



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra rostlinné výroby

## Bakalářská práce

Kontrola roztoče *Varroa destructor* pomocí rostlinných silic  
*in vivo*

Autor práce: Jan Miesbauer

Vedoucí práce: Ing. Petr Mráz, Ph.D

České Budějovice  
2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval(a) pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## Abstrakt

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnotit účinek pěti druhů rostlinných silic o dvou různých koncentracích a dvou způsobech aplikace při léčbě včel proti napadení roztoči *Varroa destructor* a posoudit jejich případný vlivu na včely v běžných provozních podmínkách. Byl zkoumán především denní spad po aplikaci testovaných látek. Při aplikaci odparem byl filtrační papír nasycený rostlinnými silicemi, vložen do včelstva a docházelo k postupnému uvolňování účinné látky. Při fumigaci byl fumigační proužek nasycen rostlinnými silicemi, zapálen a účinná látka se uvolňovala prostřednictvím kouře. V některých případech bylo zjištěno, že na účinnost testované látky má vliv způsob aplikace. Při aplikaci prostřednictvím odparu rostlinných silic z filtračního papíru bylo dosaženo poloviční účinnosti ve srovnání s druhou aplikací fumigací, která se ukázala jako účinnější. Ve dvou případech nevykazovalo léčení žádný účinek.

U jednoho včelstva se projevila zvýšená míra agresivity, avšak u ostatních včelstev nebyly pozorovány žádné abnormality v chování. I přes prokázání účinnosti léčby rostlinných silic, tak výsledky ukazují, že účinnost se může lišit v závislosti na použité metodě aplikace, což by v budoucnu mohlo ovlivnit volbu způsobu léčby včelstev proti roztoči *V.destructor*.

**Klíčová slova:** včela medonosná, alternativní metody léčby včelstev, léčení včel, včelí roztoč

## Abstract

The aim of this bachelor thesis was to evaluate the effect of five types of plant essential oils of two different concentrations and two methods of application in the treatment of bees against *Varroa destructor* mite infestation and to assess their potential effect on bees under normal operating conditions. In the vapour application, filter paper saturated with plant essential oils was inserted into the hive and a gradual release of the substance. During fumigation, the fumigation strip was saturated with plant essential oils, ignited and the active substance was released through smoke. In particular, the daily fallout after application of the test substances was investigated. In some

cases, the method of application was found to have an effect on the efficacy of the test substance. When applied by evaporation of plant essential oils from filter paper, half the effectiveness was achieved compared to the second application by fumigation, which was found to be more effective. In two cases the treatment showed no effect.

One colony showed an increased level of aggression, but no behavioural abnormalities were observed in the other colonies. Thus, despite the demonstration of the efficacy of plant aromatic oils treatment, the results show that efficacy may vary depending on the method of application used, which could influence the choice of treatment of bee colonies against *V. destructor* mites in the future.

**Keywords:** honey bee, alternative ways of bee treatment, bee treatment, bee mite

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Mrázovi, Ph.D. za vedení, ochotu a velkou míru trpělivosti. Dále bych chtěl poděkovat svému tatškovi za pomoc při realizaci pokusů, svojí mamce za výborné studijní podmínky, potom celé rodině a přátelům za nekonečnou podporu.

# Obsah

1	Úvod.....	8
1.1	Cíl bakalářské práce.....	8
2	Literární přehled.....	9
2.1	Včela medonosná ( <i>Apis mellifera</i> ).....	9
2.1.1	Sociální uspořádání včelstva.....	10
2.2	Kleštík včelí ( <i>Varroa destructor</i> ).....	11
2.2.1	Původ <i>V. destructor</i> .....	12
2.2.2	Přenos <i>V. destructor</i> na včelu medonosnou.....	12
2.2.3	Šíření <i>V. destructor</i> po světě.....	12
2.2.4	Anatomie <i>V. destructor</i> .....	13
2.2.5	Vývoj <i>V. destructor</i> .....	13
2.3	Varroóza.....	15
2.3.1	Virová onemocnění spojená s varroózou.....	16
2.3.2	Šíření varroózy.....	16
2.3.3	Diagnostika přítomnosti <i>V. destructor</i> ve včelstvu.....	17
2.3.4	Letní diagnostika.....	17
2.3.5	Prevence proti varroóze.....	18
2.3.6	Ochrana před varroózou.....	18
2.3.7	Popis konvenčních léčiv.....	20
2.3.8	Léčiva na bázi organických kyselin.....	23
2.4	Rostlinné silice/aromatické oleje.....	23
2.4.1	Získávání rostlinných silic.....	25
2.4.2	Chemické složení rostlinných silic.....	30
2.4.3	Působení rostlinných silic proti <i>Varroa destructor</i> .....	34
3	Metodika.....	37
3.1	Charakteristika stanoviště a včelstev.....	37

3.2	Příprava rostlinných silic.....	38
3.2.1	První aplikace metodou odparu z filtračního papíru.....	39
3.2.2	Druhá aplikace fumigací.....	41
4	Výsledky .....	45
5	Diskuse.....	61
6	Závěr .....	63
	Seznam použité literatury.....	64
	Seznam obrázků.....	69
	Seznam tabulek .....	70
	Seznam grafů.....	71

---

# 1 Úvod

Včela medonosná (*Apis mellifera*) je jedním z nejdůležitějších, ne-li nejdůležitějším opylovatelem rostlin. Význam včely medonosné v přírodě roste společně s celkovým úbytkem volně žijících opylovatelů v důsledku zmenšování životního prostoru, znečištění životního prostředí, změny klimatu a jiné lidské činnosti. Tento trend zdůrazňuje nepostradatelnost včel pro udržení rovnováhy ekosystému a zemědělské produkce. V posledních letech dochází ke plošnému zvýšení úhynu včelstev, následkem napadení včelstva ektoparazitom Kleštíkem včelím (*Varroa destructor*).

Při léčbě proti *V. destructor* se využívají zejména syntetická léčiva. S rostoucím výskytem tohoto parazita dochází často k nesprávnému používání těchto léčiv a proto dlouhodobé používání některých těchto látek vedlo ke vzniku rezistence. Ta se projevila na Moravě a severu Čech, u přípravku Gabon PF 90; M1-AER; MP-10 FUM s účinnou látkou tau-fluvalinát. Kromě rezistence mohou některé přípravky ovlivnit samotné včelstvo a mít tak negativní důsledky na jeho zdraví a vitalitu. Používání syntetických léčiv rovněž přináší nebezpečí vzniku reziduí ve včelích produktech (med, vosk, propolis atd.).

---

Možnou nebo alespoň částečnou náhradou se jeví rostlinné silice. U kterých byly po staletí pozorovány antiparazitické a antimikrobiální účinky. Některé druhy RS jsou využívány v potravinářském průmyslu, kosmetice a v léčivech pro svůj antimikrobiální účinek. Jedná se o látky běžně se vyskytující v rostlinách a jsou tak běžnou součástí včelího života. Tyto látky jsou brány jako přírodní produkty s nízkou mírou toxicity a negativního vlivu na včelstva. Hlavním benefitem rostlinných silic je skutečnost. Že nedochází ke vzniku reziduí ve včelích produktech (med, vosk, propolis atd.).

## 1.1 Cíl bakalářské práce

Cílem této bakalářské práce je ověřit a zhodnotit akaricidní účinek vybraných rostlinných silic při léčbě včelstev napadených roztočem *V. destructor* v poloprovodních podmínkách, jako možnou náhradu některých syntetických léčiv a porovnání jejich účinnosti proti konvenčním léčivům. Účinnost bude hodnocena v závislosti na způsobu aplikace a koncentraci rostlinných silic. Dále bude hodnocen celkový vliv rostlinných silic na včelstvo a případné negativní účinky a rizika.



---

## 2 Literární přehled

### 2.1 Včela medonosná (*Apis mellifera*)

Včela medonosná Patří do řádu blanokřídlého hmyzu. Stejně jako u ostatních zástupců členovců je i její tělo rozděleno na články. Vnější kostra je utvořena z chitinu. Tělo se skládá z hlavy, hrudi a zadečku. Na hlavě jsou oči, ústní ústrojí, tykadla a je sídlem většiny smyslových orgánů. Oči včel jsou velmi dobře vyvinuté z hlediska rozpoznávání barev a orientace. Tykadla jsou jedním z hlavních komunikačních orgánů a jsou na nich umístěné chemoreceptory sloužící k rozpoznání chemické změny v prostředí. Hruď je pro včely hlavním centrem pohybu a na její spodní straně se nachází 3 páry článkovaných končetin a na svrchní straně dva páry blanitých křídel. V článkovaném zadečku se nachází většina orgánových soustav, jmenovitě trávicí ústrojí, pohlavní soustava, dýchací soustava větší část nervové soustavy. I přesto, že je vnější kostra tvořena chitinem, musí být zadeček dostatečně roztažitelný do všech směrů kvůli naplnění medných váčků, výkalového vaku (ukládání výkalů během zimy) a dostatečném roztažení vzdušnic. V zadečku dělnic a královny se nachází žihadlo, trubci žihadlo postrádají úplně (Veselý et al., 2013).

První záznamy o aktivním chovu včel pocházejí z Blízkého východu zhruba 5 000 - 4 500 let př. n. l. v mnoha starověkých kulturách byly včely uznávány jako symbol pracovitosti (Vermužová, 2010). Nejstarší zmínky o chovu včel na našem území se datují do roku 993 n. l. kdy kníže Boleslav II. zavedl na včelaře daň popsanou jako “příjmy medové” (Titěra, 2013).

Předkem Včely medonosné je Včela východní (*Apis cerana*) jejíž původ je na jiho-východu Asie. Včela medonosná je kosmopolitně rozšířena což je spojeno s lidskou kolonizací. Včela medonosná patří mezi nejdůležitější hospodářská zvířata, kvůli velkému množství produktů a jejich širokému využití: med v potravinářství, mateří kašička v kosmetice, propolis a včelí jed ve farmaceutickém průmyslu. Zajímavostí je využití včelích larev v asijských zemích v tamní gastronomii. Vedlejším produktem včelí činnosti je opylování rostlin. Zemědělská produkce je z velké části závislá na aktivitě včel. U některých zemědělských komodit mají nezanedbatelný význam na produkci např. u řepky se výnos zvyšuje o 30 %, u slunečnice o 40 % a u jabloní až o 50 % (Tupá, 2015). V Severní Americe je včela využívána jako hlavní opylovatel na mandloňových a jabloňových plantážích (Mráz, 2022).

---

### 2.1.1 Sociální uspořádání včelstva

Uspořádání včelstva se skládá z dělnic, královny a trubců. Z pohledu sociálního uskupení se jedná o rodinu stávající se z jedné oplozené matky/královny a jejích potomků dělnic a trubců (Tupá, 2015)

#### Královna

Je nejdůležitější z celého včelího společenství. Zajišťuje neustálou obnovu včelstva novými včelami. Denně naklade v průměru až 1 500 vajíček. Tvar těla je podobný jako u dělnic, ale o 1/3 délsí, měří až 25 mm a její hmotnost je 180-260 mg. Kvůli potřebě vysoké produkce vajíček byla část orgánů podstatně zredukována nebo úplně chybí. O královnu se nepřetržitě stará skupina až 25 včel tzv. pečovatelek. Barva královny je většinou tmavší než u dělnic bez viditelného rozhraní článků zadečku. Pro odchov nové matky vytvoří dělnice na okraji plástve tzv. matečníky. Po zaklazení matečníků a vylíhnutí larviček, jsou tyto larvičky krmeny mateří kašičkou, aby došlo u včely k úplnému vyvinutí pohlavních orgánů a v budoucnu bylo zajištěno udržení včelstva. Plně vyvinutá královna se líhne po 16 dnech. Po vylíhnutí zničí nová, první vylíhlá královna ostatní matečníky. Po 5-10 dnech letí královna na "snubní prolet", kde se spáří až s 15 trubci a získá tak zásobu spermatu na celý život. Po 2-3 letech se plodnost královny snižuje a je vyměněna včelařem, nebo samotnými dělnicemi tzv. "tichá výměna". Původní královna dožije v ústraní, nebo s částí včelstva odletí z úlu (roj) a vytvoří nové včelstvo (Titěra, 2017). V silném roji se nachází 15 000-20 000 dělnic a hmotnost roje dosahuje kolem 1,5-2 kg. Královna zároveň dokáže ovlivnit temperament včelstva, který je u včel silně zakořeněn v genetické informaci (vcelky.cz)

#### Dělnice

Dělnice mají ve včelstvu největší zastoupení. Dělnice se líhnou z oplozených vajíček jako královna. Ale kvůli absenci mateří kašičky ve výživě během larválního vývoje mají nedovyvinuté vaječníky a zcela chybí semenné včky. Velikost dělnic se pohybuje kolem 13 mm a hmotnosti kolem 100 mg. Dělnice se dělí na mladušky a létavky. Mladušky, někdy nazývané i jako pečovatelky zajišťují všechny činnosti uvnitř úlu např. péče o plod, udržování čistoty, tvorba nových plástů, ochrana úlu, udržování vlhkosti atd. Mladušky zůstávají v úlu do 15. dne života, potom vyletí z úlu a

---

stávají se z nich létavky, které zajišťují zásobování úlu (Titěra, 2017). Dělnice se líhnou po 21 dnech. Podle délky života se dělnice dále dělí na dlouhověké a letní. Dlouhověké se dožívají 6-8 měsíců a líhnou se na přelomu léta a podzimu. Dělnice přežívají zimu v počtu kolem 15 000 jedinců. Letní včely se dožívají v průměru kolem 40 dní, líhnou se od jara a v průběhu celého léta při počtu 50 000-60 000 jedinců nebo 5-6 kg (vcelky.cz).

## **Trubci**

Trubci se ve včelstvech vyskytují pouze během letního období zhruba od konce března ke konci července. Líhnou se z neoplozených vajíček a mají tedy haploidní sadu chromozomů. V některých případech může dojít k vylíhnutí trubců s diploidní sadou chromozomů. Takoví trubci jsou však téměř okamžitě zahubeni dělnicemi. Narodil od dělnic jsou trubci větší a mohutnější s průměrnou délkou 20-25 mm a hmotností až 260 mg. Mají velkou hlavičku a široky zadeček. Běžně se ve včelstvu nachází kolem 300-600 trubců. Jediným posláním trubce je šíření genetické informace. Trubec vylétá z úlu 3-5krát denně na snubní prolety nebo na trubčí shromaždiště. Do úlu se vrací pouze, aby si doplnil med do medných váčků. Vývoj trvá nejdéle až 24 dní, proto jsou zejména trubčí larvy postiženy varroózou. Délka života je 6-8 týdnů, avšak po spáření trubec umírá. Trubci jsou zároveň jedni z hlavních přenašečů varroózy, protože včely vpustí do úlu i cizí trubce, kteří hledají trubčí shromaždiště. V červenci-srpnu jsou zbývající trubci vyhnáni z úlu z důvodu zmenšení snášky a hynou (vcelky.cz).

## **2.2 Kleštík včelí (*Varroa destructor*)**

Ektoparazit všech druhů včel, řadí se do skupiny pavoukoců. Postihuje především včelu medonosnou. Vyvolává onemocnění varroózu. Jednotlivé druhy medonosných včel se po staletí, až do konce 19. století, vyvíjely bez vzájemného styku. (Pohl, 2008). Mezi původní parazity včel se řadilo asi 30 druhů, z čehož každý si vytvořil s jednotlivým druhem včely určitý druh soužití. U těchto roztočů se většinou jednalo o saprofyty živící se včelím odpadem, nebo o kleptobionty, kradoucí malé množství zásob. Tyto druhy byly pro včely většinou neškodné (Sviderská. 2016).

---

### 2.2.1 Původ *V. destructor*

Osmdesát druhů roztočů včel z jihovýchodní Asie se změnilo na druhy parazitické, mezi nimi i roztoč *V. destructor*, který parazitoval na včele východní (Sviderská, 2016). I když jsou si jednotlivé druhy rodu *Varroa* fyzicky velmi podobné, jejich virulence je velmi různorodá. Nejvariabilnější je *V. jacobsoni* Jávského fenotypu, který není schopný rozmnožovat se na *A. mellifera*. Tento fenotyp rodu *Varroa* byl popsán jako první. Následně došlo k popsání dalších fenotypů např. Korejský, Thajský, Japonský atd. později byl *V. destructor* vyčleněn jako samostatný druh na základě fyzických odlišností. Rody druhů *V. jacobsoni* nepředstavují pro *A. mellifera* hospodářsky významnou hrozbu na rozdíl od *V. destructor*. (Rosenkranz et al., 2009). U těchto druhů je parazitický vztah v rovnováze, parazit včely většinou výrazně nepoškozuje. U včely východní se parazit objevuje pouze na trubčím plodu, čímž nejsou ovlivněny dělnice a nedochází ke snížení produktivity včelstva. K prvnímu pozorování *V. destructor* na včele východní došlo v roce 1904, když byl popsán, jako *Varroa jacobsoni* (Durčanský, 2017).

### 2.2.2 Přenos *V. destructor* na včelu medonosnou

Výrazný problém nastal po přenosu na včelu medonosnou. Na počátku 20. století, po vybudování Transsibiřská magistrály došlo k propojení mezi evropskou částí Ruska a Dálného východu. Kvůli následné migraci obyvatelstva a převozu zvířat (i včel) došlo ke kontaktu mezi včelou medonosnou a včelou východní, které se vyvíjeli odděleně. Tento kontakt způsobil přenos *V. destructor* z včely východní na včelu medonosnou. *V. destructor* našel na včele medonosné velmi příznivé podmínky k rozmnožování a velmi rychle se přizpůsobil novému hostiteli (Sviderská, 2016). Kvůli izolovanému vývoji postrádá včela medonosná genetickou výbavu pro rezistenci vůči tomuto parazitovi. *V. destructor* se tak následně začal rozšiřovat po celé Asii až do Evropy (Rosenkranz et al., 2009).

### 2.2.3 Šíření *V. destructor* po světě

V Evropě se vyskytl poprvé na území Bulharska v roce 1967. V Německu došlo k prvnímu pozorování v roce 1977 (Rosenkranz et al., 2009). K opožděnému výskytu u nás pomohla přítomnost železné opony, kdy nedocházelo k obchodu se včelstvy ze západu. Proto k prvnímu pozorování *V. destructor* na našem území došlo v únoru roku

---

1981 v Ústí nad Orlicí. V následné reakci na tento objev byla Ministerstvem zemědělství a výživy ČSR v Praze nákazová komise, jejíž úkolem bylo sledovat nákazovou situaci a vytvářet opatření proti následnému šíření. Od objevení prvního výskytu na našem území byla prováděna po následující tři roky totální likvidace včelstev u kterých byl prokázán výskyt varroózy. Roztoč se následným převozem včelstev rozšířil na celé území ČR (Durčanský, 2017). Nyní je *V. destructor* kosmopolitně rozšířen (Rosenkranz et al., 2009). Před výskytem varroózy se ztráty včelstev přes zimu pohybovali kolem 5 %. Dnes nejsou 30% ztráty nikterak výjimečné (Gerstmeier a Miltenberger, 2020). Některé teorie uvádějí, že vlastní vývoj včely medonosné dokáže vytvořit obranné prostředky proti *V. destructor*. Avšak pro tyto teorie existuje slabý reálný základ (Titěra, 2017).

#### **2.2.4 Anatomie *V. destructor***

*V. destructor* je k poměru velikosti hostitele největším ektoparazitem. U obou pohlaví je zcela jasný pohlaví dimorfismus. Samice mají oválný tvar těla a dorůstají na délku 1,1-1,5 mm a na šířku 1,5-1,9. Mladé samičky jsou žlutobílé, v pozdějším stádiu života červenohnědé až hnědé. U starších samiček je hřbetní a břišní krunýř silně sklerotizován. Tento krunýř zcela zakrývá 4 páry noh a ústní ústrojí (chelicery) nacházející se na spodní straně těla (Titěra, 2017). Nohy samiček jsou krátké a silné. Na nožičkách se nachází specializované útvary (apoteles), které slouží k pevnému přichycení na dospělých včelách. Tělo samiček je pokryto několika typy chloupků, které slouží k mechanickému, nebo chemickému rozpoznávání změn v prostředí. (Rosenkranz et al., 2009). Samci dorůstají poloviční velikosti 0,8 mm, mají hruškovitý tvar těla, světle šedé zbarvení a měkké tělo. Samečci mají delší končetiny, kvůli potřebě vyhledávání samiček. Okem jsou hůře rozpoznatelní (Titěra, 2017)

#### **2.2.5 Vývoj *V. destructor***

Vývoj parazita probíhá na včelím plodu. Oplozená samička, nebo více samiček vlezou do zadní části plodové buňky, kde v krmné šťávě přečkají ve stavu nehybnosti a nechají se zavíčekovat společně s larvičkou. Po 6 hodinách od zavíčekování larvička spotřebuje krmnou šťávu a začíná vytvářet kokon. Po spotřebování veškeré krmné šťávy se paraziti probudí ze stavu nehybnosti a začne sát hemolymfu (parazit nesaje hemolymfu, ale živí se na tukovém tělese) na hlavě larvičky “takto získané bílkoviny jsou

---

zčásti hned zabudovány do vajíček, vyvíjející se v samičce roztoče-znak silného přizpůsobení na včelu” (Hrobařová, 2010). Po dostatečném nasycení začne klást vajíčka kolem zavíčkovaného otvoru plodové buňky, kde jsou vajíčka dobře chráněna. Avšak pokud není krmná šťáva zcela spotřebována, tak roztoči setrvávají ve stavu nehybnosti a většinou uhynou (Durčanský, 2017).

Samička už 70 hodin od zavíčkování začne klást vajíčka na stěnu buňky v těsné blízkosti víčka, kde je vajíčko dobře chráněno. Z tohoto vajíčka se líhne sameček. Po 30 hodinách naklade samička 4-5 vajíček, ze kterých se vyvinou samičky. První samčí vajíčko se vylíhne po 6 dnech a v dalších 36 hodinách se líhnou samičí vajíčka. Roztoči následně sají hemolymfu na spodní straně břicha včelí kukly. Následně dochází mezi samečkem a samičkami k opakovanému páření. Jelikož sameček není schopen přežít mimo plodovou buňku, tak se snaží zajistit, aby vylezlo co nejvíce oplodněných samiček a s dostatečnou zásobou spermií v semenném váčku (Hrobařová, 2010). Spermie dozrávají ve spermatéce u samičky. Samička si postupně odebírá vytvořenou zásobu spermatu. Po určitém časovém intervalu (typu včely) se líhne mladuška, na kterou se přichytí oplozené samičky parazita a společně opouštějí plodovou buňku (Titěra, 2017). Prostřednictvím mladušky tak dochází k přenosu na staré včely a rozšíření po celém úlu (Lukášková, 2017). Podle některých studií jsou samičky *V. destructor* schopné určit věk a funkci dospělé včely podle uhlovodíkových struktur na kutikule včely. Proto jsou podle těchto studií nejvíce napadeny včely pečovatelky/mladušky. Tyto včely zajišťují fungování včelstva uvnitř úlu. Kdy jednou z nejdůležitějších činností je péče o plod. Tyto včely mají největší kontakt s plodem a je tak největší šance přenosu roztoče do nové plodové buňky. Avšak pro potvrzení těchto studií neexistuje dostatečný počet důkazů (Rosenkranz et al., 2009). V době kdy není ve včelstvu plod postihuje parazit dospělé včely a saje na nich hemolymfu. (Lukášková, 2017). Téměř 80 % roztočů se nachází uvnitř plodové buňky. Samička je ročně schopna otočit 2-4 pohlavní cykly (Hrobařová, 2010). Roztoč přes zimu přežívá na dospělých včelách až 2 měsíce (Titěra, 2017).

Všechna vývojová stádia parazita se živí hemolymfou (z výzkumu, který byl publikován roku 2019 bylo zjištěno, že se parazit živí na tukovém tělísku) včel a včelího plodu. Sáním na tělech včel dochází k vpravování proteinů roztoče a k přenosu virových onemocnění. Rány po sání jsou vstupní branou pro bakterie (Titěra, 2017).

---

## 2.3 Varroóza

Jedná se o nemoc včel vyvolanou roztočem *V. destructor*. Způsobuje oslabení včelstva a s její přítomností je spojen rozvoj dalších nebezpečných onemocnění (Veselý et al., 2013).

Rozvoj klinických příznaků je pomalý, kvůli pomalému rozmnožování parazita. První klinické příznaky nemoci se objevují po 2-3 letech od nakažení. Pokud jsou počty parazita v řádech tisíců jedinců včelstvo se není schopné vzpamatovat a v zimě hyne. Většinou pokud je v podletí napadeno 50 % plodu (většinou stačí mnohem nižší procento napadení) včelstvo hyne. Na podzim hynou včelstva u nichž došlo k velkému rozvoji nemoci v létě (Veselý et al., 2013). Z vajíček nakladených na podzim se za normálních podmínek vylíhnou dlouhověké včely, které zajišťují přežití včelstva během zimy. Dlouhověké včely napadené během svého larválního vývoje se zdaleka nedoživají standartního věku dlouhověkých včel a hynou ještě před nástupem zimy. Včelstvo tedy vstupuje do zimy značně oslabené a ani provedení léčení nezajistí dobrý vstup do následující sezony. Takto napadená včelstva většinou hynou už v zimě anebo brzy z jara v důsledku vykrádání jinými včelami (Nešetřilová, 2018). Důležitým faktorem podílejícím se na prezimování včelstva jsou virová onemocnění spojená s výskytem *V. destructor* a zemědělské pesticidy (na bázi neonikotinoidů). Použití těchto látek v podobě mořidel na osivu je v posledních letech spojováno s úhyny včel. Prostřednictvím prachu, gutační vody a potravy ovlivňují i necílové organismy. Způsobují chronická onemocnění včelstev (Titěra, 2017). Při nadměrném napadení včelstva dochází k jeho oslabení a snížení produkce medu. S varroózou nastává mnoho dalších problémů např. roznášení virů, oslabení imunity a paralýza včel (Mráz, 2022). Nejpatrnější příznaky výskytu nemoci jsou na mladých včelách z napadeného plodu, kdy je roztočem přenášen virus deformovaných křídel. Včely jsou nedovyvinuté, mají špatně vyvinutá křídla, zadeček, zkrácené nohy nebo nevyvinuté vůbec. Tyto nedokonale vyvinuté včely jsou staršími dělnicemi vynášeny z úlu, kde hynou. Jestli se nacházel v plodové buňce vyšší počet parazitů, tak kukla hyne už v plodové buňce (Veselý et al., 2013) Po vylíhnutí prochází včely sociálním vývojem na různých úrovních ve včelstvu. Normálně vyvinutá včela vylétá poprvé z úlu kolem 12-15 dne života (stává se z ní létavka). U včel napadených *V. destructor* délka tohoto období zkracuje. Včela není ještě zcela vyvinutá a objevují se problémy s orientací a učením. Se zhoršenou orientací mají včely problém vrátit se do úlu, a tak zůstávají mimo úl déle. To vede ke snižování zásob a nemožnosti dostatečně krmit nové larvy, což vede k úbytku včel

---

(Mráz, 2022). Na dospělých včelách se parazit přichycuje na úrovni voskových žláz na člancích zadečku, a mezi články. Právě v mezi články je kutikula měkká a samička zde saje hemolymfu. Samičky se bezpečně pohybují po celé buňce, protože jsou pro včely nedosažitelné (Novotný, 2020). Bodnutí od *V. destructor* je vstupní branou pro infekce. Infikované včely mají výrazně zkrácenou délku života (Titěra, 2010). Trubci, kteří byli napadeni během svého vývoje mají v dospělosti nižší tvorbu spermií (Mráz, 2022)

### **2.3.1 Virová onemocnění spojená s varroózou**

S výskytem varroázy je přímo spojeno 5 infekčních onemocnění včel. Tyto nemoci jsou: izraelský virus akutní paralýzy včel, virus akutní paralýzy včel, virus pylíčkového plodu, kašmírový virus a virus deformovaných křídel.

#### **Virus deformovaných křídel**

Pro Českou republiku je nejvýznamnější virus deformovaných křídel. Intenzita onemocnění je přímo úměrná výskytu varroázy (Kovář, 2015). Jako jeden z mála virů, který je svými příznaky dobře definovatelný pouhým okem (Freitagová, 2021). Virus se v napadeném jedinci parazita množí, aniž by ho ohrozil a zvyšuje tak svou infektivitu (Rousová, 2017). Virus se přenáší roztočem při sání na tukovém tělísku plodu. Infekce se projeví na dospělých včelách. Včely se líhnou s deformovanými křídly, končetinami a zadečkem. Infikované včely nejsou schopné zastávat svoje funkce ve včelstvu a jsou buď ostatními včelami vyhnány z úlu, nebo odejdou sami a uhynou. Původně panoval názor, že toto onemocnění je způsobeno přímo parazitismem roztoče. Až později bylo prokázáno, že se jedná o virové onemocnění (Titěra, 2017).

### **2.3.2 Šíření varroázy**

Mezi hlavní přenašeče mezi včelstvy patří dělnice. Jedná se o přirozený proces, při kterém včela ztratí orientaci (i v důsledku nemoci) a je schopna se vžebat do cizího úlu pokud má plné medové vácny. Dalším způsobem kdy dělnice přenášejí varroózu je vykrádání jiných slabších včelstev. Varroóza může být přenášena oběma směry, jak loupeživými včelami, tak včelami z vykrádaného úlu. Vykradené včelstvo většinou zahyne, v důsledku nedostatku zásob a nemoci (Novotný, 2020).



---

Kvůli své atraktivitě pro samičky *V. destructor* v larválním stádiu je většina trubců z napadeného včelstva napadena. A při hledání trubčího shromaždiště přenáší parazita mezi včelstvy (Ritter, 2018).

Největší přenašečskou jednotkou se však (nepřímo) stává královna při rojení. Sama královna je z celého včelstva napadena minimálně. Přenos zajišťuje část včelstva která s ní vyletí. (Čermák et al 2016).

Za nejzásadnější přenos však můžou často sami včelaři s kočovnými včelstvy, nebo včelaři přesouvající včelstva z napadané oblasti. Varroóza může být šířena i přes úly a plástve. Na plodových plástvech je samička schopna přežít až 40 dní. “Na uhynulých včelách přežívá 16-17 dnů”. Za příznivých vnějších podmínek jsou samičky bez včely schopné přežít 6-7 dní (Veselý et al., 2013).

### **2.3.3 Diagnostika přítomnosti *V. destructor* ve včelstvu**

Přítomnost varroózy se prokazuje výskytem samiček v zimní měli. V zimě, když se ve včelstvu nenachází žádný plod, samičky *V. destructor* přežívají přichycené na dospělých včelách. Roztoči, kteří přirozeně uhynuli padají na dno úlu, kde je již včelařem připravená diagnostická podložka. Ještě před první jarním proletem podložky vyjmeme, aby včely nevynosily všechn spad (odpad vytvořený včelami jejich činností) včetně uhynulých samiček parazita (Veselý et al., 2013). Spad roztoče v zimní měli by měl odpovídat 5-10 % z celkového množství roztoče ve včelstvu. Odběr se provádí po 4 týdnech od vložení kontrolní podložky (Durčanský, 2017).

Získanou měl přesejeme přes královskou mřížku (sít s obdélníkovými otvory vkládající se mezi nástavky, aby se zamezilo pohybu matky mezi nástavky), nebo přes síta u kterých velikost oček nepřesahuje 4 mm. Takto získáme měl zbavenou hrubých nečistot a hlavně včelích mrtvolek. Čistou a vysušenou měl následně odešleme do laboratoře Státního veterinárního ústavu nebo do Výzkumného ústavu včelařského (Veselý et al., 2013).

### **2.3.4 Letní diagnostika**

Diagnostika včelstev v letním období se provádí, abychom zjistili stav a míru napadení včelstva a rozhodli se o následujícím postupu léčení (Durčanský, 2017).

Jedním způsobem je prohlídka kukel ze zavíčkované plodové buňky a po vyjmutí kukly prohlídka stěny plodové buňky, jestli se na nich nenachází vajíčka parazita, nebo

---

už vylíhli pohybující se samečci. Při kontrole ze zavíčkovaného trubčího plodu (trubčiny) je potřeba prohlédnout minimálně 100 trubčích kukel. Na trubčině je roztoč velmi dobře rozeznatelný. Při diagnostice z dospělých včel se využívá krátkodobého působení teploty 46-48 °C. U této metody dochází k opadávání samiček roztoče z těl včel, bez toho aniž by bylo včelám jakkoli ublíženo. Z dospělých včel je zjištění nákazy složité, pokud není včelstvo silně napadeno. Další metodou je omytí usmrcených včel benzínem, kdy roztoč opět odpadá z těla. Mezi poslední nejčastěji používané metody patří metoda tzv. “pocukrování včel”. Při této metodě jsou živé včely vloženy do nádoby s dvojitým víkem. První víko je tvořeno sítkou s oky o velikosti do 4 mm a druhé víko je plné. Do sklenice se nasype 60 g moučkového cukru a obsah nádoby se 5 minut protřepává. Roztoč se oddělí od včel a uvízne v cukru. Obsah nádoby vysypeme na podložku a spočítáme spadlé roztoče. Živé včely následně vrátíme zpět do úlu, kde se od cukru očistí. Stejným způsobem se provádí i metoda, kde se místo cukru použije plyn CO<sub>2</sub>, nebo N<sub>2</sub>O (Durčanský, 2017).

### **2.3.5 Prevence proti varroóze**

V červenci až srpnu se odstraňuje zbylý trubčí plod, ve kterém se roztoči shromažďují. V červenci/srpnu provedeme podletní ošetření, při kterém dojde k ochraně dlouhověkých včel. Toto ošetření provádíme až po vytočení veškerého medu, aby se do medu nedostali rezidua. Následující postup (klíckování matek) není tolik rozšířený, kvůli své pracnosti. V září-listopadu vložíme matku do klícky, čímž jí zabráníme možnost klást a tím i zabráníme schování roztoče. Matku necháváme v klícce po dobu 4 týdnů. V říjnu, listopadu a prosinci dochází k léčbě včelstev. V lednu provedeme odběr měli a tím zjistíme účinnost léčení. Pečlivý odběr zimní měli a následné laboratorní vyšetření odhalí stav roztočů *V. destructor* ještě před sezónou. V případě nálezu 3 a více roztočů na včelstvo se co nejdříve provádí nátěr zavíčkovaných buněk plodu.

### **2.3.6 Ochrana před varrózou**

#### **Nátěr včelího plodu (březen-duben)**

Natírá se zavíčkovaný včelí plod a účinná látka se kontaktem dostane i mezi dospělé včely. Účinná látka proniká dovnitř plodové buňky. Kvůli nebezpečí vzniku rezistence a reziduí je omezena velikost potírané oblasti na 10 dm<sup>2</sup> plodu. Nátěr slouží jako pojistka při nedokonalém provedení zimního léčení. Společně s nátěrem včelího

---

plodu lze provést fumigaci. Přípravkem pro ošetření je M1-AER s účinnou látkou tau-fluvalinát.

### **Odparné desky s organickými kyselinami**

Deska s organickou kyselinou se vkládá na horní loučky rámků, nebo mezi nástavky (ve vlastní praxi vkládáme formidolové desky na dno úlů). Postupně dochází k uvolňování účinné látky. Dochází úhynu jak dospělců, tak i všech vývojových stádií roztoče i v zavíčkované plodové buňce. Účinnou látkou je kyselina mravenčí - Formidol 40, Formidol 81. Na trhu se dále vyskytují nově registrované přípravky s kyselinou šťavelovou. Toto léčení může zároveň ovlivňovat průběh i výskyt dalších onemocnění např. nosematóza a zvápnění včelího plodu (příbalový leták)

### **Odstranění trubčího plodu (červenec-srpen)**

V tomto období roste koncentrace *V. destructor* a zároveň ubývá i trubčího plodu. Roztoči se tak začnou koncentrovat na zbývajícím trubčím plodu. V tomto období zbývající trubčinu z úlu odstraníme i s nahromaděnými roztoči

### **Kontaktní pásky (srpen-září)**

Přenosem účinné látky dochází přímým kontaktem. Následně dochází k přenosu účinné látky ze včely na včelu. U silně napadených včelstev je značně snižená aktivita, proto už nedochází k přenosu účinné látky. Přípravky Gabon PF 90 a Gabon Flum s účinnou látkou flumetrin. Nevýhodou těchto látek je riziko reziduí ve vosku. Při nadměrném a každoročním užívání dochází k rychlému vytvoření rezistence (Titěra D., 2017). Pásky ve včelstvech ponecháme 30 dní. Ponecháním pásek ve včelstvu po delší dobu zvyšuje momentální účinnost, ale zvyšuje se riziko vzniku rezistence. Pásek musí být po celou dobu mezi plodovými rámečky (Klečková., 2018)

### **Odstranění posledního plodu (říjen-listopad)**

Tento krok se provádí, pokud se ve včelstvu před provedením fumigace nebo aerosolu nachází zavíčkovaný plod. V tomto případě se účinná látka nedostane zavíčkovaných plodových buněk a parazit přežije. Plodování můžeme zastavit umístěním matky do klícky. Klícku s matkou dáme do místa, kde se nacházel poslední plod s dobrým přístupem pro dělnice. Matku necháme v klícce maximálně 4 týdny. Matku vypouštíme po chemickém ošetření (Titěra, 2017).

---

### **Fumigace (říjen-prosinec)**

Jednorázová kouřová aplikace účinné látky. Papírový pásek s léčivem se zapálí a prostřednictvím kouře dochází k šíření účinné látky v úlu. (Titěra, 2017) Během fumigace by se neměl ve včelstvu vyskytovat žádný plod, protože účinná látka působí pouze na dospělých včelách. (Klečková R., 2018). Počasí musí být takové, aby včely nelítali, ale zároveň nesmí teploty klesnout pod 10 °C. Včely se semknou do chomáče a účinná látka se k nim nedostane. Přípravky jsou Varidol 125 s účinnou látkou amitraz a MP10 FUM s účinnou látkou tau-fluvalinát. Toto ošetření lze provést i v březnu společně s nátěrem včelího plodu (Titěra, 2017). Po ošetření dáme na dno kontrolní desku, pro kontrolu účinnosti zákroku (Klečková , 2018).

### **Aerosol (listopad-prosinec)**

Aplikace účinné látky pomocí jemné mlhy. Neproniká do uzavřených plodových buněk. Na rozdíl od fumigace její účinnost neklesá když teploty klesnou pod 10 °C. Účinnými látkami jsou Varidol 125 (amitraz) a MP10 FUM (tau-fluvalinát). Po ošetření dáme na dno opět kontrolní desku pro kontrolu účinnosti zákroku (Klečková, 2018).

### **2.3.7 Popis konvenčních léčiv**

#### **M1-AER (obrázek 1.1)**

Účinná látka: Tau-fluvalinát

Způsob aplikace: aerosol, nátěr včelího plodu

Aplikace se provádí v době, kdy se ve včelstvu nenachází žádný plod, nebo jeho plocha je zanedbatelná. Účinná látka se v úlu šíří zředěnou mlhou (aerosem) nebo přes víčka plodových buněk penetrovaných při nátěru plodu. Léčivo ve formě aerosolu se nedostane do zavíčkovaných buněk, a tak roztoč neutrpí žádnou škodu. Při aplikaci nátěrem dojde k průchodu do plodových buněk a k rozšíření účinné látky v celém včelstvu přes sociální kontakt. M1-AER má vliv i na redukci včelomorky (Klečková, 2018).



Obrázek 1.1: přípravek M1-AER (vlastní foto)

### **Gabon PF90/Gabon FLUM**

Účinná látka: Tau-fluvalinát/Flumethrin

Způsob aplikace: kontaktní pásek z gabonového dýhu

Pásy s kontaktní látkou jsou zavěšeny do prostoru mezi plodové rámečky s otevřeným plodem, tak aby byl oboustranný přístup. Přenos účinné látky probíhá kontaktem. “polymerní směsi z termoplastického kaučuku, tvořící mikrovrstvu na povrchu proužku z gabonového dřeva. Včely si účinnou látku předávají mezi sebou skrze sociální kontakt. Hlavním účelem je ochrana dlouhověkých včel. Gabon se doporučuje používat jednou za 2 roky kvůli rychlému vytvoření rezistence. Od přípravku Gabon Flum se postupně začíná opouštět, právě kvůli četnému výskytu rezistence. Pokud je již ve včelstvu konzumní med je použití zakázáno kvůli reziduím (příbalový leták)

### **Varidol 125 (obrázek 2)**

Účinná látka: Amitraz

Způsob aplikace: aerosol, fumigace

Léčení se provádí při výskytu *V. destructor*, ale léčení se dále provádí i při podezření na výskyt roztoče, nebo i jako prevence. Použití se dá provádět od 1. října do 15. dubna, kdy se ve včelstvu nevyskytuje plod. Aplikace se provádí buď fumigací, kdy jsou zapáleny proužky napuštěné přípravkem a prostřednictvím kouře se účinná látka rozšíří do celého prostoru úlu. Při použití aerosole se do utěsněného úlu vhání kompresorem mlha se zředěným přípravkem. Pokud se ve včelstvu nachází uzavřený plod,

---

tak se zákrok dá považovat jako částečně úspěšný, protože aerosol, ani fumigace neproniknou do uzavřených plodových buněk a parazit tak neutrpí žádné škody (příbalový leták).



Obrázek 1.2: přípravek Varidol 125 (vlastní foto)

## **MP10 FUM**

Účinná látka: Tau-fluvalinát

Způsob aplikace: fumigace

Aplikace fumigací je stejná jako u Varidol 125, ale není vhodné ji provádět preventivně opět kvůli riziku vzniku rezistence. Ve včelstvu se nesmí nacházet zavíčkovaný plod. Působí i proti včelomorci (příbalový leták).

## **Apiguard**

Účinná látky: thymol

Způsob aplikace: tabletami, gelem

Apiguard je jedním z prvních přípravků, který využíval rostlinných silic. V obou formách se přípravek umístí na speciální podložku na vrch plodových plástů. Gel nebo tablety jsou pro včely cizím objektem a tak se ho snaží vynosit z úlu. Právě při tomto vynášení ulpí částičky přípravku na těle včely a ta ho následně roznáší po celém včelstvu. Přípravek dodáváme dokud nezůstává velké množství na místě, kde jsme ho aplikovali. Celková léčba trvá asi 6 týdnů. Doporučuje se aplikovat při vyšších teplotách nad 15 °C, protože dochází k lepšímu odparu. Účinnost byla prokázána rovněž proti *Acarapis Wood* a houbě *Ascosphaera apis* způsobující zvěpenatění včelího plodu (vceliobchod.cz, 2024).

---

### 2.3.8 Léčiva na bázi organických kyselin

#### Formidol 41 g/81 g

Účinná látka: kyselina mravenčí

Způsob aplikace: odparné desky

Formidol má dvoufázový způsob aplikace. Po vložení desky na dno úlu dochází k postupnému uvolňování účinné látky skrze 5 otvorů v regulační folii. Po 48 hodinách se odparná deska vyndá z regulační folie, deska se vrátí zpět a dochází k razantnějšímu uvolňování kyseliny mravenčí. Odparné desky účinně ničí populaci *V. destructor* jak na dospělých včelách, tak i uvnitř plodových buněk. Zároveň účinně hubí všechna vývojová stádia roztoče. Tyto přípravky se používají zejména v letním období, kdy působí jako ochrana proti nosematóze, protože likviduje spory vyskytující se na plátech. Velký vliv mají také při infestaci včelstva houbou *Ascospaera apis* kdy rovněž ničí spory a usmrcují již napadené larvy. Rovněž je stimulován čistící pud včelstva (vceli-obchod.cz, 2024).

#### VarroMed 5 mg/ml + 44 mg/ml

Účinná látka: kyselina mravenčí, kyselina šťavelová

Způsob aplikace: disperze do úlu

Jedná se o poměrnou novinku na českém trhu. Přípravek je podávaný ve formě roztoku. Aplikace lze provádět celoročně, ale nejvhodnější období nízké letové aktivity (podvečer, večer). Přípravek se nakape na včely na obsazených místech v plodišti a sociálním kontaktem dochází k distribuci ve včelstvu. Při ožití s jiným akaricidním léčivem hrozí nebezpečná míra koncentrace účinné látky a riziko úhynu. Účinná látka proniká i do uzavřených plodových buněk a hubí i různá vývojová stádia roztoče (vceli-obchod.cz, 2024).

### 2.4 Rostlinné silice/aromatické oleje

Aromatické oleje byly používány jako léčiva již od starověku pro svoje virucidní, baktericidní, antifugální a antiparazitální účinky využívány. V posledních letech zaznamenávají vzrůst popularity ve farmaceutickém, potravinářské, hygienickém průmyslu (Bava et al., 2023). Na trhu jsou velmi hodnotnou komoditou. Existuje až 250 druhů rostlinných silic/RS. Největším světovým producentem je USA (Hasham et al., 2016).

---

Vědecká definice pojmu aromatických olejů není možná, avšak existují některé praktické definice, které se používají v praxi. Nečastější definicí aromatických olejů je “více či méně těkavá látka získaná z aromatické rostliny určitého druhu” (Hesham et al., 2016).

RS jsou těkavé oleje hydrofobního charakteru, díky čemuž lze provádět parní destilaci a následně jednoduché oddělení olejů z kapalně fáze (Řebíčková K, 2018). Za působení tepla postupně uvolňují molekuly do prostředí. Odpovídají za charakteristickou vůni každé rostliny (Pereira et al., 2010). Jsou obecně známé svými akaricidními účinky (Hýbl et al., 2021). V čerstvém stavu jsou bezbarvé, ale se stářím a v důsledku špatného skladování tmavnou, oxidují a pryskyřnatí, proto je nutné je uchovávat v chladu, suchu a tmavých nádobách (Pereira et al., 2010). Rozpětí barev RS je velmi široké např. zelenou a modrou barvou se vyznačují silice obsahující barvivo azulen (RS heřmánku) a hnědou. RS obsahující karyofylen (RS skořice) (Řebíčková, 2018). Jedná se o sekundární metabolity rostlin, které se od primárních metabolitů odlišují složitější chemickou strukturou. Nepodílejí se na základním metabolismu (fotosyntéza, dýchání atd.), ale na procesech jako je ochrana, růst kontakt s vnějším okolím. (Pereira et al., 2010). Nacházejí se v různých částech rostlin (listy, kůra, kořeny, semena) (Bakkali et al., 2008). U mnoha druhů RS není zcela znám jejich akaricidní účinek proti *V. destructor*, tak zcela není znám účinek na včely (Hýbl et al., 2021).

Jednotlivé druhy silic mají specifické účinky na základě chemického složení (Bakkali et al., 2008). V závislosti na jejich původu a způsobu jakým fungují je pravděpodobné, že tyto sloučeniny jsou snadněji degradovatelné a díky vysoké specifičnosti jednotlivých RS je menší pravděpodobnost vytvoření rezistence (Vargas-Sarmiento et al., 2000). V posledních letech se objevilo mnoho studií o využití aromatických olejů proti *V. destructor*. Rozsáhlá studie akaricidního účinku proti *V. destructor* bylo zaznamenáno především u tymiánového oleje (*Thymus vulgaris* L.), yzopového oleje (*Hyssopus officinalis* L.) a šalvějového oleje (*Salvia officinalis*). Účinné bylo rovněž zaznamenáno u eukalyptu, tymiánu a vinné révy. Některé jsou účinné při tlumení nákazy např. Jírovec lysý, nebo eukaliptus. Nejlepší výsledky byly zaznamenány v Pákistánu v kombinaci hřebíčkového oleje a tabákového extraktu s účinností 96.48 % (Noor et al., 2016).



---

### 2.4.1 Získávání rostlinných silic

Stupeň kvality RS je závislý na původu rostliny, denní době sklizně, růstovém stádiu rostliny a způsobu získávání RS. Při nesprávném postupu sklizně může dojít k velkým výnosovým ztrátám a při špatném způsobu extrakce k narušení chemického složení a tím ke ztrátě původních vlastností (Řebíčková, 2018).

Existuje několik metod pro získávání RS. Ty se dělí na metody tradiční a inovované. Do těchto metod se řadí např. parní destilace, Soxhletova extrakce, metoda lisování za studena, hydrodestilace a Solventova extrakce (extrakce rozpouštědlem). Inovované metody jsou např. ultrazvukem asistovaná extrakce, extrakce superkritickou kapalinou, mikrovlnná extrakce bez rozpouštědla, mikrovlnami asistovaná hydrodestilace.

Metody tradiční/konvenční získávání RS jsou méně šetrné. RS jsou teplotně nestabilní, proto při získávání konvenčními metodami často dochází k chemickým změnám (hydrolyza, oxidace, izomerizace atd.) a ztrácí své původní vlastnosti (změna vůně atd.), kvůli příliš dlouhé době extrakce a působením příliš vysokých teplot. Při získávání RS je důležité zachování jejich původního chemického složení (Hasham et al., 2016).

Příčinou různorodých způsobů extrakce rostlinných silic vnikají látky s různým chemickým složením. Nestálost chemického složení RS způsobuje různorodost výsledků při studiích (Hýbl et al., 2021).

Výtěžnost aromatických olejů je velmi nízká v rozmezí od 1-10 % v závislosti na druhu a části rostliny. Získávání aromatických látek se provádí už starověku např. starověký Egypt nebo Řím. Způsoby získávání těchto látek se neustále zdokonalovali, ve starověku byly rostlinné oleje zachytávány do tukových těl za studena, macerací, nebo horkým odvarem. Ve středověku s rostoucí poptávkou po parfémach se vonné oleje začali získávat destilací (Bava et al., 2023).

#### **Parní destilace**

Jedná se o destilaci prostřednictvím vodní páry u rostlinných látek citlivých na vysoké teploty, jako jsou RS. V minulosti byla velmi oblíbenou laboratorní metodou při odstraňování nečistot z organických sloučenin. Po vynalezení vakuové destilace se stala velmi rychle zastaralou, ale i přesto je neustále často využívána v některých průmyslových odvětvích (Hesham et al., 2016).

---

V destilační baňce se vytváří vodní pára, která se zavádí do druhé baňky s rostlinným materiálem. Vodní pára prostupuje rostlinným materiálem. Působením vodní páry dochází k otevření olejové membrány a uvolní se RS. Dochází ke vniku směsi vodní páry a RS. Vodní pára obohacená o RS se následně odvádí do chladiče. Obohacená vodní pára se následně kondenzuje a na základě rozdílné hustoty a teploty varu dochází k oddělení látek (Řebíčková, 2018).

Základní princip této extrakce spočívá v tom, že kombinovaný tlak vodní páry se rovná tlaku prostředí při teplotě okolo 100 °C. Z toho vyplývá že těkavé látky jejichž bod varu se pohybuje v rozmezí od 150 do 300 °C mohou být odpařeny při teplotě blízké bodu varu vody (Hesham et al., 2016) .

### **Soxhletova extrakce**

Soxhletova extrakce se provádí za použití tzv. Soxhletova extraktoru, který byl vynalezen roku 1879 Franzem von Soxhletem. Přístroj byl původně zkonstruován pro získávání lipidů z pevných materiálů. Soxhletova extrakce se běžně používá v případech, pokud má požadovaná látka v rozpouštědle omezenou rozpustnost a nečistoty jsou v rozpouštědle rovněž nerozpustné. To způsobuje nekontrolovaný a neřízený průběh reakce, během kterého dochází k účinné recyklaci malého množství rozpouštědla a rozpuštění velkého množství materiálu. Během extrakce dochází ke kontaktu pevného materiálu s kapalinou za účelem odstranění jedné, nebo více látek rozložením pevného materiálu v refluxní kapalinu. V klasické Soxhletově extrakčním aparátu je pevná matrice umístěna v komoře, která se postupně plní extrahovanou kapalinou vysráženou z vodních par z destilační baňky. Po dosažení požadovaného množství sifon odčerpá obsah komory a přečerpá ho zpět do destilační banky. Získané analyty se tak dostanou do objemové kapaliny. Tento proces se opakuje, dokud se nedosáhne 100% extrakce. Výhodou tohoto typu extrakce je že se vzorek neustále dostává do kontaktu s čistými dávkami rozpouštědla. Tím se předchází možnému nasycení rozpouštědla extrahovaným materiálem a zvyšuje se účinnost odstranění analytu z matrice. Teplota v soustavě je blízká teplotě varu rozpouštědla. Prostřednictvím přebytku této tepelné energie lze zvýšit rychlost extrakčního procesu. Velkou nevýhodou tohoto procesu je časová náročnost, kdy se některé extrakce pohybují v řádech hodin až dnů a omezení na termostabilní sloučeniny. Vzorek se ředí velkými objemy rozpouštědla, a kvůli vysokým teplotám jsou zaznamenávány ztráty tepelnou degradací a vodními parami (Hesham et

---

al., 2016). S automatizací celého postupu nazývaný Soxtech, byla metoda standardizována, tedy uznána jako hlavní referenční metoda pro porovnávání efektivity jiných typů extrakce. S automatizací se zkrátila i doba procesu a spotřeba rozpouštědla (Chytil, 2020).

### **Hydrodestilace**

Je nejstarší a nejjednodušší způsob získávání RS z aromatických rostlin. Princip hydrodestilace je založen na izotropní destilaci. Zahříváním vody, nebo jiného rozpouštědla s rostlinným materiálem. (Hesham et al., 2016).

Při dosažení bodu varu rostlinný materiál nasaje vodu a vlivem osmozy přejde rostlinný olej z rostlinné bunky do vody. Směs vody a RS se pod vlivem varu odpaří a zachytí se v kondenzátoru. K oddělení kondenzované vodní páry a RS dochází v dekantéru (Řebíčková, 2018).

Hydrodestilace je typem parní destilace, který byl podle French Pharmacopoeia určen jako nejvhodnější pro získávání RS ze sušených rostlin a kontroly jejich kvality v laboratoři. Jsou tři druhy hydrodestilace: ponoření do vody, přímé vstříkávání vodních par a kombinovaný způsob. Tento proces je vhodný jak pro malé množství vzorků, tak průmyslovém měřítku. Délka procesu závisí hlavně na druhu materiálu. Dlouhá doba destilačního procesu vede k malému množství produktů, ale vzniká velké množství nežádoucích sloučenin, s vysokým bodem varu a oxidačními produkty (Hesham et al., 2016).

### **Metoda lisování za studena**

RS jsou lisovány za nízkých teplot a tlaku. Tato metoda se řadí mezi nejšetnější metody získávání RS. Extrakce je prováděna mechanicky, za co nejnižší teploty během celého procesu dávkování surového materiálu. Využívá se hlavně při získávání RS z rostlin, květů, semen, citronů a mandarinek. Na konci tohoto procesu je velké množství získaného produktu, RS se 100% čistotou a s veškerými zachovanými vlastnostmi. Celá rostlina je vložena do lisu, kde dojde k vymačkání RS z rostliny a odstředováním jsou odděleny od pevného materiálu (Hesham et al., 2016). Lisování za studena se využívá při získávání RS z kůry citrusových plodů. Esenciální citrusové oleje jsou vedlejším produktem při výrobě ovocných šťáv (Retová., 2020)

---

## **Extrakce rozpouštědlem**

Metoda rozdělení látek pomocí rozpouštědla na základě rozdílné rozpustnosti sloučenin. Provedení je na základě dvou kapalin, které se vzájemně nesmíchají např. voda a organické rozpouštědlo (aceton, ethylacetát, diethyleter). Do extrakční jednotky se vloží zásobník s otvory naplněný rostlinným materiálem a opakovaně je promýván rozpouštědlem. Extrakce rozpouštědlem s nejčastěji používá při zpracování parfémů, rostlinných olejů (řepkový olej) a bionafta. Při získávání rostlinných silic se tato metoda používá u křehkých a citlivých rostlin např. Konvalinka vonná. U takovýchto rostlin dosáhneme vyššího výnosu při nižších nákladech. Vlastnosti získané směsi jsou závislé jaké množství přidaného tepla bylo kvůli omezené rozpustnosti některých látek v použitém rozpouštědle. I přes vysokou efektivitu je tato metoda nahrazena kvůli časové náročnosti, velké spotřebě ředidla a nepřesné opakovatelnosti (Hesham et al., 2016)

## **Inovované metody**

Vnik těchto postupů byl podmíněn zejména ekonomikou výroby, ekologickými požadavky a zachování kvality RS. Inovované metody se snaží snížit spotřebu rozpouštědel, energie a produkci CO<sub>2</sub> (Hesham et al., 2016).

## **Ultrazvukem asistovaná extrakce**

Tento proces zajišťuje získávání velmi cenných látek a zvýšení hodnoty vedlejších produktů potravinářského průmyslu při jejich použití jako zdroje přírodních látek. Největším přínosem je zlepšení efektivity získávání RS a snížení rizika degradace při použití středních teplot. Ultrazvukem asistovaná extrakce se velmi často používá v kombinaci s tradičními metodami zejména s hydrodestilací a Solventovou extrakcí (Hesham et al., 2016). Při extrakci se používá mechanická energie o frekvenci vyšší než 20 kHz a v některých situacích při extrakci z komplikované rostlinné matrice až 2 400 kHz. Použitím vysokofrekvenční energie dochází k narušení buněčné membrány a k jednoduššímu uvolnění RS do rozpouštědla (Chytil., 2020). Zvyšuje se tak selektivita a intenzita extrakce ze surového rostlinného materiálu. Ultrazvuk zvyšuje intenzitu odparu povrchové vlhkosti a vyvolává rychlost oscilace na rozhraní, na kterém může dojít k ovlivnění difúze na hraniční vrstvě a ovlivňovat rozpínání materiálu, které může ovlivnit přenos klastrů (Hesham et al., 2016) .

---

## **Extrakce prostřednictvím nadkritické kapaliny**

Oddělení extraktu od matrice za použití superkritické kapaliny. Do stavu tzv. nadkritické kapaliny se plyn dostane pokud je teplota plynu vyšší než kritická teplota a je vyvinut potřebný tlak. Nadkritické kapaliny jsou látky, které jsou nad svým kritickým bodem a mají fyzikální vlastnosti mezi kapalinou (hustota) a plynem (viskozita) (Řebíčková K., 2018). Většina extrakcí se provádí většinou z pevného materiálu kvůli dobré průchodnosti materiálem. Metodu lze i uplatnit při získávání z kapaliny. V 90 % se jako nadkritická kapalina používá oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>) pro svůj nízký bod kritického tlaku (74 barů) a nízkou kritickou teplotu (32 °C). Oxid uhličitý je nepolární rozpouštědlo, proto se používá při získávání nepolárních sloučenin. Výhodou oxidu uhličitého je stabilita, nízká míra toxicity, čistota a snadné odstranění ze získaného materiálu. Do superkritické kapaliny mohou pro vyšší účinnost přidávat i jiná rozpouštědla jako ethanol nebo methanol. U látky získané touto metodou je garantovaný vyšší výnos, nižší viskozitu, vyšší difúzní koeficient, lepší biologickou aktivitu a lepší anti-oxidační účinky. Tato metoda se používá u RS, u kterých nelze provést extrakci destilace vodní parou. I přes velké množství výhod z pohledu získaného materiálu tato metoda není příliš častá zejména kvůli vysoké ceně extrakčního zařízení a potřebě vysoce kvalifikované obsluhy (Hesham et al., 2016) .

## **Mikrovlnná asistovaná hydrodestilace**

Jedná se o upravenou hydrodestilaci a destilaci vodní parou. Ohřev vody je zajištěn prostřednictvím mikrovln (Řebíčková K., 2018). Úspěšnost hydrodestilace podpořené mikrovlnami závisí na dielektrické konstantě vody a vzorku. Tvorbu mikrovln zajišťuje mikrovlnná trouba. Mikrovlnná asistovaná destilace zajišťuje že nedojde k narušení chemické struktury u teplotně náchylných RS. Dalšími výhodami je krátká doba extrakce za použití malého množství rozpouštědla, úspora energie a vyšší výtěžnost. Ohřev mikrovlnami je závislý na přímém vlivu na polární látky a rozpouštědla. Základními principy jsou iontová vodivost a dipólová rotace, kdy oba tyto jevy probíhají současně (Hesham et al., 2016) .

## **Mikrovlnná extrakce bez rozpouštědla**

RS jsou získány za pomoci mikrovln z rostlinného materiálu ve vodě bez rozpouštědla. Princip metody je založen na kombinaci suché destilace a ohřevu vody mikro-

---

vlnami. Základem je mikrovlnná suchá destilace materiálu bez přidání vody nebo organického rozpouštědla. Rostlinný materiál je po dobu 1-2 hodin namočen do vody a následně se přebytečná voda nechá odkapat. Odkapaný materiál se vloží do mikrovlnné trouby. Působením mikrovln dochází k odparu RS, které jsou zachytávány v kondenzátoru. Získané RS jsou dehydrovány na bezvodý síran sodný ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) (Hesham et al., 2016).

### **Extrakce mikrovlnou hydrodifúzí a působením gravitace**

Originalita této metody spočívá v kombinaci mikrovlnného ohřevu, gravitace a atmosférického tlaku. U tohoto postupu extrakce RS není využívána voda a ani rozpouštědlo. Hlavní výhodou je časová úspora, kdy jeden cyklus extrakce trvá kolem 20 minut (v závislosti na druhu rostlinného materiálu), ekologičnost a nízká spotřeba energie (Hesham et al., 2016).

#### **2.4.2 Chemické složení rostlinných silic**

Jsou komplexní směsi těkavých látek kyslíkatých derivátů uhlovodíkových terpenů jako jsou aldehydy, fenoly, alkoholy, ethery, estery, a ketony (Hesham., 2016). Terpeny jsou přírodní uhlovodíky, jejichž základní stavební jednotkou je isopren. Podle počtu uhlíků se terpeny dělí do skupin do skupin hemiterpeny (C5) monoterpeny (C10), seskviterpeny (C15), diterpeny (C20), triterpeny (C30) a tetraterpeny (C40). Další skupinou látek vyskytující se v menším množství než terpeny jsou sloučeniny odvozené od fenylpropenu (Hýbl et al., 2021).

U aromatických rostlin probíhá biosyntéza terpenů na základě dvou principů, lišících se tvorbou základních terpenových prekurzorů isopentenyl difosfátu (IPP) a jeho izomeru (dimethylallyl difosfát). Prvním způsobem je mevalonátová dráha (od kyseliny melonátové) probíhající v buněčném cytosolu. Druhý způsob probíhá v buněčných plastidech a jeho základ je odvozen od 2-erythritol-4-fosfátu. Výsledkem těchto procesů je syntéza isopentenyl difosfátu a dimethylallyl difosfátu. Z těchto prekurzorů je následně syntetizován prekurzor monoterpenů geranylfosfát (GPP) enzymem geranylfosfát syntázou. Reakcí GPP s IPP vzniká prekurzor seskviterpenů farnesylfosfát (FFP), který je katalyzován enzymem farnesylfosfát syntázou. Následuje další reakce s IPP, která je katalyzována enzymem geranylgeranyldifosfát syntázou za vzniku prekurzoru vyšších terpenů geranylgeranyldifosfát (Řebíčková, 2018).

---

Některé typy těchto terpenů jsou využívány při léčbě malárie, rakoviny a srdečních chorob. Dále mohou obsahovat kyslíkaté sloučeniny (Hesham et al., 2016). Některé druhy rostlin s obsahem RS se ještě třídí podle odrůd tzv. chemotypy. Jednotlivé chemotypy se liší chemickým složením RS. Například Tymián obecný (*Thymus vulgaris*) má 7 chemotypů. Jedna skupina tzv. “silných chemotypů” obsahuje vyšší koncentrace fenolů, thymolu a karvakrolu, zatímco druhá skupina tzv. “mírné chemotypy” obsahuje vyšší koncentrace alkoholů, jako je geraniol, linalool a thujanol (Hýbl et al., 2021). Název aromatické oleje vycházel z předpokladu že představují podstatu chutí a vůní z rostlinné říše. Od mastných kyselin, fixních olejů minerálních, nebo uhlovodíkových olejů se liší menším podílem složení glyceridů (Hesham et al., 2016).

### **Hemiterpeny (C5)**

Výskyt hemiterpenů v přírodě je vzácný. Jsou nejjednodušší terpeny, v přírodě nejčastěji vyskytující se ve formě jednosytných alkoholů, aldehydů nebo ketonů. Vyskytují se v metabolických pletivech rostlin. Tvoří základ ostatních prekurzorů isoprenoidů (isopentylidifosfát a dimethylallyldifosfát) (Řebíčková, 2018).

### **Monoterpeny (C10)**

Složení monoterpenů se skládá ze dvou izoprenových jednotek. Tyto molekuly jsou nejdůležitější pro 90 % všech RS (Bava et al., 2023). Monoterpeny se často vyskytují ve sloučeninách s alkoholy, fenoly a aldehydy, ketony, estery a kyslíkatými deriváty (Bogdanov a Calderone, 1999). Monoterpeny se v RS vyskytují převážně v cyklické formě. Acyklické monoterpeny nestálé a kvůli nenasyčené struktuře mají velmi intenzivní zápach. Slouží jako základní struktura pro syntézu aromatických sloučenin (Řebíčková, 2018). Prostorové uspořádání molekul může být cyklické i acyklické. Hodnocení různých druhů monoterpenů probíhalo na základě jejich toxikologie pro různé druhy hmyzu. Studie probíhali především na  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -pinen, 3-karen, limonen, myrcen a  $\alpha$ -terpinen. Epoxypulego je monoterpen který v souladu se studií Marangoni et al. (2012) inhibuje acetylcholinesterasu u hmyzu. V důsledku toho se u hmyzu k příznakům jako je např. zpomalení růstu, snížená schopnost reprodukce, potlačení chuti k jídlu, hladovění a v některých případech k přímé otravě. (Bava et al., 2023).

---

## Seskviterpeny (C15)

“Seskviterpeny jsou tvořeny třemi izoprenoidními jednotkami C15. Vznikají slučováním geranyl-difosfátu s izopentenyl-difosfátem za vzniku patnácti-uhlíkatého farnesyl-difosfátu” (Přikrylová, 2018). Kvůli vyššímu počtu uhlíků mají vyšší bod varu než monoterpeny. Mají menší vliv na vůni než monoterpeny (Řebíčková, 2018). Seskviterpeny jsou důležité inhibitory ve vzájemném působení mezi hmyzem a rostlinou. Jsou dalším důležitým zdrojem antifeedantů a repelentů. V květenství slunečnic byly nalezeny dva antifeedantní inhibitory 3-O-methyl niveusin-A a seskviterpenový lakton angelát argofylin-A. V hlízách Šáchoru hlíznatého (*Cyperus rotundus*) je obsažen seskviterpenoid alfa-cyperon s insekticidními účinky proti Můře diamantové (*Plutella xylostella*) (Bava et al., 2023).

## Diterpeny (C20)

Základní uhlíkový řetězec diterpenů je tvořen dvaceti atomy uhlíku. Základním prekurzorem diterpenů je geranyl-geranyldifosfát (Přikrylová, 2018). Diterpeny se v přírodě vyskytují ve velkém množství forem od acyklických, monocyklických, bicyklických, tricyklických až po tetracyklické. V RS mají malé zastoupení, ale pokud se vyskytují, tak ve formě vedlejších produktů (Řebíčková, 2018). Diterpeny mají potenciál odrazit hmyz od krmení. Insekticidní a antifeedantní potenciál diterpenů z klerodanu a neoklerodanu jsou již známé. Účinky mnoha přírodních neokloradinových diterpenoidů, které vznikají u Lnici květel (*Linaria saxatilis*) a jejich polosyntetických derivátů proti různým druhům hmyzu s různými potravinovými specializacemi byly prozkoumány. Výzkum antifeedantů ukázal, že mšice druhu Mšice broskvoňová (*Myzus persicae*) a oligofág Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) byly nejcitlivější. U polyfágního druhu motýla druhu Blýskavka bavlníková (*Spodoptera littoralis*) nebyly pozorovány žádné hubící účinky. Avšak u některých jedinců byl pozorován antifeedantní účinek. (Bava et al., 2023).

## Triterpeny (C30)

Jsou tvořeny šesti izoprenovými jednotkami. Při částečném rozkladu triterpenů vznikají fytosteriody jako například lanosterol. Jejich zastoupení v RS je poměrně malé (Řebíčková, 2018). Triterpenoidy jsou běžně zastoupeny ve velkém množství repelentů proti hmyzu. V této souvislosti přicházejí v potaz limonoidy obsažené v



---

druzích jako např. Zederach indický (*Azadirachta indica*) a Zederach hladký (*Melia azedarach*) obsahující azadarechtin a toosedanin. Azadarechtin působí jako antifeedant. V citrusových rostlinách je obsažen triterpenoid limonin. Limonoidy jsou obsaženy v citrusech, kde plní obranou funkci proti býložravcům a jsou produkovány některými zástupci z čeledi Routovité (*Rutacea*). Dalšími triterpenoidy působící jako antifeedanty jsou anolidy, kardenolidy a syntetické saponiny. (Bava et al., 2023).

### **Tetraterpeny (C40)**

Tetraterpeny vznikají sloučením dvou jednotek diterpenů. Tetraterpeny se v některých případech označují jako karotenoidy. Přítomnost tetraterpenů (především Beta-karotenu) má za následek červené, žluté a oranžové (Řebíčková, 2018). Hlavní vlastností tetraterpenů jsou antioxidační, protinádorové, kardiovaskulárně ochranné účinky (Hejná, 2022).

### **Alkaloidy**

Jsou tvořeny jedním atomem dusíku, který je negativně oxidován. Některé alkaloidy jako např. kofein, teofylin, teobromin, kodein, thebain, papaverin a methylxantin jsou sloučeniny dusíku se slabým insekticidním účinkem, ale mohou mít negativní dopad pro obratlovce. Negativní účinky alkaloidů jsou založeny na jejich molekulárním složení, avšak běžně interferují s acetylcholinesterázou nebo sodíkovými kanály. Erythrinalinové alkaloidy jsou vysoce užitečné při skladování rostlin jako antifeedant. V některých výzkumech bylo prokázáno, že kukuřice pěstovaná v blízkosti stromů Korálovce širokolistého (*Erythrina latissima*) jsou méně náchylné proti Zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*). Části tohoto stromu jsou využitelné jako biopesticid v posklizňových úpravách. Nejdůležitější alkaloidy s insekticidními účinky jsou nikotin a nornikotin. Používání těchto alkaloidů je již silně omezeno, kvůli jejich toxicitě pro dobytek, zápach, vysokým výrobním nákladům a neodpovídajícímu účinku. (Bava et al., 2023).

### **Fenolické sloučeniny**

Fenolické sloučeniny zahrnují velké množství metabolitů s obranou funkcí včetně tříslovin, ligninu, flavonoidů, antokyanů a furanokumarinů (Bava et al., 2023). Jsou podstatnou složkou potravy a jedním z nejdůležitějších zdrojů energie. Přírodní

---

fenolitické sloučeniny vznikají jako konečný produkt acetátových drah. Tyto sloučeniny jsou velmi diverzifikované od jednoduchých sloučenin (fenolové kyseliny, fenylpropanoidy flavonoidy atd.) až po vysoce polymerizované látky (ligniny, melaniny, třísloviny atd.) (Guimarães et al., 2009). Fenoly jsou jedna z nejrozšířenějších skupin rostlinných látek až s 8 000 strukturami napříč celou rostlinou říší. Všechny struktury sdílejí nejméně jeden stejný cyklický řetězec minimálně s jedním modifikovaným vodíkem volnou hydroxylovou skupinou nebo jiným derivátem působícím jako ester nebo heterosid. Některé fenolitické sloučeniny plní funkci atraktantu pro opylovače, pro pojídače plodů a tím zajištění přenosu semen a jiné obranou funkci před býložravci. Další funkcí je ochrana před UV zářením a alelochemické funkce vůči konkurencím rostlinám. Jednou z nejdůležitější fenolitických sloučenin s insekticidními účinky je tanin. Tanin se váže na slinné bílkoviny a trávicí enzymy jako trypsin a chymotrypsin. Po intoxikaci hmyz není schopen rozkládat živiny na jednodušší sloučeniny, čímž se razantně snižuje jejich vstřebatelnost a hmyz následkem nedostatku živin umírá (Bava et al., 2023).

#### **2.4.3 Působení rostlinných silic proti *Varroa destructor***

RS působí na biochemické, fyziologické procesy v těle *V. destructor* a ovlivňují také jeho chování. Parazit se intoxikuje vdechnutím, nebo povrchem svého těla. Účinek RS se projevuje v závislosti podle množství vstřebané látky. Úroveň intoxikace se projevuje na úrovni nervového systému. Kvůli rozdílnému chemickému složení v závislosti na druhu mohou RS ovlivňovat aktivitu enzymu acetylcholinesterázy, GABA a oktopaminových receptorů (Bava et al., 2023).

#### **Potlačení aktivity enzymu acetylcholinesteráza (AChE)**

Enzym acetylcholinesteráza patří mezi nejdůležitější v neuronálních a neuromuskulárních spojeních. AChE může být nebezpečný pro necílové obratlovce. RS jsou schopné měnit aktivitu AChE, aby účinkoval pouze na hmyz. Rozdílem je že hmyzí AChE obsahuje cysteinový zbytek. Tato schopnost byla prokázána u rostlin jako *Thymus praecox subsp. caucasicus*, *Cyclotrichium niveum*, *Santolina chamaecyparissus*, *Ormenis multicaulis*, *Echinacea purpurea*, *Salvia chionantha*, *Anethum graveolens*, and *Salvia lavendulaefolia*. Ze 73 testovaných sloučenin 48 vykazovalo antiAChE aktivitu. 23 z 28 testovaných látek inhibovalo hmyzí AChE. Nejlepší výsledky byly

---

pozorovány u látek 1,8-cineol, cis-ocimen, niloticin, limonen, mentol,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -felandren a karvakrol. Některé složky RS mají kompetitivní, nebo nekompetitivní inhibiční účinek. Účinek jednotlivých složek RS se liší než v komplexu. Kompetitivní inhibitory tvoří vazbu na AChE a blokují vznik dalších vazeb, zatím co nekompetitivní inhibitory se vážou na AChE a alostericky mění fungování enzymu. Zamezují tvorbě produktu ve formě enzym-substrát, než na enzym samotný (Bava et al., 2023).

### **Přes chloridové kanálky řízené kyselinou gama-aminomáselnou (GABA)**

Dále RS působí přes chloridové kanálky řízené kyselinou gama-aminomáselnou (GABA). To může vysvětlit rychlý nástup účinku u pesticidů. GABA působí jak u savců, tak hmyzu jako hlavní svalový a nervový inhibiční neurotransmitter. GABA se váže na specifické GABA receptory se synaptickou, nebo extrasynaptickou membránou. GABA se dělí na dva typy inotropní GABA<sub>A</sub> a metabotropní GABA<sub>B</sub>. Jsou hlavní cílem při vývoji nových léčiv. Neurotransmitery GABA vyvolávají tok chloridových iontů přes buněčnou membránu, je zesilován thymolem, mentolem a dalšími sloučeninami. Některé látky v RS např. kafr, karvon, menton, linalool a  $\alpha$ -terpineol nemají na GABA proud chloridových iontů žádný účinek. Účinek RS na GABA receptory je ovlivněn hlavně jejich rozdílným chemickým složením. Pro účinek RS je důležitá přítomnost funkční skupiny např. alkoholy jako thymol, mentol a borneol mají větší modulační vliv než ketony. Studie prováděna na určení funkčního místa RS na GABA receptorech jsou složité na provedení ve vnějších podmínkách, kvůli riziku změny chemického složení RS. Některé výzkumy naznačují, že terpenoidy s nízkou molární hmotností obsazují cílová místa na receptorech a mohou tak ovlivňovat činnost nervové soustavy (Bava et al., 2023).

### **Působení přes oktopamin**

Oktopamin má u rostlin několik funkcí, slouží jako neurohormin, neurotransmitter a neurolegurátor. Ovlivňuje chování hmyzu. RS ovlivňují oktopamin-1 a oktopamin-2. Dochází ke zvýšení hladiny intracelulárního vápníku. Oktopamin-1 zvýší hladinu vápníku v krvi a oktopamin-2 zvýší hladinu vápníku v cyklickém adenosin momofosfátu (cAMP). Zvýšení hladiny v cAMP vyvolaly látky eugenol a  $\alpha$ -terpineol. Naproti tomu látky geraniol a citral úroveň v cAMP snižovali (Bava et al., 2023)

---

V některých případech došlo při použití RS k chronickým, nebo subakutním projevům otravy jak u dospělců, tak u larev. Při laboratorních a terénních zkouškách došlo k velkým nesrovnalostem ve výsledcích. Důvodem těchto rozdílů bylo používání jiných studijních postupů a velká variabilita chemického složení rostlin (Hýbl et al., 2021).

---

## 3 Metodika

### 3.1 Charakteristika stanoviště a včelstev

Včelí stanoviště se nachází v obce Stádlec v okrese Tábor. Nadmořská výška obce je 449 m. n. m. Průměrné teplota za rok 2023 byla 6,7 °C . Průměrné teploty v zimě se pohybovali od -5,8 °C do 4,6 °C a ve zbývajících měsících od -1,3 °C (březen) do 22,5 (srpen). Pro pokus byla využita dvě včelí stanoviště nacházející se vedle sebe: Stádlec I. (obrázek 1) a Stádlec II. (obrázek 2). Na stanovištích převládá jižní a jihovýchodní směr větru. Na stanovišti Stádlec I. je umístěno 13 včelstev a na stanovišti Stádlec II. Je umístěno 10 včelstev. Včelstva na stanovišti Stádlec I. jsou orientována na jih, zatímco Stádlec II. na jihovýchod (obrázek 3). Úly na Stádlec I. jsou všechny vlastní výroby, dřevěné, nástavkové, jedenáctirámkové o rámkové míře 39x30 cm. Na Stádlec II. je 7 včelstev v polyesterových, jedenáctirámkových, nástavkových úlech značky Flugo o rámkové míře 39x24 cm. Zbylé 3 úly jsou dřevěné. U 6 včelstev jsou úly vybavené varroadnem, zbylé jsou vybaveny normálním dnem vlastní výroby. Včelstva jsou na obou stanovištích celoročně. Na sousedící parcele se nachází starý zanedbaný sad poskytující včelám téměř celoroční zdroj pastvy.



**Obrázek 2.1: stanoviště Stádlec I.**  
(vlastní foto.)



**Obrázek 2.2: stanoviště Stádlec II.**  
(vlastní foto.)



**Obrázek 2.3: satelitní pohled na stanoviště (LPIS)**

Pokus provedení léčby RS proti *V.destructor* byl proveden na stanovišti Stádlec II. Které je na otevřeném otevřeném prostoru na stojanech. Stanoviště Stádlec I. bylo využito jako kontrolní stanoviště, kde byla použita pouze konvenční léčiva. Úly na Stádlec I. jsou umístěny ve včelínech.

### **3.2 Příprava rostlinných silic**

V laboratoři Jihočeské univerzity byly připraveny dvě koncentrace od každé z pěti druhů použitých RS pro porovnání účinnosti. Jako RS byly použity Skořice, Litsea, Máta peprná, Dobromysl a Manuka. U všech RS byla koncentrace 25  $\mu\text{l/L}$  a 12,5  $\mu\text{l/L}$ . Vyjimku tvořila Manuka, kdy byla kvůli jejímu potenciálu použita pouze 50% koncentrace (12,5  $\mu\text{l/L}$ ) a 25% (6,25  $\mu\text{l/L}$ ) (tabulka 1). U Manuky by mohlo při vysoké koncentraci dojít k ohrožení včel. Pro výpočet potřebného objemu RS na jednu dávku byla zohledněna standardní koncentrace na 1 litr. Podle koncentrace na 1 litr bylo vypočítán potřebný objem na 1 nástavek (38,4 litru). Podle výsledků byly připravená směs RS a emulgátoru (čistý aceton) nadávkována do ampulí.

	Počet nástavků	Objem RS/ včelstvo	Koncentrace RS/ litr
Skořice 0,5	2	960 µl/včelstvo	12,5 µl/L
Skořice 1	2	1920 µl/včelstvo	25 µl/L
Litsea 0,5	2	960 µl/včelstvo	12,5 µl/L
Litsea 1	1	480 µl/včelstvo	25 µl/L
Máta peprná 0,5	1	240 µl/včelstvo	12,5 µl/L
Máta peprná 1	1	480 µl/včelstvo	25 µl/L
Dobromysl 0,5	1	240 µl/včelstvo	12,5 µl/L
Dobromysl 1	1	480 µl/včelstvo	25 µl/L
Manuka 0,25	1	120 µl/včelstvo	6,25 µl/L
Manuka 0,5	1	240 µl/včelstvo	12,5 µl/L

**Tabulka 2.1:** Použité koncentrace

### 3.2.1 První aplikace metodou odparu z filtračního papíru

Při prvním prvním léčení prostřednictvím RS byla použita metoda odparu účinné látky z filtračního papíru. Ampule s RS byli po krátkou dobu uschovány místnosti s průměrnou teplotou 15 °C a za minimálního přístupu světla, aby nedošlo k případné degradaci látek. Zhruba 30 minut před použitím byly přeneseny do místnosti s běžnou pokojovou teplotou. Aplikace byla provedena 26.8.2023.

#### Postup 1. aplikace

Pro aplikaci bylo potřeba vybavení: laboratorní filtrační papír 10x10 cm, porcelánový talíř, ampule s RS, čisté utěrky, voda (obrázek 4).



**Obrázek 2.4:** vybavení při první aplikaci RS (vlastní foto)

---

Filtrační papír slouží jako nosič účinné látky, ze kterého se látka postupně uvolňuje do prostředí úlu. Kvůli účinkům acetonu jako organického rozpouštědla dojde k rovnoměrnému rozložení RS na filtračním papíru a k pozvolnému uvolňování. Aceton musí být čistý bez jakýchkoliv přísad, při použití technického acetonu by hrozilo vážné ohrožení včelstva, kvůli toxickým aditivům.

- 1.) Na dno úlu byla vložena čistá diagnostická podložka
- 2.) Na porcelánový talíř byl položen filtrační papír, který byl polit RS, tak aby došlo k jeho úplnému nasycení a popřípadě vytření zbytku RS z talíře.
- 3.) Následně se nechá aceton minimálně 3 minuty odpařit.
- 4.) Filtrační papír s RS co nejrychleji položit na vrchní loučky rámků a úl uzavřeme (obrázek 5).
- 5.) Talíř, na kterém byla provedena aplikace RS musí být omyt dostatečným množstvím čisté vody a ořen čistou utěrkou, aby nedošlo ke kontaminaci při aplikaci dalších vzorků.



**Obrázek 2.5:** filtrační papír na vrchní loučce rámků (vlastní foto)



---

### 3.2.2 Druhá aplikace fumigací

Druhá aplikace rostlinných silic proběhla pomocí fumigace. Ampule s rostlinnými silicemi byly uskladněny stejně jako v předchozím případě. Aplikace fumigací byla provedena 6.9.2023 10 dní od první aplikace prostřednictvím odparu z filtračního papíru.

#### Postup 2. aplikace

Pro aplikaci bylo potřeba vybavení: fumigační papír, háček, porcelánový talíř, ampule s rostlinnými silicemi, zapalovač, čisté utěrky, voda, kusy látky (obrázek 6).



Obrázek 2.6: vybavení při první aplikaci RS (vlastní foto)

- 1.) Na dno úlu byla vložena čistá diagnostická podložka a kusy látky byla zacpána česna a potencionální průduchy.
- 2.) Mezi rámký byla vytvořena mezera pro vložení fumigačního papíru.
- 3.) Na porcelánový talíř se položí fumigační proužek, na byl vylit obsah ampule s RS a zajištěno úplné vsáknutí RS do fumigačního papíru.
- 5.) Fumigační proužek byl navléknut na háček, zapálen a je vložen co nejrychleji do vytvořeného prostoru mezi rámký (obrázek 7).
- 6.) Zhruba po 20 minutách byla otevřena česna.



Obrázek 2.7: fumigační proužky vložené do úlů (vlastní foto)

### **Monitoring spadu**

Monitoring spadu jednotlivých aplikací byl prováděn každý den po dobu následujících 6 dní od aplikace léčiva. Spad byl počítán každý den v podvečer kolem 5-6 hodiny.

Při zhodnocování výsledků denního spadu nebyl brán v potaz přirozený denní spad. Po následném prvním přeléčení Varidolem 125 prostřednictvím fumigace se počítalo se 100% účinností.

Účinnost látek byla spočítány součtem celkového spadu obou léčení prostřednictvím rostlinných silic (RS) a spadu po následném léčení Varidolem 125 na včelstvo.

### **Následné léčení konvenčními léčivy**

1. následné léčení bylo provedeno 23.9.2023 a 2. 4.11.2023 za použití léčiva Varidol 125. Aplikace byla provedena prostřednictvím fumigace. 3. léčení bylo aplikováno 18.11.2023 a 4. 8.12.2023 opět bylo použito léčivo Varidol 125 a obě aplikace byly provedeny aerosolem.

### **Výpočet spadu**

Při zhodnocování výsledků denního spadu nebyl brán v potaz přirozený denní spad. Po následném prvním přeléčení Varidolem 125 prostřednictvím fumigace se počítalo se 100% účinností (tabulka 2.2).

	Přeléčení	Spad po přeléčení
Včelstva	23.9.2023	24.9.2023
1.	Varidol - fumigace	100
2.		200
3.		500
4.		60
5.		15
6.		10
7.		10
8.		150
9.		30
10.		30

**Tabulka 2.2:** Hodnoty spadu po přeléčení Varidolem 125

### Výpočet účinnosti rostlinných silic aplikací prostřednictvím odparu z filtračního papíru

Účinnost látek metodou odparu z filtračního papíru byla vypočítána vydělením celkového spadu po léčení konkrétním druhé RS a koncentrací u konkrétního včelstva součtem celkového spadu u obou léčení prostřednictvím RS a spadem po přeléčení Varidolem 125. Následná hodnota byla vynásobena 100 a byla získána procentuální účinnost (tabulka 2.3).

Odpar RS z filtračního papíru	27.8.2023	28.8.2023	28.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
Skořice 12,5 µ/L	5	10	5	5	1	0	26	13,75
Fumigace	7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
Skořice 12,5 µ/L	40	15	5	5	2	1	63	
Fumigace	24.9.2023							
Přeléčení Varidolem 125	100							
Výpočet účinnosti RS odparem z filtračního papíru: $26/(26+63+100) \times 100 = 13,75\%$								

**Tabulka 2.3:** Výpočet účinnosti RS odparem z filtračního papíru

### Výpočet účinnosti rostlinných silic aplikací prostřednictvím fumigace

Účinnost aplikace prostřednictvím fumigace byla vypočítána vydělením celkového spadu po léčení konkrétním druhé RS a koncentrací u konkrétního včelstva součtem celkového spadu po fumigaci a spadem po následném přeléčení Varidolem 125. Získaná hodnota byla vynásobena 100 a byla získána procentuální účinnost (tabulka 2.4).

Fumigace	7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spád	Účinnost (%)
Skořice 12,5 µ/L	40	15	5	5	2	1	<b>63</b>	<b>38,65</b>
Fumigace	24.9.2023							
Přeléčení Varidolem 125	<b>100</b>							
Výpočet účinnosti RS fumigací: $63/(63+100) \times 100 = \underline{\underline{38,65\%}}$								

**Tabulka 2.4:** Výpočet účinnosti RS fumigací

## 4 Výsledky

### Včelstvo č. 1

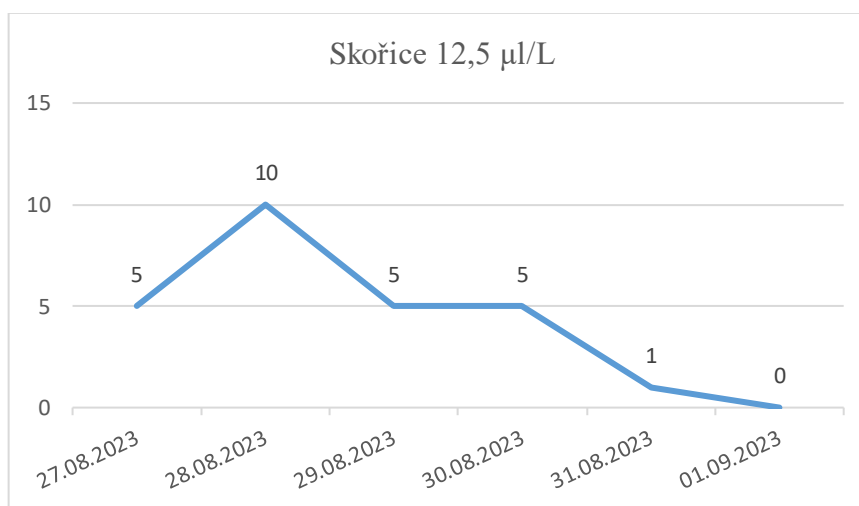
U včelstva č. 1 byli použity RS Skořice o koncentraci 12,5 µl/L.

Včelstvo č. 1 bylo s celkovým spadem 100 jedinců roztoče *V. destructor*, po přeléčení Varidolem 125, čtvrtým nejvíce postiženým subjektem. Po prvním užití RS odparem z filtračního papíru bylo nejvyššího spadu dosaženo druhého dne po aplikaci 10 kusů roztoče (graf 2.1). Následoval pozvolný pokles spadu. Celkový spad 26 kusů a účinnost 13,76 % (tabulka 2.5). Při druhé aplikaci RS bylo dosaženo účinnosti 38,65 % tedy 63 kusů roztoče. Nejvyšší míra spadu byla dosažena prvního dne po druhé aplikaci a odpovídala 40 kusům roztoče *V.destructor* (tabulka 2.6). Následující dny byl pozorován prudký pokles spadu, který se ustálil až třetího dne, kdy se spad pozvolna blížil nule (graf 2.2).

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.5, graf 2.1)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
5	10	5	5	1	0	26	13.76

**Tabulka 2.5:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

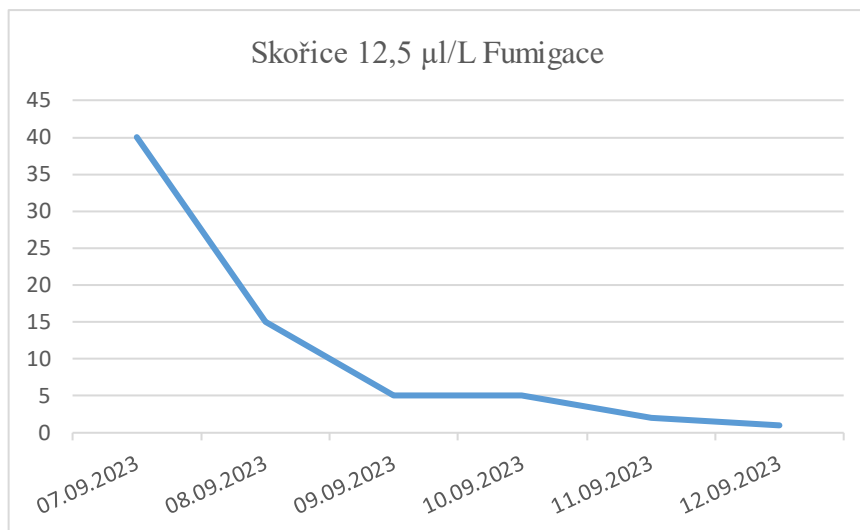


**Graf 2.1:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

#### 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.6, graf 2.2)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
40	15	5	5	2	1	63	38.65

**Tabulka 2.6:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.2:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

## Včelstvo č. 2

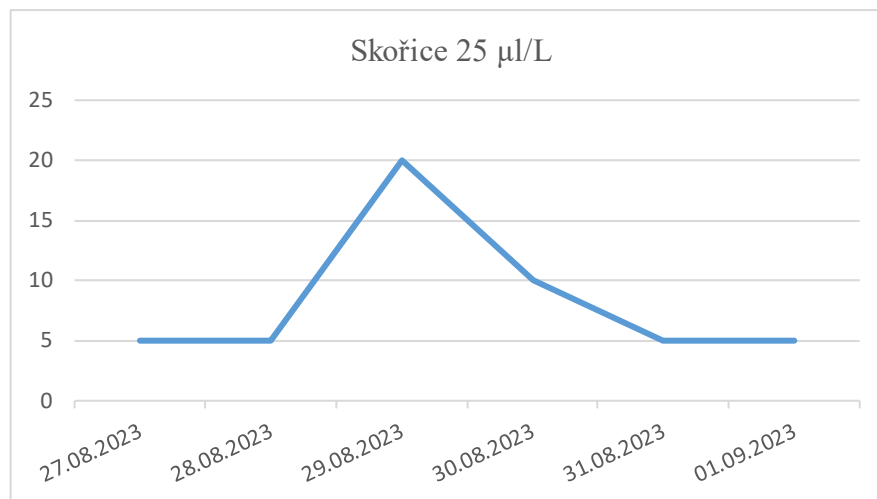
U včelstva č. 2 byly použity RS Skořice o koncentraci 25 µl/L.

Včelstvo č. 2 bylo postiženo jako druhé nejvíce. Celkový spad roztoče po přelčení Varidolem 125 činil 200 kusů (tabulka 2.2). Účinnost aplikace odparem dosáhla 10,87 % a spadem 50 kusů (tabulka 2.7). Nejvyššího spadu bylo dosaženo třetí den s 20 kusy roztoče. Od třetího dne se spad postupně snižoval (graf 2.3). Druhou aplikací fumigací byl dosaženo celkového spadu 210 kusů roztoče a účinnosti 51,82 % (tabulka 2.8). První den po aplikaci dosáhl spad 120 kusů roztoče. Následovalo volné snižování počtu spadu (graf 2.4).

### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.7, graf 2.3)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
5	5	20	10	5	5	50	10.87

**Tabulka 2.7:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

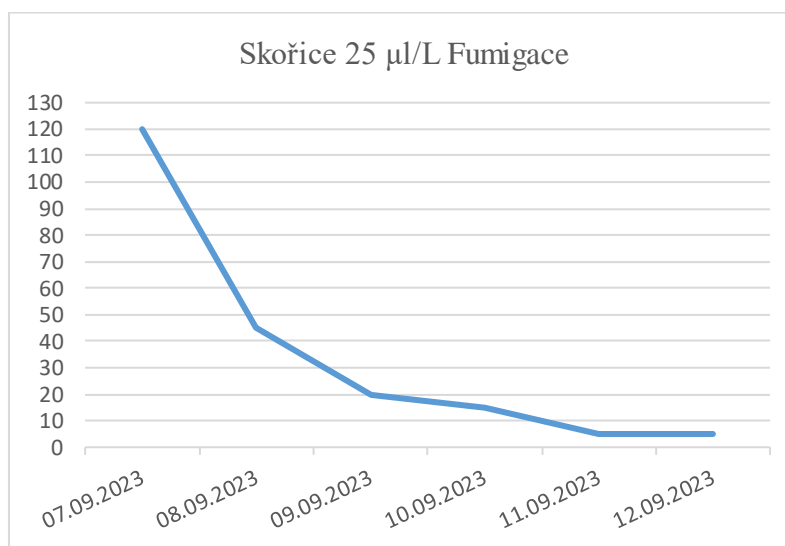


**Graf 2.3:** Monitoring spadů po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

## 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.8, graf 2.4)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
120	45	20	15	5	5	210	51.22

**Tabulka 2.8:** Monitoring spadů po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.4:** Monitoring spadů po aplikaci RS fumigací

### Včelstvo č. 3

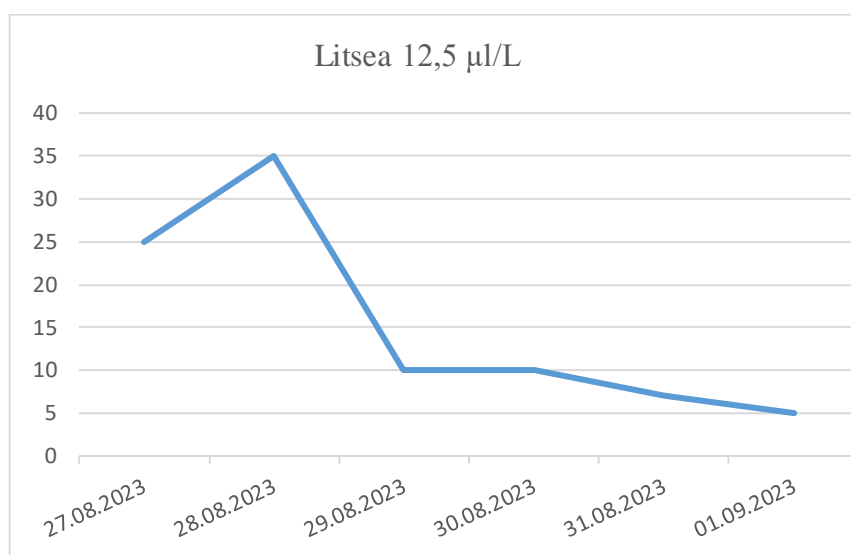
U včelstva č. 3 byly použity RS Litsea o koncentraci 12,5 µl/L. Včelstvo č. 3 bylo ze všech sledovaných včelstev postiženo nejvíce s celkovým počtem 500 roztočů po přeléčení Varidolem 125 (tabulka 2.2). Po první aplikaci RS bylo dosaženo nejvyššího spadů druhého dne s počtem 35 kusů roztoče (graf 2.5). Celková účinnost činila 2,31 % a počtem 15 kusů roztoče (tabulka 2.9). Druhá aplikace dosa-

hovala účinnosti 21,26 %. Celkový spad činil 135 kusů roztoče. Při fumigaci bylo dosaženo nejvyšší míry spadu roztočů prvního dne počtem 120 kusů roztoče. Do třetího dne došlo k pozvolnému poklesu spadu, až čtvrtého dne byl spad minimální (graf 2.6).

### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.9, graf 2.5)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
5	5	1	2	2	0	15	2.31

**Tabulka 2.9:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru



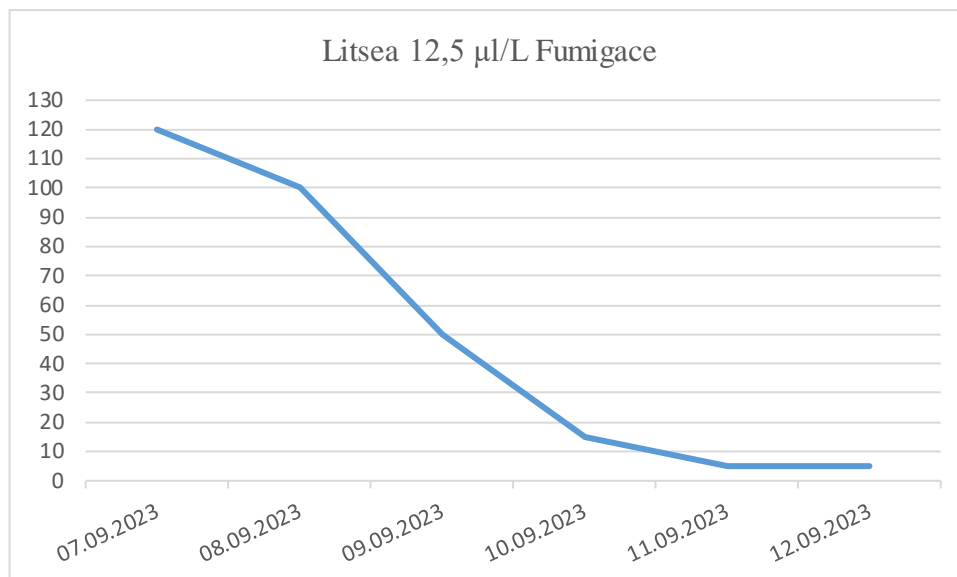
**Graf 2.5:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

### 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.10, graf 2.6)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
35	45	40	10	5	0	135	21.26

**Tabulka 2.10:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací





**Graf 2.6:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

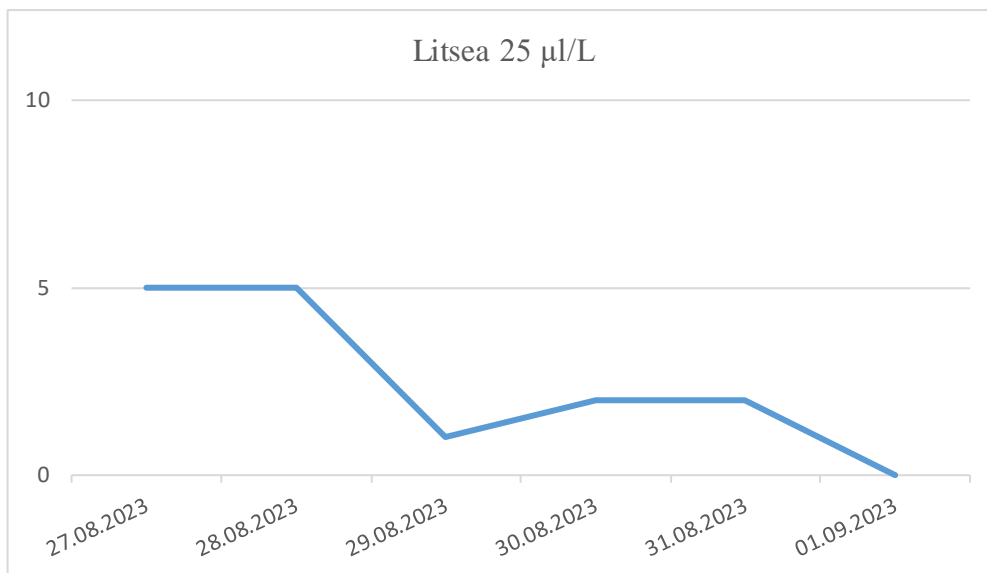
#### Včelstvo č. 4

U včelstva č. 4 byly použity RS Litsea o koncentraci 25 µl/L. Úroveň napadení včelstva č. 4 roztočem *V. destructor* byla na střední úrovni. Celkový počet jedinců roztoče po přeléčení Varidolem 125 dosahoval 60 kusů (tabulka 2.2). Při léčbě RS odparem z filtračního papíru byl spad 92 kusů roztoče. Za sledované období tak účinnost činí 20,35 % z celkového spadu (tabulka 2.11). Spad dosáhl nejvyšší úrovně prvního dne. Druhý den po poklesu zůstala úroveň spadu konstantní (graf 2.7). Při druhé aplikaci bylo dosaženo účinnosti 83,33 % a spadu 300 kusů (tabulka 2.12). První tři dny od fumigace byl denní spad vyrovnaný. Průdký pokles spadu roztočů nastal čtvrtého dne kdy se rychle přiblížil k nule (graf 2.8).

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.11, graf 2.7)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
25	35	10	10	7	5	92	20.35

**Tabulka 2.11:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

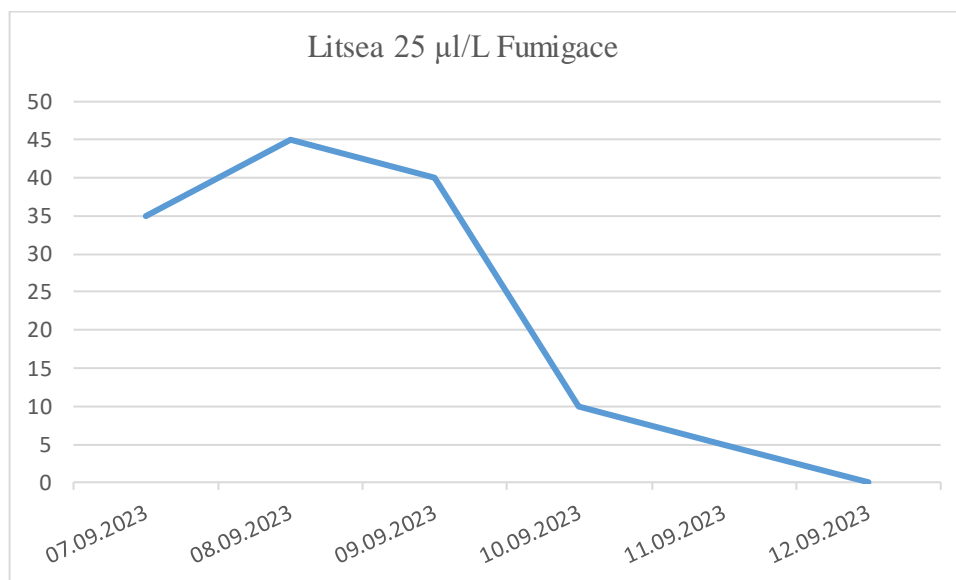


**Graf 2.7:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

## 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.12, graf 2.8)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
120	100	50	15	5	5	300	83.33

**Tabulka 2.12:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.8:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

### Včelstvo č. 5

U včelstva č. 5 byla použity RS Máta peprná o koncentraci 12,5 µl/L.

Při aplikaci odparem nebyl nalezen žádný spad (tabulka 2.13). Spad při přeléčení Varidolem 125 byl 15 kusů roztoče, což je nízká úroveň zamoření (tabulka 2.2). Po

fumigaci byl spad 27 kusů roztoče, účinnost tedy byla 64,29 % (tabulka 2.14). Spad byl nejvyšší první den po aplikaci s 10 kusy roztoče. Zbytek sledovaného období následoval pozvolný pokles (graf 2.9).

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.13)

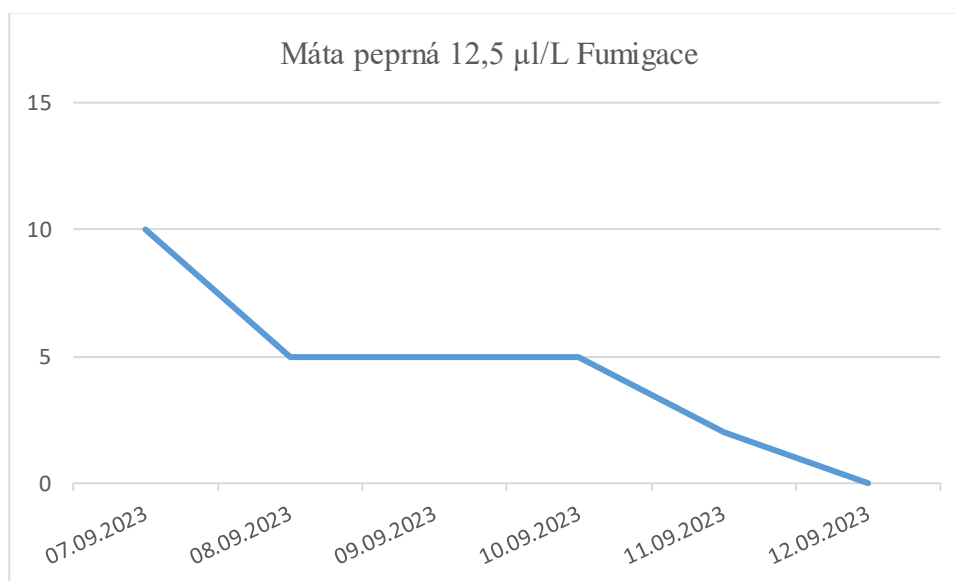
27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
0	0	0	0	0	0	0	0.00

**Tabulka 2.13:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

#### 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.14, graf 2.9)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
10	5	5	5	2	0	27	64.29

**Tabulka 2.14:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.9:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

#### Včelstvo č. 6

U včelstva č. 6 byly použity RS Máta pepřná o koncentraci 25 µl/L. U včelstva č. 6 činil celkový spad po přeléčení Varidolem 125 10 kusů roztoče, jedná se tedy o nízkou míru zamoření (tabulka 2.2). U odparu bylo dosaženo nejvyššího spadu druhý den od aplikace. Úroveň spadu se držela až do třetího dne (graf 2.10). V následujících dnech, kvůli vysoké účinnosti včel nebylo možná shromáždit data o spadu. Proto není možné účinnost 40 % a celkový spad 10 kusů považovat za platný výsledek (tabulka 2.15). Podobný scénář se opakoval i při fumigaci, kdy účinnost včel ještě vzrostla a data o spadu byla shromážděna pouze první den od aplikace, kdy spad

činil 5 kusů roztoče (graf 2.11) což by odpovídalo účinnosti 33,33 % (tabulka 2.16). Ale opět kvůli nekompletnosti potřebných dat nelze považovat tato data za platná.

### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.15, graf 2.10)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
0	5	5	X	X	X	10	40.00

**Tabulka 2.15:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

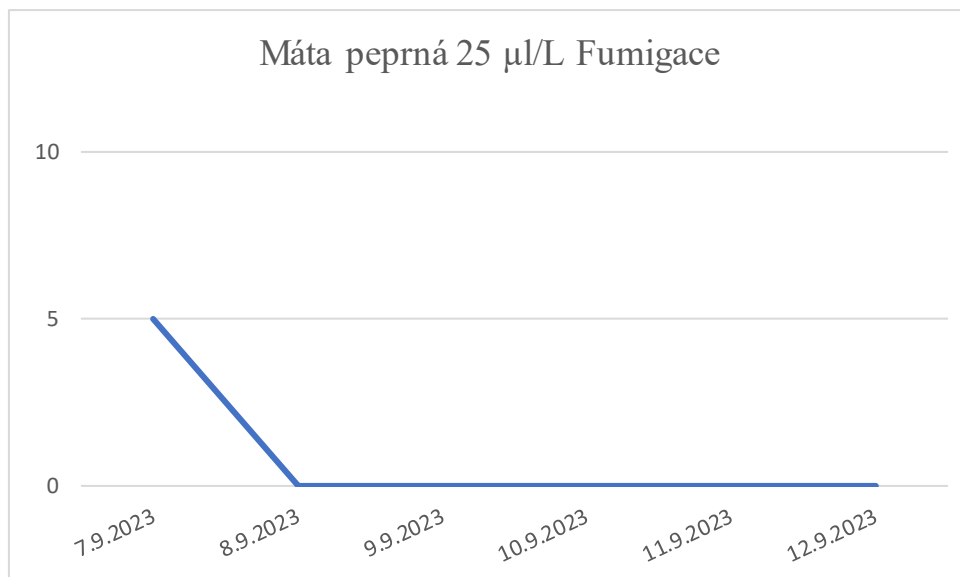


**Graf 2.10:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

### 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.16, graf 2.11)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
5	X	X	X	X	X	5	33.33

**Tabulka 2.16:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.11:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

### Včelstvo č. 7

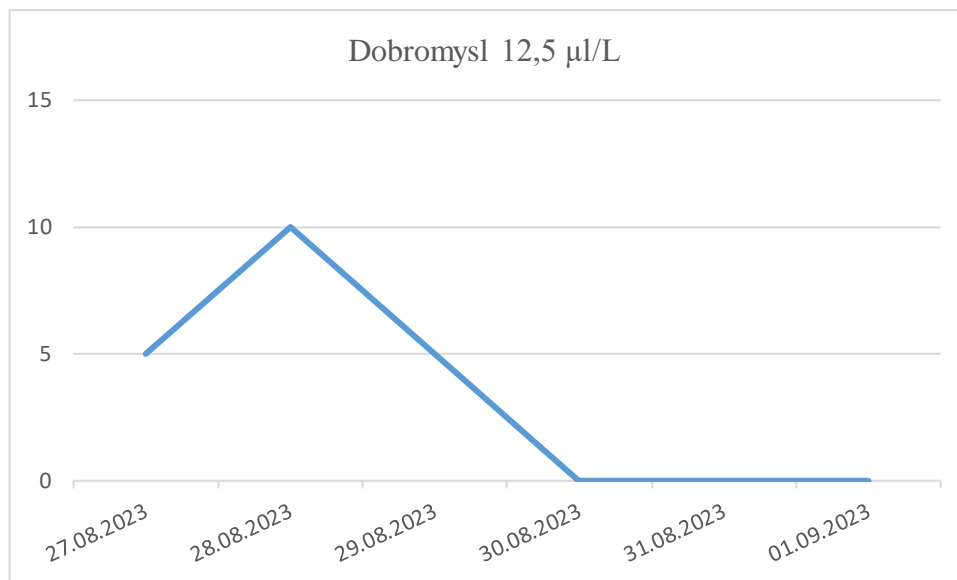
U včelstva č. 7 byly použity RS Dobromysl o koncentraci 12,5 µl/L.

U včelstva č. 7 byla úroveň napadení roztoče nízká. Spad po přeléčení Varidolem 125 dosahoval počtu 10 kusů roztoče (tabulka 2.2). Při první léčení RS dosáhla účinnost 25 %. Nejvyšší úroveň spadu bylo dosaženo druhý den od aplikace 10 kusů roztoče s následujícím prudkým spadem a od čtvrtého dne s nulovým spadem (graf 2.12). U druhé aplikace bylo dosaženo účinnosti 83,33 % a spadu 50 kusů. Účinnost byla nejvyšší hned první den po aplikaci 20 kusů. Následoval pokles o 75 % a třetí den došlo opět ke zvýšení spadu na 10 kusů roztoče. V druhé polovině měření hodnoty opět klesly a držely se na jednotné hranici (graf 2.13).

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.17, graf 2.12)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
5	10	5	0	0	0	20	25.00

**Tabulka 2.17:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

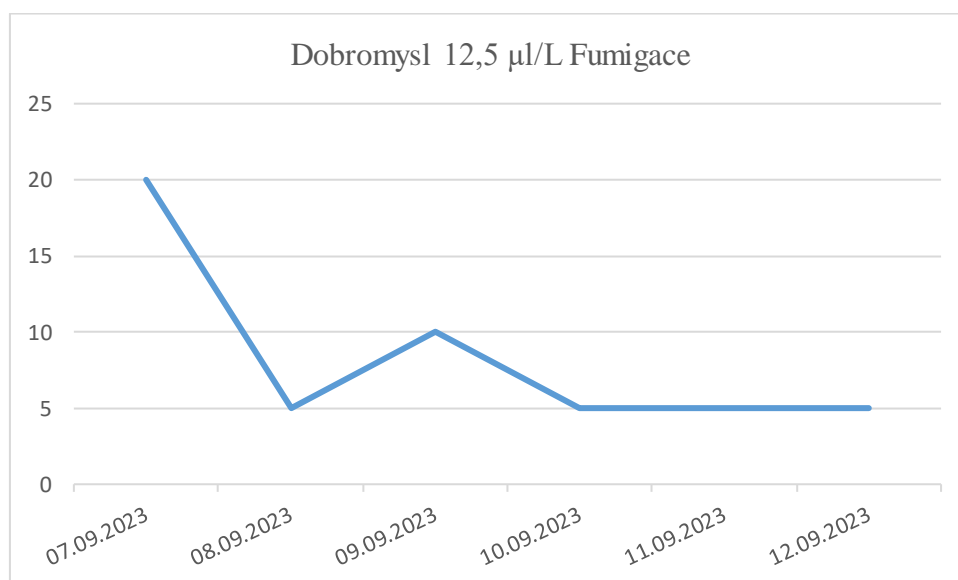


**Graf 2.12:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

## 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.18, graf 2.13)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
20	5	10	5	5	5	50	83.33

**Tabulka 2.18:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.13:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

### Včelstvo č. 8

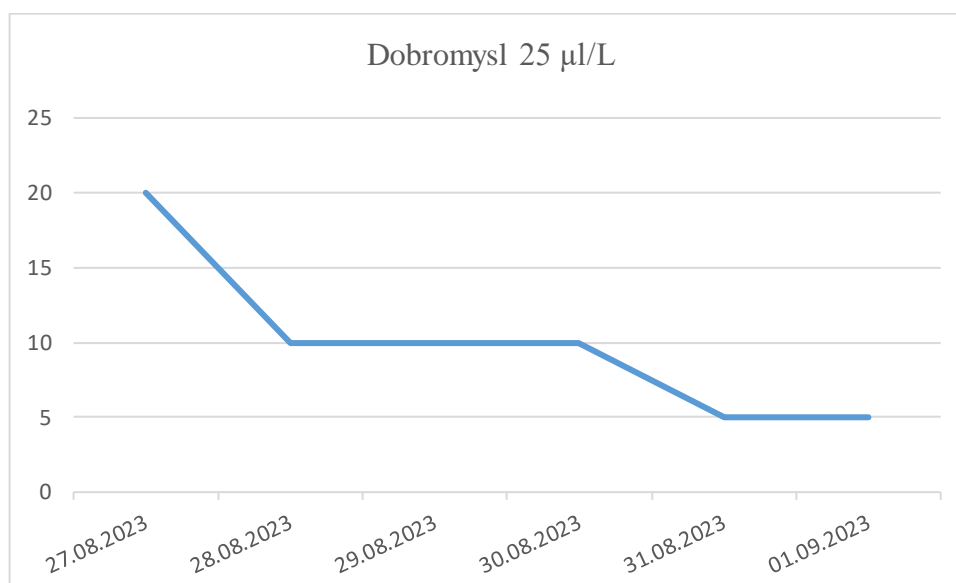
U včelstva č. 8 byly použity RS Dobromysl o koncentraci 25 µl/L. Včelstvo č. 8 bylo napadeno s počtem 150 kusů roztoče, tedy jako třetí nejvíce (tabulka 2.2). Odparem bylo dosaženo účinnosti 17,14 %. Celkový spad byl 60 kusů (tabulka 2.19). Spad byl nejvyšší první den po aplikaci s 20 kusy roztoče. V následujících dnech

úroveň spadu klesala pozvolně (graf 2.14). U fumigace při spadu 140 kusů bylo dosaženo účinnosti 40 % (tabulka 2.20). Od prvního dne po aplikaci došlo k silnému poklesu spadu o 70 % a z druhého na třetí den ke slabému nárůstu. Následovalo pozvolné snižování spadu (graf 2.15).

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.19, graf 2.14)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
20	10	10	10	5	5	60	17.14

**Tabulka 2.19:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

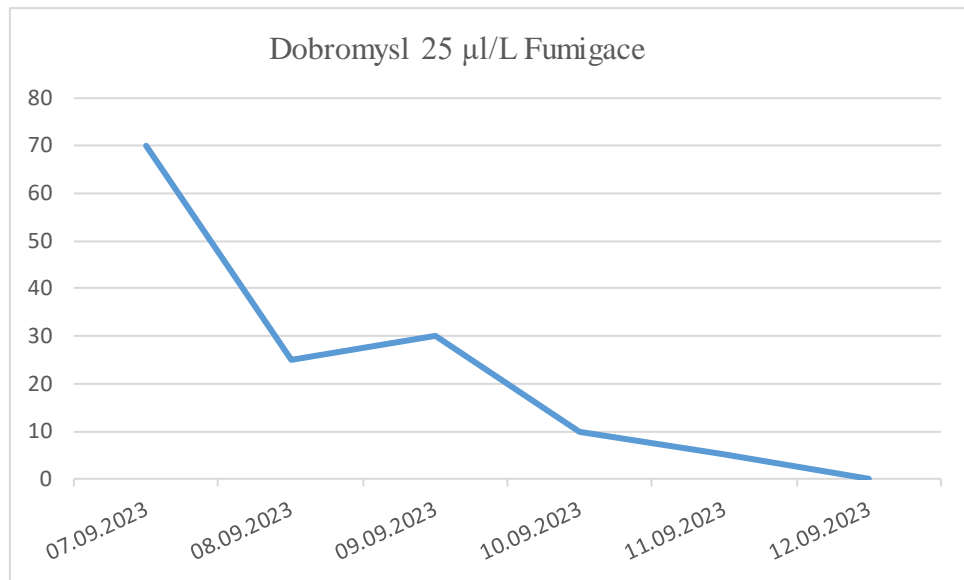


**Graf 2.14:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

#### 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.20, graf 2.15)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
70	25	30	10	5	0	140	48.28

**Tabulka 2.20:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.15:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

### Včelstvo č 9

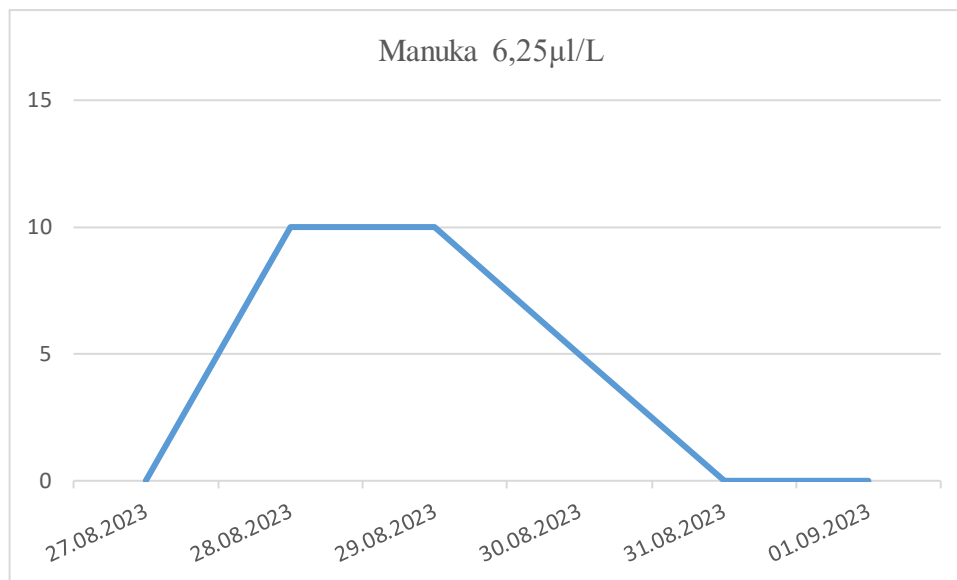
U včelstva č. 9 byly použity RS Manuka o koncentraci 6,25µl/L. U přípravku Manuka byla použita čtvrtinová koncentrace kvůli případné toxicitě pro včely. U včelstva č. 9 byla úroveň napadení nízká s celkovým počtem spadu roztoče 30 kusů po přeléčení Varidolem 125 (tabulka 2.2). Při aplikaci RS odparem z filtračního papíru byly účinnost 24,27 % s celkovým spadem 25 kusů roztoče (tabulka 2.21). Od druhého do třetího dne byl spad konstantní, od čtvrtého klesl na nulovou úroveň (graf 2.16). Při fumigaci byl celkový spad 48 kusů a účinnost dosáhla 61,54 % (tabulka 22). Nejvyšší spad byl druhý den po aplikaci 25 kusů s následným rychlým poklesem

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.21, graf 2.16)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
0	10	10	5	0	0	25	24.27

**Tabulka 2.21:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru



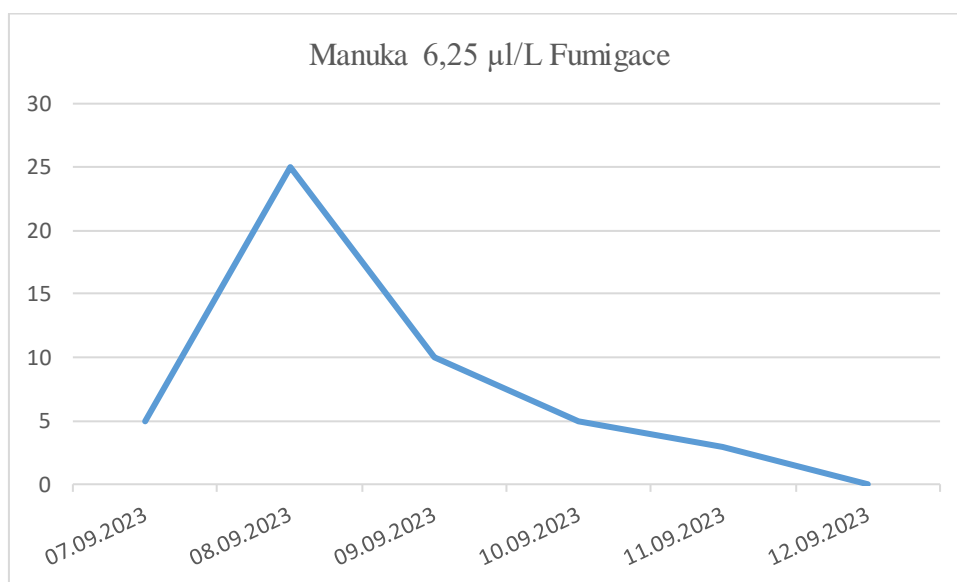


**Graf 2.16:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

## 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.22, graf 2.17)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
5	25	10	5	3	0	48	61.54

**Tabulka 2.22:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.17:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

### Včelstvo č. 10

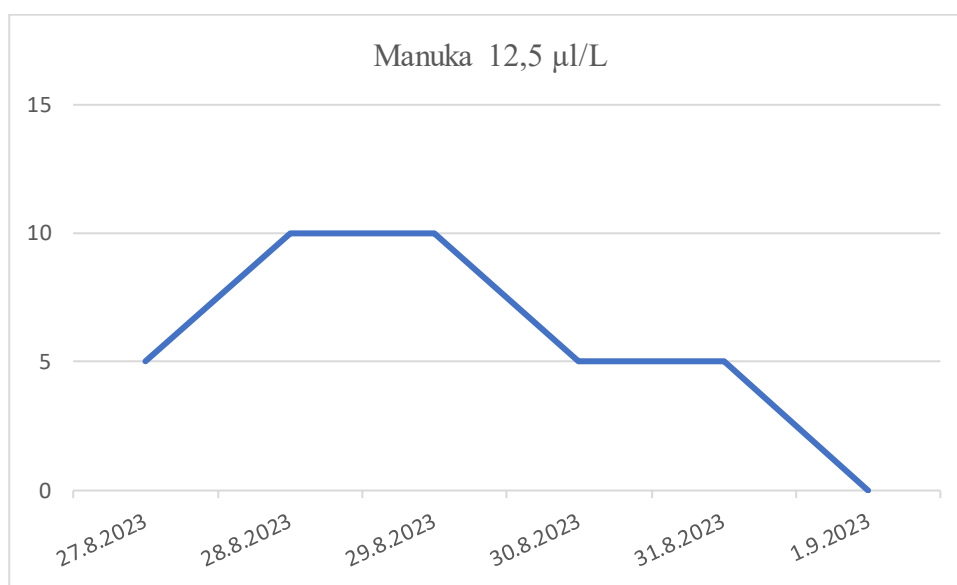
U včelstva č. 10 byly použity RS Manuka o koncentraci 12,5 µl/L. Včelstvo č. 10 byl spad 30 kusů roztoče po přeléčení Varidolem 125 (tabulka 2.2). Při odparu činil spad 35 kusů roztoče a účinnost 33,33 % (tabulka 2.23). Druhého a třetího dne byl spad 10 kusů roztoče a až do ukončení sledování postupně klesal (graf 2.18).

Při fumigaci dosáhla účinnost 57,14 % s celkovým spadem 40 kusů *V. destructor* (tabulka 2.24). Spad byl nejvyšší druhého dne s počtem 15 kusů a následoval pozvolný pokles (graf 2.19).

### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru (tabulka 2.23, graf 2.18)

27.8.2023	28.8.2023	29.8.2023	30.8.2023	31.8.2023	1.9.2023	Celkový spad	Účinnost (%)
5	10	10	5	5	0	35	33.33

**Tabulka 2.23:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

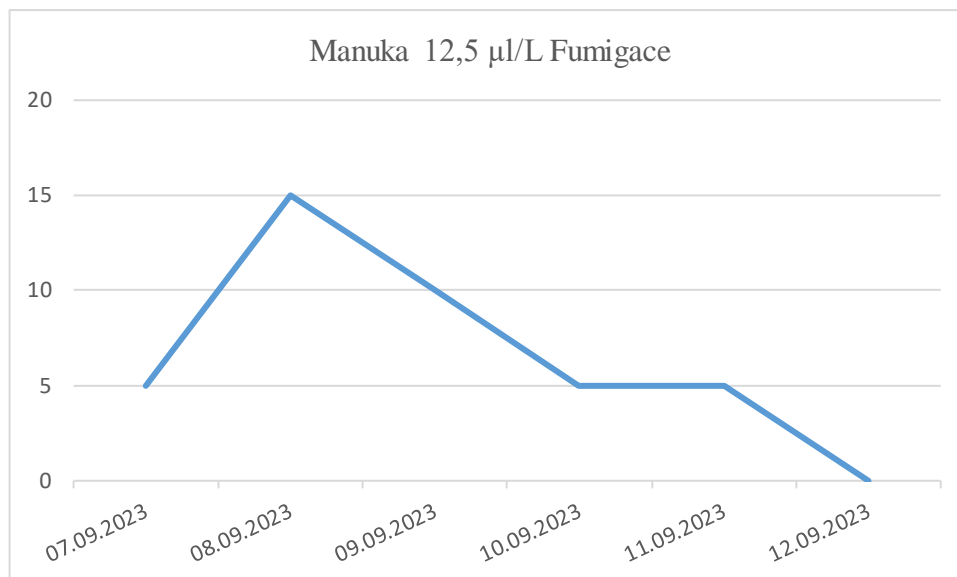


**Graf 2.18:** Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru

### 2. Aplikace fumigací (tabulka 2.24, graf 2.19)

7.9.2023	8.9.2023	9.9.2023	10.9.2023	11.9.2023	12.9.2023	Celkový spad	účinnost (%)
5	15	10	5	5	0	40	57.14

**Tabulka 2.24:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací



**Graf 2.19:** Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací

### Shrnutí výsledků

#### 1. Aplikace odparem z filtračního papíru.

Nejvyšší účinnost byla u RS Manuka 12,5 µl/L s účinností 33,33 % a nejnižší u Litsea 12,5 µl/L s účinností 2,31 %. Průměrná účinnost byla 18,70 %.(tabulka 2.25).

U Máty peprné nejsou hodnoty výsledků platné více v diskuzi.

1.)	Manuka 12,5 µl/L	33,33 %
2.)	Dobromysl 12,5 µl/L	25,00 %
3.)	Manuka 6,25 µl/L	24,27 %
4.)	Litsea 25 µl/L	20,35 %
5.)	Dobromysl 25 µl/L	17,14 %
6.)	Skořice 12,5 µl/L	13,76 %
7.)	Skořice 25 µl/L	10,87 %
8.)	Litsea 12,5 µl/L	2,31 %
9.)	Máta peprná 12,5 µl/L	0,00 %
10.)	Máta peprná 25 µl/L	40,00 %
Průměrná účinnost:		18,70 %

**Tabulka 2.25:** účinnost jednotlivých RS odparem z filtračního papíru

---

## 2. Aplikace fumigací

Nejvyšší účinnosti při fumigaci bylo dosaženo u přípravku Dobromysl 12,5 µl/L s účinností 83,33 % a naopak s nejnižší u Litsea 12,5 µl/L s 21.26 %. Průměrná účinnost byla 54,24 %.

1.)	Dobromysl 12,5 µl/L	83.33 %
2.)	Litsea 25 µl/L	83.33 %
3.)	Máta peprná 12,5 µl/L	64.29 %
4.)	Manuka 6,25 µl/L	61.54 %
5.)	Manuka 12,5 µl/L	57.14 %
6.)	Skořice 25 µl/L	51.22 %
7.)	Dobromysl 25 µl/L	48.28 %
8.)	Skořice 12,5 µl/L	38.65 %
9.)	Litsea 12,5 µl/L	21.26 %
10.)	Máta peprná 25 µl/L	33.33 %
Průměrná účinnost: 54,24 %		

**Tabulka 2.26:** účinnost jednotlivých RS fumigací

---

## 5 Diskuse

Cílem této Bakalářské práce bylo ověřit účinnost rostlinných silic (RS) proti včelímu parazitovi *Varroa destructor* v podmínkách *in vivo* a následné porovnání účinku s konvenčními léčivy.

Při prvním léčení, které bylo provedeno odparem RS z filtračního papíru byla průměrná účinnost 18,70 % a průměrná hodnota spadu činila 33,3 kusů roztoče na včelstvo. Nejvyšší účinnost byla zaznamenána u RS Manuka, která dosahovala 33,33 %, zatímco nejnižší Litsea s účinností 2,31 %. Nejvyššího účinku většiny testovaných látek prostřednictvím odparu z filtračního papíru bylo dosaženo až druhého dne po aplikaci. Na rozdíl od aplikace fumigací docházelo u většiny látek ke snižování spadu pozvolněji.

U obou koncentrací RS Máty peprné nelze určit hodnotu účinnosti. U koncentrace Máty peprné 12,5  $\mu\text{l/L}$  byl pozorován ve všech dnech varroamonitoringu nulový spad, zatímco u Máty peprné s koncentrací 25  $\mu\text{l/L}$  nebyl dokončen sběr dat, kvůli vysoké útočnosti včel. U Máty peprné s koncentrací 12,5  $\mu\text{l/L}$  mohla být tato situace zapříčiněna buď chybou při aplikaci, nebo nulovým výskytem roztoče ve včelstvu. Vzhledem k tomu, že po přeléčení včelstva Varidolem 125 spad činil 15 kusů roztoče, lze usuzovat, že se jednalo o chybu při aplikaci, protože u jiných látek s nižším spadem po následném přeléčení se vždy nějaký spad po léčbě rostlinnými silicemi vyskytoval.

Při léčbě fumigací byla průměrná účinnost 54,24 % a průměrný celkový spad 101,8 kusů roztoče na včelstvo.

Nejvyšší účinnost byla zaznamenána u RS Dobromysl 12,5  $\mu\text{l/L}$  a Litsea 25  $\mu\text{l/L}$ , zatímco nejnižší u Litsea 12,5  $\mu\text{l/L}$  21,26 %. Výsledek u Máty peprné 12,5  $\mu\text{l/L}$  odstraňuje možnost neúčinnosti látky a poukazuje na to, že aplikace je mnohem účinnější fumigací. V polovině případů dosáhl spad nejvyšší hodnoty ihned první den po aplikaci a následný velký úbytek spadu. U druhé poloviny testovaných látek dosáhla úroveň spadu nejvyšší hodnoty v druhý den varroamonitoringu a následoval opět rychlý úbytek. U Máty peprné s koncentrací 25  $\mu\text{l/L}$  opět nebylo možné dokončit pokus kvůli vysoké agresivitě včel, tak nelze považovat výsledky za platné.

Mezi nejvýznamější vlastnost RS jak uvádí Bava a kol., (2023) patří potlačení aktivity enzymu acetylcholinesteráza (AChE). Při testování 73 potenciálně účinných látek, tak jako nejúčinnější vyšel 1,8-cineol, cis-ocimen, niloticin, limonen, mentol,  $\alpha$ -pinen,  $\beta$ -felandren a karvakrol. Z toho mentol a karvakrol jsou nejvíce obsaženy

---

v rostlinách z čeledi *Lamiaceae*. Účinnost těchto látek se potvrdila, když při pokusu odparem byla Dobromysl obecná druhá nejúčinnější látka. A při fumigaci byla Dobromysl obecná nejúčinnější a Máta peprná třetí nejúčinnější.

Při výzkumu Hýbla a kol. (2021) byl účinek RS testován na roztočích v laboratorních podmínkách, kde byli naměřeny podobné hodnoty účinnosti. V pořadí od nejúčinnějších byla Manuka, Dobromysl, Skořice, Máta peprná a Litsea. Jimi získané pořadí účinnosti je spíše podobné hodnotám získaných aplikací RS odparem z filtračního papíru. Pořadí hodnot získaných fumigací se s laboratorními výsledky rozchází. Důvodem této diverzity hodno je s největší pravděpodobností postup aplikaci, kdy laboratorní postup byl podobný aplikaci odparem z filtračního papíru. Podle Bava a kol. (2023) je možné že různé metody aplikace nebudou vykazovat stejné hodnoty účinnosti. Při jedno z pokusů uvedl, že látka geraniol vyskytující se v RS má vysokou kontaktní toxicitu, ale minimální fumigační efekt. Po změně druhu aplikace došlo ke zvýšení varroacidního účinku. Hýbl a kol (2021) dále uvádí, že existuje riziko negativního vlivu na včelí plod. Žádné negativní účinky nebyli na plodu pozorovány.

Jak již bylo zmíněno u včelstva č. 6, u kterého byla použita RS Máta peprná o koncentraci 1 vykazovalo velmi vysokou míru agresivity. Pätřuicã a kol., (2020) ve studii při které byly použity totožné druhy RS neuvádí žádné negativní změny v chování. Naopak uvádí, že u některých včelstev došlo ke zvýšení produktivity. Při nynější jarní prohlídce 15. 4. 2024 nebyla u tohoto včelstva pozorována téměř žádná agresivita. Buď se opravdu jednalo o změnu chování vyvolanou RS, nebo během zimy došlo ve včelstvu k tiché výměně matky. Tato možnost je ale méně pravděpodobná, protože byl zaznamenán pokles produkce plodu, z čehož lze usuzovat, že se ve včelstvu nachází původní matka. U včel nebyla jinak pozorována žádná změna v chování.

---

## 6 Závěr

Z testování pěti druhů rostlinných silic o dvou různých koncentracích a dvou způsobech aplikace bylo zjištěno jaká koncentrace a způsob aplikace přináší nejvyšší účinnost.

U aplikace odparem bylo dosaženo účinnosti od 2,31 % do 33,33 %. Nejnižší účinnost byla u RS Litsea o koncentraci 12,5  $\mu\text{l/L}$  a nejvyšší u látky Manuka o koncentraci 12,5  $\mu\text{l/L}$ . Průměrná účinnost byla 18,7 % a průměrný spad činil 33,3 kusů roztoče na včelstvo.

Při aplikaci fumigací bylo dosaženo nejnižší účinnosti 21,26 % u rostlinných silic Litse o koncentraci 12,5  $\mu\text{l/}$  a nejvyšší 83,33% u rostlinných silic Dobromysl 12,5  $\mu\text{l/L}$  a Litsea 25  $\mu\text{l/L}$ . Průměrná účinnost činila 54,24 % a průměrný celkový spad 101,8 kusů roztoče na včelstvo.

Byla tedy prokázána, že na účinnost jednotlivých rostlinných silic kromě koncentrace má způsob aplikace. Účinnost aplikace odparem byla poloviční oproti fumigaci. Kromě jednoho včelstva nebyly pozorovány žádné negativní vedlejší účinky. U včelstva číslo 6 se projevila zvýšená agresivita (Máta peprná 25  $\mu\text{l/L}$ ). Kvůli tomuto agresivnímu chování nebylo možné provést monitoring spadu, i-když se jedná o neinvazivní zákrok, který nikterak nenarušuje chod včelstva.

Podle mého názoru mají rostlinné silice v budoucnosti velký potenciál při léčbě včelstev proti roztoči *V. destructor*. Avšak je ještě potřeba provést velké množství studií při velkém množství specifických podmínek. Osobně bych léčení rostlinnými silicemi zařadil až po hlavním léčení, aby došlo k zahubení rezistentních jedinců roztoče *V. destructor*.

---

## Seznam použité literatury

Bacílek, J., Čermák, K., Drobníková, V., Haragsim. O., Kamler, F., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Škrobal, D., Titěra, D., Veselý, T. (2013). *Včelařství*. Brázda s.r.o., Praha. ISBN 978-80-209-0399-0

Bajko, J., Čermák, K., Jindra, J., Klíma, Z., Kovařík, I., Křížek, M., Österlund, E., Staroň, M., Sládek, K., Tihelka, E., Zigal, J. (2016). *Ekologie chovu včel*. Pavel Marvart, Červený Kostelec. ISBN 978-80-7465-215-8

Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). *Biological effects of essential oils – A review*. Food and Chemical Toxicology, 46(2), 446–475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>

Bava, R., Castagna, F., Palma, E., Marrelli, M., Conforti, F., Musolino, V., Carresi, C., Lupia, C., Ceniti, C., Tilocca, B., Roncando, P., Britti, D., Musella, V. (2023). *Essential Oils for a Sustainable Control of Honeybee Varroosis*. Vet. Sci. 2023, 10, 308. <https://doi.org/10.3390/vetsci10050308>

Bláhová, J. (2017) *Výskyt virových onemocnění včel v souvislosti s úrovní zamoření roztočem Varroa destructor v oblasti Prachaticka*. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z : [https://theses.cz/id/woqvhv/DP\\_stag.pdf?lang=en](https://theses.cz/id/woqvhv/DP_stag.pdf?lang=en)

Durčanský, P. (2017) *Nejčastější onemocnění včel chovaných v ČR*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z: [https://theses.cz/id/jryyvj/Bakal\\_sk\\_prce\\_-\\_Dur\\_ansk\\_Pavel.pdf](https://theses.cz/id/jryyvj/Bakal_sk_prce_-_Dur_ansk_Pavel.pdf)

Freitagová, R. (2021) *Vliv kleštíka včelího (Varroa destructor) na humorální imunitní systém včely medonosné (Apis mellifera)*. Bakalářská práce. Univerzita palackého v Olomouci. Dostupné z: [https://theses.cz/id/0p4ezq/Freitagova\\_Radka\\_2021.pdf?lang=en](https://theses.cz/id/0p4ezq/Freitagova_Radka_2021.pdf?lang=en)



---

Gerstmeier, D. a Miltenberger, T. (2020). *Ekologické včelaření - Včely na prvním místě*. Grada Publishing a. s., Praha. ISBN 978-80-271-2015-4

Guimarães, R., Sousa, M. J., Ferreira I. C.F.R., (2009). *Contribution of essential oils and phenolics to the antioxidant properties of aromatic plants. Industrial Crops and Products 2010* (32): 152–156. DOI:10.1016/j.indcrop.2010.04.011

Hejná, E. (2022). *Stanovení cytotoxicity nově syntetizovaných terpenoidů*. Univerzita Pardubice. Dostupné z:  
[https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/80061/HejnaE\\_Stanoveni\\_cytotoxicity\\_K\\_K\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/80061/HejnaE_Stanoveni_cytotoxicity_K_K_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Hrobařová, B. (2009). *Původ včely medonosné*. *Včelařství*, 62: 300 – 301. ISSN 0042-2924

Hýbl, M., Bohatá, A., Rádsetoulalová, I., Kopecký, M., Hoštičková, I., Vaníčková, A., Mráz, P. (2021). *Evaluating the Efficacy of 30 Different Essential Oils against Varroa destructor and Honey Bee Workers (Apis mellifera)*. *Insects* 2021, 12, 1045. <https://doi.org/10.3390/insects12111045>

Chytil, D.(2020). *Optimalizace extrakce bioaktivních látek z bylin do různých méně známých olejových základů*. Diplomová práce. Vysoké technické učení v Brně. Dostupné z:  
[https://theses.cz/id/vds1k7/2020\\_DP\\_Chytil\\_Dalibor.pdf](https://theses.cz/id/vds1k7/2020_DP_Chytil_Dalibor.pdf) zpet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3DKlouda%26start%3D78

Imdorf, A., Bogdanov, S., Ibáñez Ochoa, R., Calderone, N. W. (1999). *Use of essential oils for the control of Varroa jacobsoni Oud. in honey bee colonies*. *Apidologie* 1999 (30): 209-228. DOI: 10.1051/apido:19990210

Islam, N., Amjad, M., Ehsan-ul-Haq., Stephen, E., Naz, F. (2016). *Management of Varroa destructor by essential oils and formic acid in Apis Mellifera Linn. Colonies*. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2016; 4(6): 97-104.

---

Klečková, R. (2018). *Monitoring a regulace parazitického roztoče Varroa destructor v chovech včely medonosné (Apis mellifera)*. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z:  
<https://theses.cz/id/qqwoau/25549646>

Kovář, D. (2015) *Vývoj populace parazitického roztoče kleštika včelího (Varroa destructor) ve včelstvech včely medonosné (Apis mellifera)*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z:  
[https://theses.cz/id/ged3wd/Bakalsk\\_prce\\_Kov\\_David.pdf](https://theses.cz/id/ged3wd/Bakalsk_prce_Kov_David.pdf)

Lukášková, Jana. *Nové trendy v prevenci a zdolávání varroózy*. 2017. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z:  
[https://theses.cz/id/s71n89/DP\\_Bc.\\_Jana\\_Luk\\_kov\\_Nov\\_trendy\\_v\\_prevenci\\_a\\_zdolvn\\_varozy.pdf](https://theses.cz/id/s71n89/DP_Bc._Jana_Luk_kov_Nov_trendy_v_prevenci_a_zdolvn_varozy.pdf)

Mráz, P. (2022) *Problematika hmyzích opylovatelů a alternativní metody kontroly houbových, bakteriálních a parazitárních onemocnění včel*. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z:  
[https://theses.cz/id/vtpzj5/Petr\\_Mraz\\_disertace\\_final.pdf](https://theses.cz/id/vtpzj5/Petr_Mraz_disertace_final.pdf) zpet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3Dnosema%26start%3D1

Nešetřilová, K. (2018) *Včela medonosná a její nemoci a škůdci*. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Dostupné z:  
[https://is.muni.cz/th/sw5mp/DP\\_-\\_TISK.pdf](https://is.muni.cz/th/sw5mp/DP_-_TISK.pdf)

Novotný, J. (2020). *Technické a alternativní metody k šetrnému tlumení varroózy*. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z:  
[https://theses.cz/id/qyfo0o/Novotny\\_2020.pdf](https://theses.cz/id/qyfo0o/Novotny_2020.pdf)

Příkrylová, V. (2018). *Úvod do studia terpenů*. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Dostupné z:  
[https://is.muni.cz/th/bn5mu/uvod\\_do\\_studia\\_terpenu.pdf](https://is.muni.cz/th/bn5mu/uvod_do_studia_terpenu.pdf)

---

Pohl, F. (2008) *Varroáza: jak ji poznat a úspěšně potírat*. Líbeznice: Víkend, ISBN 978-80-86891-90-3

Rassem, H. H. A., Nour, A. H., Yunus, R. M. (2016). *Techniques For Extraction of Essential Oils From Plants: A Review*. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2016. 10(16):117-127.

Rosenkrantz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B. (2009). *Biology and control of Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology 103 (2010) S96–S119. doi:10.1016/j.jip.2009.07.016

Rousová, D. (2017) *Strukturní studie 3C proteázy a 3D replikázy včeliho viru Deformovaných křídel*. Diplomová práce. Masarykova univerzita. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/crw1t/Diplomova\\_prace.pdf](https://is.muni.cz/th/crw1t/Diplomova_prace.pdf)

Lazár, R., N. a Pätřuicá, S. (2020) *Use of Essential Oils in Bees*. Animal Science and Biotechnologies, 2020, 53 (1)

Řebíčková, K. (2018) *Využití hydrodestilace a parní destilace při extrakci těkavých látek z rostlinného materiálu*. Diplomová práce. Univerzita Pardubice. Dostupné z: [https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/70763/RebickovaK\\_VyuzitiHydrodestilace\\_PB\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/70763/RebickovaK_VyuzitiHydrodestilace_PB_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sucháčková, Gabriela. *Význam včely medonosné pro opylování rostlin v ovocném sadu v okolí Drnovic na Valašsku*. 2021. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Dostupné z : [https://is.muni.cz/th/tkwz/Bakalarska\\_prace\\_Gabriela\\_Suchackova\\_Archive.pdf](https://is.muni.cz/th/tkwz/Bakalarska_prace_Gabriela_Suchackova_Archive.pdf)

Sviderská, T. (2016). *Varroáza a její potlačení termoterapií*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Dostupné z: <https://theses.cz/id/wfz1xd/18266438>

Titěra, D. (2017) *Včely zdravé a nemocné*. Brázda s. r. o., Praha. ISBN 978-80-209-0420-1

---

Tupá, K. (2015). *Význam a současná situace chovu včel*. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z:  
<https://theses.cz/id/iuxjy0/15408353>

Vermužová, K. (2010) *Včela medonosná, její mikroflóra a choroby*. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Dostupné z:  
[https://is.muni.cz/th/ory59/Vcela\\_medonosna\\_\\_jeji\\_mikroflora\\_a\\_choroby\\_-\\_BP.pdf](https://is.muni.cz/th/ory59/Vcela_medonosna__jeji_mikroflora_a_choroby_-_BP.pdf)

## **Seznam použité online literatury**

vceliobchod.cz (2024). *Včelí obchod*. Dostupné z:  
[vceliobchod.cz/kamenna-pr-dejna?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQjw8pKxBhD\\_ARIsAPrG45I20JGkoD2MpGUXDDo-IzYjsIFprsgEh6Yhg6\\_iU6-rrUnEtvzvpYaAj\\_NEALw\\_wcB](https://vceliobchod.cz/kamenna-pr-dejna?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw8pKxBhD_ARIsAPrG45I20JGkoD2MpGUXDDo-IzYjsIFprsgEh6Yhg6_iU6-rrUnEtvzvpYaAj_NEALw_wcB)

vcelky.cz (2024). *Včelky.cz*. Dostupné z:  
[vcelky.cz/pro-vcelare.htm](https://vcelky.cz/pro-vcelare.htm)

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: přípravek M1-AER (vlastní foto).....	21
Obrázek 1.2: přípravek Varidol 125 (vlastní foto).....	22
Obrázek 2.1: stanoviště Stádlec I.(Vlastní foto).....	35
Obrázek 2.2: stanoviště Stádlec II.(Vlastní foto).....	35
Obrázek 2.3: satelitní pohled na stanoviště (LPIS).....	36
Obrázek 2.4: vybavení při první aplikaci RS (vlastní foto).....	37
Obrázek 2.5: filtrační papír na vrchní loučce rámků (vlastní foto).....	38
Obrázek 2.6: vybavení při první aplikaci RS (vlastní foto).....	39
Obrázek 2.7: fumigační proužky vložené do úlů (vlastní foto).....	40

---

## Seznam tabulek

Tabulka 2.1: Použité koncentrace.....	37
Tabulka 2.2: Hodnoty spadu po přeléčení Varidolem 125.....	42
Tabulka 2.3: Výpočet účinnosti RS odparem z filtračního papíru.....	42
Tabulka 2.4: Výpočet účinnosti RS fumigací.....	42
Tabulka 2.5: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	43
Tabulka 2.6: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	43
Tabulka 2.7: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	44
Tabulka 2.8: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	45
Tabulka 2.9: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	46
Tabulka 2.10: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	46
Tabulka 2.11: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	47
Tabulka 2.12: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	47
Tabulka 2.13: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	48
Tabulka 2.14: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	48
Tabulka 2.15: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	49
Tabulka 2.16: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	50
Tabulka 2.17: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	50
Tabulka 2.18: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	51
Tabulka 2.19: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	52
Tabulka 2.20: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	53
Tabulka 2.21: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	54
Tabulka 2.22: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	54
Tabulka 2.23: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	55
Tabulka 2.24: účinnost jednotlivých RS odparem z filtračního papíru.....	56
Tabulka 2.25: účinnost jednotlivých RS fumigací.....	57

---

## Seznam grafů

Graf 2.1: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	45
Graf 2.2: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	46
Graf 2.3: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	47
Graf 2.4: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	47
Graf 2.5: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	48
Graf 2.6: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	49
Graf 2.7: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru .....	50
Graf 2.8: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací .....	50
Graf 2.9: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	51
Graf 2.10: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru .....	52
Graf 2.11: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	53
Graf 2.12: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru .....	54
Graf 2.13: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací .....	54
Graf 2.14: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru .....	55
Graf 2.15: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	56
Graf 2.16: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	57
Graf 2.17: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací.....	57
Graf 2.18: Monitoring spadu po aplikaci RS odparem z filtračního papíru.....	58
Graf 2.19: Monitoring spadu po aplikaci RS fumigací .....	59