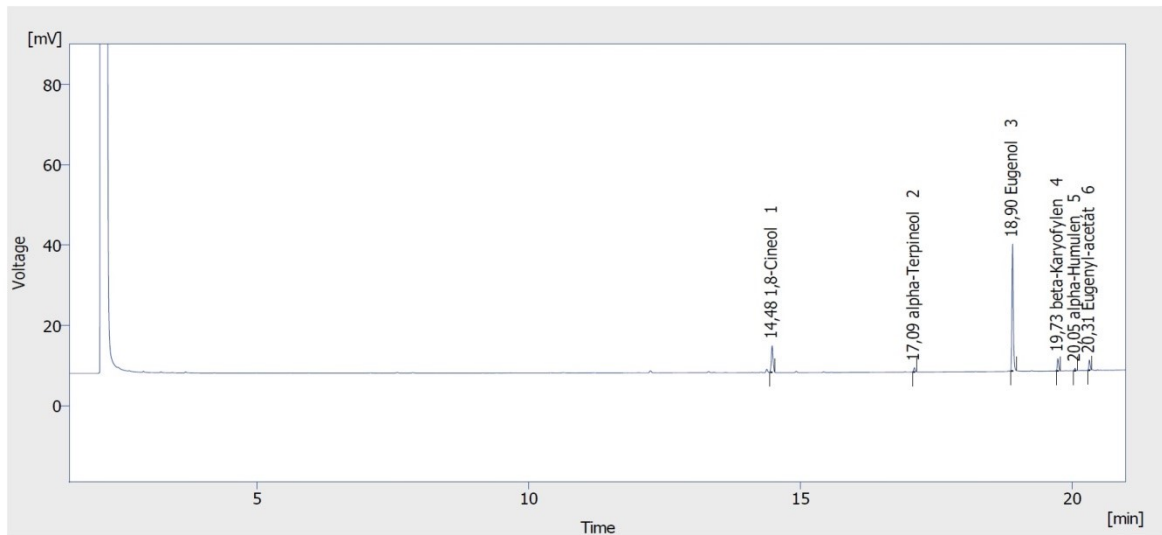


*Chromatogram Nobilis Tilia hřebíček listy Metoda 1**Chromatogram Nobilis Tilia hřebíček plody (Method 1)*

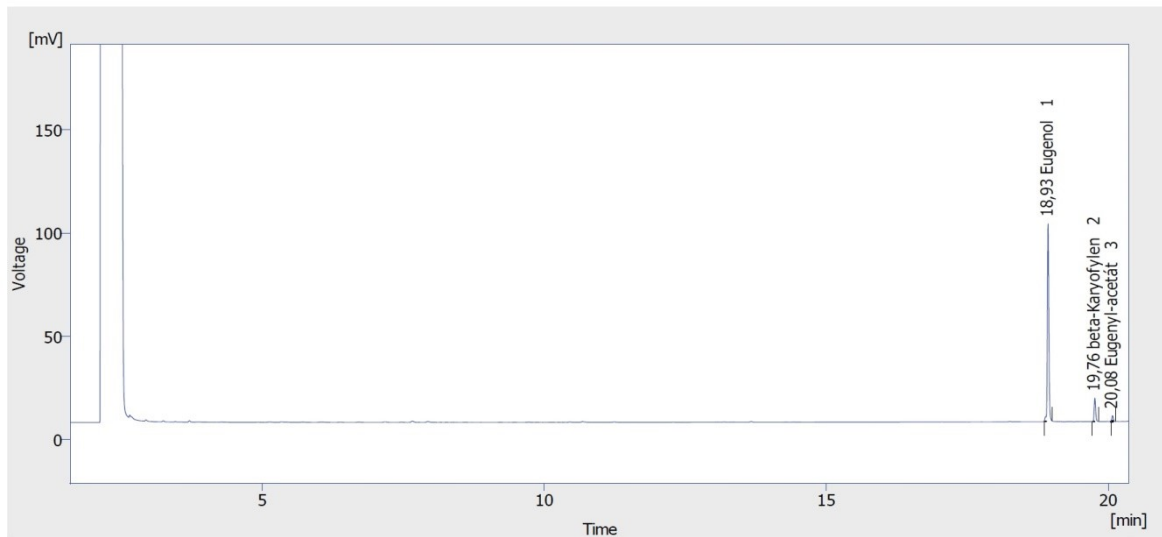
*Chromatogram BEWIT hřebíček izolovaný Metoda 1**Chromatogram Vitana hřebíček Metoda 1*

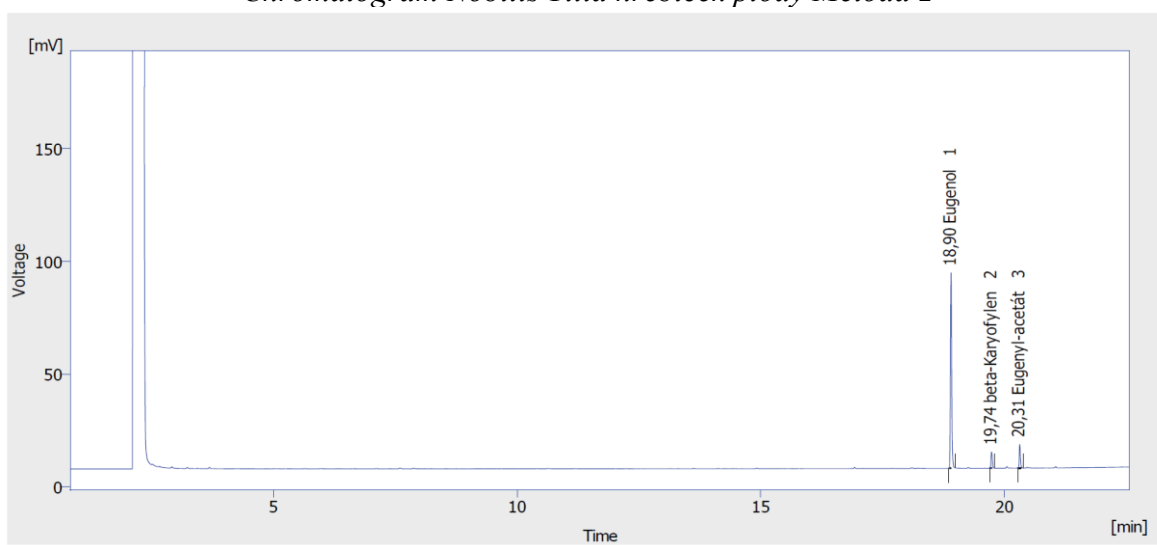
## PŘÍLOHA IV: CHROMATOGRAMY ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ METODA 2 – HŘEBÍČEK

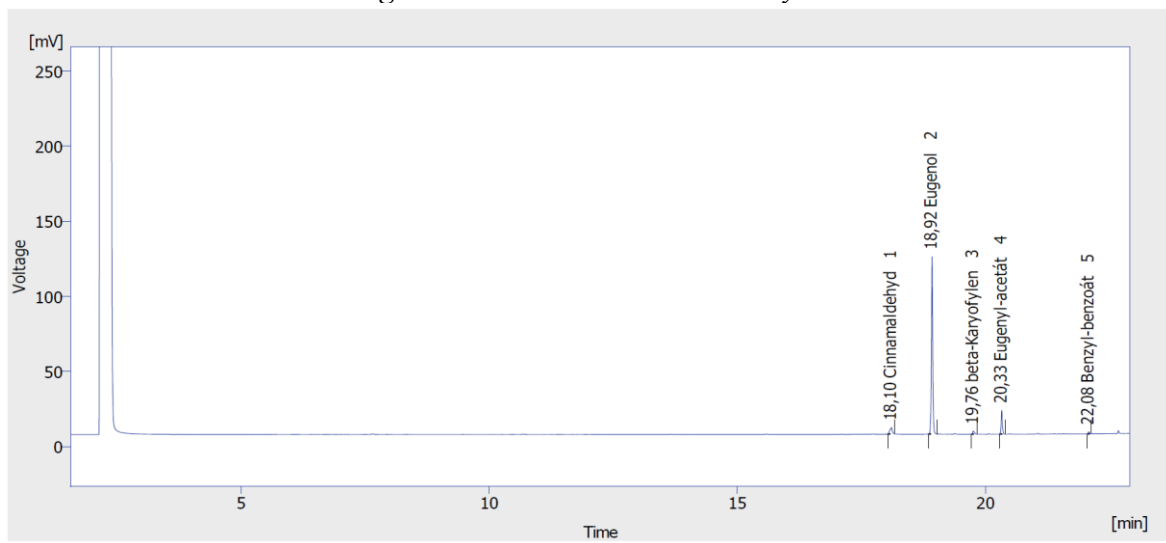
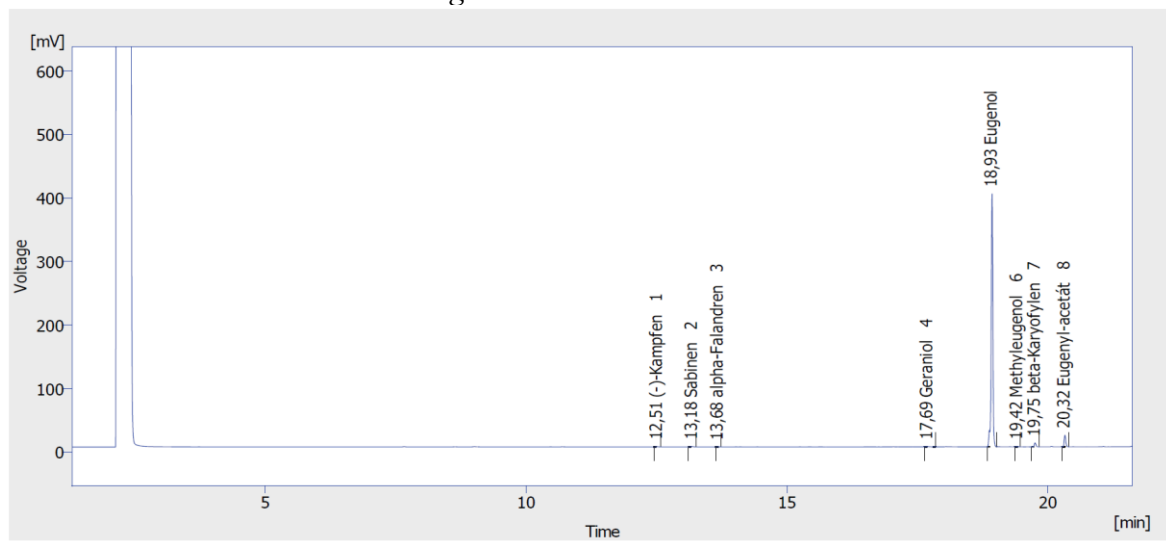
*Chromatogram BEWIT hřebíček Metoda 2*



*Chromatogram Atok hřebíček Metoda 2*

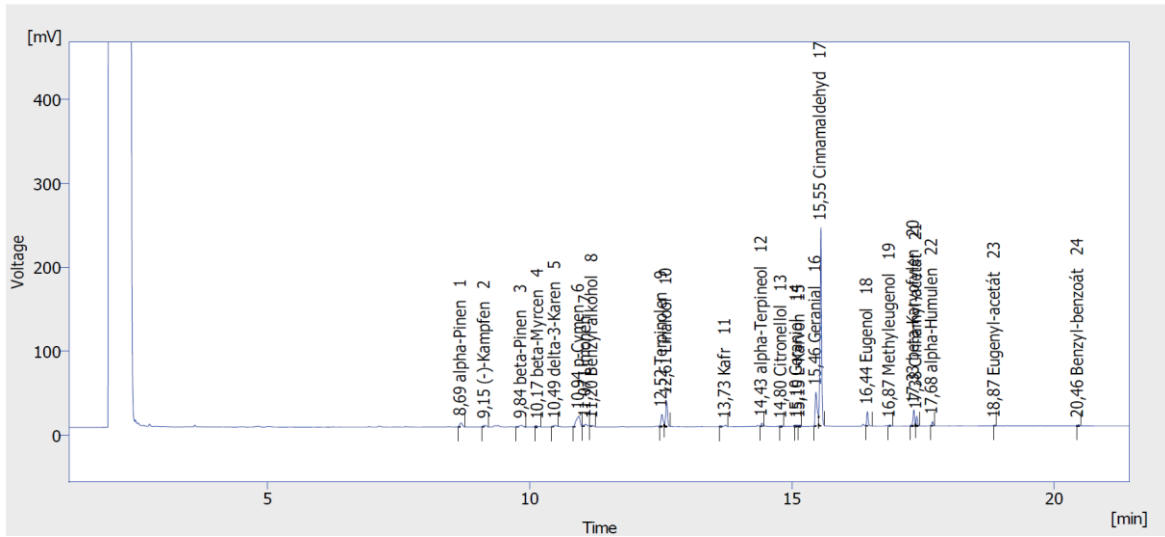


*Chromatogram Nobilis Tilia hřebíček listy Metoda 2**Chromatogram Nobilis Tilia hřebíček plody (Method 2)*

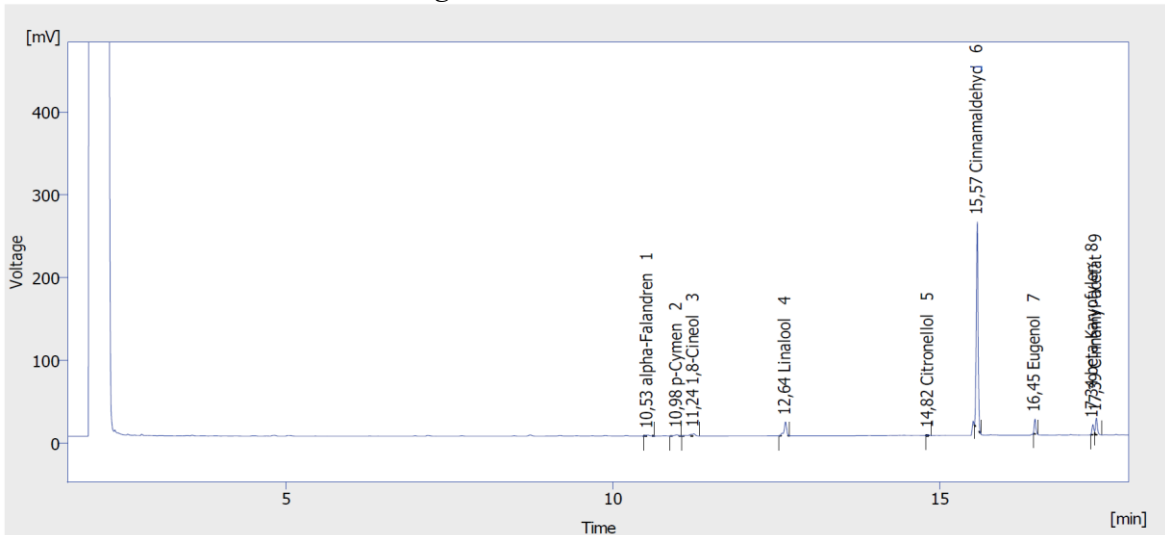
*Chromatogram BEWIT hřebíček izolovaný Metoda 2**Chromatogram Vitana hřebíček Metoda 2*

**PŘÍLOHA V: CHROMATOGRAMY ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ**  
**METODA 1 – SKOŘICE**

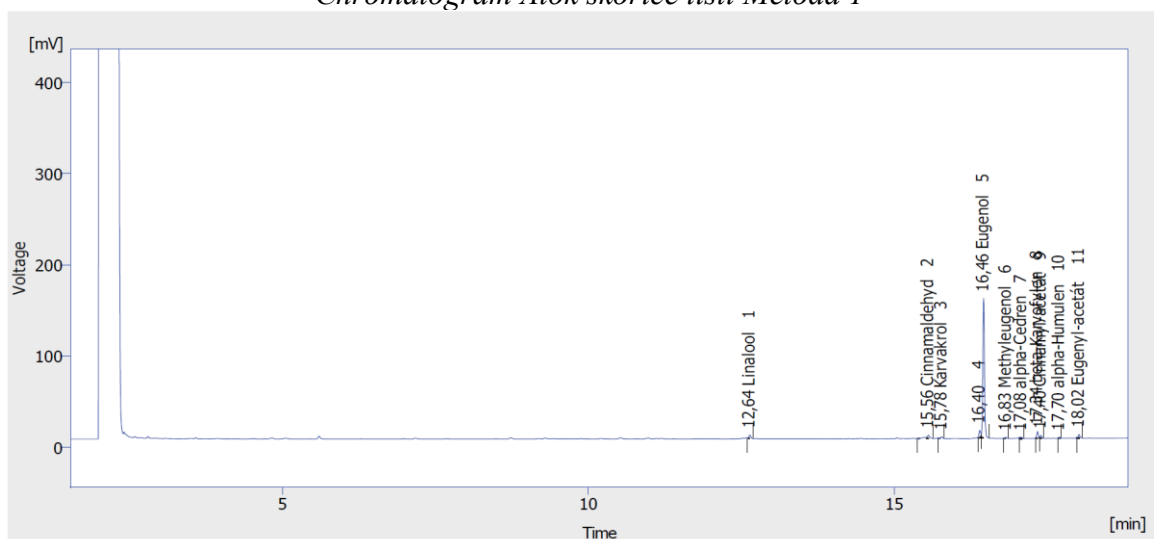
*Chromatogram BEWIT skořice Metoda 1*



*Chromatogram Atok skořice kůra Metoda 1*



*Chromatogram Atok skořice listí Metoda 1*

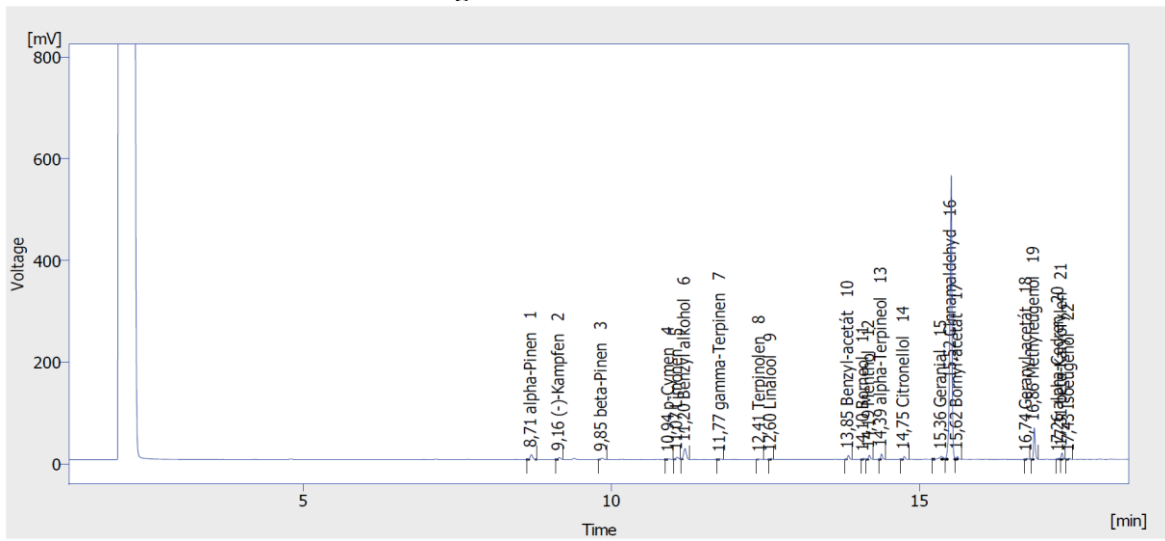


*Chromatogram Karel Hadek skořice Metoda 1*

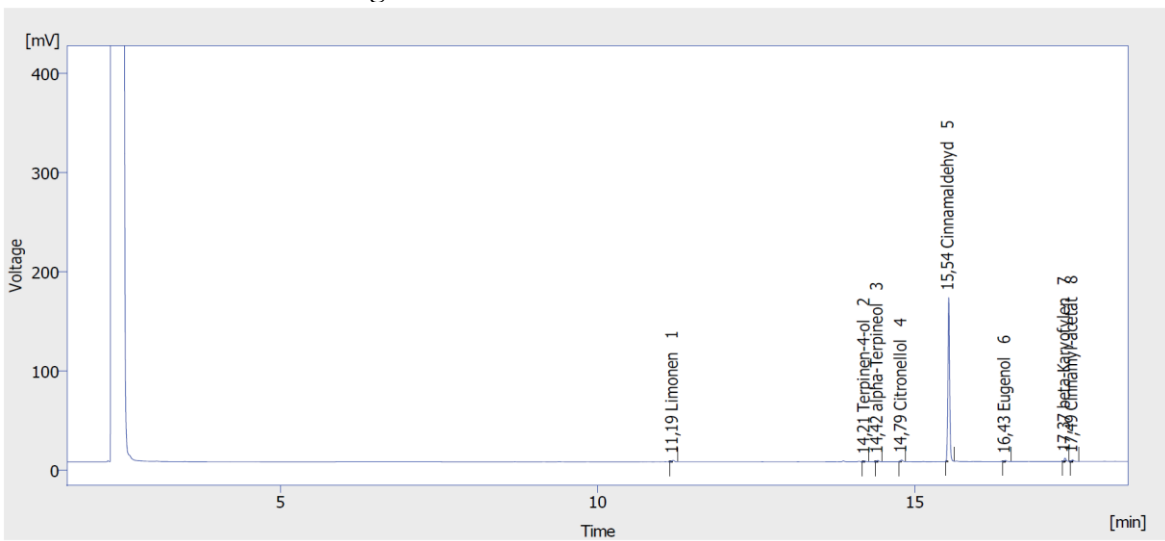




Chromatogram Vitana skořice Metoda 1



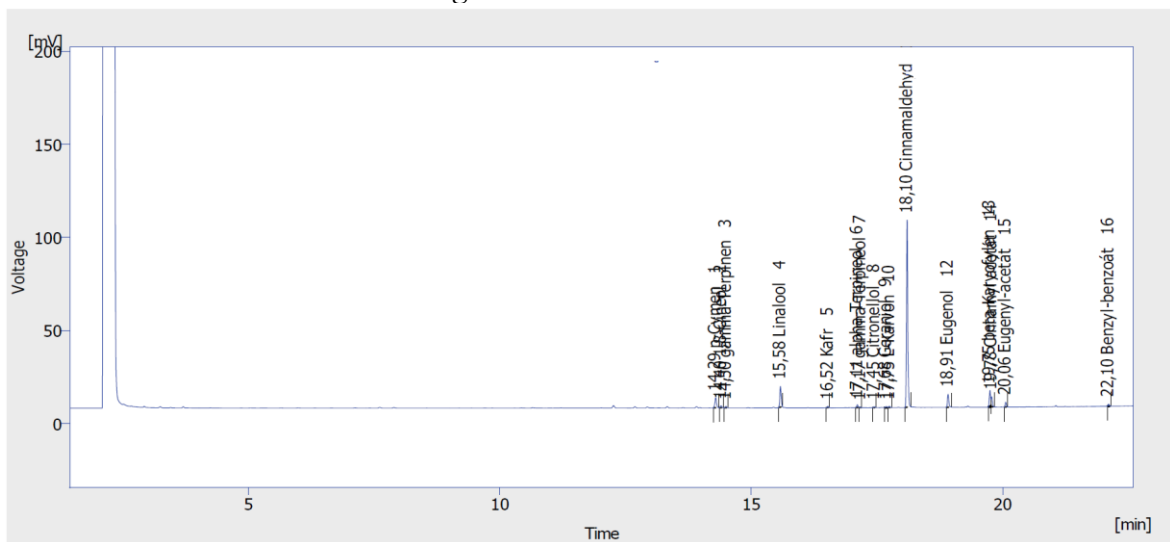
Chromatogram Kořeni od Antonína skořice Metoda 1



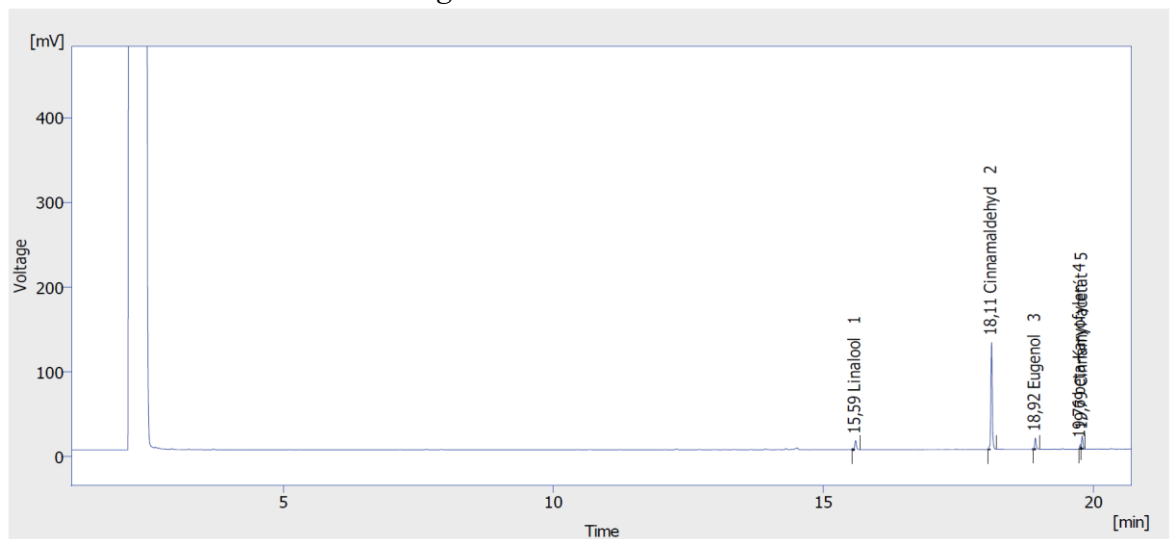
## PŘÍLOHA VI: CHROMATOGRAMY ESENCIÁLNÍCH OLEJŮ

### METODA 2 - SKOŘICE

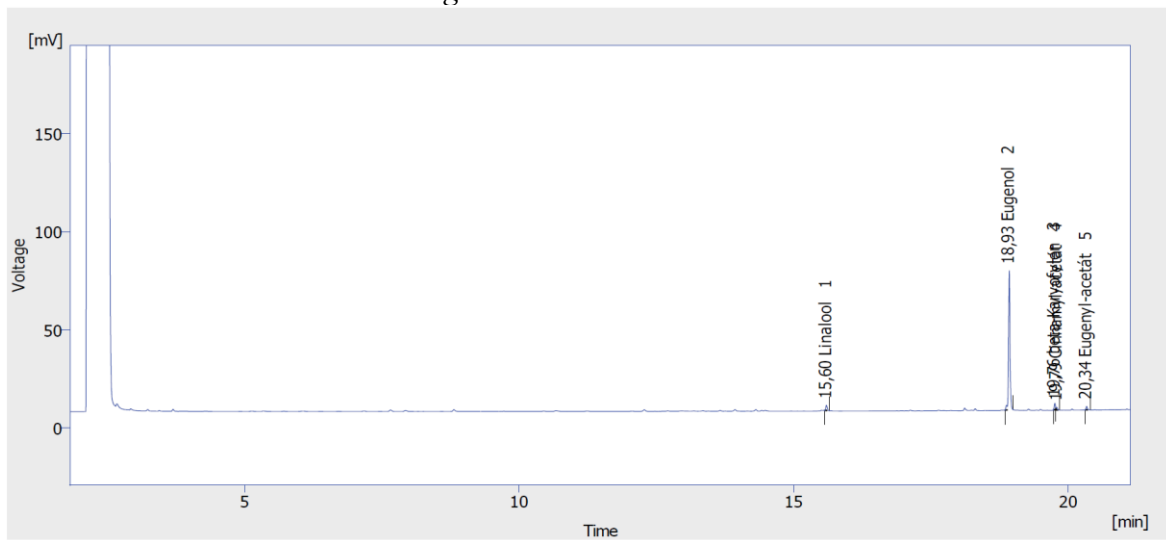
*Chromatogram BEWIT skořice Metoda 2*



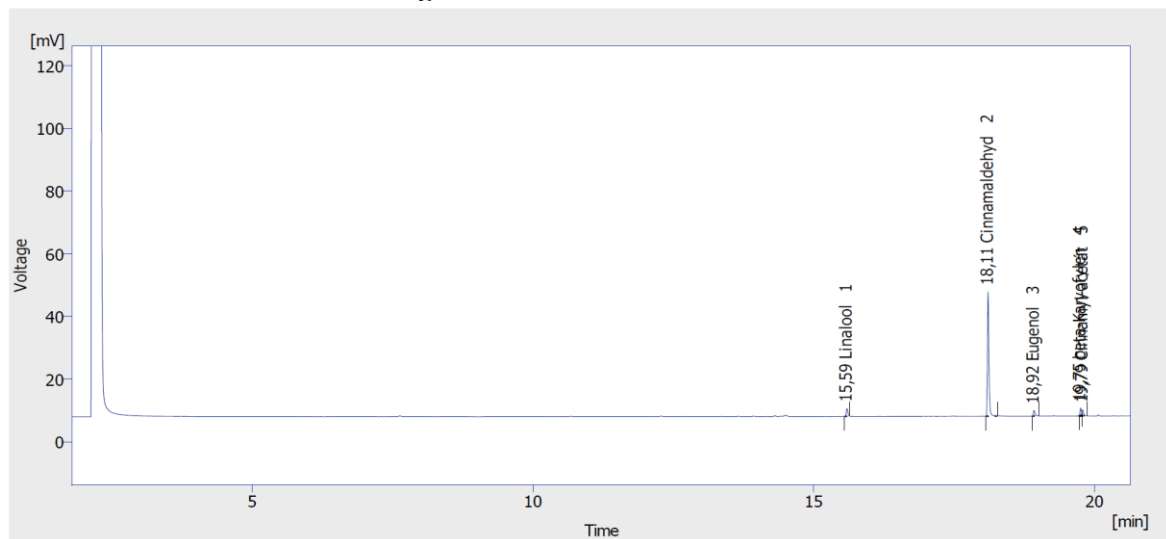
*Chromatogram Atok skořice kůra Metoda 2*



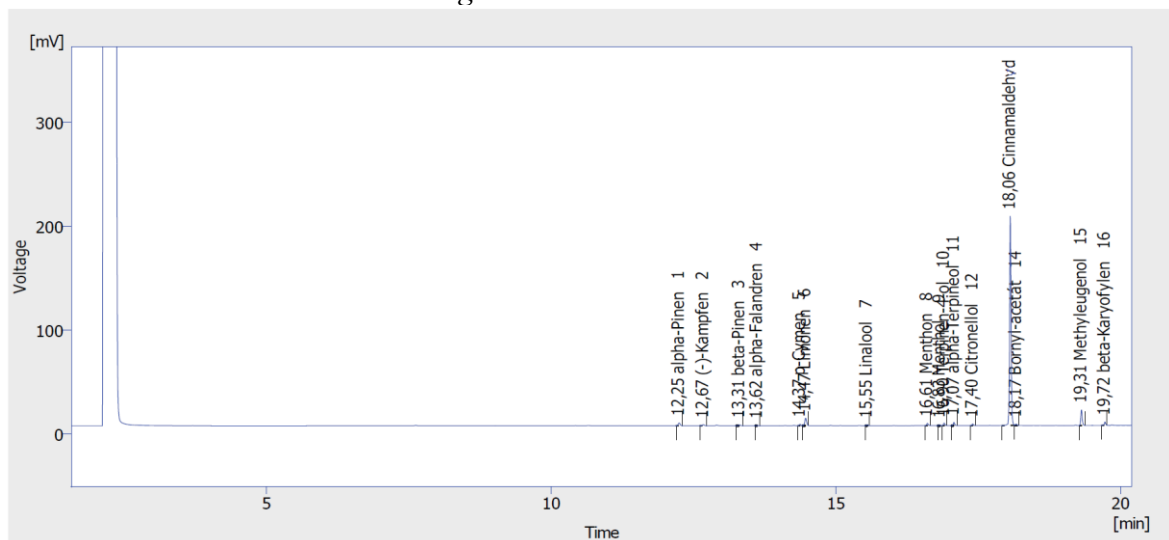
*Chromatogram Atok skořice listí Metoda 2*



*Chromatogram Karel Hadek skořice Metoda 2*



Chromatogram Vitana skořice Metoda 2



Chromatogram Koření od Antonína skořice Metoda 2

