

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Účinnost extraktů z některých druhů rostlin používaných
jako byliny na mortalitu svilušky chmelové
(*Tetranychus urticae*)**

Bakalářská práce

Gabriela Petrová

Rostlinná produkce

**Vedoucí práce prof. Ing. Pavel Ryšánek, CSc.
Konzultant doc. Ing. Roman Pavela, PhD.**

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Účinnost extraktů z některých druhů rostlin používaných jako byliny na mortalitu svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21. 4. 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala prof. Ing. Pavlu Ryšánkovi, CSc. a doc. Ing. Romanu Pavelovi, PhD. za podporu, odborné vedení, poskytnuté informace, vstřícnost, trpělivost, rychlé odpovědi, ochotu si vždy udělat čas a za rozdílný úhel pohledu. Velké díky patří také paní Ivetě Slaninové za pomoc při práci a dozor nad pokusy.

Účinnost extraktů z některých druhů rostlin používaných jako byliny na mortalitu svlušky chmelové (*Tetranychus urticae*)

Souhrn

Svluška chmelová je významným škůdcem v zemědělství. Dokáže způsobit značné škody na zemědělské produkci. Jednou z možností ochrany rostlin proti ní je použití syntetických akaricidů. Poslední dobou se však stále častěji objevují negativní účinky syntetických přípravků na životní prostředí.

Společenský tlak ohledně vysoké spotřeby pesticidů se neustále zvyšuje a odvětví výzkumu nezbyvá jiná možnost, než začít hledat vhodnou náhradu. Botanické pesticidy mají mnoho výhod oproti syntetickým pesticidům. Rostlinné extrakty obsahují mnoho sekundárních metabolitů, proti kterým škůdci nejsou schopni selektovat rezistenci. Tyto extrakty jsou pro životní prostředí a pro lidské zdraví mnohem šetrnější. Kořeninové rostliny by právě mohly obsahovat látky potřebné pro biologickou ochranu rostlin.

V rámci této bakalářské práce byla zpracována rešerše, která se zároveň věnuje i způsobu výroby přírodních přípravků a rostlinám, které by mohly mít účinnost na mortalitu a fertilitu svlušky chmelové. Byly provedeny experimenty a pro nejúčinnější extrakt byly stanoveny dávky LC_{50} a LC_{90} po aplikaci přípravků na fazol obecný. Byl také stanoven obsah biologicky aktivních látek pro jednotlivé extrakty. Díky zjištěným výsledkům lze prokázat účinnost extraktů a doporučit je do systémů jako ekologické přípravky pro ochranu rostlin.

Klíčová slova: svluška chmelová, extrakty z rostlin, mortalita, fertilita

Effectivity of some plant species used as herbs on the mortality of two-spotted spider mite (*Tetranychus Urticae*)

Summary

The two-spotted mite is an important crop pest. It can cause considerable damage to agricultural production. Plants can be protected against them by syntetic acaricides. However, recently, the negative effects of synthetic products on the environment have become apparent.

The social pressure regarding the high consumption of pesticides is constantly increasing and the research industry has no choise but to start looking for a suitable substitute. Botanical pesticides have many advantages over synthetic pesticides. Plant extracts contain many secondary metabolites against which pests are unable to select for resistance. These extracts are much more environmentally and human health friendly. Herbs might just contain the substances needed for biological plant protection.

In the context of this bachelor's thesis, a research has been carried out that also looks at the production methods of natural products and plants that could have efficiency on the mortality and fertility of the two-spotted mite. Experiments were conducted and LC_{50} and LC_{90} doses were determined for the most effective extract after application of the formulations to common bean. The compounds for each extract were also determined. With the results obtained, the efficiency of the extracts can be demonstrated and recommended for use in systems as organic plant protection products.

Keywords: two-spotted spider mite, plant extracts, mortality, fertility

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 8 |
| 2 Cíle a hypotézy práce | 9 |
| 3 Literární rešerše | 10 |
| 3.1 Mechanismy přirozené ochrany rostlin před hmyzími škůdci | 10 |
| 3.1.1 Mechanická obrana | 10 |
| 3.1.2 Chemická obrana | 10 |
| 3.1.2.1 Alelochemikálie | 10 |
| 3.1.2.2 Alkaloidy | 11 |
| 3.1.2.3 Glykosidy | 11 |
| 3.1.2.4 Silice | 11 |
| 3.1.2.5 Balzámy a pryskyřice | 11 |
| 3.1.2.6 Třísloviny | 12 |
| 3.1.2.7 Hořčiny | 12 |
| 3.1.2.8 Saponiny | 12 |
| 3.1.2.9 Fytoncidy | 12 |
| 3.1.3 Vznik rezistence u škůdců | 12 |
| 3.2 Extrakce účinných látek využitelných v ochraně rostlin | 13 |
| 3.2.1 Nejčastěji používaná rozpouštědla | 13 |
| 3.2.1.1 Výběr vhodného rozpouštědla | 14 |
| 3.2.2 Nejčastěji používané extrakční metody | 14 |
| 3.2.2.1 Postupné extrakce | 14 |
| 3.2.2.2 Superkritická extrakce kapalinou | 15 |
| 3.2.2.3 Destilace | 15 |
| 3.2.2.4 Výběr optimální extrakční metody pro přípravu farmářských přípravků | 16 |
| 3.3 Sviluška chmelová (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) | 17 |
| 3.3.1 Obecný popis | 17 |
| 3.3.2 Škodlivost | 17 |
| 3.4 Dobromysl obecná (<i>Origanum vulgare</i> L.) | 18 |
| 3.4.1 Popis | 18 |
| 3.4.2 Účinné látky | 18 |
| 3.4.3 Využití | 18 |
| 3.4.4 Potenciál v ochraně rostlin | 19 |
| 3.5 Lékořice lysá (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.) | 19 |
| 3.5.1 Popis | 19 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.5.2 | Účinné látky | 20 |
| 3.5.3 | Využití | 20 |
| 3.5.4 | Potenciál v ochraně rostlin | 20 |
| 3.6 | Máta peprná (<i>Mentha × piperita</i> L.) | 21 |
| 3.6.1 | Popis | 21 |
| 3.6.2 | Účinné látky | 21 |
| 3.6.3 | Využití | 22 |
| 3.6.4 | Potenciál v ochraně rostlin | 22 |
| 3.7 | Levandule lékařská (<i>Lavandula angustifolia</i> Miller) | 23 |
| 3.7.1 | Popis | 23 |
| 3.7.2 | Účinné látky | 23 |
| 3.7.3 | Využití | 23 |
| 3.7.4 | Potenciál v ochraně rostlin | 24 |
| 3.8 | Fazol obecný (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) | 24 |
| 3.8.1 | Popis a použití | 24 |
| 4 | Metodika | 25 |
| 4.1 | Pokusné prostředí | 25 |
| 4.2 | Pokusný materiál | 25 |
| 4.2.1 | Fazol | 25 |
| 4.2.2 | Sviluška chmelová | 25 |
| 4.2.3 | Pokusné extrakty | 25 |
| 4.3 | Testy biologické účinnosti | 26 |
| 4.4 | Výpočty a statistické metody | 27 |
| 5 | Výsledky | 28 |
| 6 | Diskuze | 32 |
| 7 | Závěr | 35 |
| 8 | Literatura | 36 |
| 9 | Seznam tabulek | 41 |
| 10 | Seznam grafů | 41 |
| 11 | Seznam obrázků | 41 |

1 Úvod

Je tomu už zhruba 10 000 let, co začaly vznikat první civilizace, které začaly záměrně domestikovat různé druhy rostlin a živočichů a obhospodařovat půdu. Tato doba se tedy považuje i za začátek zemědělství. Mezi tehdejší dobou a současností však zemědělství prošlo obrovskou proměnou. Je třeba neustále zvyšovat produkci v důsledku obrovského nárůstu lidské populace a plýtvání potravinami. Klade se také důraz na co největší kvalitu a nutriční hodnotu plodin. Moderní doba umožňuje využívání poznatků vědy a výzkumu, využívání chemických látek pro ochranu rostlin, nebo pro jejich hnojení, moderní technologie pro zpracování půdy nebo různé metody šlechtění pro vyšší rezistenci proti patogenům a škůdcům.

Díky rychlému rozvoji výzkumu v oblasti chemie v polovině 20. století se problém s hmyzími škůdci zdál být vyřešen, protože v zemědělské oblasti začalo být používáno mnoho insekticidů, většinou bez jakékoli regulace či dozoru.

Stejně jako známky negativního vlivu používaných pesticidů na životní prostředí se zvyšující se spotřebou se však začaly objevovat známky rezistence u hmyzu, jejímž následkem bylo neúměrné zvyšování aplikačních dávek zemědělci. Toto neuvážené a nesprávné používání syntetických pesticidů bylo příčinou zdravotních rizik při kontaktu, konzumaci nebo vdechnutí. Případně i rezidua v produktech vyrobených z vypěstovaných plodin mohou být příčinou karcinogeneze, mutageneze, nebo problémů s plodností u lidí (McKone et al. 2007; Kazem & El-Shereif 2010; Lozowicka 2015; Lu et al. 2018).

Proto se v dnešní době aplikace pesticidů přísně regulují, byla přijata evropská směrnice 2009/128/UC pro snížení pesticidů v zemědělství a vzniká tak prostor pro výzkum alternativních, enviromentálně bezpečnějších přípravků. Použití botanických insekticidů proti hmyzu, jako jsou svilušky, se zdá být vhodnou alternativou rizikových přípravků (Ahmed et al. 2020). Jen 5 % syntetických přípravků totiž účinkuje tak, jak bylo zamýšleno. Zbytek se kumuluje v půdě a proniká do životního prostředí. Jejich molekuly jsou rozptylovány vodou a větrem do velkých vzdáleností. Je tedy třeba najít látky, proti kterým škůdci nezískají rezistenci, budou efektivnější, trvalejší a šetrnější pro životní prostředí (Zadoks & Waibel 2000; Drtina 2022; Malagnini et al. 2022).

2 Cíle a hypotézy práce

Alespoň jeden z extraktů získaných z rostlin *Origanum vulgare*, *Glycyrrhiza glabra*, *Mentha × piperita* anebo *Lavandula angustifolia* způsobuje významnou mortalitu nymf a dospělců svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Nejúčinnější extrakt je využitelný v ochraně rostlin vůči tomuto škůdci.

Cílem bakalářské práce na téma: „Účinnost extraktů z některých druhů rostlin používaných jako byliny na mortalitu svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*)“ je zjištění vlivu extraktů získaných z rostlin *Origanum vulgare*, *Glycyrrhiza glabra*, *Mentha × piperita* a *Lavandula angustifolia* na mortalitu nymf a dospělců svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Na základě porovnání zjištěné účinnosti bude moct být vybrán nejúčinnější extrakt a jeho účinnost bude diskutována v rámci možného využití v ochraně rostlin.

3 Literární rešerše

3.1 Mechanismy přirozené ochrany rostlin před hmyzími škůdci

3.1.1 Mechanická obrana

Rostliny jako mechanickou ochranu před škůdci využívají pokožkové a podpokožkové výrůstky, jako jsou žahavé a žláznaté trichomy, trny a chlupy. Vychlípěním buněk epidermu se vytvoří jednodušší trichomy, několikanásobným dělením buněk rostlina vytvoří trichomy složitější. Mohou také vznikat emergence – vícebuněčné útvary utvořené pokožkovými a podpokožkovými útvary (Novák & Skalický 2009; Švorc 2014; Zlonická 2016).

V některých trichomech pak může být obsažen dráždivý sekret, který je po zlomení trichomu vylit, jako tomu může být u kopřivy. Na spodní straně jejích listů se nacházejí trichomy podobné jehlám, které když jsou zlomeny, obsah se vylíje a podrážděné místo začne pálit (Novák & Skalický 2009; Švorc 2014).

Dalším druhem mechanické obrany může být produkce voskové vrstvy na povrchu rostliny, která je v rostlinné říši velmi rozšířená. Existují však druhy hmyzu, např. mandelinky, které vylučují na koncích nohou lepkavé látky a tuto ochranu tedy překonají (Novák & Skalický 2009; Zlonická 2016).

3.1.2 Chemická obrana

Hlavní, tedy primární metabolismus rostlin vytváří látky nezbytné pro správný vývoj a růst rostliny – glykoproteiny, nukleové kyseliny, aminokyseliny.

Sekundární metabolity nejsou látky, které by byly hlavním zdrojem energie, nebo zásobami, jsou to naopak látky, které slouží jako obranné – detoxikační faktory, koloranty, atraktanty nebo morforegulátory. Patří sem také látky nazývané alelochemikálie, které si rostlina účelně syntetizuje a následně ukládá. Tím si vytváří biologickou ochranu před hmyzími škůdci, herbivory nebo houbovými patogeny. Jejich přítomnost a složení se považují za projev individuality danému druhu. Patří sem mimo jiné alkaloidy, glykosidy, silice, balzámy a pryskyřice, třísloviny, hořčiny, saponiny, fytoncidy nebo různé bílkoviny. Tento druh obrany je považován za evolučně starší než obrana mechanická (Novák & Skalický 2009; Dubey et al. 2010; Kovaříková & Kocourek 2016; Tauchen & Klouček 2020).

3.1.2.1 Alelochemikálie

Jsou to chemikálie, podílející se na mezidruhové komunikaci. Látky patřící do alelochemikálií se dají rozdělit do čtyř skupin – alomony, kairomony, synomony a apneumony.

Alomony jsou látky vyrobené nebo získané a mají kladný vliv na vysílající organismus. Mohou sem patřit rostliny, které vypouštějí alomony pro odrazení herbivorů.

Kairomony jsou sloučeniny vyrobené nebo získané s příznivým efektem pro příjemce, nikoli pro vysílatele a napomáhají tak herbivorům vyhledat rostlinou potravu.

Synomony mají příznivý vliv jak na vysílatele, tak na příjemce. Patří sem vůně květů a nektar, který tak láká opylovače a napomáhá symbióze s jinými organismy.

Apneumony jsou vylučované neživými materiály, mají příznivý efekt na příjemce, ale také na organismy, které se v neživém materiálu mohou nacházet. Parazit nebo predátor tak může být přitahován neživým materiálem, na kterém by se mohla nacházet kořist nebo hostitel (Dubey et al. 2010).

3.1.2.2 Alkaloidy

Alkaloidy jsou dusíkaté látky, vznikající při přeměně aminokyselin. Díky svému výraznému farmakologickému účinku jsou dost podrobně prozkoumány. Vyskytují se nejvíce v kořenech, kůře, listech a semenech rostlin. Nejvíce jsou v rostlině koncentrovány v období před kvetením a na začátku květu. Jejich obsah však kolísá i během dne, je znám i pohyb alkaloidů z ústroje do ústroje, což dokazuje jejich aktivní úlohu v metabolitu rostliny. Jejich jedovatost a nepříjemná hořkost je vykládána jako přirozená ochrana v přírodě před spásáním. Zároveň jsou svým způsobem odpadními látkami rostliny. Za typické alkaloidní rostliny lze označit ocún, blín, durman, rulík, mák setý, k význačným zdrojům alkaloidů patří však i námelník - sklerocia vřeckaté houby paličkovice nachové (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986).

3.1.2.3 Glykosidy

Jsou složeny z cukerné složky, jako je glukóza nebo galaktóza, a necukerné složky aglykonu. Jsou často velmi fyziologicky účinné a pro člověka jedovaté. Jejich obsah v rostlině kolísá s jejím stářím a fyziologickou činností. Jsou její energetickou složkou vyskytují se např. v konvalince, náprstníku, nebo v hlaváčku (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986).

3.1.2.4 Silice

Jsou to směsi různých těkavých a vonných látek, nejčastěji terpenů a seskviterpenů. Mají olejovitou soudržnost, dříve se nazývaly „éterické oleje“, jsou s vodou nemísitelné a ve vodě nerozpustné, rozpustí je pouze organická rozpouštědla. V rostlině fungují jako lákadlo pro opylovače. Působí proti plísňovým a houbovým onemocněním, některé mají i hlístopudné účinky. Často se používají jako koření – tymián, máta, fenykl, zázvor (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986).

3.1.2.5 Balzámy a pryskyřice

Balzámy jsou tekuté a pryskyřice tuhé výměšky rostlin produkované při poranění rostliny, které rostlina již nemůže začlenit do látkové výměny. Je-li rostlina napadena hmyzem, začne produkovat pryskyřici, hmyz přilepí a zalepí mu dýchací otvory. Při vytvoření rány na rostlině místo zalepí a zamezí tak vniku patogenů do rostliny (Jirásek et al. 1986).

3.1.2.6 Třísloviny

Jsou to fenolické látky rozpustné ve vodě, také rozpouštějí bílkoviny, alkaloidy a těžké kovy. Jejich účinek je stahující, urychlují hojení a vytvářejí nové tkáně na ranách a zanícené sliznici. Používají se hlavně při otravě. Svě místo našly i v kožedělném průmyslu. Vyskytují se např. v borůvce, ostružiníku, řepíku nebo rdesnu hadím kořeni (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986).

3.1.2.7 Hořčiny

Mají dráždivou hořkou chuť, která rostlinu chrání před spasením. Nacházejí se např. ve vachtovitých, hořcovitých nebo čekankovitých rostlinách. Přidávají se do aperitivů (Rubcov & Beneš 1985).

3.1.2.8 Saponiny

Jsou glykosidické povahy, ve vodě vytvářejí mohutně pěnivé koloidní roztoky, pokud se dostanou do přímého styku s krví, zapříčiní její rozklad. Mají dráždivé až prudce jedovaté účinky jako u vraního oka nebo koukolu. Zároveň však některé saponiny mají příznivé účinky na cesty dýchací. Nacházejí se např. v prvosenkách, diviznách, lékořici, mydlici nebo v dalších hvozdíkovitých rostlinách (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986).

3.1.2.9 Fytoncidy

Jsou souborným názvem pro látky vyšších rostlin na obranu vůči bakteriím, virům a plísním, slouží tedy jako rostlinná antibiotika. Nejznámější z nich je silice hořčičná a česneková. Fytoncidní účinky mají také glukokininy, které snižují hladinu cukru, nebo steroidy (Rubcov & Beneš 1985).

3.1.3 Vznik rezistence u škůdců

Rezistence vzniká opakovaným vystavováním dané populace toxické látky a ta si postupně vytváří rezistenci. Rezistentní populace je tedy schopna se vystavovat takové dávce insekticidu, která by předchozí generace zahubila. Rezistence se může vytvořit jak k jedné látce, tak ke skupině látek (Kazda et al. 2007).

Multirezistence je rezistence vůči jedné a zároveň skupině látek. Cross rezistence je rezistence proti jedné látce, která vyvolává rezistenci i proti novým dosud nepoužívaným látkám (Kazda et al. 2007).

Každý fytofágní hmyz většinou reaguje na chemickou sloučeninu, kterou si rostliny samy vytvářejí pro svou ochranu. Jednotlivé druhy fytofágního hmyzu jsou specifické svou úzkou specializací na určitou skupinu rostlin, jejichž přirozenou ochranu byly schopny během koevoluce prolomit (Bell 1987; Begon et al. 1997; Krása 2013).

Polyfágní druhy hmyzu jsou schopny adaptovat se na široké spektrum rostlinných druhů, oproti tomu monofágům se podařilo vytvořit detoxikační organismy, díky kterým detoxikují toxické látky rostlinného druhu, na který se specializují (Dowd et al. 1983; Prakash & Rao 1996).

Behaviorální rezistence je způsobem, kdy se hmyz přestane krmit v okamžiku, kdy vycítí jed, nebo úplně opustí oblast, kde byl insekticid aplikován. Jiným druhem rezistence je, když insekticid proniká do těla rezistentního škůdce pomaleji než do těla škůdce nerezistentního. Hmyz umí i změnit metabolické dráhy. Rezistentní hmyz tak detoxikuje nebo ničí toxin rychleji než hmyz vnímavý. Tato metabolická rezistence je nejčastějším způsobem ochrany hmyzu a zároveň největším problémem pro ochranu rostlin (Karaağaç 2012; Simon 2022).

Z toho také vyplývá, že pokud přisoudíme biologickou aktivitu některé rostlinné látce, je třeba ji takto přisoudit pouze v souvislosti s druhem hmyzu, na kterém se účinnost této látky prokázala (Bell 1987).

3.2 Extrakce účinných látek využitelných v ochraně rostlin

3.2.1 Nejčastěji používaná rozpouštědla

Rozpouštědlo je látka, která je schopná rozpouštět ostatní látky za vzniku roztoku. Je zpravidla ve směsi v nadbytku nad rozpouštěnou látkou. Mezi nejčastěji používaná rozpouštědla patří aceton, methanol, voda a oxid uhličitý (Klikorka et al. 1989; Karty 2005).

Aceton patří mezi organická polární rozpouštědla. Vzniká mimo jiné oxidací isopropylalkoholu nebo rozkladem octanu vápenatého. Je s vodou mísitelný a vysoce hořlavý.

Methanol jako polární rozpouštědlo je neomezeně mísitelný s vodou, velmi hořlavý a silně jedovatý. Vyrábí se katalytickou hydrogenací oxidu uhelnatého z vodného plynu (směs vodíku a oxidu uhelnatého) za vysokých teplot a tlaků.

Voda je nejdůležitější rozpouštědlo, protože mezi molekulami vody se vytvářejí vodíkové můstky, čímž se tvoří prostorová síť molekul. Rozpouští látky hydrofilní polární plynné, kapalně i pevně fáze. Voda jako polární rozpouštědlo rozpouští polární látky, nepolární látky jako tuky a oleje v ní vytvářejí vrstvy nebo kapky.

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, je těžší než vzduch. Vzniká spalováním při reakci uhlíku s kyslíkem, hořením oxidu uhelnatého, hořením methanu nebo žháním uhličitanu vápenatého. Používá se při superkritické extrakci kapalinou.

Směsi rozpouštědel se používají, když samotné čisté rozpouštědlo není účinné. Směs se chová více jako to rozpouštědlo, které ve směsi převládá, čímž se zvýší rozpustnost dané látky (Voet & Voetová 1990).

3.2.1.1 Výběr vhodného rozpouštědla

V potaz by měly být brány tyto body:

Síla rozpouštědla (selektivita). Z rostlinného materiálu by měly být extrahovány pouze aktivní složky, je tedy požadována vysoká selektivita.

Teplota varu. Pro co nejjednodušší oddělení rozpouštědla z výsledného produktu je potřeba rozpouštědla s co nejnižším bodem varu.

Reaktivita. Rozpouštědlo by nemělo chemicky reagovat s extrahovanou látkou ani by ji nemělo snadno rozkládat.

Viskozita. Nízká viskozita rozpouštědla vede k dobrému přenosu hmoty a tepla a k nízkému poklesu tlaku.

Bezpečnost. Rozpouštědlo by mělo být nehořlavé a nepodléhat korozi. Mělo by být také jednoduše ekologicky zlikvidovatelné bez ohrožení životního prostředí.

Cena. Rozpouštědlo by mělo být cenově dostupné.

Tlak výparu. Pro zabránění ztráty rozpouštědla výparem je třeba využít nízký tlak par.

Obnova. Rozpouštědlo musí být jednoduše oddělitelné od směsi, aby byl výsledný extrakt bez přítomnosti rozpouštědla (Tandon & Rane 2008).

3.2.2 Nejčastěji používané extrakční metody

3.2.2.1 Postupné extrakce

3.2.2.1.1 Macerace

Při maceraci je celá nebo hrubě namletá surová droga vložena do nádoby společně s rozpouštědlem a zakryje se, aby bylo zabráněno evaporaci. Poté je ponechána po určitou dobu při pokojové teplotě za občasného promíchání. Po uplynutí požadované doby se směs přecedí, zbytky drogy se slisují a v případě potřeby se kapalina nechá odstát a poté se vyčeří dekantací nebo filtrací (Handa 2008; Singh 2008).

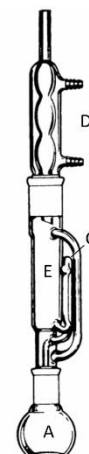
3.2.2.1.2 Digesce

Při digesci se stejně jako při maceraci smíchá surová droga celá nebo namletá v nádobě s rozpouštědlem. Poté se však roztok zahřeje, aby se zvýšila účinnost rozpouštědla. Je používána pouze v případě kdy mírně zvýšená teplota není na závadu (Handa 2008).

3.2.2.1.3 Kontinuální extrakce za tepla (Soxhlet)

Při této metodě se nejdříve droga nejmenno namele a vloží se do extrakční patrony válcovitého tvaru s kulatým dnem, vyrobené ze silného filtračního papíru, který se umístí do komory E (obr. 1). Do baňky A se umístí extrakční rozpouštědlo, začne se zahřívát a jeho páry stoupají postranní trubičkou B dále do chladiče D, kde zkondenzují. Zkondenzované extrakční činidlo kape do filtračního papíru s drogou a tím ji extrahuje. V okamžiku, kdy hladina kapaliny v komůrce E stoupne k hornímu okraji přepadové trubice C, kapalina se začne přetékat do baňky A. tento proces trvá tak dlouho, dokud nepřeteče poslední kapka kapaliny. Výhodou celé této metody je možnost extrakce velkého množství drogy s mnohem menším množstvím rozpouštědla. Výsledkem je tedy úspora času, energie a finančního vstupu. Zároveň se však může nastat degradace výsledného extraktu z důvodu udržování rozpouštědla na bodu varu po dlouhou dobu (Handa 2008; Tandon & Rane 2008).

Obrázek 1.
Soxhletův extraktor



https://www.chemickepokusy.cz/soxhletova_extrakce.php

3.2.2.2 Superkritická extrakce kapalinou

Superkritická extrakce kapalinou je alternativním způsobem přípravy vzorků s cílem snížení používání organických rozpouštědel, snížení množství extrahovaných látek a zvýšení propustnosti vzorku. Používá se především pro výrobu esenciálních olejů, nebo voňavek. Mezi faktory, které je třeba zvážit, patří tlak, teplota, objem vzorku, sběr analytu, modifikátor (kosolvent), ovládání tlaku a průtoku a restriktory. Pro tuto metodu se většinou používají válcové extrakční nádoby, které jsou v daném případě nejvhodnější. Dalším důležitým krokem je sběr extrahovaného analytu – při špatně prováděném sběru může dojít k významným ztrátám vzorku, což může vést ve výsledku k nesprávnému výpočtu a nízké účinnosti. Preferovaným rozpouštědlem této metody je oxid uhličitý. Výhodou této metody je, že probíhá při nízké teplotě, neztrácí tedy své podstatné přírodní účinky (Handa 2008; Bertucco & Franceschin 2008; Water Corporation 2012).

3.2.2.3 Destilace

Destilace se používá pro získání esenciálního oleje. Existuje několik způsobů destilace a výběr správné metody závisí na citlivosti esenciálního oleje na působení tepla a vody, na stabilitě esenciálního oleje a na jeho rozpustnosti ve vodě. Jsou známy čtyři hlavní metody destilace esenciálních olejů z aromatických rostlin a těmi jsou hydrodestilace, destilace vodou a parou, přímá parní destilace a destilace kohobací (Tandon 2008).

Podstatou destilace je čištění a oddělování od sebe dvou a více kapalných látek, které mají rozdílnou těkavost. Po zahřátí směsi o dvou složkách do bodu varu přejde těkavější složka do plynné fáze. Ta poté zkondenzuje do plynné fáze v tepelném výměníku, čímž se získá destilát s větším podílem těkavější složky, než byla původní směs. Zbývá kapalina – destilační zbytek je naopak obohacena o méně těkavou složku (Perry & Green 1997).

3.2.2.4 Výběr optimální extrakční metody pro přípravu farmářských přípravků

1. Rostlinný materiál by měl být správné kvality, homogenní bez nežádoucích příměsí.
2. Biomasa by neměla být starší dvou let, měl by být znám původ a doba sběru. Mladší rostlina totiž obsahuje více aktivních látek. Současně je třeba použít správnou část rostliny.
3. Použitá metoda sušení má vliv na kvalitu rostlinného materiálu. Nejčastěji se suší prouděním horkého nebo studeného vzduchu, dle povahy chemických složek materiálu. Je také třeba zařadit korekci hmotnosti v případě využití surové drogy s vysokým obsahem vlhkosti.
4. Metodu drcení je třeba specifikovat, mohla totiž být využita metoda vytvářející teplo, která má negativní vliv na kvalitu rostlinného materiálu.
5. Všechny částice práškového materiálu musí být správné velikosti, je tedy třeba rostlinný materiál pasírovat přes vhodné plátno.
6. Charakter rozpouštědel:
 - a. Pro nepolární látku se používá nepolární rozpouštědlo, pro polární látku se používá polární rozpouštědlo.
 - b. Pro termolabilní složky se dává přednost metodám jako je macerace, tedy extrakce za nízké teploty. Pro termostabilní složky se může použít Soxhletova extrakce (za předpokladu, že je nevodná), nebo digesce.
 - c. Je třeba použít vhodná bezpečnostní opatření při práci se složkami, které mohou degradovat, jakmile se v průběhu extrakce dostanou do styku s organickými rozpouštědly jako jsou flavonoidy a fenylypropanoidy.
 - d. V případě tepelné extrakce je potřeba vyvarovat se použití vyšší teploty, než je ta požadovaná. Některé glykosidy se totiž mohou začít rozpadat jsou-li vyšší teplotě vystaveny delší dobu.
 - e. Standardizace doby extrakce je také velmi důležitá. Nedostatečná doba znamená neúplnou extrakci, naopak pokud se doba extrakce přesáhne, mohou se ve výluhu vyskytnout nežádoucí složky. Stejně důležité je i určit si, kolikrát je potřeba extrahovat k dosažení úplné extrakce.
7. Je potřeba zkontrolovat a uvést kvalitu vody nebo použitého rozpouštědla.
8. Postupy koncentračního a sušícího procesu by měly zajistit bezpečnost a stabilitu účinných složek. V současnosti se často používá sušení za sníženého tlaku a lyofilizace – sušení mrazem.
9. Je také důležité vzít v potaz typ extraktoru (Handa 2008).

3.3 Sviluška chmelová (*Tetranychus urticae* Koch)

3.3.1 Obecný popis

Svilušky (obr 2.) patří do třídy pavoukoců a jejich přítomnost na rostlinách poznáme podle pavučinek, jimiž při silném napadení rostliny potahují. Jsou velké asi 0,5 mm a jejich zbarvení se mění podle ročního období a hostitelské rostliny, jsou tedy žlutozelené, hnědavé až načervenalé a mají dvě tmavé skvrny na bocích těla. Jsou teplomilné a rostlinám škodí hlavně v letních měsících. Samci mají žlutozelenou barvu a jsou menší a štíhlejší než samice. Přezimující samice se zbarvují do oranžova a zimu přečkají venku v dobře chráněných úkrytech, nebo třeba ve škvírách ve skleníku. V červnu vylezou ze svého úkrytu a začnou sát na různých rostlinách, kde poté na spodní straně listů kladou vajíčka o průměru 0,1 mm. Při vhodných podmínkách je schopna jedna generace dovést vývoj za méně než 15 dní, za vegetaci je tedy schopno se vyvinout několik generací. Samice je schopná naklásat až 6 vajíček za den a obvykle přes 70 vajíček za celý život. Z neoplozených vajíček se líhnou samci, z oplozených se mohou vyvíjet i samice. Jejich přirozenými nepřáteli jsou roztoči z čeledi *Phytoseidae*, kteří se jimi živí (Větvíčka & Hlavička 2007; Agriculture 2020; Agromanuál 2020; Šefrová 2006).

Obrázek 2. *Tetranychus urticae*



<https://www.photo.net/gallery/image/1611197-tetranychus-urticae-females-larvae-and-egg/>

3.3.2 Škodlivost

Svilušky jsou známé svou schopností vybudovat si rychlou rezistenci proti pesticidům. Dosud bylo zaznamenáno přes 3800 hostitelských rostlin jak na venkovním prostranství, tak ve sklenících. Mezi sviluškami oblíbené rostliny patří z čeledi *Solanaceae*, *Cucurbitaceae* (rajčata, okurky, papriky), skleníkové okrasné rostliny (růže, chryzantémy), jednoleté polní plodiny (bavlna, sója, kukuřice) a trvalé kultury (jahodníky, citrusy). Poškozený květ zhnědne a okvětní lístky uschnou, jako by byly popálené postřikem. Na listech zanechávají drobné světlé skvrnky, které se slévají ve žlutavě hnědé skvrny – nastává zde zkolabování mezofylu až 22 buněk za minutu. Listy se poté zbarví do bronzova, zaschnou, stočí se a předčasně umřou. Na spodní straně listu zanechají jemnou pavučinku. Nepřímo svilušky snižují schopnost fotosyntézy a transpirace rostlin. Rostliny mají poté zbrzděný růst, sníženou plodnost a předčasně odumírají, mohou také mít v následujícím roce slabší násadu květů. Odstraněním napadených listů jde rozšíření svilušek poněkud snížit. Jako přímá ochrana se používají přípravky na bázi draselného mýdla, řepkového oleje, nimbu (*Azadirachta indica*) nebo pyrethrinu. Pokud se vyskytují ve skleníku, lze je udržet na uzdě užitečnými organismy, jako jsou vosičky, nebo draví roztoči (Větvíčka & Hlavička 2007; Ebadollahi et al. 2014; Pavla 2016; Agromanuál 2020).

3.4 Dobromysl obecná (*Origanum vulgare* L.)

3.4.1 Popis

Dobromysl (obr 3.) je rostlinou z čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) a je velmi úzce spřízněna s majoránkou (*Origanum majorana* L.). Domovinou dobromysli je jižní Itálie. Je to jednoletá odolná rostlina s dřevnatou hranatou lodyhou, má bílo-fialové květy kvetoucí od června do září a dorůstá do výšky 20 - 90 cm. Listy jsou krátce řapíkaté, vstřícné, žláznatě tečkované, plodem jsou 4 podlouhle vejcovité hnědé tvrdky. Je to dobrá medonosná rostlina, jejíž nektar je vylučován ze žláznatého prstence při spodině semeníku. Na drogu se sbírá nepřekvetlá nať za teplého suchého počasí v plném létě. Potřebuje odvodněnou půdu a slunné stanoviště, je vhodná i pro pěstování v květináči. V sušeném stavu si dlouho udržuje své příjemně vonící aroma. Její chuť je hořce kořeněná, na jazyku nechává stahující pocit (Jirásek et al. 1986; Pechová 1998).

Obrázek 3. *Origanum vulgare*



<https://www.citrus-shop.cz/blog-souteze/oregano-obecne-origanum-vulgare>

3.4.2 Účinné látky

Účinnou složkou dobromysli je silice, které obsahuje asi 0,4 %, důležité jsou v ní obsažené fenolické látky tymol a karvakrol, které však někdy mohou chybět, zastoupeny jsou pak karyofylenem, dipentenem, linaloleem, p-cymolem, α -bisabolenem a dalšími terpenickými látkami. Chemismus dobromysli je nejednotný, proto se silice pro kosmetický a farmaceutický průmysl označují podle původu – italská, bulharská, kyperská, smyrenská, indická nebo syrská. Dále jsou zde obsaženy trísloviny, hořčiny a organické kyseliny (Jirásek et al. 1986).

3.4.3 Využití

Tato rostlina má vysokou lékařskou hodnotu. Její nadzemní část se používá pro zmírnění a vyléčení bolesti zubů, ledvinových kamenů, nadýmání, bolesti hlavy, revma, úzkosti, astma, žloutenky nebo křečí. Působí také antihyperglykemicky a proti tvorbě rakoviny. Působí dezinfekčně, jako analgetikum, spasmolytikum nebo expektorans. Doporučuje se jako protizánětlivé kloktadlo, do posilujících koupelí, proti kožním infekcím nebo k inhalacím. Již ve středověku byla tato bylina používána jako ochrana před „zlou mocí“. Moderní věda dokázala, že dobromysl obsahuje stejně antioxidantů jako jedno středně velké jablko. Její hořká chuť je výborná pro koření pokrmů jako je pizza, rajské omáčky, saláty nebo sušená rajčata. Její silice je i využívána v mydlářství a za pomoci hnědočerveného barviva, které se získává z její natě, se dřív barvila bavlna (Pechová 1998; Pathyusha et al. 2009).

3.4.4 Potenciál v ochraně rostlin

Dle Mahedran & Rahman (2020) má esenciální olej z dobromysli pozitivní vliv na redukci *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Fol. na semenech rajčat (*Solanum lycopersicum* L.). V pokusu Baricevi et al. (2001) byla zkoumána insekticidní účinnost na snížení plodnosti a na mortalitu dospělce nosatce fazolového (*Acanthoscelides obtectus* Say), která se ve výsledku pohybovala okolo 90 %.

Dobromysl společně s mateřídouškou a tymiánem mohou být základem výborných preventivních postřiků, u kterých lze při pravidelném používání využít jejich repelentní a antifidantní účinky především na larvy mandelinky bramborové nebo na housenky motýlů, jako je bělásek zelný, můra zelná nebo zápředníček polní, dále na mšice a molice. Má také pozitivní účinek na redukci plísní a padlí na rostlinách a plodech (Pavela 2020). Účinnost esenciálního oleje vyrobeného z dobromysli na mortalitu svilušky chmelové zkoušel Calmasur et al. (2006) a dosáhl účinnosti vyšší než 95 %.

3.5 Lékořice lysá (*Glycyrrhiza glabra* L.)

3.5.1 Popis

Lékořice (obr 4.), jako jedna z nejběžnějších a nejstarších léčivých rostlin, patří do čeledi *Fabaceae* (bobovité). Poprvé byla vypěstována v roce 1562 v Anglii a později byla převezena do Ameriky. K nám se pro farmaceutický průmysl dováží z Itálie, dříve se však pěstovala na jižní Moravě. Její lidový název „sladké dřevo“ pochází z řeckých slov *glykys* (sladký) a *rhiza* (kořen). Její kořen je dřevnatý, 2 až 4 cm silný se silnou dřevní a jeho součástí jsou četné válcovité výběžky o průměru až 1,5 cm. Má zelené svěšené listy na lici lysé, na rubu lepkavé, modrobílé hrachovité květy, dlouhé červenohnědé lysé lusky s tvrdými semeny a dorůstá až 2 m. Kvete od června do srpna a je významnou medonosnou rostlinou. Její nadzemní část lze použít jako pícnina. Cílem sběru jsou však kořeny s výběžky, ze kterých se získává droga *Radix liquiritiae*. Ty jsou potřeba sklídit z nejméně tři roky starých rostlin, a to na konci vegetačního období v září, nebo v říjnu – lze to poznat podle shazování listů rostlinou. Po sklizni se kořeny oloupou a usuší při maximální teplotě 35 °C. Výsledná droga je sírově žlutě zbarvená, slabě páchne a chutná sladce a mírně škrablavě (Rubcov & Beneš 1985; Pechová 1998).

Obrázek 4. *Glycyrrhiza glabra*



<https://plantura.garden/uk/herbs/liquorice/liquorice-overview>

3.5.2 Účinné látky

V lékořici se vyskytují látky saponinového charakteru i flavonoidy. Do látek saponinového charakteru se řadí vápenaté a draselné soli glycirhizinu, který poskytuje glycyrrhizin – látku steroidní povahy. Glycirhizin je až padesátkrát sladší než cukr z řepy, silně pění při kontaktu s vodou a amonná sůl z něj získaná se využívá do limonád a v cukrářství. Sladkou chuť mu dodává triterpenový saponin oleananového typu, což je směs draselných, vápenatých a hořčinatých solí kyseliny glycyrrhizinové, která se zde může vyskytovat v obsahu 2 – 25 %. Dále se v kořeni nachází flavonový glykosid liquiritin, asparagin, škrob, hořčina, pryskyřice a cukry (Rubcov & Beneš 1985; Badkhane et al. 2014).

3.5.3 Využití

Z jejích kořenů se získává šťáva, která je poté použita na vyrábění lékořicových bonbonů, nápojů, pastilek proti kašli, bronchitidě nebo žaludečním a dvanácterníkovým vředům (Pechová 1998). Napomáhá vykašlávání a rozpouštění hlenů, účinkuje proti křečím, není však vhodná pro dlouhodobé používání, jelikož nepříznivě ovlivňuje iontovou rovnováhu a vylučování vody z těla. Je prokázán velmi dobrý vliv na podporu paměti. Používá se do léků pro úpravu jejich nepříjemné chuti a má i slabé estrogenní účinky. Je i součástí některých tabákových výrobků. Přidává se do velkého množství čajových směsí. Z méně hodnotné drogy se vyrábí výtažek *Succus liquiritiae*, známý jako pendrek (Rubcov & Beneš 1985; Badkhane et al. 2014).

3.5.4 Potenciál v ochraně rostlin

Byla dokázána účinnost extraktu z lékořice proti plísni bramborové *Phytophthora infestans* Mont. de Bary (plíseň bramborová), proti *Pseudoperonospora cubensis* s více než 90% účinností, údajně také působí na *Uromyces appendiculatus* (rez fazolová) (Schuster et al. 2010).

Hassan et al. (2015) zkoumal účinnost extraktů, které spolu s lékořicí zvláště obsahovaly 95% methanol, aceton nebo petroléter v poměru 100 g rozsekané byliny na 300 ml vodného roztoku obsahujícího jedno z výše zmíněných rozpouštědel proti komárům (*Culex pipiens*). U každé z ingrediencí zjistili téměř 100% repelentní účinnost.

Pavela (2016) zkoumal účinnost macerátu z lékořice lysé na mortalitu svilušky chmelové při koncentraci 50 g rostlinného materiálu na 1 l vody. Počítání proběhlo po 10 dnech po postřiku. Celková efektivita byla 85,8 %.

3.6 Máta peprná (*Mentha × piperita* L.)

3.6.1 Popis

Máta peprná (obr 5.) patří do čeledi hluchavkovité (*Lamiaceae*) a je nejběžnější z celé řady druhů máty. Je to přirozený hybrid máty vodní (*Mentha aquatica* L.) a máty klasnaté (*Mentha spicata* L.). Jako medonosnou vytrvalou rostlinu ji lze nalézt rostoucí divoce v severní Evropě, u nás i ve spouště zahrad, kde je však k její divoké povaze potřeba velmi redukovat. Vytváří totiž velmi silné a odolné kořeny plazící se pod zemí – odnože, ze kterých se vytvářejí nové rostliny. Má malé modrofialové květy uspořádané v hroznech nebo lichoklasech, které rostou na válcovitých lodyhách, větve čtvercového průřezu, listy jsou oválné až eliptické, plodem je malá suchá tvrdka naplněná 1-4 semeny. Dorůstá až do výšky 120 cm. Nejlépe se jí daří na humózních půdách s dostatkem vláhy a světla v teplejších polohách. Sbírá se nať a list. Sklízí se v červnu a červenci, nejpozději v srpnu před vykvetením. Je potřeba ji usušit bezprostředně po sklizni, aby nedošlo k nežádoucímu zahnědnutí listů a ke ztrátě silice (Rubcov & Beneš 1985; Pechová 1998; Pavela 2020).

Obrázek 5. *Mentha × piperita*



<https://urbantilth.org/herb/peppermint/>

3.6.2 Účinné látky

Jako aromatická rostlina obsahuje 1-3 % silice, která obsahuje až 50 % mentolu spolu s kyselinou octovou a kyselinou valerovou a jejich estery, více než 10 % menthonu a navíc ještě přes 40 dalších terpenických látek. Dále v mátě můžeme najít kromě silice i polyfenolické látky, do kterých se řadí taniny, kterých v sušině můžeme nalézt až 10 %, a flavonoidy. V nati je také 5 – 10 % tříslovin a hořčiny. Tento soubor látek ve formě extraktu, nebo destilátu v kombinacích s oleji z jiných aromatických rostlin, kterou může být např. kaleda lysá (*Pongamia pinnata* L. Peirre) má za výsledek fungicidní účinky proti fuzariózám, plísni šedé nebo padlí, baktericidní a insekticidní účinky proti svilušce chmelové anebo mandelince bramborové (Rubcov & Beneš 1985; Pavela 2020).

3.6.3 Využití

Patří mezi nejvýznamnější a nejznámější léčivé rostliny. Čaj z máty peprné má tlumivé účinky. Pomáhá při žaludečních potížích, uvolňuje křeče, potlačuje koliky, zvracení a nemoci střev. Navrací chuť k jídlu a napomáhá správnému fungování žlučníku. Pravidelné pití již zmíněného čaje posiluje psychický stav a nervovou soustavu, neboť silice potlačuje citlivost nervových zakončení a působí afrodiziakálně. Při kombinaci s rozmarýnem zlepšuje kondici jak fyzickou, tak psychickou a při kombinaci s lipovým květem a saturejkou pomáhá při impotenci a frigiditě. Mentol se pak přidává do různých mastí. Z této rostliny se vyrábí mimo jiné i omáčka, kterou do Británie přivezli již Římané, dále se přidává do směsi vonných rostlin a koření - potpourri, jenž v domovech vytváří příjemné voňavé prostředí (Pechová 1998; Pavela 2020).

3.6.4 Potenciál v ochraně rostlin

Výluh z nadrcené máty, vyrobený v poměru 1 díl nadrcené máty ku 8 dílům vody, aplikovaný jako postřik brzy po ránu, nebo navečer se používá na bakteriální skvrnitost listů čeho? (Pavela 2020).

Dle Mahendran & Rahman (2020) se dají listy a oleje máty peprné použít pro inhibici růstu hub jako jsou *Fusarium moniliforme*, *Aspergillus niger* a *Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans* nebo *Rhizopus nigricans*.

Pavela & Ikbal (2019) ve svém výzkumu použil 25 bylin jako zdroje esenciálních olejů pro zjištění účinnosti proti mšicím pomocí kontaktního a fumigačního testu. Máta peprná poté byla vybrána jako jedna z pěti optimálních bylin pro poskytnutí účinných látek pro pozdější průmyslovou výrobu botanických insekticidů vhodných pro regulaci populací mšic na kulturních rostlinách.

Pavela (2016) zkoumal účinnost macerátu z máty peprné na mortalitu svilušky chmelové při koncentraci 50 g rostlinného materiálu na 1 l vody. Počítání proběhlo po 10 dnech po postřiku. Celková efektivita byla 86,4 %.

3.7 Levandule lékařská (*Lavandula angustifolia* Miller)

3.7.1 Popis

Levandule lékařská (obr 6.) patří do čeledi *Lamiaceae* a je typickou bylinou pro venkovské zahrádky, kde se pěstuje spíše pro ozdobu než pro její léčivé účinky. Má šedozelené jehlicovité bujně se rozrůstající vstříčné listy a fialovomodré květy trubkovitého tvaru na až 90 cm vysokých přímých lodyhách, jejím plodem jsou 4 hladké lesklé tvrdky. Množí se stonkovými řízků v jarním období a je pro ni ideální suchá kamenitá a odvodněná půda na prosluněném stanovišti, nejlépe na jižním svahu. Pokud je však půda až moc úrodná, rostlina vytváří mnoho listů na úkor květů. Květ je možno zahlédnout v červenci a v srpnu. Je vhodné kulturu měnit každých 5 až 7 let. Pro fialovou nahořklou kořeně vonící drogu *Flos levandulae* se sbírají nerozvinuté květy sdrhávané při sběru, nebo po usušení. Pro naťovou drogu *Herba levandulae* se sbírají celé lodyhy, které se poté pro usušení zavěšují ve svazcích do stínu. Pro destilaci silice se používá přímo kvetoucí čerstvě kvetoucí nať (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986; Pechová 1998).

Obrázek 6. *Lavandula angustifolia*



<https://www.homefortheharvest.com/english-lavender/>

3.7.2 Účinné látky

Levandule obsahuje 1 – 3 % silice a až 60 % hlavního esteru linaloolu linalyacetátu. V silici se dále nachází borneol, cineol, terpineol, kafr a geraniol. Dále se v levandulové droze nachází glykosidy (umbeliferon a kumarin), hořčiny, pryskyřice a asi 12 % tříslovin (Jirásek et al. 1986).

3.7.3 Využití

Působí sedativně, jako slabé narkotikum tlumící reflexy a otupující vnímání a snižuje krevní tlak. Je využívána v nálevu samostatně i v čajových směsích při migrénách, nespavosti, bušení srdce, předrážděnosti a rozčilení. Je možné ji použít i jako součást mastí při revmatismu a ischiasu. V lékařství také aromatizuje různé farmaceutické přípravky. Již ve středověku byla oblíbenou přísadou koupelí, odkud pochází její název *Lavare* (umývat) hlavně díky své příjemně vonící silici. Díky svým dezodoračním účinkům má velké uplatnění ve voňavkářském průmyslu. Používá se do potpourri, na máchání prádla, oplachování vlasů, kanduje se nebo je používána k dochucení ovocných salátů. Polštářky naplněné nasušenou levandulí lze použít jako ochrana proti molům v šatníku nebo se vkládala pod polštář pro klidný spánek, levandulový olej zase odpuzuje skladištní škůdce, mouchy a komáry a její účinek je i baktericidní (Rubcov & Beneš 1985; Jirásek et al. 1986; Pechová 1998; Pavela 2020).

3.7.4 Potenciál v ochraně rostlin

Z levandule lze vyrobit výborný preventivní postřik proti mšicím, molicím, bakteriálním skvrnitostem listů nebo houbovým patogenům (Pavela 2020). Již několika pokusy byla za pomoci kontaktního i fumigačního testu při vysoké koncentraci zjištěna její vysoká účinnost na mortalitu svlušky chmelové (Ebadollahi et al. 2014).

Pavela (2016) zkoumal účinnost macerátu z levandule na mortalitu svlušky chmelové při koncentraci 50 g rostlinného materiálu na 1 l vody. Počítání proběhlo po 10 dnech po postřiku. Celková efektivita byla 78 %.

3.8 Fazol obecný (*Phaseolus vulgaris* L.)

3.8.1 Popis a použití

Fazol patří do čeledi *Fabaceae*. Je to jednoletá kulturní bylina, která může být ovíjivá, nebo vytvářet keříčky. Květy mohou být zbarveny odstíny bílé, červené a fialové. Jeho plod lusk s fazolemi obsahuje vápník, draslík, železo, vitamíny a glukokinin. Je epigeický, klíčí tedy nad zemí a aby dosáhl velikosti, která se využívá v pokusech, stačí mu 5 – 7 dní při teplotě 20 – 30 °C. Kvést začíná 28 – 42 den po zasetí.

Dnes je pěstován v mnoha formách jako luštěnina, zelenina a okrasná rostlina. Fazol je velmi šlechtěn pro různé potřeby, největší pokrok byl dosažen v oblasti šlechtění pro boj s chorobami, hmyzem a jiných negativních jevů na rostlinách (Volák et al. 1987; Graham & Ranalli 1997). Fazol obecný je velmi vhodnou živnou rostlinou pro chovy svlušky (Puspitarini et al. 2013).

4 Metodika

4.1 Pokusné prostředí

Experimenty byly prováděny ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby, v. v. i., v Praze 6 Ruzyni. Pokusná laboratoř byla klimatizována se stabilní teplotou 21 ± 3 °C, při relativní vzdušné vlhkosti 65 ± 5 %. Světelný režim byl nastaven pravidelně na 16 hodin světla a 8 hodin tmy.

4.2 Pokusný materiál

4.2.1 Fazol

Byla použita semena fazolu obecného keříčkového *Aidagold* od firmy Semo a.s. a vysévána do květináče po pěti kusech za použití substrátu Cocopress. Před zahájením experimentu byly jednotlivé rostliny rozesazeny po jedné hranatého květináče 9×9 cm do univerzálního zahradnického substrátu B od firmy Rašelina Soběslav.

4.2.2 Sviluška chmelová

Dospělci svilušek byly získány z laboratorních chovů VÚVR, v. v. i., kde byly chovány na rostlinách fazolu pěstovaných v květináčích ve větraných klecích o rozměrech $50 \times 60 \times 50$ cm za výše uvedených podmínek.

4.2.3 Pokusné extrakty

Pro získání homogenní biomasy vybraných aromatických rostlin byl materiál nakoupen u firmy BYLINY Mikeš s. r. o, která prodává léčivé byliny pro velkoodběratele. Materiál byl dodán v potravinářské kvalitě. Použité části jsou popsány v tabulce č. 1.

Tabulka 1. Použité části bylin

| Bylina | Čeľad' | Použitá sušená část |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|
| <i>Origanum vulgare</i> L. | Lamiaceae | Nat' |
| <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. | Fabaceae | Kořen |
| <i>Mentha</i> × <i>piperita</i> L. | Lamiaceae | Nat' |
| <i>Lavandula angustifolia</i> Miller. | Lamiaceae | Květ |

Části vybraných bylin byly rozemlety pomocí laboratorního mixéru na co nejmenší kousky. Jako nejvhodnější způsob extrakce byla zvolena macerace pro svou jednoduchost a dostupnost a jako nejvhodnější rozpouštědlo byla zvolena voda pro svou univerzalitu, protože není toxická a je snadno dostupná. Namleté kousky bylin byly v laboratorních baňkách macerovány v poměru 1 váhový díl suché rostlinné biomasy na 10 dílů vody. Směs byla macerována při pokojové teplotě za občasného promíchání po 24 hodin. Po ukončení macerace byla směs přefiltrována pomocí filtrační látky a vzniklý výluh byl později využit v experimentech. Macerát byl spotřebován do 24 hodin po ukončení macerace.

4.3 Testy biologické účinnosti

Účinnost testovaných extraktů na mortalitu a inhibici plodnosti svilušky chmelové byla hodnocena jako kontaktní akutní toxicita dosažená 24 hodin a 72 hodin po aplikaci.

Popis experimentu:

Extrakty ze získané biomasy bylin *Origanum vulgare*, *Glycyrrhiza glabra*, *Mentha × piperita* a *Lavandula angustifolia* byly připravené podle již výše zmíněného postupu v kapitole 4.2.3. Na jednotlivé rostliny fazolu, připravené dle kapitoly 4.2.1., bylo naneseno štětečkem 15 dospělců svilušky chmelové na jednu rostlinu fazolu ve třech opakováních, kdy v každém opakování byl použit každý přefiltrovaný macerát na 1 rostlinu fazolu. Macerát byl aplikován za pomoci ručního postřikovače do 1 hodiny po infestaci sviluškami. Jako kontrolní postřik byla použita čistá voda. Vzhledem ke smáčenlivosti všech macerátů nebylo potřeba použití smáčedla. Povrch listů byl smáčen tak, aby byla pokryta celá těla svilušek. Po aplikaci extraktu byly jednotlivé květináče s rostlinami fazolu dány do plastových misek na ták naplněný vodou, aby bylo zabráněno pohybu svilušek mezi jednotlivými květináči. Poté byla na jednotlivých rostlinách spočítána mortalita a fertilita svilušek po 24 hodinách, kdy byla již přítomná vajíčka propíchnána, a po 72 hodinách.

Mortalita byla indikována, když svilušky nejevily známky života v reakci na dotyk jemným štětcem. Plodnost byla sledována spočítáním nakladených vajíček v daném intervalu.

Pro nejúčinnější extrakt byly stanoveny letální koncentrace, kdy byl extrakt připravený podle již výše zmíněného postupu v kapitole 1.2.3. naředěn vodou v koncentrační řadě 100 %, 80 %, 60 %, 50 % a 40 %. Tentokrát bylo na každou rostlinu fazolu naneseno 20 dospělců ve dvou opakováních. Jako kontrolní postřik byla použita voda. Metodika byla provedena shodně s již výše popsanou v této kapitole. Po spočítání mortality a fertility po 24 hodinách, kdy byla vajíčka propíchnána, a po 72 hodinách byla zjištěna stále ještě vysoká účinnost extraktu a použité koncentrace byly dále sníženy.

Další koncentrace byly připraveny v koncentrační řadě 40 %, 30 %, 20 %, 10 % a 5 %. Na každou rostlinu fazolu bylo naneseno 20 dospělců ve 4 opakováních pro každou koncentraci. Jako kontrolní postřik byla použita voda. Poté byla opět spočítána mortalita a fertilita svilušek po 24 hodinách, kdy byla vajíčka propíchnána, a po 72 hodinách.

Pro optimální hodnocení extraktu byl stanoven obsah potenciálně biologicky aktivních látek při 100% koncentraci. Pro jeho zjištění byly odebrány 10 ml vzorky extraktů do skleněných zkumavek, které byly následně umístěny do sušárny při teplotě 80 °C na 48 hodin. Pomocí precizní váhy byl zjištěn obsah potenciálně biologicky aktivních látek v g/l.

4.4 Výpočty a statistické metody

Zjištěná mortalita a fertilita dospělců byla přepočtena podle Abbota (1925) a procento mortality bylo vyjádřeno v příslušných průměrných hodnotách.

$$\% \text{ mortality} = \text{počet svilušek po postřiku} / \text{počet nanesených svilušek} \cdot 100$$

Fertilita je spočtena jako inhibice plodnosti oproti kontrole, tedy počet nakladených vajíček na fazolích postříkaných čistou vodou je brán jako 100 %.

$$\% \text{ inhibice plodnosti} = 1 - (\text{počet vajíček po postřiku} / \text{počet vajíček na kontrole}) \cdot 100$$

Příslušná procenta se stala předmětem jednovýběrové analýzy rozptylu ANOVA s Turkeyovým testem ($P < 0,05$) pro vícenásobné srovnání, kde byly pozorovány zajímavé výsledky. Pro výpočet probitové analýzy byl použit program Biostat 5. 9. 8. Před analýzou byla procenta transformována podle arcsin.

5 Výsledky

Zjištěný obsah rozpustných látek v jednotlivých extraktech je uveden v Tabulce 2. Průměrná výtěžnost byla 23,35 mg/ml. Nejvíce látek obsahovala lékořice, tedy 25,8 mg/ml. Extrakty z máty, lékořice a dobromysli mají poměrně podobné výtěžnosti v přes 23 mg/kg a výrazně menší výtěžnost má extrakt z levandule, tedy 18,7 mg/ml.

Tabulka 2. Účinnost všech extraktů na mortalitu a inhibici plodnosti svlušky chmelové

| Extrakt | mg/ml | Mortalita % | | Inhibice plodnosti % /Počet nalezených vajíček | | | |
|-------------------------------|-------|-------------|------------|---|-------|------------|-------|
| | | 24 h | 72 h | 24 h | | 72 h | |
| <i>Mentha. x piperita</i> | 23,5 | 42,22±11,33 | 66,67±9,43 | 55,43±16,66 | /42 | 57,78±18,6 | /48,7 |
| <i>Glycyrrhiza glabra</i> | 25,8 | 86,67±5,44 | 91,11±3,14 | 82,81±4,84 | /16,3 | 84,65±4,98 | /17,7 |
| <i>Origanum vulgare</i> | 25,4 | 75,56±11,33 | 82,22±6,29 | 56,45±3,95 | /41,7 | 76,49±7,58 | /28 |
| <i>Lavandula angustifolia</i> | 18,7 | 100±0 | 100±0 | 100±0 | /0 | 100±0 | /0 |
| Kontrola voda | 0 | 6,67±5,44 | 40±9,43 | 0±0 | /93,7 | 0±0 | /114 |

V první části pokusu byla srovnávána účinnost extraktů z máty, lékořice, dobromysli a levandule. Jako kontrola byla použita voda. Jak je poznat v tabulce č. 2., nejnižší účinnost byla jednoznačně pozorována u extraktu z máty, kde průměrná mortalita po 24 hodinách byla nižší než 45 % a po 72 hodinách byla nižší než 70 %. Průměrná inhibice plodnosti byla u tohoto extraktu v obou případech pod 60 %. O něco lepší účinnost byla u extraktu z dobromysli, kde se průměrná mortalita pohybovala okolo 80 %, a inhibice plodnosti se dostala téměř na hranici 80 %. Výluh z lékořice, který měl nejvyšší obsah účinných látek, měl průměrnou mortalitu 90 % a inhibici plodnosti 80 %. Jasně nejvíce účinný byl výluh z levandule, kde mortalita i inhibice plodnosti byla 100%. Na základě tohoto pokusu byl vybrán výluh z levandule jako nejúčinnější a byla pro něj stanovena koncentrační řada dle tabulky č. 3.

Tabulka 3. Vliv koncentrační řady *L. angustifolia* na mortalitu a inhibici plodnosti svlušky

| Extrakt % | mg/ml | Mortalita % | | Inhibice plodnosti % /Počet nalezených vajíček | | | |
|-----------------|-------|-------------|-------|---|--------|------------|-------|
| | | 24 h | 72 h | 24 h | | 72 h | |
| 100 | 18,7 | 100±0 | 100±0 | 100±0 | /0 | 100±0 | /0 |
| 80 | 15 | 97,5±2,5 | 100±0 | 97,37±2,63 | /4 | 100±0 | /0 |
| 60 | 11,22 | 97,5±2,5 | 100±0 | 92,84±0,08 | /10 | 100±0 | /0 |
| 50 | 9,35 | 97,5±2,5 | 100±0 | 95,6±1,11 | /6 | 100±0 | /0 |
| 40 | 7,48 | 95±0 | 95±0 | 89,49±1,3 | /14,5 | 89,78±0,83 | /17,5 |
| Kontrola | 0 | 7,5±2,5 | 10±0 | 0±0 | /139,5 | 0±0 | /172 |

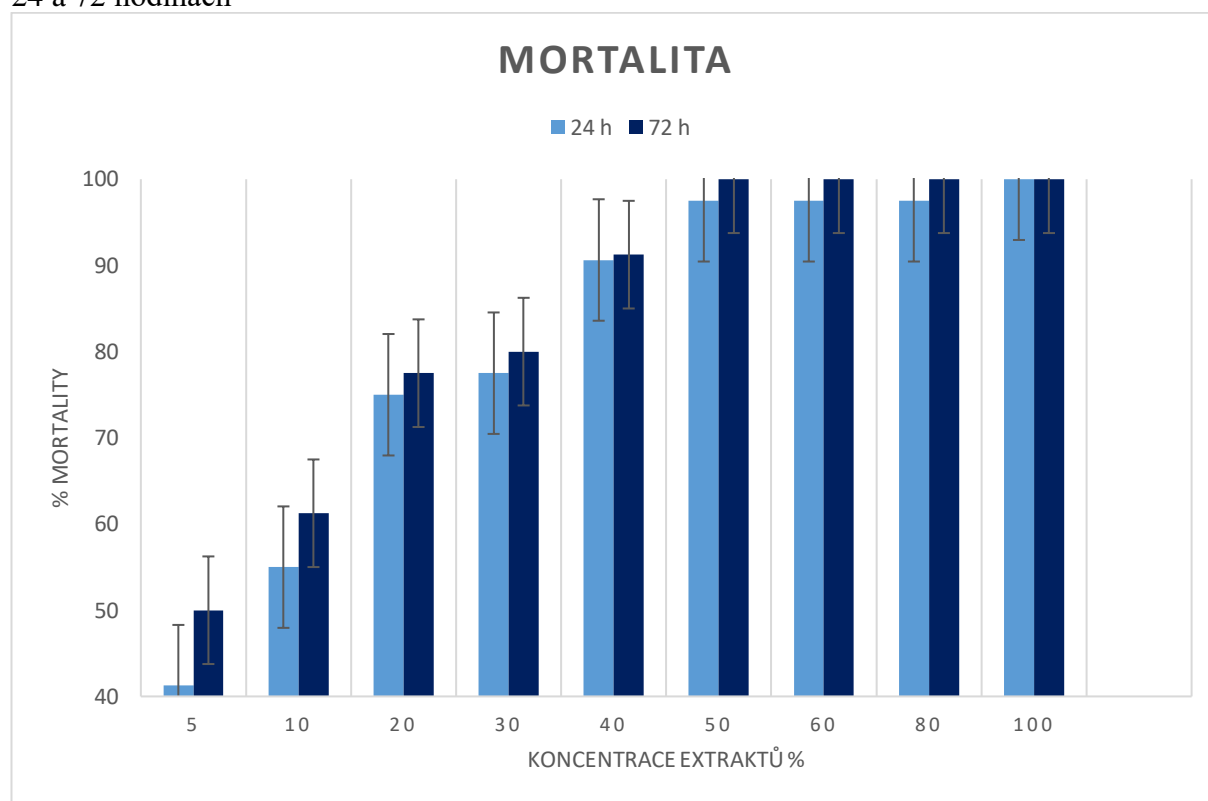
V druhé části pokusu byla stanovena koncentrační řada pro extrakt z levandule o koncentracích 100 %, 80 %, 60 %, 50 %, a 40 %, jako kontrola byla použita voda. Z tabulky č. 4. jde jasně vidět, že účinnost všech koncentrací na mortalitu svilušky po 24 hodinách byla mezi 95 – 100 %, po 72 hodinách byla téměř ve všech případech 100%. Inhibice plodnosti u koncentrací 100 – 50 % byla nad 90 % a inhibice plodnosti po 72 hodinách byla u těchto koncentrací 100%. Teprve u výluhu s koncentrací 40 % byla mortalita 95% a inhibice plodnosti byla téměř 90 % po 24 i po 72 hodinách. Koncentrační řada byla tedy snížena do další části pokusu.

Tabulka 4. Vliv snížených koncentrací *L. angustifolia* na mortalitu a inhibici plodnosti svilušky

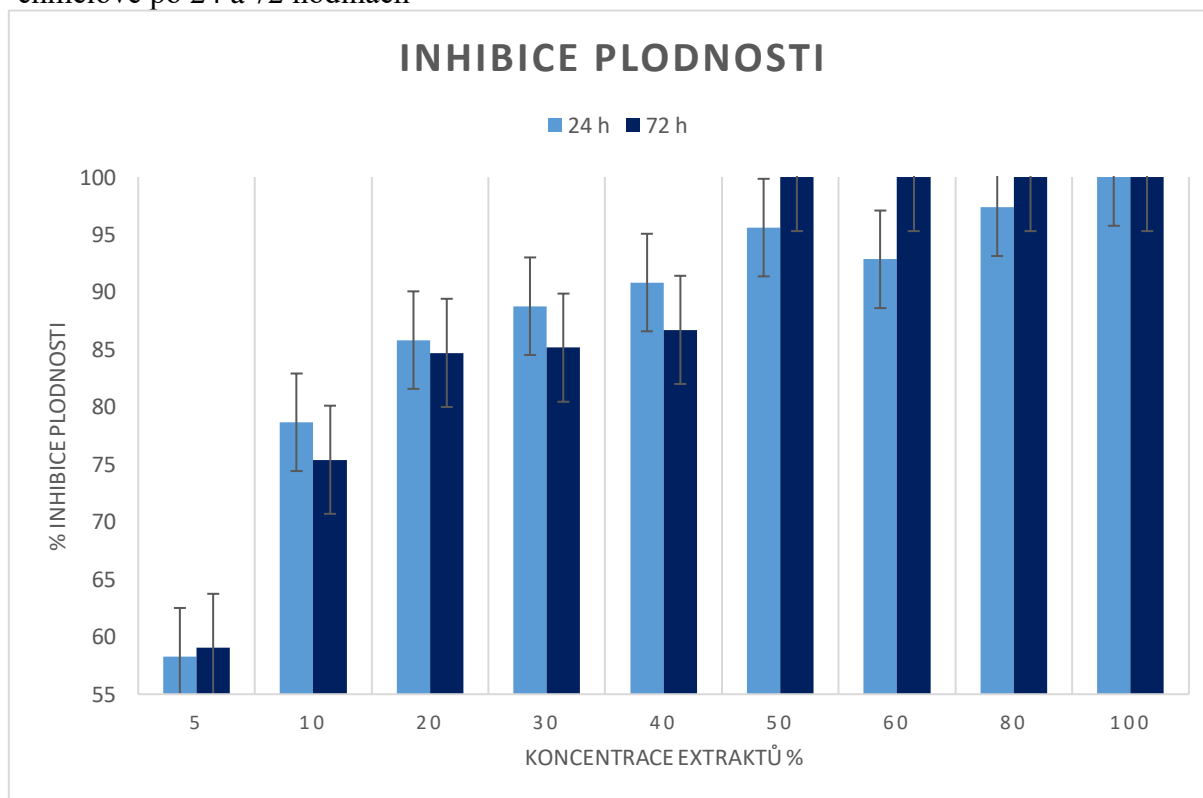
| Extrakt % | mg/ml | Mortalita % | | Inhibice plodnosti % /Počet nalezených vajíček | | | |
|-----------|-------|-------------|-------------|---|--------|-------------|---------|
| | | 24 h | 72 h | 24 h | | 72 h | |
| 40 | 7,48 | 86,25±4,15 | 87,5±2,5 | 92,14±3,97 | /14,5 | 90±3,6 | /24,5 |
| 30 | 5,61 | 77,5±8,29 | 80±7,91 | 88,76±2,67 | /20,75 | 85,15±2,59 | /36,5 |
| 20 | 3,74 | 75±3,54 | 77,5±4,33 | 85,81±6,8 | /26 | 83,89±2,43 | /40 |
| 10 | 1,87 | 55±9,35 | 61,25±11,92 | 78,66±9,96 | /40 | 73,05±5,74 | /66,25 |
| 5 | 0,935 | 41,25±11,39 | 50±12,75 | 58,26±14,3 | /77,5 | 59,46±15,02 | /99,25 |
| Kontrola | 0 | 7,5±2,5 | 8,75±4,15 | 0±0 | 184 | 0±0 | /247,25 |

Ve třetí části pokusu, dle tabulky č. 4., byla snížena koncentrační řada na 40 %, 30 %, 20 %, 10 % a 5 %. U koncentrace 40 % byla mortalita v obou případech nad 85 % a inhibice plodnosti nad 90 %. U koncentrací 30 % a 20 % byly výsledky podobné – účinnost na mortalitu po 24 i po 72 hodinách se pohybovala nad hranicí 75 % a inhibice plodnosti se pohybovala nad okolo hranice 85 %. Výrazně nižší pak byla účinnost 10% extraktu, kde mortalita po 24 hodinách byla 55 % a po 72 hodinách nad 60 %. Inhibice plodnosti tohoto extraktu byla po 24 hodinách téměř 80% a po 72 hodinách přesahovala hranici 70 %. Absolutně nejnižší účinnost byla u 5% extraktu na mortalitu, kdy po 24 hodinách byla okolo 41 % a po 72 hodinách okolo 50 %. Účinnost na inhibici plodnosti v obou případech dosáhla téměř 60 %. V grafu č. 1. můžeme zjednodušeně sledovat srovnání koncentrační řady extraktu z levandule v souvislosti s mortalitou svilušky po 24 a po 72 hodinách. V grafu č. 2. můžeme zjednodušeně sledovat srovnání koncentrační řady extraktu z levandule v souvislosti s inhibicí plodnosti svilušky po 24 a po 72 hodinách.

Graf 1. Srovnání koncentrační řady extraktu z levandule na mortalitu svlušky chmelové po 24 a 72 hodinách



Graf 2. Srovnání koncentrační řady extraktu z levandule na inhibici plodnosti svlušky chmelové po 24 a 72 hodinách



V tabulce č. 5. jsou udány statisticky vypočtené hodnoty pro kvalitnější zhodnocení pokusu. Letální koncentrace (LC₅₀) pro dospělé svlušky byla odhadnuta po 24 hodinách na 1,36 g/l, což to znamená, že s pravděpodobností 95 % potřebujeme 1,36 g/l biologicky aktivních látek k tomu, abychom dosáhli 50% mortality svlušky po 24 hodinách. A LC₉₀ bylo odhadnuto po 24 hodinách na 10,04 g/l biologicky aktivních látek v roztoku.

Mortalita po 72 hodinách při LC₅₀ je rovna 0,96 g/l biologicky aktivních látek a při LC₉₀ je rovna 10,66 g/l biologicky aktivních látek v roztoku. Nejvíce rozpustných biologicky aktivních látek je tedy potřeba, pokud chceme 95% jistotu, že se mortalita svlušek 72 hodin po postřiku bude rovnat 90 %.

Tabulka 5. Letální koncentrace extraktů na svlušku chmelovou

| | LC₅₀ | CI₉₅ | LC₉₀ | CI₉₅ | X² | p-level | Df |
|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------|-----------|
| 24 h | 1,36 | 0,96-1,73 | 10,04 | 7,14-17,58 | 0,366 | 0,947 | 5 |
| 72 h | 0,96 | 0,53-1,34 | 10,66 | 7,06-22,74 | 0,168 | 0,982 | 5 |

6 Diskuze

Cílem této práce bylo zjistit vliv rostlinných extraktů na svilušku chmelovou, která se běžně vyskytuje v hospodářských agrosystémech. Byly testovány extrakty ze 4 druhů rostlin, kdy po zjištění neúčinnějšího extraktu byla testována koncentrační řada abychom mohli odhadnout letální koncentraci.

Byla sledována mortalita a inhibice plodnosti v časovém intervalu 24 h a 72 h. Mortalita byla indikována, když svilušky nejevily známky života v reakci na dotyk jemným štětcem. Plodnost byla sledována spočítáním nakladených vajíček v daném intervalu. Všechny extrakty měly určitý vliv na sledované aspekty. Za neúčinnější extrakt byl považován 100% extrakt z levandule, který měl 100% účinnost jak na mortalitu, tak 100% účinnost na inhibici plodnosti. Jako druhý neúčinnější extrakt lze považovat extrakt z lékořice lysé, který při 100% extraktu měl účinnost mezi 85 % a 90 % na mortalitu a mezi 80 % a 85 % na inhibici plodnosti. Možnost dalšího výzkumu by byla u méně účinných extraktů zvýšit váhový poměr mezi suchou rostlinnou biomasou a vodou z původních 1:10 na 2:10. Mohlo by tedy být ve výsledném extraktu rozpuštěno více biologicky aktivních látek a tím by tedy mohly mít extrakty vyšší účinnost.

Toto je důležité z ekonomického hlediska. Podle webu Milota (2023) byly zjištěny průměrné výnosy bylin a podle webu Naturway (2023) byly zjištěny průměrné ceny potřebných částí bylin.

Tabulka 6. Výnosy a ceny bylin

| Bylina | Část rostliny | Výnos kg/ha | Cena Kč/kg |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| <i>Origanum vulgare</i> L. | Nat' | 3 000 – 4 000 | 275 |
| <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. | Kořen | 50 000 – 140 000 | 296 |
| <i>Mentha × piperita</i> L. | Nat' | 2 000 – 4 000 | 276 |
| <i>Lavandula angustifolia</i> Miller | Květ | 100 – 400 | 435 |

Jak je vidět v tabulce č. 6., výnos nati dobromysli je 3 000 – 4 000 kg/ha při ceně 275 Kč/kg. Podobné hodnoty vykazuje i máta peprná, kde výnos je 2 000 – 4 000 kg/ha při ceně 276 Kč/kg. Nejnižší výnos má právě neúčinnější květ levandule 100 kg/ha první rok pěstování, 200 – 400 kg/ha další roky pěstování při nejvyšší ceně 435 Kč/kg. A naopak nejvyšší výnos má kořen lékořice – 50 000 kg/ha první tři roky pěstování, 90 000 kg/ha druhé tři roky pěstování a poté 140 000 kg/ha při ceně 296 Kč/kg. Z tohoto by tedy šlo usoudit, že z ekonomického hlediska by se více vyplatil postřik z lékořice lysé, ale musí se vzít v potaz, že jeho účinnost je významně nižší.

Pavela (2017) zkoumal účinnost macerátu z kořenů mydlice lékařské na mortalitu svilušky chmelové. Výluh prokázal vysoké účinky na mortalitu i inhibici plodnosti. Při koncentraci 1,9 % roztoku prokázala nejvyšší citlivost vajíčka, kdy LC_{50} bylo stanoveno 0,31 %, LC_{90} bylo 1,31 %. podobně citlivé byly i nymfy, kde LC_{90} bylo rovno 1,19 %. Nejnižší účinnost byla prokázána u dospělců, kde LC_{50} bylo 1,18 % a LC_{90} bylo 1,71 %. Také prokázali, že po aplikaci roztoku s už koncentrací 0,91 % samice svilušky snášely o 50 % méně vajíček. Při nejvyšší zkoumavé koncentraci 1,9 % byla mortalita jak dospělců, tak nymf téměř 100%, inhibice plodnosti přesahovala 70 %. Koncentrace 1,5 % způsobila vyšší než 90% mortalitu nymf a vyšší než 50% mortalitu dospělců svilušky.

Pavela (2016) sledoval účinek 28 různých výluhů z rostlin používaných v lékařství a gastronomii na mortalitu svilušky chmelové. Efektivitu vyšší než 50 % prokázalo 24 z nich, 16 extraktů dokázalo mortalitu vyšší než 90 %. Nejvyšší účinnosti prokazovaly výluhy z moráče zákrovnatého, papriky roční, skořicovníku pravého, lékořice lysé, chebule dlanité, máty peprné, majoránky zahradní, mydlice lékařské a kozlíku lékařského. Nejvyšší účinnost prokázal výluh z mydlice lékařské přes 96 %, kde LD_{50} bylo stanoveno 10,3 g/l a LD_{90} bylo stanoveno 41,1 g/l. Z toho tedy plyne, že mydlice lékařská je proti sviluškám vysoce účinná.

Assouguem et al. (2022) zkoumal účinnost esenciálních olejů z máty polej, levandule korunkaté, rozmarýnu obecného a dobromysli obecné proti svilušce chmelové, kde jako ředidlo byl použit methanol. Každý byl zkoušen v pěti dávkách (39,06; 78,125; 156,25; 312,5; 625 $\mu\text{g/l}$) a po 24 a 48 hodinách. Všechny oleje měly při nejvyšší dávce účinnost přes 90 %, z nichž nejvíce účinný byl extrakt z oregana a nejméně účinný extrakt z dobromysli. Olej z dobromysli byl nejméně účinný napříč koncentracemi, tři nejnižší koncentrace měly účinnost pod 40 %. Olej z máty byl v třech nejvyšších koncentracích účinný více než z 80 %, což je i více než olej z dobromysli, kterého tři nejvyšší koncentrace byly účinné nad 60, 80 a 90 %. LD_{50} oleje z máty bylo 65,78 $\mu\text{g/l}$ po 24 hodinách a 56,1 $\mu\text{g/l}$ po 48 hodinách. LD_{50} oleje z dobromysli bylo 87,92 $\mu\text{g/l}$ po 24 hodinách a 79,72 $\mu\text{g/l}$ po 48 hodinách. Pro srovnání LD_{50} oleje z rozmarýnu bylo 171,87 $\mu\text{g/l}$ po 24 hodinách a 141,51 $\mu\text{g/l}$ po 48 hodinách.

Výzkum, který doprovázel tuto bakalářskou práci, prokázal mortalitu svilušek, která nedosahovala ani 50 % při použitém extraktu s obsahem 23,5 g/l rozpuštěných biologicky aktivních látek, který byl brán jako 100%. Je třeba také vzít v potaz, zda-li má methanol nějaký vliv na mortalitu svilušky, protože Assouguem et al. (2022) použil jako kontrolu pesticidní přípravek. Do dalšího výzkumu by se tedy mohla vzít jedna aromatická rostlina a zkoumat její účinnost na svilušku za použití různých rozpouštědel a srovnat s esenciálním olejem ze stejné rostliny za použití různých ředidel.

Přirozeným predátorem svilušky je roztoč *Phytoseiulus persimilis*. Je tedy možnost ochránit rostliny před sviluškou i nasazením tohoto roztoče. Přípravky s tímto roztočem lze nakoupit v obchodě. Vychází otázka zda-li jde ochrana rostlin zvýšit kombinací bioagens a účinné látky některé z aromatických rostlin, aniž by byl predátor zahuben. Kanouh & Al-naser (2018) zkoumali účinnost esenciálního oleje z rozmarýnu a levandule na mortalitu svilušky i *P. persimilis*. Při koncentraci 10 µl/L levandulového oleje byla mortalita svilušky nad 96 %. Naopak olej z rozmarýnu na mortalitu svilušky měl nízké účinky – mortalita svilušek se pohybovala okolo 60 %. Koncentrace 10 µl/L levandulového oleje měla účinnost na mortalitu *P. persimilis* 72, 22 %. Jejich výsledky jsou takové: LC₅₀ a LC₉₀ levandulového oleje bylo rovno 1,12 a 5,157 µl/L na mortalitu svilušky chmelové, LC₅₀ a LC₉₀ levandulového oleje bylo rovno 4,613 a 46,51 µl/L na mortalitu *P. persimilis*. Extrakt byl účinnější na mortalitu svilušky než na mortalitu *P. persimilis*. Vychází z toho, že tedy lze zkombinovat extrakt z levandule s *P. persimilis* proti svilušce chmelové, je třeba však také brát v potaz i účinnost levandulového extraktu na mortalitu *P. persimilis*. Sami však v článku píší, že je třeba provést další výzkumy.

Pro srovnání dle webu Agromanualshop.cz (2023) insekticid proti sviluškám Milbeknock 1l za cenu 6 160 Kč/l, se používá v průměrném poměru 50 ml přípravku na 100 l vody, kdy na 1 hektar rostlin je potřeba v dávce 1 000 l vody. Na 1 ha je tedy potřeba 0,5 l přípravku, což je rovno ceně 3 080 Kč. Za předpokladu, že výluh z levandule by se aplikoval jako většina postřiků v dávce 200 – 400 l/ha, budeme počítat s množstvím 300 l, při poměru 1:10, jako byly prováděny pokusy, je tedy potřeba 30 kg/ha levandulového květu pro 100% výluh. Při ceně 435 Kč/kg levandulového květu by 30 kg stálo 13 050 Kč. Při pokusech byla zjištěna i vysoká funkčnost 50% extraktu, bylo by tedy potřeba pouze 15 kg/ha levandulového květu a to by bylo rovno ceně 6 525 Kč. I tak by byla cena dvakrát dražší než při použití insekticidního přípravku zakoupeného v obchodě.

Naopak v případě zahrádkáře, který má bylinkovou zahrádku, na které pěstuje levanduli lékařskou a každý rok pravidelně sklídí květy a zároveň má nějakou jinou rostlinu napadenou sviluškou chmelovou, může vyrobit výluh z květů levandule z vlastních zásob a má tak přírodní postřik v podstatě pouze za cenu vlastní práce. Také ekologičtí zemědělci si pěstují na svých polích levanduli pro účely ochrany rostlin. Je také třeba zvážit možnost využití levandulové nati, jakožto odpadu, neboť celá rostlina je aromatická a lze předpokládat obsah podobných látek (Miliauskas et al. 2004).

Toto je však pouze srovnání z ekonomického hlediska. Pro zjištění komerční vhodnosti by bylo třeba zhodnotit potenciál ceny extraktu v případě masové výroby, kde je nutno zohlednit výnos použitelné části rostliny, zda-li nať levandule má stejnou toxicitu jako její květ, náročnost pěstování a zpracování byliny. Je také důležité zjistit její účinek na necílové druhy hmyzu, nebo reakce s jinými druhy pesticidů. Všechny tyto a ještě další faktory jsou nad rámec této práce a nejsou tu tedy zohledněny, protože pokus byl prováděn pouze v laboratorních podmínkách.

7 Závěr

Výsledkem této práce je zjištění nejúčinnějšího extraktu vybraných bylin *Origanum vulgare*, *Glycyrrhiza glabra*, *Mentha × piperita* a *Lavandula angustifolia* na mortalitu a inhibici plodnosti svilušky chmelové (*Tetranychus urticae*). Všechny extrakty jevíly známku účinku jak na mortalitu, tak na fertilitu nanesených svilušek. Pro nejúčinnější extrakt byla stanovena koncentrační řada s postupně snižující se účinností. Pro lepší srovnání výsledků byl stanoven obsah biologicky aktivních rozpustných látek v extraktu. Nejméně aktivních látek obsahoval výluh z levandule, ale zároveň se projevil jako nejúčinnější extrakt. Na základě probitové analýzy byly stanoveny letální koncentrace LC₅₀ a LC₉₀ pro mortalitu svilušky chmelové. Byl vypočten i vliv daného extraktu na inhibici plodnosti svilušky.

Pokud by byl vytvořen komerční insekticid právě z levandule za nižší cenu, než jaká je v současnosti a se stejnou účinností, mohlo by to významně přispět ke konkurenceschopnosti botanických pesticidů vůči těm syntetickým. To by dále mohlo vést k rychlejšímu nahrazování chemických pesticidů i následně k zlepšení stavu ekosystémů a k dalším výzkumům v tomto odvětví vědy. Levandule se jeví jako perspektivní zdroj biologicky aktivních látek pro budoucí využití v ochraně rostlin. Z toho plyne, že hypotéza této práce byla potvrzena.

8 Literatura

- Abbott WSA. 1925. Method of computing the effectiveness of an insecticides. Journal of Economic Entomology **18**:265-267.
- Agriculture. 2020. Two-spotted mite. Department of Energy, Environment and Climate Action, Victoria. Available from: <https://agriculture.vic.gov.au/biosecurity/pest-insects-and-mites/priority-pest-insects-and-mites/twospotted-mite#:~:text=The%20egg%20of%20the%20two,or%20more%20in%20her%20lifetime.> (accessed April 2023).
- Agromanuál. 2020. Svíluška chmelová. Kurent, České Budějovice. Available from: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/sviluska-chmelova> (accessed March 2023).
- Agromanualshop.cz. 2023. Milbeknock 1L. Agromanual. Available from <https://agromanualshop.cz/milbeknock-1l/> (accessed April 2023).
- Ahmed M, Peiwen Q, Gu Z. 2020. Insecticidal activity and biochemical composition of *Citrullus colocynthis*, *Cannabis indica* and *Artemisia argyi* extracts against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). Scientific Reports **10**:522.
- Assouguem A, Kara M, Ramzi A, Annemer S, Kowalczyk A, Ali EA, Moharram BA, Lazraq A, Farah A. 2022. Evaluation of the Effect of Four Bioactive Compounds in Combination with Chemical Product against Two Spider Mites *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis*(Acari: *Tetranychidae*). Evid Based Complement Alternat Med: PMC9423970.
- Badkhane Y, Yadav AS, Bajaj A, Sharma AK, Raghuwanshi. 2014. *Glycyrrhiza glabra* L. a miracle medicinal herb. Indo American Journal of Pharmaceutical Research **4**:5808-5816.
- Baricevis C, Milevoj L, Borstnik J. 2001. Insecticidal effect of oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *Hirtum letsvaart*) on bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say). International Journal of Horticultural Science **7**(2):84-88.
- Begon M, Harper JL, Townsended CR. 1997. Ekologie: jedinci, populace a společenstva. Univerzita Palackého Olomouc, Olomouc.
- Bell EA. 1987. Secondary Compounds and Insect Herbivores. Pages 19-24 in Labeyrie V, Fabres G, Lachaise D, editors. Insects – Plants. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Bertucco A, Franceschin G. 2008. Supercritical Fluid Extraction of Medicinal and Aromatic Plants: Fundamentals and Applications. Pages 169-180 in Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD, editors. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. International Centre for Science and High Technology, Trieste.

- Calmasur O, Aslan I, Sahim F. 2006. Insecticidal and acaricidal effect of three *Lamiaceae* plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products* **23**:140-146.
- Concalves DC, de Queiroz VT, Costa AV, Lima WP, Belan LL, Moraes WB, Pontes Póvoa lorio NL, Correa Póvoa HC. 2021. Reduction of *Fusarium* wilt symptoms in tomato seedlings following seed treatment with *Origanum vulgare* L. essential oil and carvacrol. *Crop protection* **141**:105487.
- Dowd PF, Smith CM, Sparks TC. 1983. Detoxification of Plant Toxins by Insects. *Insect Biochemistry* **13**(5):453-468.
- Drtina D. 2022. Biologická ochrana skleníkových kultur proti svlušce chmelové [BSc. Thesis]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Dubey NK, Shukla R, Kumar A, Singh P, Prakash B. 2010. Global Scenario on the Application of Natural Products in Integrated Pest Management Programmes. *Natural Products in Plant Pest Management* **20**:134 -145.
- Ebadollahi A, Sendi JJ, Aliakbar A, Razmjou J. 2014. Chemical Composition and Acaricidal Effects of Essential Oils of *Foeniculum vulgare* Mill. (*Apiales: Apiaceae*) and *Lavandula angustifolia* Miller (*Lamiales: Lamiaceae*) against *Tetranychus urticae* Koch (*Acari: Tetranychidae*). *Psyche: A Journal of Entomology* 424078.
- Graham PH, Ranalli P. 1997. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Research* **53**:131-146.
- Handa SS. 2008. An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. Pages 21-54 in Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD, editors. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. International Centre for Science and High Technology, Trieste.
- Hassan MI, Hammad KM, Saed SM. 2015. Repellent effect of *Ocimum basilicum* and *Glycyrrhiza glabra* extracts against the mosquito vector, *Culex pipiens* (*Diptera: Culicidae*). *Journal of the Egyptian Society of Parasitology* **45**(2):241-248.
- Jirásek V, Starý F, Severa F. 1986. Kapesní atlas léčivých rostlin. Lidové nakladatelství, Praha.
- Kanouh M, Naser Z. 2018. Fumigation Toxicity of Some Essential Oils Against The Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus Urticae* and Predatory Mite *Phytoseiulus persimilis* Under Laboratory Conditions. *The Arab Journal for Arid Environments* **5**:20-26.
- Karaağaç US. 2012. *Insecticide Resistance*. IntechOpen, London.
- Karty J. 2005. *The Nuts and Bolts of Organic Chemistry: Student's Guide to Success*. Pearson College Div, London.
- Kazda J, Prokinová E, Ryšánek P. 2007. *Škůdci a choroby rostlin*. Euromedia Group, Praha.

- Kazem MG, El-Shereif S. 2010. Toxic effect of capsicum and garlic xylene extracts in toxicity of boiled linseed oil formulations against some piercing sucking cotton pests. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science* **8**:390–396.
- Klikorka J, Hájek B, Votinský J. 1989. *Obecná a anorganická chemie*. SNTL, Praha.
- Kovaříková K, Kocourek F. 2016. Účinnost insekticidů na housenky zápředníčka polního (*Plutella Xylostella* L.). *Zahradnictví* **3**:50-52.
- Krása P. 2013. Využití synergického účinku oleje z *Pongamia pinnata* v ochraně rostlin proti modelovým druhům hmyzu [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Lozowicka B. 2015. Studies of pesticide residues in tomatoes and cucumbers from Kazakhstan and the associated health risks. *Environmental monitoring and assessment* **187**:609.
- Lu C, Chang CH, Palmer C, Zhao M, Zhang Q. 2018. Neonicotinoid residues in fruits and vegetables: An integrated dietary exposure assessment approach. *Environmental science & technology* **52**:3175–3184.
- Mahendran G, Rahman LU. 2020. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological updates on Peppermint (*Mentha × piperita* L.). A review **34**(9):2088-2139.
- Malagnini V, Pozzebon A, Facchin P, Paganelli A, Duso C. 2022. Airborne pollen can affect the abundance of predatory mites in vineyards: implications for conservation biological control strategies. *Pest Management Science* **78**(5):1963-1975.
- McKone TE, Castorina R, Harnly ME, Kuwabara Y, Eskenazi B, Brandman A. 2007. Merging models and biomonitoring data to characterize sources and pathways of human exposure to organophosphorus pesticides in the Salinas Valley of California. *Environmental science & technology* **41**:3233–3240.
- Miliaskas G, Venskutonis PR, Beek TA. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry* **85**(2):231-237.
- Milota.com. 2023. Suroviny sypané v kg. Milota. Available from <https://www.milota.com/eshop/suroviny-sypane-v-kg-8680> (accessed April 2023).
- Naturway.cz. 2023. Byliny. Naturway. Available from <https://www.naturway.cz/byliny> (accessed April 2023).
- Novák J, Skalický M. 2009. *Botanika: Cytologie, histologie, organologie a systematika*. Powerprint, Praha.
- Pathyusha P, Subramanian MS, Nish MC, Santhakrishnan R, Seena MS. 2009. Pharmacognostica, and phytochemical studies on *Origanum Vulgare* L. (*Lamiaceae*). *Ancient Science of Life* **29**:17-23.
- Pavela R. 2016. Acaricidal Properties of Extracts of Some Medicinal and Culinary Plants against *Tetranychus urticae* Koch. *Plant Protection* **52**(1):54-63.

- Pavela R. 2017. Extract from the roots of *Saponaria officinalis* as a potential acaricide against *Tetranychus urticae*. *Journal of Pest Science* **90**:683-692.
- Pavela R. 2020. Přírodní cestou nejen proti chorobám a škůdcům. Kurent, České Budějovice.
- Pavela R, Ikbal Ch. 2019. Essential oils as active ingredients of botanical insecticides against aphids. *Journal of Pest Science* **92**:971-986.
- Pechová M. 1998. Byliny: obrazový průvodce. Svojtka & Co., Praha.
- Perry RH, Green DW. 1997. Perry's chemical engineers' handbook. McGraw-Hill Companies, New York.
- Puspitarini RD, Satria AD, Astudi LP. 2013. Biological Study of Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus* sp. (Acari: *Tetranychidae*) on Three Leaf Phases of Mung Bean and Adzuki Bean for Mite Mass Rearing. *Agrivita* **35**(3):263-269.
- Prakash A, Rao J. 1996. Botanical Pesticides in Agriculture. CRC Press, Boca Raton.
- Rubcov VG, Beneš K. 1985. Zelená lékárna. Lidové nakladatelství, Praha.
- Schuster C, Konstantinidou-Doltsinis S, Schmitt A. 2010. *Glycyrrhiza glabra* extract protects plants against important phytopathogenic fungi. *Common. Appl. Biol. Sci.* **75**:531-540.
- Simon D. 2022. Účinnost vybraných druhů rostlin používaných jako koření na vybrané charakteristiky kyjaty travní (*Metopolophium dirhodum*) [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Singh J. 2008. Maceration, Percolation and Infusion Techniques for the Extraction of Medicinal and Aromatic Plants. Pages 67-82 in Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD, editors. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. International Centre for Science and High Technology, Trieste.
- Šefrová H. 2006. Rostlinolékařská entomologie. Konvoj, Brno.
- Švorc M. 2014. Účinnost rostlinných extraktů na vybrané druhy škůdců [MSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Tandon S, Rane S. 2008. Decoction and Hot Continuous Extraction Techniques. Pages 93-106 in Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD, editors. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. International Centre for Science and High Technology, Trieste.
- Tandon S. 2008. Distillation Technology for Essential Oils. Pages 115-128 in Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD, editors. *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. International Centre for Science and High Technology, Trieste.
- Tauchen J, Klouček P. 2020. Léčivé rostliny a jejich biologicky aktivní látky. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

- Větvička V, Hlavička J. 2007. Praktická zahrada. Dobré rady zahrádkářům. Jan Vašut s. r. o., Praha 8.
- Voet D, Voetová JG. 1990. Biochemie. Victoria Publishing, Praha.
- Volák J, Stodola J, Severa, F. 1987. Velká kniha léčivých rostlín. Příroda, Bratislava.
- Waters Corporation. 2012. Beginner's Guide to SPE: Solid-Phase Extraction. Wiley, New York.
- Zlonická AM. 2016. Účinnost některých rostlinných extraktů na vybrané charakteristiky hmyzu [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Zadoks JC, Waibel H. 2000. From pesticides to genetically modified plants: history, economics and politics. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences **48**:125-149.

9 Seznam tabulek

| | |
|---|----|
| Tabulka 1. Použité části bylin..... | 25 |
| Tabulka 2. Účinnost všech extraktů na mortalitu a inhibici plodnosti svilušky chmelové | 28 |
| Tabulka 3. Vliv koncentrační řady <i>L. angustifolia</i> na mortalitu a inhibici plodnosti svilušky | 28 |
| Tabulka 4. Vliv snížených koncentrací <i>L. angustifolia</i> na mortalitu a inhibici plodnosti svilušky | 29 |
| Tabulka 5. Letální koncentrace extraktů na svilušku chmelovou | 31 |
| Tabulka 6. Výnosy a ceny bylin..... | 32 |

10 Seznam grafů

| | |
|--|----|
| Graf 1. Srovnání koncentrační řady extraktu z levandule na mortalitu svilušky chmelové po 24 a 72 hodinách | 30 |
| Graf 2. Srovnání koncentrační řady extraktu z levandule na inhibici plodnosti svilušky chmelové po 24 a 72 hodinách..... | 30 |

11 Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1. Soxhletův extraktor | 15 |
| Obrázek 2. <i>Tetranychus urticae</i> | 17 |
| Obrázek 3. <i>Origanum vulgare</i> | 18 |
| Obrázek 4. <i>Glycyrrhiza glabra</i> | 19 |
| Obrázek 5. <i>Mentha × piperita</i> | 21 |
| Obrázek 6. <i>Lavandula angustifolia</i> | 23 |