

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra ochrany rostlin

Alternativní způsoby ochrany zeleniny proti houbovým chorobám

Bakalářská práce

Autor práce: Robert Svatý

Vedoucí práce: Ing. Jana Mazáková, Ph.D.

© 2017 ČZU v Praze

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma alternativní způsoby ochrany zeleniny proti houbovým patogenům vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne:

podpis autora práce

Poděkování

Děkuji vedoucí práce Ing. Janě Mazákové, Ph.D. za odbornou pomoc, vedení, ochotu, trpělivost a celkový čas, který mi věnovala v průběhu psaní této práce. Dále pak Ing. Evě Zuskové, která se mnou musela projít celým výzkumem a trpělivě mi pomáhala. Rád bych také poděkoval své rodině za neustálou podporu.

A v neposlední řadě bych rád poděkoval Ing. Bc. Žanetě Snižkové za odborné rady a za psychickou podporu, bez které bych to jen stěží dokázal zvládnout až sem.

Souhrn

Biologická účinnost esenciálních olejů proti původcům houbových chorob zeleniny.

Přírodní silice jsou velmi oblíbenou látkou z historického hlediska. Mechanismy jejich účinku a způsoby využití v oblasti ochrany rostlin jsou předmětem zájmu lidstva však velmi krátce, přesněji až od konce minulého století a jsou zatím ještě předměty výzkumu.

Potřeba používání ekologických prostředků k ochraně rostlin se pořád zvyšuje se zvyšujícím se zájmem o ekologicky pěstované plodiny. Alternativní metody ochrany však ještě nemají takovou účinnost jako syntetické prostředky. Proto je potřeba neustále vymýšlet a zkoumat nové postupy a způsoby ochrany plodin. Jednou z možností by mohlo být i využití esenciálních olejů. Rostlinné oleje mají potenciál stát se důležitou součástí ekologické ochrany rostlin.

Výzkum této práce se zabýval patogenem *Alternaria dauci* na mrkvi (*Daucus carota*). V pokusech bylo testováno šestnáct esenciálních olejů v laboratorních podmínkách v koncentraci 0,1 %, z nichž bylo následně vybráno šest nejúspěšnějších olejů, u kterých byla stanovena koncentrační řada – 0,1 %, 0,08 %, 0,06 %, 0,04 % a 0,02 %. Z těchto šesti olejů největší potenciál prokázaly oleje z tymiánu (*Thymus vulgaris*) a skořice (*Cinnamomum ceylanicum*), které prokázaly i při nejnižší stanovené koncentraci absolutní inhibiční efekt. Ale i ostatní čtyři oleje, které byly zkoumány v koncentračních řadách (*Pelargonium graveolens*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon winterianus* a *Eugenia caryophyllus*) vykazovaly inhibiční efekt, nicméně tento efekt byl znatelný až při vyšších koncentracích (více než (než 0,02 %).

Klíčová slova: houbový patogen, *Alternaria dauci*, zelenina, *Daucus carota*, esenciální oleje

Summary

Biological effectiveness of essential oils on growth inhibition of fungal pathogens on vegetable crops.

From historical point of view essential oils are very popular substances. Mechanisms of their effects and the ways how to apply these to protect plants are still in their infancy. Concretely, since the last century such substances have become matters of interest and further research. The need of usage of environmentally friendly crop protection agents still increases, what mainly corresponds with the growing interest in ecologically grown plants. These alternative methods are still not as efficient as synthetic plant-protective methods. This is why we need to constantly invent and search for new variants of protection. One of such alternatives could be application of essential oils. Nowadays essential oils seem to be important players on the field of ecologically protected plants.

Our research was conducted to inhibit growth of pathogen *Alternaria dauci* on carrot (*Daucus carota*). Altogether sixteen essential oils were tested for our purposes. All of our experiments were carried out under laboratory conditions and the sample concentration was equivalent to 0,1 %. Finally six of these sixteen samples which proved highest efficiency were chosen. To determine the minimum inhibitory concentration we tried to constantly decrease the amount of selected substances concentration from 0,1 % to the lowest concentration which was equal to 0,02 %. On the basis of our research we have identified best results by thyme oil (*Thymus vulgaris*) and cinnamon oil (*Cinnamomum ceylanicum*), even at lowest concentration these essential oils showed out absolute inhibitory effects. However even the rest of four essential oil samples (*Pelargonium graveolens*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon winterianus* and *Eugenia caryophyllus*) showed inhibitory effects, but higher concentration of these oils would be needed (higher than 0,02 %).

Keywords: fungal pathogen, *Alternaria dauci*, vegetables, *Daucus carota*, Essentials oils

Obsah

1 Úvod.....	8
2 Cíle práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Fungicidy	10
3.1.1 Rezistence proti fungicidům	10
3.1.2 Botanické pesticidy	12
3.2 Esenciální oleje	13
3.2.2 Látky obsažené v esenciálních olejích	13
3.2.3 Získávání silic	16
3.2.4 Využití esenciálních olejů	17
3.2.5 Nejčastěji používané rostliny pro výrobu silic	19
3.3 Mrkev obecná setá <i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i> (Hoffm.) Schübl. & G. Martens	25
3.3.1 Historie pěstování mrkve	26
3.3.1 Nároky mrkve na pěstování	26
3.3.2 Škodliví činitelé mrkve	27
3.4 <i>Alternaria dauci</i> (J.G.Kühn) J.W.Groves&Skolko	30
3.4.1 Příznaky způsobené <i>A. dauci</i>	30
3.4.2 Ochrana vůči <i>A. dauci</i>	31
4 Materiál a metody	32
4.1 Použitý materiál a přístroje	32
4.2 Izolace patogena a získání čistých kultur	32
4.3 Stanovení inhibiční aktivity při 0,1% koncentraci EO.....	32
4.4 Stanovení minimální inhibiční koncentrace esenciálních olejů	33
5 Výsledky	35

5.1 Stanovení inhibiční aktivity při 0,1% koncentraci EO.....	35
5.2 Stanovení minimální inhibiční koncentrace esenciálních olejů.....	37
6 Diskuze	38
7 Závěr	40
8 Zdroje.....	41
9 Přílohy.....	45

1 Úvod

Současným velkým trendem je zdravé stravování a zájem o snižování znečištění planety Země. V rámci této iniciativy je, mimo jiné, také ekologická produkce potravin, která je k životnímu prostředí maximálně šetrná. V posledních letech stoupl zájem o konzumaci ekologicky vypěstovaných potravin.

Ekologické zemědělství je velmi lukrativní byznys s možností rozvoje. Problémem u tohoto typu pěstování je jeho vysoká náročnost a legislativní překážky, které musí každý ekologický zemědělec denně překonávat. Zároveň ekologická ochrana rostlin ještě zatím nedosahuje kvalit syntetických ochranných prostředků a také cena je u ekologických produktů vyšší. Proto jsou i plodiny vypěstované takovýmto způsobem dražší.

Další důležitým bodem veřejného zájmu u ekologicky pěstovaných produktů je vliv na zdraví člověka. Syntetické ochranné prostředky mohou zanechávat svá rezidua na plodinách, ty se pak dostávají až do lidské stravy. Toto u ekologického zemědělství odpadá, kvůli přísným normám. Ideálním případem by tedy byly prostředky ekologické ochrany s účinností a cenou synteticky vyrobených ochranných prostředků.

Ministerstvo zemědělství udává, že pěstování zeleniny není nejvýznamnější zemědělskou produkcí v České republice a pěstební plochy zeleniny klesají, co ale naopak roste, je procento zemědělských ploch, které pěstují zeleninu ekologickým způsobem.

Je tedy důležité se tomuto tématu i nadále věnovat a přiblížit se ideálnímu vzoru, kterým by měl být maximální výnos zdravé a ekologicky vypěstované zeleniny. V dnešní době se na trhu objevují přírodní produkty s relativně dobrou účinností jako je například přípravek Rock Effect Profi, který funguje na principu esenciálních olejů z tymiánu, zlepšuje zdravotní stav a chrání před škůdci. V České republice je tento typ ochrany teprve ve fázi vývoje.

2 Cíle práce

Hypotéza bakalářské práce byla: existují esenciální oleje, které mají fungicidní účinek na houbové patogeny zeleniny. Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši na téma alternativní způsoby ochrany zeleniny proti houbovým chorobám z dostupné české nebo zahraniční literatury.

Součástí práce bylo založit praktický pokus v *in vitro* podmínkách a sledovat účinek esenciálních olejů na námi zvolený patogen houbového původu *Alternaria dauci* na mrkvi obecné seté (*Daucus carota* subsp. *sativus*). Cílem práce bylo také zjistit, které oleje mají antifungální účinek proti sledovanému patogenu.

3 Literární rešerše

3.1 Fungicidy

Jedná se o biologické či chemické látky, které jsou určeny k přerušení životního cyklu hub nebo ke zničení houbových spor (Haverkate et al., 1969), zatímco fungistatika inhibují jejich růst. Houby jako původci chorob rostlin dokáží způsobit obrovské škody v agrikultuře, což má za následek snížení výnosu, kvality a samozřejmě tím také profitability dané plodiny na dané lokalitě.

Chemikálie, které účinkují proti oomycetám, také patří do skupiny fungicidů, protože oomycety používají stejný mechanismus k infekci rostlin jako zástupci říše Fungi (Latijnhouwers et al., 2003).

Fungicidy dělíme dle účinku a pohybu v rostlině na kontaktní, translaminární, lokálně systémové a asystémové. Kontaktní fungicidy nezasahují do rostliny, ale pouze fungují na jejím povrchu. Nevýhodou tak je, že chrání rostliny jen přímo tam, kde jsou aplikovány, ale jinde už ochrana není účinná. Translaminární fungicidy už nezůstávají jen na svém místě jako kontaktní, ale transportují se z vrchní listů do spodních, nicméně pořád ještě neprochází celou rostlinou. Systémové fungicidy již rostlina přijímá a transportuje je svým tělem přes xylém. Některé fungicidy se pohybují skrz celé tělo rostliny do všech částí. Některé jsou lokálně systémové a některé se pohybují pouze směrem nahoru (Mueller, 2013).

Většina fungicidů, které dnes lze pořídit běžně na trhu, se nachází v kapalně formě. Některé fungicidy jsou ale i ve formě prášku.

Rezidua fungicidů byly objeveny i na běžných potravinách, většinou z posklizňových úprav. Některé fungicidy mohou být pro lidské zdraví nebezpečné, jako třeba vinclozolin, který se kvůli své toxicitě již přestal používat. Některé fungicidy naopak mohou nalézt uplatnění v lidské medicíně (Brooks and Roberts, 1999). Velkým nebezpečím nepřiměřeného využívání fungicidů je vznik rezistence patogenu na účinnou látku.

3.1.1 Rezistence proti fungicidům

Patogeny reagují na používání fungicidů vývojem rezistence. V polních podmínkách bylo identifikováno několik mechanismů rezistence. Evoluce fungicidní rezistence může být postupná nebo náhlá. Při rasově specifické rezistenci (většinou na jeden gen), je výsledkem vývoje patogenu jeho rasa, která má velký stupeň odolnosti. V případech, kde roste rezistence graduálně, je dobře

vidět posun v rezistenci patogenu vůči fungicidu. Takováto rezistence je polygenní – hodně nakumulovaných mutací v mnoha genech, kdy každý má malý aditivní efekt. Tento druh odolnosti je znám jako kvantitativní rezistence. V tomto případě se může navrátit citlivost patogenu, pokud se nebude fungicid delší dobu používat (Metcalf et al., 2000).

Je známo, že selekční tlak má efekt na vývoj rezistence patogenu. Také je prokázáno, že dávky, které poskytují největší účinek proti chorobě, poskytují nejmenší selekční tlak k získání odolnosti a že nižší dávky zvyšují selekční tlak (Metcalf et al., 2000).

V některých případech se u patogenu vyvine odolnost vůči jednomu fungicidu, respektive jeho účinné látce a automaticky je odolný i vůči jiným fungicidům. Tento jev se nazývá cross rezistence. Tento efekt je běžný u stejných účinných látek stejné chemické skupiny, protože tyto účinné látky mají ten samý režim působení nebo mohou být detoxikovány tím samým mechanismem. Můžeme se také setkat s negativní cross rezistencí, která se vyskytuje tam, kde rezistence k jednomu druhu fungicidu vede ke zvýšení citlivosti patogenu k jiné chemické skupině fungicidů.

Byly také zaznamenány případy rezistence patogenu vůči více druhům fungicidů – rezistence k dvěma chemicky rozdílným skupinám fungicidů, které byly indukovány oddělenými mutacemi cílových genů. Například *Botrytis cinerea* (plíseň šedá) je odolná vůči fungicidům na bázi azolů i vůči dikarboximidům (Sierotzki, 2000)

Je zde několik cest, kterými si může patogen vyvinout rezistenci k fungicidům. Nejčastější bývá adaptace na cílový účinek, zejména jako obrana proti jednomu účinku fungicidu. Například *Mycosphaerella fijiensis*, ekonomicky významný patogen banánovníku, je rezistentní vůči Qol fungicidům. Tato rezistence je způsobená jednou nukleotidovou záměnou, přesněji náhradou glycinu za alanin v cílovém mitochondriálním proteinu cytochromu b. Právě toto narušení vazby fungicidu na cílový protein způsobuje neefektivnost dané látky (Sierotzki, 2000).

Rezistence k fungicidům může být rozvinuta také účinným vyloučením fungicidu z buňky. *Mycosphaerella graminicola* (braničnatka pšeničná) si vyvinula rezistenci k několika fungicidům právě tímto mechanismem. Tento patogen využívá tzv. proteinové ABC transportéry, k vyloučení toxické chemikálie z buňky, která by se jinak v buňce nahromadila. Kromě výše zmíněných mechanismů si houby mohou také vyvinout metabolické dráhy, které obcházejí cílový protein nebo vytvářejí enzymy, které detoxikují složky fungicidu na neškodné látky (Zwiers, 2000).

3.1.2 Botanické pesticidy

Jsou to přípravky určené k ochraně rostlin, obsahující extrakty z rostlin, které mají biologicky aktivní látky obranného charakteru. Jsou environmentálně bezpečné, protože jsou selektivní, také jsou zdravotně nezávadné a zabraňují vzniku rezistence (Pavela, 2011).

1. generace botanických fungicidů je historicky stará, obvykle jsou to neselektivní insekticidy. Řadí se sem pyretrum, nikotin, rotenon, ryanodine, veratrin, quassin a také rostlinné oleje a mýdla.

2. generace je komplexní směs s normalizovaným obsahem biologicky aktivních látek pro ochranu rostlin před chorobami, environmentálně bezpečná, pesticidy jsou selektivní a řadí se sem i pomocné látky.

Do 3. generace se řadí pomocné látky zlepšující růst, vývoj a obranyschopnost rostlin a elicitory (Pavela, 2011).

3.2 Esenciální oleje

Esenciální oleje jsou velmi zajímavým produktem rostlin. Mimo jiné mají i mnoho biologických vlastností. Termín „biologický“ zde označuje směsi nestálých sloučenin (zejména mono- a seskviterpenoidy, benzenoidy, fenylypropanoidy a další), které působí na lidi, zvířata, rostliny a další živočichy (Baser and Buchbauer, 2009).

Éterické oleje, též zvané esenciální oleje nebo silice, jsou látky těkavé, ve vodě málo rozpustné a olejovité. Mohou to být i směsi látek. Velmi často mají vonný charakter a mohou mít až palčivou chuť. Většinou bývají bezbarvé, ale v důsledku oxidace při skladování mohou tmavnout. Ne všechny jsou ale bezbarvé. Některé jsou zbarveny přirozeně. Do žluta bývá zbarvená silice hřebíčková. Zelenou až do modra mají silice, které obsahují azuleny, například heřmánková silice (Bačíková a Paulusová, 2012).

Těkavými látkami bývají monoterpeny, seskviterpenové uhlovodíky, aldehydy, ketony, ethery, fenoly a další. Jsou to směsi vonných látek, které se izolují z rostlinných materiálů nejčastěji destilací s vodními parami. Tyto látky mají nízkou relativní molekulovou hmotnost, která je pod hodnotou 300 (Baser and Buchbauer, 2009).

Rostliny obsahující esenciální oleje se začaly používat již v nejranějších kulturách jako koření nebo lék k ošetření zranění a při církevních ceremoniích kvůli svým léčivým vlastnostem a příjemné vůni. Navzdory obskurním začátkům používání aromatických rostlin v prehistorických dobách k prevenci či léčení nemocí, analýza pylu osad z doby kamenné indikuje použití aromatických rostlin, které by se mohlo datovat až do roku přibližně 10 000 před naším letopočtem (Baser and Buchbauer, 2009).

3.2.2 Látky obsažené v esenciálních olejích

Silice jsou většinou složeny z terpenů, zejména monoterpenických uhlovodíků, aldehydů, alkoholů, ketonů, kyselin, esterů nebo seskviterpenů. Také je mohou tvořit fenylypropanoidy. Jejich vůně je zpravidla podmíněna terpenickými složkami. Silice můžeme rozdělit podle převládající složky do určitých skupin (Tomko et al., 1989).

V rostlinách jsou silice velmi obvyklé. Známych je přibližně 3000 druhů rostlin, které obsahují silice. Mezi ně můžeme zařadit asi 150 nejvýznamnějších druhů. Zde je výčet několika

čeledí, u kterých je obsah silic typický: borovicovité (*Pinaceae*), hluchavkovité (*Lamiaceae*), pepřovníkovité (*Piperaceae*), hvězdnicovité (*Asteraceae*), miříkovité (*Apiaceae*). U těchto čeledí existují rozdíly ve tvorbě a ukládání silic. Jako příklad si můžeme uvést hluchavkovité, které vytvářejí povrchové žlázy, žláznaté trichomy s obsahem silic. Čeď miříkovité tvoří siličné kanálky, pepřovité zase siličné buňky. V protoplasmě sekrečních buněk se tvoří silice. Po přepravě do jejich siličných útvarů už nedojde k jejich zpětnému vstřebání. Silice se často ukládají do některých rostlinných orgánů. Podle toho je potom můžeme rozlišit jako silice květů, listů a tak dále. Například ale u jehličnanů silice prostupují celou rostlinou. Jako zajímavost by se dalo zmínit, že rostliny obsahující alkaloidy mají velmi nízký nebo vůbec žádný obsah silic a na druhou stranu rostliny, které mají vysoký obsah silic, téměř či vůbec neobsahují alkaloidy. Silice mívají různé významy pro rostlinu. Častým a známým významem je, že rostliny odpuzují svým pachem zvířata, která je pak neničí, takže je to jeden z přirozených druhů ochrany rostliny (Bačíková a Paulusová, 2012).

Uhlovodíky:

Prakticky ve všech silicích se vyskytují uhlovodíky. Za prvé jsou to uhlovodíky acyklické jako například myrcen a ocimen, které se nacházejí v silicích některých druhů z rodu *Ocimum*. Za druhé monocyklické monoterpeny, hlavně limonen, který se vyskytuje v silici citronové, dále α -terpinen, který se nachází v silici koriandrové, α -felandren, který se nachází v silici fenyklové a v silici eukalyptové. Další možné uhlovodíkové složky silic jsou bicyklické monoterpeny, například α -pinen, který se nachází v silici terpentýnové a potom také seskviterpeny, například chamazulen, který obsahuje silice heřmánková (Tomko et al., 1989).

Alkoholy:

Alkoholy v silicích se vyskytují jako acyklické. Hlavními zástupci jsou geraniol, linalol a citranelol nacházející se v silici geranie a v silici růžové. Také jsou alkoholy monocyklické, například mentol vyskytující se v silici mátové a bicyklické, například borneol, který najdeme v silici rozmarýnové (Bačíková a Paulusová, 2012).

Aldehydy:

Aldehydy najdeme v silicích ve dvou formách, a to v acyklické a aromatické. Zástupci acyklických jsou například monoterpeny citral a geranial. Zástupci aromatických jsou benzaldehyd, vanilin a aldehyd kyseliny skořicové (Spilková et al., 2016).

Ketony:

Ketony se nacházejí ve dvou formách, a to monocyklické a bicyklické. Zástupci monocyklických mohou být například iron v silici kosatce, také menton, který je v silici mátové či karmon nacházející se v silici kmínové. Za nejvýznamnějšího zástupce bicyklických můžeme pravděpodobně zvolit kafr (Tomko et al., 1989).

Fenoly a fenolické étery:

Za hlavní zástupce fenolů můžeme považovat thymol a eugenol, které najdeme v silici tymiánové a v silici hřebíčkové. Za fenolické étery můžeme jmenovat například safrol nacházející se v silici badyánové a také anetol, který nalezneme v plodech anýzu a fenyklu (Bačliková a Paulusová, 2012).

Estery:

Estery se zejména vyskytují v citronelové silici (*Cymbopogon citratus*). Jsou to hlavně octany geraniolu, terpineolu a borneolu. Dalším důležitým esterem je methylsalicylát ze silice pocházející z druhu *Gaultheria procumbens* (Tomko et al., 1989).

Peroxidy a oxidy:

Za důležitou a zajímavou sloučeninu se dá považovat askaridol, který patří mezi nejstabilnější organické peroxidy. Můžeme jej bez rizika zahřívát nebo destilovat s vodní parou. O velké části ostatních peroxidů toto neplatí. Askaridol se nachází v silici merlíku (Spilková et al., 2016).

Jen málokdy převládá u silic jen jediná složka v celkovém množství. Jako příklad můžeme uvést například eugenol v hřebíčkové silici, jež se zde nachází v množství 70 - 90 %. Častější

případ je, že je zde obsaženo více složek. Složka, která je v malém množství, je většinou nositelem pachu (Tomko et al., 1989).

Při skladování silic dochází většinou k chemickým reakcím, změnám, zejména k oxidacím. Silice díky tomu tmavnou a mění svou vůni. Tyto změny jsou způsobeny vlhkem, světlem, teplem a vzdušným kyslíkem. Nejrychlejší rozklad tohoto typu se děje u silic s vysokým obsahem nenasycených terpenických uhlovodíků. Jsou to například silice citronová a borovicová. U silic s vyšším obsahem esterů, jako je například silice levandulová, dochází ke zvýšení obsahu volných kyselin stejně, jako dochází k volnému zmydelňování esterů. Také se velmi jednoduše mění silice s vyšším obsahem fenolů a aldehydů. Oproti tomu celkem stále bývají silice s obsahem alkoholů, a to především pokud alkoholy tvoří jejich hlavní složku. Jako příklad můžeme uvést silici geraniovou (Spilková et al., 2016).

3.2.3 Získávání silic

Izolace silic se provádí jednoduchou technikou, zvanou destilace vodní parou. V destilační nádobě se rozdrobí droga, která se potom přelije vodou a do směsi se pak vhná vodní pára. Je běžné, že se ještě čerstvý a vlhký materiál umístí do drátěného koše nebo na rošt a probíhá přes něj transport vodních par (Baclíková a Paulusová, 2012).

Droga se také může vařit přímo, ale v případě silic se tento postup důrazně nedoporučuje, protože v bodě varu je obvyklé, že dochází k chemickým změnám silice. S vodními parami také unikají látky prchavé, které se nemísí s vodou, a to jsou právě silice. Páry se poté vženou do chladicího zařízení, ve kterém zkondenzují. Kondenzát se zachytí a následně se odděluje silice od vodní složky v dělicí nálevce (Tomko et al., 1989).

Silice mají většinou nižší hmotnost než voda, což má za následek, že silice vystoupají k povrchu, kdežto voda se oddělí a zůstane dole pod nimi. Mezi silicemi jsou ale i výjimky, které toto pravidlo porušují a naopak mají vyšší hmotnost, než voda a klesají ke dnu. Jsou to ty silice, ve kterých je obsažen vysoký poměr fenolických látek, například silice hvozdíku a silice skořicová (Tomko et al., 1989).

U mnohých silic je destilace bez rozkladu nemožná. Je-li silice obsažena ve vysokém množství, což je velmi časté u povrchových částí drogy, například ve slupce citrusových plodů,

získává se silice nejčastěji lisováním. Vylisovaná tekutá složka však není jen čistá silice, ale obsahuje i různé další látky jako například vodu či pektiny. Proto je takto vytvořená výsledná emulze jen velmi složitě oddělitelná (Valíček, 2006).

3.2.4 Využití esenciálních olejů

U silic můžeme nalézt využití v mnoha oborech. Za příklad těch nejdůležitějších odvětví můžeme uvést například farmacii nebo potravinářství a kosmetiku (Bačíková a Paulusová, 2012).

Ve farmaceutickém průmyslu se používají mimo silic také i siličné drogy, případně jednotlivě izolované složky silic. Například z natě máty peprné se může izolovat mátová silice a z té se potom dá izolovat mentol nebo z tymiánové natě se dá izolovat tymiánová silice a z té následně izolujeme thymol. Přičemž účinky siličných drog, silic a izolovaných látek bývají často odlišné (Spilková et al., 2016).

Izolované složky se zpravidla používají tehdy, pokud mají silice nebo siličné drogy nežádoucí vedlejší účinky (kupříkladu eukalyptová silice má relativně vysoký obsah terpenů, které vyvolávají kašel drážděním, proto se izoluje přímo cineol).

Silice jsou mnohem vhodnější při úpravě chutí, pachů a čajových směsí. Celou drogu můžeme zpravidla použít, pokud obsahuje kromě silic i jiné účinné látky, jako například hořčiny, či třísloviny a další látky, které mají příznivý účinek na drogu a posilují jej (Tomko et al., 1989).

Způsoby využití drog, které obsahují silice:

Prostředky, které dráždí kůži:

Sem zařazujeme silice, které mají vyšší obsah cineolu, citronelalu, karvakrolu, pinenu a limonenu, čili silice rozmarýnové, terpentýnové, thymol a kafr. Na pokožce je vyvolán pocit tepla a začervenání. Tyto prostředky se nacházejí v mastech jako důležité složky, které pomáhají proti revmatismu a neuralgických bolestech (Tomko et al., 1989).

Antiflogistika:

Silice, které obsahují některé terpeny, se používají jako léčiva proti zánětům, například α -bisabolol, chamazuleny a β -farnezen z heřmánkové silice (Spilková et al., 2016).

Expektorancia:

Sekrece hlenu v dýchacím ústrojí je podporovaná expektorancii. Čili expektorancia snižují dráždivost ke kašli tím, že podporují vykašlávání (Tomko et al., 1989).

Stomachika:

Řadíme sem hlavně ostře chutnající a aromatické drogy, které se používají jako kořeniny. Jsou to látky, které podporují chuť k jídlu svou vůní a chutí, ale také tím, že slabě dráždí žaludeční sliznici, která tím pádem vylučuje více žaludečních šťáv (Spilková et al., 2016).

Karminativa:

Jsou to látky, které mají na střeva protikřečový a desinfekční účinek, zejména pak působí proti nadměrné plynatosti střev. Takovéto účinky mívají hlavně plody fenyklu, kmínu, anýzu a koriandru, květy heřmánku, natě máty peprné a dobromyslu (Tomko et al., 1989).

Diuretika:

Mezi diuretika můžeme zařadit některé drogy, které působí mírně močopudně. Takovýto účinek mívají plody a silice z jalovce a také kořen a plody petržele (Tomko et al., 1989).

Desinfekční a antiseptické prostředky:

Proti parazitům, červům a infekcím působí mnohé siličné drogy a silice (k takovýmto účelům jsou používány i rostliny, ve kterých jsou tyto látky obsaženy, jak již bylo výše zmíněno). Nejlépe pozorovatelný tento účinek je u silic, které obsahují cineol, eugenol, karvakol a thymol.

Například na močové cesty účinkuje desinfekčně list buko (*Folium bucco*). Odčervujícími účinky působí peroxid askaridol z merlíku. Některé terpeny fungují jako odháněče hmyzu, takže některé drogy lze používat i jako repelenty. Jako zástupce repelentních drog můžeme uvést například terpentýn, kafr nebo mátovou či citronovou silici. Tyto repelentní látky mají ovšem

nevýhody jako je jejich krátká účinnost, silný zápach a často se díky nim mohou projevovat příznaky kožních alergií (Spilková et al., 2016).

3.2.5 Nejčastěji používané rostliny pro výrobu silic

Voňatka Wintrová - *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex Bor
Čeleď lipnicovité (*Poaceae*)

Voňatka winterová pochází z tropických a subtropických oblastí Asie, Indie a Indonesie a je pěstována v Jižní a Střední Americe. Esenciální olej z rostliny *C. winterianus*, známé jako Jávská citronela, se skládá z citronellolu, citronellalu a gerianolu jako hlavních složek (Burdock, 2004). Citronelový olej se používá jako antiseptikum, diuretikum a jako protihorečný prostředek (Lawless, 2002). Tento olej se také používá jako vonná složka v kosmetickém průmyslu a chuťová přísada do pokrmů (Burdock, 2004).

Hřebíčkovce kořený - *Eugenia caryophyllus* L.
Čeleď myrtovité (*Myrtaceae*)

Hřebíčkovce kořený pochází z ostrova Madagaskar. Skládá se z eugenolu, eugenolového acetátu a b-caryophyllenu. Tento olej se získává z pupenů a extrahuje se destilací pomocí páry. Jeho aroma je sladké a kořeněné s nádechem čerstvosti. Vyhybat by se těmto silicím měli lidé s vyšším krevním tlakem a gravidní ženy. Esenciální oleje z Hřebíčkovce kořeného podporují zdravotní orální péči a tradičně byly používány ke zmírnění bolesti zubů. Uklidňují a uvolňují břišní oblast, pokud se používají jako masážní masti a pomáhají ke zdravému dýchání. Mají antiseptický účinek a pomáhají se vypořádat s čištěním (Zinovieff, 1996).

Vavřín kubébový – *Litsea cubeba* (Lour.) Pers.

Čeleď vavřínovité (*Lauraceae*)

Zemí původu Vavřínu kubébového je Čína. Skládá se z citralu, geraniolu, citronellolu, limonenu a linaloolu. Získává se z plodu a extrahuje se destilací parami. Má silné sladce citrusové aroma. Tento esenciální olej se používá v kosmetickém průmyslu především kvůli své vůni, a proto se využívá jako deodorant a antiperspirant. Je populární při péči o pokožku. Má silné antiseptické vlastnosti, které jsou zejména využitelné jako oleje na kůži a proti akné. Také je dobrý pro pozvednutí a vyčištění mysli, proti nervozitě a stresu. Dá se také použít proti kašli, nachlazení a chřipce a pomáhá při boji proti virům. Má kladný efekt na celý respirační systém (Lawless, 2002).

Pelargonie vonná – *Pelargonium graveolens* (Thunb.) L'Hér.

Čeleď kakostovité (*Geraniaceae*)

Tato rostlina je původem z Kapska, Severních provincií Jižní Afriky, Mozambiku a Zimbabwe. Patří do rodu *Pelargonium* společně s *Pelargonium crispum* a *Pelargonium tomentosum*. Éterické oleje se skládají z citronellolu, nerolu a geraniolu (Jain et al., 2001). Získává se z listů a stonků pomocí destilace párou. Tyto oleje mají hemostatické, diuretické, styptické a posilující účinky. Jsou také hojně používány v aromaterapii pro své zdraví posilující účinky, jako například vyrovnávání hormonů, uvolňování stresu a pomáhají od depresí. Také zvyšují zdraví pleti, mírní příznaky menopauzy, pomáhají cirkulaci krve a snižují krevní tlak (Worwood, 1991).

Mateřídouška obecná, syn. Tymián obecný – *Thymus vulgaris* L.

Čeleď hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Tato rostlina pochází ze středomoří (Kybal a Kaplická 1988). Typicky obsahuje silice thymol, karvakrol, cinelol, cymen alinalool. Má antibakteriální, antirevmatické, hypertensní a zklidňující účinky. Používá se také jako ochucovadlo pro mnohá jídla, omáčky, masa

a kandované ovoce (Janssenet et al., 1987). Esenciální oleje mají různé vůně a účinky podle typu půdy, klimatických podmínek, typu pěstování atd., většinou voní po citrusech, jako je citron nebo pomeranč. Jako příklad různých obsahů látek si zde můžeme uvést chemotyp *Thymus vulgaris carvacrol*. Ten, pokud je sklizeň na jaře, obsahuje okolo 30 % carvacrolu, kdežto pokud je sklizeň po odkvětu na podzim, tak obsahuje mezi 60 a 80 % carvacrolu. Tento typ je známý hlavně pro své antiseptické vlastnosti (Mercola, 2007).

Skořicovník cejlonský – *Cinnamomum zeylanicum* Breyn.

Čeleď vavřínovité (*Laraceae*)

Skořicovník cejlonský pochází ze Srí Lanky a je zde endemitní. Je také známý jako skořice. Olej z kůry skořice je bohatý na cinnamaldehyd. Mimoto se zde ještě mohou nacházet beta- caryophyllene, trans-cinnamylaldehyd, cinnamylacetát, eugenol, linalool a další terpeny (Paranagama, 1991). Esenciální olej se získává z listů a z kůry (Ravindran et al., 2003). Působí antisepticky a zahřívá tělo. Je vhodný k použití pro aromaterapie. Používá se na záněty dásní a dutiny ústní, pomáhá proti svalovým bolestem. Při vysoké koncentraci se může vyskytnout podráždění pokožky (Ravindran et al., 2004).

Bedrník anýz – *Pimpinella Anizum* L.

Čeleď miříkovité (*Apiaceae*)

Tato rostlina je používána hlavně jako koření, ale i v léčitelství. Je to jednoletá rostlina původem ze Středozeří a Malé Asie. Její lodyha dorůstá do výšky asi půl metru. Na rostlině se nachází tři druhy listů. Na spodu jsou listy kruhovitěho tvaru a jsou zubaté, uprostřed jsou listy jednoduše zpeřené a vrchní listy jsou trojčetně peřenosečné. Rostlina voní celá, kvete od května do června. Pro lékařské účely i jako koření se používají plody, dvounažky. Sbírají se na přelomu srpna a září. Hlavní složkou anýzové silice je anetol. Silice se však používají méně, hlavně se využívá nálev z anýzu. Při předávkování silicí hrozí nebezpečí otoku mozku a plic (Kybal a Kaplická, 1988).

Fenykl obecný – *Foeniculum Vulgare* Mill.

Čeleď miříkovité (*Apiaceae*)

Je to víceletá rostlina, ale v našich podmínkách se převážně pěstuje jako dvouletá. U nás se pěstuje hlavně na jižní Moravě, ale původem je z oblasti Středomoří a okolí Černého moře.

Tato rostlina je svým vzhledem velmi podobná kopru. Plodem jsou dvounažky. Používá se hlavně jako koření, ale má své využití i v léčitelství. Používá se na křeče střev, proti nadýmání a zlepšuje tvorbu mléka kojících matek. Chutí se podobá anýzu (Kybal a Kaplická, 1988).

Máta klasnatá – *Mentha spicata* L.

Čeleď hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Máta klasnatá je vytrvalá bylina. Obsahuje velké množství silic. Tato rostlina roste po celém mírném pásu, čili v Evropě, ale i na Novém Zélandu a v Austrálii, Africe, Asii, Jižní i Severní Americe. Často byla dovážena pro svou vůni a pro svůj okrasný vzhled. Protože tato máta neměla přirozené nepřátele, mohla se rozšířit bez problému i do volné přírody, kde se jí daří. Nejlepší podmínky má okolo řek a rybníků. Potřebuje dostatek vláhy a pH okolo 7.

Využívají se hlavně její listy, které mají nejsilnější vůni. Množí se buď křížením (např. s mátou peprnou) nebo vegetativně. Dorůstá výšky od 0,5 metru až do 1,1 metru. Využívá se na onemocnění horních cest dýchacích (Bertová a Goliášová, 1995).

Skořicovník kastrovník – *Cinnamomum camphora* (L.) J. Presl

Čeleď vavřínovité (*Lauraceae*)

Tento strom může dorůstat až 40 metrů. Je stálezelený. Pochází z Japonska a Číny (Xi-wen et al., 2013). Dnes je již rozšířen po celém světě a v Austrálii dokonce patří mezi invazivní druhy, kdy vytlačuje ze svých původních stanovišť blahovičnick. Je velmi dlouhověký, nejstarší jedinci se dožívají i tisíce let. Jeho vůně je nasládlá, nejcharakterističtější část tohoto stromu jsou rozmačkané listy, kůra a kořeny ze kterých se vyrábí silice. Má malé kulaté tmavě červené plody o velikosti zhruba jednoho centimetru. Kafr má mnoho využití. Používá se v kosmetice na různá mýdla a masti, dále se využívá v chemickém průmyslu, také v lékařství

nebo parfumerii. Samotný strom se může také využít, a to zejména jako větrolam, živý plot nebo k přistínění čajovníku (Lawless, 1995)

Šalvěj lékařská – *Salvia officinalis* L.

Čeleď hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Je to vytrvalá rostlina se vzhledem polokeře, která dorůstá výšky asi 30 až 70 centimetrů. Lodyhu má přímou, listy má vstřícně postavené. Kvete v květnu až červenci. Této rostlině vyhovuje, když má sušší propustné půdy a slunná stanoviště. Před zimou ji potom zakrýváme pokrývkou proti umrznutí. Její listy se používají v kuchyni k masu nebo sýrům a používá se hojně v léčitelství. Má protizánětlivé, antivirotické a antibakteriální účinky a také funguje dobře při menstruačních bolestech nebo žaludečních potížích. Obsahuje až 3 % silic, zejména kafr, pak také saponiny, hořčiny, třísloviny, pryskyřice, vitamíny B a P a minerální látky (Grygárková, 2007).

Majoránka zahradní – *Origanum majorana* L.

Čeleď hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Rostlina je většinou jednoletá, výjimečně dvouletá. Stonek má rozprostřený a listy oválné, protilehlé. Květy jsou drobné, bílé. Plody jsou tvrdé a u nás nedozrávají, protože potřebují větší teplo. Původem je Majoránka zahradní ze Středomoří, ale do Evropy a k nám se dostala už v raném středověku, díky křižáckým výpravám do Svaté země. Používá se v kuchyni jako koření a do omáček. Má dobré účinky na trávení a proto se přidává k luštěninám, zelí a k tučným jídlům. Podporuje chuť k jídlu a tvorbu žaludečních šťáv. Působí proti nadýmání. Čaj pomáhá i při bolestech hlavy a při nachlazení (Volak a kol, 1983).

Bazalka pravá – *Ocimum basilicum* L.

Čeleď hluchavkovité (*Lamiaceae*)

V šestnáctém století se k nám dostala z Indie a dalších tropických částí Asie. Dorůstá výšky 20-40 cm. Lodyhu má větvenou s vejčitými listy, vstřícně postavenými. Květy na bazalce jsou bílé. Plodem jsou tvrdky. Stanoviště by mělo být vlhké, výživné a slunné. Množí se jednak

semeny a jednak vegetativně, kdy se používají nekvetoucí postranní výhony jako řízky. V bazalce jsou obsaženy silice, zejména estragol, linalool, eugenolem a ocimem, bazalkový kafr, tanin a cinoel. Bazalka má mnoho léčivých účinků. Tlumí křečové bolesti, zlepšuje trávení, působí proti nadýmání, protizánětlivě i mírně antibioticky. Také pomáhá při bolestech hlavy nebo při závratích (Janča a Zentrich 1994).

Blahovičník citroníkový – *Corymbia citriodora* (Hook.) K .D. Hill & L. A. S. Johnson

Čeleď myrtovité (*Myrtaceae*)

Strom dorůstá do výšky až 50 m. Voní silně po citrónu. Má hladkou světlou kůru a protáhlé listy. Původem je ze severovýchodu Austrálie (Hussey et al., 1997).

Vyhovující stanoviště je u vody, kde strom bude vysoušet půdu. Má radši půdy mírně kyselé, hlinité s příměsí písku. Vyhledáván je pro svůj med a pro silice. Má léčivé účinky na dýchací cesty. Snáší teploty zhruba do -5 °C. Silice jsou dobré hlavně jako repelenty. Vyrábí se především v Brazílii a v Číně. Používá se také v parfumerii a jako dezinfekce. Také je vhodný na zlepšení zdravotního stavu dýchacích cest, vysokého krevního tlaku a revmatická onemocnění (Hussey et al., 1997).

Levandule lékařská – *Lavandula angustifolia* Mill.

Čeleď hluchavkovité (*Lamiaceae*)

Levandule je původem ze Středozeří, tradiční pěstitelská oblast je jižní Francie.

Tento vytrvalý, silně rozvětvený polokeř dosahuje velikosti 60–120 cm. Má charakteristickou silnou vůni. Na lodyze se nachází bílé chloupky. Listy jsou vstřícné, asi čtyři centimetry dlouhé, kopinaté. Mladší listy jsou šedoplstnaté, starší jsou lysé. Květy jsou souměrné, modrofialové, kvetou v červnu až v srpnu (Zelený, 2005).

Ceněná část rostliny je její květ. Ten obsahuje silice, terpeny a trísloviny. Má radši sušší hlinitopísčité půdy. Nesnáší přemokření, ale zvládá výborně sucho. Množí se vegetativně i řízkováním (Zelený, 2005).

3.3 Mrkev obecná setá *Daucus carota* subsp. *sativus* (Hoffm.) Schübl. & G. Martens

Taxonomické zařízení:

Říše: *Plantae* - rostliny

Oddělení: *Magnoliophyta* - rostliny krytosemenné

Třída: *Rosopsida* - vyšší dvouděložné rostliny

Řád: *Apiales* - miříkotvaré

Čeleď: *Apiaceae* - miříkovité

(Fournet, 2002)

Mrkev obecná setá je u nás v České republice třetí nejpěstovanější zeleninou. Mrkev zařazujeme do našeho jídelníčku již od útlého dětství. Význam mrkve v lidské stravě je bezpochyby při nejmenším pozoruhodný. Nejen že obsahuje bezpočet zdraví prospěšných chemických látek, ale navíc také účinně pomáhá při redukci tělesné hmotnosti, proto se používá velmi často i v dietologických jídelníčcích (Petříková a kol. 2012).

Tento zeleninový druh má velký výskyt provitamínu A, který způsobuje v našem těle za přítomnosti tuků přeměnu na vitamín A. Nejvhodnější konzumace mrkve je v uvařené formě, kdy poskytuje největší množství betakarotenu známého také právě jako provitamín A. Tento vitamín je nezbytný pro správný vývoj, zdraví a zrak člověka (Paulien, 1995).

Mrkev radíme do dvouletých rostlin. První rok své vegetace vytvoří dužnatý kořen ve tvaru válce, což je konzumní část mrkve. Mrkev má kulatý průřez, na kterém lze rozeznat dřev od kůry, nicméně na těch nejkvalitnějších odrůdách není možné dřev od kůry pouhým okem odlišit. Druhý rok se vytvoří květní stvol, který je rozvětvený a rýhovaný a dosahuje výšky až 1,5 m. Listy jsou řapíkaté, zpeřené a objímají rozšířenou bázi stonek, úkrojky jsou pak peřenodílné. Typ květenství je složený okolík. Bílé květy jsou pětičetné, korunní plátky jsou zřetelně větší a směřují směrem od středu ven. Uprostřed okolíku je jeden menší fialový květ, který vznikl přeměnou z centrálního okolíku. Plodem jsou hnědé dvounažky, které mají na okraji výrazně zahnuté háčky. Háčky procházejí před výsevem stratifikací, aby došlo k jejich odstranění (Petříková a kol. 2012).

3.3.1 Historie pěstování mrkve

Původní druh mrkve obecné (*Daucus carota*) je z území dnešního Afghánistánu. Mrkve nebývaly dřív takové, jak je dnes známe, ale byly fialové, malé a hořké (Malý, 1998).

Pěstování mrkve ovšem bylo zahájeno v Evropě, kdy se začala pěstovat mrkev se žlutým kořenem. Časem se barva kořene mrkve změnila. Námi známá oranžová barva vznikla díky procesu selekce mrkve, která je nachově červená a mrkve, která je bílá. Do takovéto barvy byla mrkev vyšlechtěna v Nizozemí v 17. století. Rozšíření do celé Evropy se tato zelenina dočkala až ve století osmnáctém. Ačkoliv se vyskytují různé barvy mrkve, nejoblíbenější a nejčastěji pěstovanou se v dnešní době stala oranžová mrkev, která má mnoho různých odrůd a tvarů a pěstuje se především v Evropě a v Americe (Malý, 1998).

3.3.1 Nároky mrkve na pěstování

Mrkev se nejčastěji pěstuje do výšky 500 m n. m. (Pekárková, 2004). Má ráda lehké, hluboké a propustné půdy bez kamenů s vyšším obsahem humusu. Mrkvi se nejlépe daří v písčitohlinitých až hlinitopísčítých půdách.

Pokud dojde k zamokření půdy, mohou kořeny trpět na asfyxii a také může rostlina vyběhnout do květu. Zároveň přichází nebezpečí houbových chorob a nedostatečného vybarvení kořenu. V opačném případě, když je vláhý nedostatek, může docházet k praskání kořenů, což má za následek snížení výnosu (Malý a Petříková, 1998).

Hodnota pH by se měla pohybovat okolo 6,5. Mrkev netoleruje nízké pH, proto je dobré se buď úplně kyselým půdám vyhnout, nebo půdy zavápnit (George, 2009).

Mrkev obecná setá je z hlediska nároků na pěstování nenáročnou plodinou. Nemá žádné speciální požadavky.

Při hnojení je však potřeba dávat si pozor, neboť může docházet k velké akumulaci dusíku v kořenech, proto bychom měli být opatrní zejména u tohoto prvku. Negativní účinky forem dusičnanu se projevují následnou pachutí kořene nebo mohou zapříčinit v horších případech až methemoglobinemii, neboli fyziologickou poruchu funkce hemoglobinu, což je nemoc postihující děti a zejména potom kojence (Malý a Petříková, 1998).

Osevní postup:

Při nesprávném osevním postupu může docházet k výskytu chorob a škůdců na pozemku, protože některé patogeny či někteří škůdci zůstávají v půdě i několik let, proto je třeba také dbát na správné zpracování posklizňových zbytků.

Mrkev se řadí mezi plodiny druhé tratě. Předplodinou by neměly být druhy zeleniny z čeledi miříkovitých, naopak vhodné jsou okopaniny, obilniny a luskoviny. Mrkev a další plodiny čeledi *Apiaceae* by měly mít mezi sebou na pozemku čtyř až šestiletý odstup. Jako předplodiny by měly být vybírány odrůdy s krátkou vegetační dobou zhruba do začátku července (Malý a Petříková, 1998).

3.3.2 Škodliví činitelé mrkve

Alternaria radicina – původce černé hniloby mrkve

Tento patogen se vyskytuje na rostlinách z čeledi miříkovité, hlavně na mrkvi (*Daucus carota*), celeru (*Apium graveolens*), petrželi (*Petroselinum crispum*), pastináku (*Pastinaca sativa*), kopru (*Anethum graveolens*) a kmínu (*Carum carvi*).

U klíčících rostlin zčernává hypokotyl a kořen, a tím je způsobeno padání klíčících rostlin. Později vytváří černé nekrotické skvrny, které se objevují na květenstvích, listových čepelích, řapíku nebo lodyze a jsou drobné, ostře ohraničené (Koike et al., 2007).

Na kořenech se také objevují malé černé skvrny, později rozsáhlé, které jsou ostře ohraničené, ty se ovšem nerozšiřují jen do šířky, ale i do hloubky. Tyto skvrny se vyskytují většinou na vrchní části kořene, ale nezděka kdy se objeví i na špičce kořene. Takto napadená část rostliny vypadá jako zuhelnatělá.

Často se tato choroba zaměňuje třeba za korkovitost bulev celeru, protože vytváří podobné rezavě hnědé trhliny na povrchu celeru. Tuto chorobu ale způsobuje houba *Phoma apiicola*. U petržele jsou pak obdobné symptomy způsobované příbuznou houbou *Alternaria petroselini* (Eagri 1, 2017)

Alternaria radicina může v půdě přežít až osm let. Přežívá na osivu, posklizňových zbytcích a na napadených kořenech. Na kořeny se dostává z listů díky dešti nebo zálivce, která tento patogen z listů spláchne ke kořenům. Tato choroba je nejvýznamnější a nejčastější skládková

choroba. Patogen se sleduje přímo v porostu podle příznaků na listech. Důležitá je u této choroby preventivní ochrana. Je třeba dodržet dostatečný časový odstup při osevním postupu, což je pět let nejméně při pěstování hostitelských rostlin. Také je důležité vybrat vhodné stanoviště pro pěstování. Neméně zásadní je probírka při sklizni, kdy musíme vyřadit nezdravé a mechanicky poškozené a fyziologicky přezrálé kořeny a musíme je skladovat v ideálních podmínkách, tj. teplota by měla být do 4°C a relativní vzdušná vlhkost mezi 90–95%. Samozřejmě i výběr vhodné odrůdy pro skladování může ovlivnit šíření patogenu (Koike et al., 2007).

V ekologickém zemědělství se také používá ochrana, která zahrnuje mikroorganismy, makroorganismy, růstové regulátory hmyzu a rostlin a rostlinné extrakty. Nepoužívají se synteticky vyrobené pesticidy (Eagri 1, 2017).

Erysiphe heraclei – původce padlí miříkovitých

Oligofágní patogen, který se rozšířil po celém světě, napadá většinu rostlin z čeledi miříkovitých. Nenapadá jen kulturně pěstované rostliny jako je mrkev, celer nebo pastinák, ale i divoce rostoucí rostliny z této čeledi.

Na celé nadzemní části rostliny se začne vytvářet bílý moučnatý povlak, který je tvořený myceliem, které postupně mění barvu až do hnědošedé. V pozdější fázi se na tomto hnědošedém povlaku vytvoří i malé černé kuličky, což jsou plodničky (chasmothecia) (Koike et al., 2007).

Části, které byly napadeny, usychají, mění barvu do šedozelené a rostou hůře. Pokud je léto horké a suché, jsou škody zpravidla největší. Nať, která je takto napadena, se nepoužívá ani k vaření, ani na zkrmování (protože by mohla způsobit střevní koliku). Kvůli šedavému povlaku se snižuje asimilační plocha rostliny, a díky tomu rostlina nefotosyntetizuje dostatečně, a má tak zhoršený růst oproti zdravému jedinci.

Ke klíčení spor je třeba vysoké vzdušné vlhkosti, ale přímá vlhkost na listech klíčení zpomaluje. Ideální podmínky pro rozmnožování patogenu jsou horké, suché a slunečné dny. To je důvodem, proč v našich podmínkách většinou k výraznému napadení dochází až okolo srpna (Eagri 2, 2017).

Houba přezimuje na napadené nati. Následný rok, až jsou podmínky příznivější pro vývoj (na jaře), se patogen šíří z plodniček svými výtrusy. Později se rozmnožuje nepohlavně pomocí konidií.

Tento patogen roste pouze na povrchu. Může se však dostat do buněk pokožky, a to díky haustoriím. Někdy se může šířit i semeny na velké vzdálenosti. Rozvoji patogenu napomáhá i nevyvážená výživa, a to především ve formě přehnojení dusíkem (Eagri 2, 2017).

Tato choroba byla před několika desítkami let relativně známou chorobou na petrželi a jen vzácnou chorobou na mrkvi. Dnes již patří mezi obvyklé a občas škodící choroby na mrkvi a naprosto obvyklou a středně škodlivou chorobu na petrželi.

Toto padlí se monitoruje preventivní obhlídkou stavu porostu, aby se přišlo na prvotní příznaky škůdce. Základní ochrana je likvidace posklizňových zbytků, také správná výživa, a to zejména nepřehnojování dusíkem, potom také hluboká orba a doporučuje se i dostatečná vzdálenost mezi hostiteli, jako je například mrkev a petržel. Je možno použít i ochrany pomocí bioagens nebo nechemické ochrany, mezi které můžou patřit různé rostlinné extrakty. Chemická ochrana se v rámci intenzivního pěstování používá zejména v půlce července po prvních příznacích a hlavně pokud se očekávají dlouhodobě suché, teplé a slunečné dny (Koike et al., 2007).

3.4 *Alternaria dauci* (J.G.Kühn) J.W.Groves&Skolko

Říše: *Fungi*

Podříše: *Dikarya*

Oddělení: *Ascomycota*

Pododdělení: *Pezizomycotina*

Třída: *Dothideomycetes*

Podtřída: *Pleosporomycetidae*

Řád: *Pleosporales*

Podřád: *Pleosporineae*

Čeleď: *Pleosporaceae*

Rod: *Alternaria*

Druh: *Alternaria dauci*

(NCBI, 2014)

Alternaria dauci je součástí výtrusných hub rodu *Alternaria*, jejichž společným znakem jsou velké konidie a dlouhý štíhlý vláknitý zobáček (Farrar et al. 2004).

První zmínky o *Alternaria dauci* pocházejí z Německa z roku 1855. Patogen řadíme mezi houbové patogeny, který způsobuje tzv. alternáriovou skvrnitost listů. Nejčastěji napadá mrkev a fenykl, ale celer nebo pastinák už ne, takže není spjata s celou čeledí. Tato závažná choroba se na konci devatenáctého století rozšířila po celém světě. V Izraeli dokonce dokázala zničit až 60% celé produkce mrkve. *A. dauci* se šíří převážně větrem, ale je možný i přenos dešťovou vodou, ve které by se mohly vyskytovat konidie. Přes zimu patogen přežívá na osivu a posklizňových zbytcích. K rychlému vývoji je zapotřebí dlouhotrvajících dešťů a teploty přesahující hranici 25°C. Při těchto podmínkách je šíření tohoto patogena velmi rychlé (Farrar et al. 2004).

3.4.1 Příznaky způsobené *A. dauci*

První příznaky se objevují na nejstarších listech v podobě malých žlutohnědých skvrnek se světlým lemováním, které mají v průměru asi jeden až dva milimetry. Tyto skvrny se postupem času zvětšují, až pokrývají celý list. Tyto listy jsou pak hnědočerného zbarvení. Patogen začíná svůj růst na nejstarších listech a směřuje postupem času k mladším. Toto zbarvení se začíná

projevovat zhruba mezi osmým a desátým dnem od napadení patogenem. Šíří se poté velmi rychle a zpravidla se objeví i na celé nati. Někdy se stane, že patogen se dostane i na kořeny, kde opět na povrchu vytváří hnědočerné skvrny. Tyto skvrny jsou ze začátku velmi malé, asi 1 - 2 mm, ale později se rozrostou tak moc, že vytvoří jednu velkou skvrnu (Koubová, 2005)

Další fáze se dá opět rozeznat na listech, které zežloutnou a začnou sesychat. Rostlina se brání kontinuálním vytvářením nových listů, ale nemá už energii na tvorbu kvalitního kořenového systému. Sice dochází k tvorbě kořenů, ale ty jsou pořadné a zakrnělé, což je pro rostlinu fatální a má dopad i na farmáře, protože se mrkev nedá vytáhnout na dopravník (Rod et al., 2005).

Choroba nenapadá pouze rostlinu, ale dostane se i na její semena. Pokud patogen napadne rostlinu v pozdější fázi, rostlina vytvoří semena, která budou infikována, a těmito semeny se bude dále šířit. Pokud *A. dauci* napadne rostlinu na začátku vegetace, tak rostlina nestihne vytvořit životaschopná semena, která by infekci rozšířila. V případě, že je rostlina napadena do tří týdnů od vzejití, bývá následkem zpravidla uhynutí celé rostliny (Rod et al., 2005).

A. dauci může ale způsobovat i padání klíčnicích rostlin, či relativně méně obvyklou černou strupovitost kořenů. V době tvorby květenství v semenných porostech je potom také příčinou úhynu kořenů (Farrar et al., 2004).

3.4.2 Ochrana vůči *A. dauci*

Za základní ochranu se dá považovat dostatečný časový odstup při pěstování hostitelských rostlin na jednom místě, který by měl být alespoň tři roky, také pěstování mrkve na slunných a vzdušných stanovištích. Mělo by se dbát na certifikované zdravé osivo, vysévání do řidších výsevů, dodržování správné závlahy a likvidování posklizňových zbytků. Různé odrůdy bývají různě náchylné. Účinné bývá moření semen nejrůznějšími specializovanými chemickými přípravky. Za vlhkého počasí je možné používat fungicidní přípravky (pokud nepěstujeme stylem ekologického zemědělství) (Farrar et al., 2004).

4 Materiál a metody

4.1 Použitý materiál a přístroje

Pro inkubaci izolátů při stálé teplotě, která byla 19,5°C, byl využit kultivační termostat. Pro rozlévání agarů a manipulaci s izoláty *A. dauci* byl využit laminární box (ESCO Laminar Flow Cabinet). Pro izolaci a následné uchování izolátů byly použity plastové Petriho misky o průměru 60 mm. Testy účinnosti esenciálních olejů byly provedeny v Petriho miskách o průměru 90 mm a následně měřeny posuvným digitálním pravítkem.

Využitá media: mrkvový agar s přídavkem fruktózy (MFA)

Složení: na 1 l živného média bylo využito: Vývar z 250g mrkve - po uvaření bylo odebráno 500 ml mrkvového vývaru a ten byl doplněn do objemu 1 l destilovanou vodou. Následně byl roztok doplněn 4 g fruktózy a 20 g agarů a celá směs byla sterilizována 20 min v tlakovém hrnci.

4.2 Izolace patogenu a získání čistých kultur

Patogen byl izolován 5. 9. 2016 z listů mrkve obecné seté (odrůda Fidra), která byla získána z pokusného a demonstračního pozemku ČZU. Izolace do čisté kultury byla provedena na MFA a to způsobem, kdy ve sterilním prostředí bylo vyříznuto infikované pletivo z listů a bylo vloženo na připravené MFA živné médium.

Bylo vybráno 9 vhodných izolátů patogenu *A. dauci*, každý izolát z jiné rostliny mrkve obecné. Jako desátý izolát byl použit novozélandský izolát *A. dauci*, kterou poskytl Čeněk Novotný, Ph.D. z Akademie věd České republiky.

Označení izolátů: NZ (referenční novozélandský izolát), S1, S2, F1, F2, F3, F4, F5, C1, C2 (námi získané izoláty).

4.3 Stanovení inhibiční aktivity při 0,1% koncentraci EO

Do zchlazeného agarů MFA (živné médium nesmí mít vyšší teplotu jak 40 °C kvůli možné degradaci účinných látek) byl přidán esenciální olej rozpuštěný v dimethylsulfoxidu DMSO (1:1) v množství, tak aby výsledná koncentrace EO v agaru byla 0,1 % (1000 µl/l). DMSO je rozpouštědlo, které bylo přidáno pro rovnoměrné rozmělnění esenciálního oleje do agarů. Po důsledném promíchání EO v agaru, byl následně agar rozlit do Petriho misek o průměru 90 mm a poté byl naočkován patogenem *A. dauci* pomocí sterilní jehly. Patogen byl 13 dnů

inkubován v termostatu při teplotě 19,5 °C. Pokus byl založen na šesti opakováních od každé varianty.

Byl zkoumán fungicidní účinek těchto vybraných olejů pocházejících z rostlin: *Pimpinella anizum*, *Cymbopogon winterianus*, *Foeniculum vulgare*, *Eugenia caryophyllus*, *Mentha spicata*, *Cinnamomum camphora*, *Salvia officinalis*, *Litsea cubeba*, *Origanum majorana*, *Pelargonium graveolens*, *Ocimum basilicum*, *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus citriodora*, *Cinnamomum ceylanicum*, *Lavandula hybrida* a *Lavandula angustifolia* v porovnání s kontrolní variantou.

Po 13 dnech byl vyhodnocen nárůstu mycelia pomocí automatického pravítka. A podle vzorce $x = 100 - (y / z * 100)$, kdy x je inhibice růstu patogenu v % po použití EO, y je výsledný nárůst mycelia v mm a z je průměr Petriho misky v mm, byla vypočítána inhibice růstu. Výsledky byly zpracovány v programu MS Excel.

4.4 Stanovení minimální inhibiční koncentrace esenciálních olejů

Esenciální oleje, u nichž byl prokázán inhibiční účinek při 0,1% koncentraci, byly použity dále ke zjištění MIC (minimální inhibiční koncentrace) za pomoci kultivace daného patogenu na sérii koncentrací esenciální látky v agaru. Bylo vybráno 5 izolátů, u kterých byly provedeny testy stanovení MIC: S2, F1, F5, C1, C2. Byly zkoumány esenciální oleje z: *Cinnamomum ceylanicum*, *Thymus vulgaris*, *Pelargonium graveolens*, *Cymbopogon winterianus*, *Eugenia caryophyllus* a *Litsea cubeba*.

Bylo vytvořeno 5 koncentrací:

0,1 %	1000 µl EO/ v l živného media
0,08 %	800 µl/l + 200 µl DMSO
0,06 %	600 µl/l + 400 µl DMSO
0,04%	400 µl/l + 600 µl DMSO
0,02%	200 µl/l + 800 µl DMSO

Do kontrolní varianty byl přidán pouze DMSO. Testy byly provedeny v šesti opakováních. Vyhodnocení testu bylo opět stanoveno s ohledem na růst mycelia patogenu na kontrolní variantě.

Nárůst mycelia byl změřen automatickým pravítkem a výsledky byly zpracovány v programu MS Excel.

5 Výsledky

5.1 Stanovení inhibiční aktivity při 0,1% koncentraci EO

Výsledky inhibičního účinku 16 esenciálních olejů, které byly testovány u 10 izolátů *A. dauci* jsou uvedeny v tabulce 1. Inhibiční účinek je uveden jako průměr 6 opakování. Z následující tabulky vyplývá, že velmi účinné silice se 100% inhibičním efektem při použité 0,1% koncentraci jsou látky z *Eugenia caryophyllus* a *Cinnamomum ceylanicum*. Další esenciální oleje způsobovaly menší inhibici růstu – *Cymbopogon winterianus*, *Litsea cubeba*, *Pelargonium graveolens* a *Thymus vulgaris*. Protože tyto silice způsobily inhibice růstu patogenu, byly dále zkoumány v koncentračních řadách za účelem zjištění minimální inhibiční koncentrace jednotlivých olejů na patogen *A. dauci*.

Tabulka 1: Průměrný inhibiční účinek na růst mycelia (průměrná hodnota šesti opakování)

Esenciální olej z	Inhibiční účinek EO (%)										Průměr celkový (%)
	S1	S2	F1	F2	F3	F4	F5	C1	C2	NZ	
<i>Pimpinella anizum</i>	0	0	56,1	0	50,2	0	0	0	0	0	10,6
<i>Cymbopogon winterianus</i>	83,5	100	100	100	64,9	18,2	100	0	43,4	100	71
<i>Foeniculum vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70,4	7,04
<i>Eugenia caryophyllus</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Mentha spicata</i>	0	0	0	0	0	0	87,1	0	0	0	8,71
<i>Cinnamomum camphora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54,6	5,46
<i>Salvia officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Litsea cubeba</i>	64,2	100	93,9	88,4	0	0	98,7	53,8	57,8	100	65,68
<i>Origanum majorana</i>	0	0	0	0	0	0	21,9	0	0	0	2,19
<i>Pelargonium graveolens</i>	63,8	100	71,1	99,4	0	0	100	0	0	100	53,43
<i>Ocimum basilicum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thymus vulgaris</i>	100	100	98,6	100	81,4	76,7	100	84,3	70,25	96,9	85,98
<i>Eucalyptus citriodora</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cinnamomum ceylanicum</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Lavandula hybrida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lavandula angustifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kontrola	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

5.2 Stanovení minimální inhibiční koncentrace esenciálních olejů

Esenciální oleje, které při koncentraci 0,1 % způsobily 50 - 100% inhibiční účinek izolátů *A. dauci*, byly testovány u 6 izolátů v koncentračních řadách za účelem stanovení minimální inhibiční koncentrace. V následujících tabulkách je uveden inhibiční účinek esenciálních látek u jednotlivých použitých koncentrací.

Tabulka 2: Minimální inhibiční koncentrace vybraných olejů

Esenciální olej	MIC
<i>Cymbopogon winterianus</i>	0,10%
<i>Litsea cubeba</i>	0,08%
<i>Eugenia caryophyllus</i>	0,08%
<i>Pelargonium graveolens</i>	0,08%
<i>Thymus vulgaris</i>	0,02%
<i>Cinnamomum ceylanicum</i>	0,02%

Eugenia caryophyllus - minimální inhibiční koncentrace u této silice byla stanovena na 0,08 % i přes nárůst mycelia u izolátu S2 (Viz kapitola přílohy - obr. 1).

Pro esenciální olej z *Litsea cubeba* byla stanovena minimální inhibiční koncentrace 0,08% (Viz kapitola přílohy - obr. 3).

Cymbopogon winterianus - minimální inhibiční koncentrace u esenciální látky z *C. winterianus* byla stanovena na 0,1 % (Viz kapitola Přílohy - obr. 4.).

Pelargonium graveolens - při nejvyšší koncentraci látky byla inhibice růstu patogenu 100% a postupně inhibiční efekt klesal až do bodu, kdy byl téměř nulový při koncentraci 0,02 %. Minimální inhibiční koncentrace byla stanovena na 0,08 % (Viz kapitola přílohy – obr. 6).

Silice z *Cinnamomum ceylanicum* je podle výsledků jednou z nejúčinnějších silic a její minimální inhibiční koncentrace se předpokládá menší než 0,02 % (Viz kapitola - obr. 2).

Thymus vulgaris - minimální inhibiční koncentrace byla stanovena na 0,02 % (Viz kapitola přílohy - obr. 5).

6 Diskuze

Účinky esenciálních olejů byly zkoušeny na patogenu *Colletotrichum acutatum*, který způsobuje antraknózu na višni a na jahodníku. Bylo zkoumáno 21 esenciálních olejů ve třech koncentracích (1%, 0,1%, 0,01%). Při 1% koncentraci byly úspěšné téměř všechny oleje. Ovšem absolutní inhibici růstu mycelia patogenu při nejnižší koncentraci vykazovaly pouze dva oleje, a to olej ze skořice (*Cinnamomum aromaticum*) a z tymiánu (*Thymus vulgaris*) (Tóth et al. 2012). Podobných výsledku bylo dosaženo i v našem výzkumu a to, že silice ze skořice (*Cinnamomum ceylanicum*) a z tymiánu (*Thymus vulgaris*) vykazovaly absolutní inhibici růstu patogenu a to i při nízkých koncentracích (0,02 %).

Bakalářská práce, která se zabývala růstem patogenu *Phytophthora infestans* na bramboru, prokázala absolutní inhibiční účinky růstu patogenu v koncentraci 0,1 % u olejů z *Cymbopogon winterianus*, *Litsea cubeba*, *Mentha spicata*, *Pelargonium graveolens* a *Thymus vulgaris* (Bařová, 2015). Ve vlastním výzkumu esenciální olej z *Mentha spicata* nedosáhl dobrého inhibičního efektu ani při koncentraci 0,1 %. Ostatní oleje inhibovaly růst patogenu s obdobnými výsledky.

U patogenu *Stromatinia cepivora* bylo zkoumán, jak bude reagovat s různými silicemi. Silice z *Litsea cubeba* byla proti tomuto patogenu úspěšná až do koncentrace 0,25 %. Dále růst neinhibovala. Silice z *Thymus vulgaris* byla obdobně úspěšná a její účinek také končil na koncentraci 0,25 %. *Mentha spicata* měla inhibiční účinky, ale pouze v testované koncentraci 1 %. Dále růst neinhibovala. Silice z *Pelargonium graveolens* měla efekt pouze do koncentrace 0,5 %, v nižších koncentracích nebyl účinek zřejmý (Kolesová, 2014). Ve vlastním výzkumu silice z *Litsea cubeba* inhibovala růst patogenu až do koncentrace 0,08 %, silice z *Thymus vulgaris* až do koncentrace 0,02 %, *Mentha spicata* neprokázala dobré vlastnosti ani při koncentraci 0,1 % a silice z *Pelargonium graveolens* úspěšně inhibovala růst patogenu až do koncentrace 0,08 %.

Na patogenu *Sclerotinia sclerotiorum* byly testovány silice z *E. caryophyllus*, *Litsea cubeba* a *Thymus vulgaris*. Bylo zjištěno, že *E. caryophyllus* inhibovala růst pouze v koncentraci 0,1 %. Dále už tato silice neinhibovala růst vůbec. *Litsea cubeba* inhibovala růst ze sta procent do koncentrace 0,06 %. Při koncentraci 0,04 % inhibovala tato silice pouze z dvaceti procent. *Thymus vulgaris* inhiboval růst do koncentrace 0,06 %. Ve slabších koncentracích již neinhiboval růst vůbec (Hrnčířová, 2016). Ve vlastním výzkumu silice z *E. caryophyllus* inhibovala růst patogenu do koncentrace 0,08 % stejně jako silice z *Litsea cubeba*. Silice z *Thymus vulgaris* v našem výzkumu byla lepším inhibitorem a měla účinek až do koncentrace 0,02 %.

7 Závěr

Literární rešerše na téma alternativní způsoby ochrany zeleniny proti houbovým chorobám byla vypracována na základě dostupné české i zahraniční literatury.

Úspěšně byl sestaven praktický pokus v *in vitro* podmínkách, kdy byl sledován účinek 16 esenciálních olejů na růst izolátů patogenu *Alternaria dauci* na mrkvi obecné seté (*Daucus carota* subsp. *sativus*) v koncentraci 0,1 %. Jako oleje s největším inhibičním účinkem byly stanoveny oleje z *Eugenia caryophyllus*, *Litsea cubeba*, *Cymbopogon winterianus*, *Pelargonium graveolens*, *Cinnamomum ceylanicum*, *Thymus vulgaris*.

U esenciálních olejů z druhé fáze testování byla stanovena minimální inhibiční koncentrace. Nejlepších výsledků dosáhly oleje z *Cinnamomum ceylanicum* a *Thymus vulgaris*, které prokázaly největší možný potenciál pro další využití. Jejich minimální inhibiční koncentrace se pohybuje pod hranicí 0,02 %.

Výsledky získané v této práci poslouží jako základ pro další výzkum.

Hypotéza, že existence esenciálních olejů, které mají fungicidní účinek na houbové patogeny zeleniny, v tomto případě na patogen *A. dauci*, byla potvrzena. Esenciální oleje mohou být vhodnou ekologickou alternativou k průmyslově vyráběným fungicidům.

8 Zdroje

- Burdock, G. A. 2004. *Fanarali's Handbook of Flavor Ingredients, Fifth Edition*. Boca Raton, FL. CRC Press. p. 1864. ISBN 9780849330346
- Bertová, L., Goliášová, K. 1995. *Flóra Slovenska V/1: Mentha spicata*. VEDA, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. Bratislava, SK. p. 504. ISBN: 80-224-0349-0.
- Baťová, T., 2015. Účinnost esenciálních olejů na původce plísně bramboru. Česká zemědělská univerzita. Závěrečná práce.
- Brooks, G. T. 1999. *Pesticide Chemistry and Bioscience* edited by G. T. Brooks and T. R. Roberts. Published by the Royal Society of Chemistry. p. 438. ISBN 9781845698416.
- Farrar, J., Pryos, B. M., Davis, M. 2004. *Alternaria Diseases of Carrot*, Plant Disease, Volume 88, Number 8. ISSN: 0191-2917
- George, R. A. 2009. *Vegetable seed production*, 3rd ed. Cambridge, MA. CABI, 2009. p. 320. ISBN 18-459-3521-7.
- Haverkate, F., Tempel, A., Den Held A. J. 1969. Interaction of 2,4,5-trichlorophenylsulphonylmethyl thiocyanate with fungal spores. *Netherlands Journal of Plant Pathology*. Netherlands. Volume 75. Pp 308. DOI: 10.1007/BF02015493
- Hussey, B. M. J. 1997. *Westernweeds : a guide to the Seeds of Western*. Australia South Perth, W. A. Plant Protection Society of W. A. p. 254. ISBN 0-646-32440-3, 1997
- Hrnčířová, R. 2016. Účinnost esenciálních olejů na vybrané patogeny rostlin. Česká zemědělská univerzita. Praha. Závěrečná práce
- Janssen, A. M., Scheffer, J. J. C., Baerheim Svendsen, A. 1987. *Planta Medica*. Netherlands. Volume 53/5. p. 395. DOI: 10.1055/s-2006-962755
- Janča, J., Zentrich, J. (1994). *Herbář*. 1. vyd. EMINENT. Praha. 288 s. ISBN80-85876-02-7.
- Jain N., Aggarwal, K. K., Syamasundar, K. V., Srivastava, S. K., Kumar, S. 2001. Essential oil composition of geranium (*Pelargonium sp.*) from the plains of Northern India. *Flavour and Fragrance Journal*. Volume 16/1. p. 44. DOI: 10.1002/1099-1026
- Mercola, J., Pearsall, K. 2007. *Také Control of Your Health*. Vydavatelství Mercola.com. ISBN: 978-0970557414
- Kolesová, P. 2014. Účinnost esenciálních olejů na vybrané významné patogeny zeleniny. Česká zemědělská univerzita. Praha. Závěrečná práce.

- Kybal, J., Kaplická, J. 1988. Naše a cizí koření. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 224 s. ISBN 07-027-88
- Baser, K., H., C., Buchbauer G. 2010. Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications, Second Edition. CRC Press. ISBN-13: 978-1466590465
- Lawless, J. 2002. The Encyclopaedia of Essential Oils. Thorsons. London, UK. pp 70-83. ISBN 1-85230-661-0.
- Latijnhouwers, M., de Wit, P.J., Govers, F.2003. Oomycetes and fungi: similar weaponry to attack plants. Trends in Microbiology. Elsevier Current Trends. Volume 11. p. 462. DOI: 10.1016/j.tim.2003.08.002
- Malý, I. 1998. Polní zelinářství. Agrospoj. Praha. 196 s. ISBN 8023942328
- Malý, I., Petříková, K. 1998. Základy pěstování kořenové zeleniny. Vyd. 1. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. 48s. ISBN 80-7105-162-4.
- Metcalf, R. J., Shaw, M. W., Russell, P. E. 2000. The effect of dose and mobility on the strength of selection for DMI (sterol demethylation inhibitors) fungicide resistance in inoculated field experiments. Plant Pathology. Volume 49. p. 546-557 ISSN: 1365-3059
- Mueller, D. 2013. Fungicides: Terminology. Iowa State University. PMID:14557029
- Paranagama, P. A. 1991. Analysis of Sri Lankan Essential Oils by Gas Chromatography and Mass Spectroscopy. Colombo. Sri Lanka: ITI.
- Paulien, B. G. 1995. The Divine Prescription and Science of Health and Healing. Library of Congress Catalog Card No. 94-61325. ISBN: 1-57258-017-8
- Pavela, R. 2011. Botanické pesticidy. Kurent. České Budějovice. 128 s. ISBN: 978-80-8711-126-0
- Pekárková, E. 2004. Pěstujeme mrkev, ředkvičky a další kořenové zeleniny, 1.vyd. Grada Publishing. Praha. ISBN 80-247-0744-6.
- Petříková, K., Hlušek, J. 2012. Zelenina, 1. Vydání. Profi Pres. Praha. 191 s. ISBN: 978-80-86726-50-2.
- Ravindran, P. N., Nirmal Babu, K., Shylaja, M. 2004. Cinnamon and Cassia: The genus Cinnamomum. CRC Press. ISBN 978-0-415-31755-9.
- Rod, J., Hluchý, M., Zavadil, K., Prášil, J., Sommsich, I. M., Zacharda, M. 2005. Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy. Finidr. Brno. ISBN: 8090187439.

- Spilková, J., Martin, J., Siatka, T., Tůmová, L., Kašparová, M. 2016. Farmakognozie. Karolinum. Praha. ISBN: 978-80-246-3264-3
- Sierotzki, H. 2000. Mode of resistance to respiration inhibitors at the cytochrome bc1 enzyme komplex of *Mycosphaerella fijiensis* field isolates. Pest Management Science. PMID: 12233175
- Tomko, J. 1989. Farmakognózia. Martin. Osveta. ISBN: 80-8063-014-3
- Tóth, A., Petróczy, M., Nagy, G., Palkovics, L. 2012. Essential Oils in Plant Protection and Post harvest Control of *Colletotrichum acutatum*. University of Budapest.
- Worwood, V. A. 1991. The Complete Book of Essential Oils and Aromatherapy. New World Library. ISBN-10: 0931432820.
- Valíček, P. 2006. Technické a siličnaté rostliny. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-936-X
- Volak, J., Stodola, J., Severa, F. 1983. Das große Buch der Heilpflanzen. Artia-Verlag. Praha. BN: BN8441-121
- Xi-wen Li; Jie Li; van der Werff, H. cit. 23. března 2017. *Cinnamomum camphora*. Flora of China. Missouri Botanical Garden. St. Louis. MO & Harvard University Herbaria. Cambridge, MA. Vol. 7. p. 102, 167, 175
- Zinovieff, K. 1996. Essential Health – The Complete Aromatherapy Guide. London Natural HealthPress. London. ISBN 10: 0952782502
- Zelený, V. 2005. Rostliny Středozeří. Academia. Praha. ISBN: 80-200-1224-9.
- Zwiers, L. H. 2003. ABC transporters of the beat patogen *Mycosphaerella graminicola* function as protectants against biotic and xenobiotic toxic compounds. Molecular Genetics and Genomics. Volume 269. 499-507. ISBN 90-5808-613-5
- Fournet, J. 2002. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique. Nouvelle édition revue et augmentée. CIRAD, Montpellier – Gondwana Editions. La Trinité. 2538 pp. ISBN: 978-2-87614-489-7
- Baclíková, B., Paulusová, H. 2012. Vliv silic a jejich hlavních účinných látek na mikroorganismy a na archivní materiál. Praha. Národní archiv [on line] [citace 19. dubna 2017] dostupné z <<http://www.nacr.cz/Z-files/silice/silice.pdf>>
- Eagri. Biopotraviny. [on line] [cit. 11. duben 2017]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/biopotraviny>>

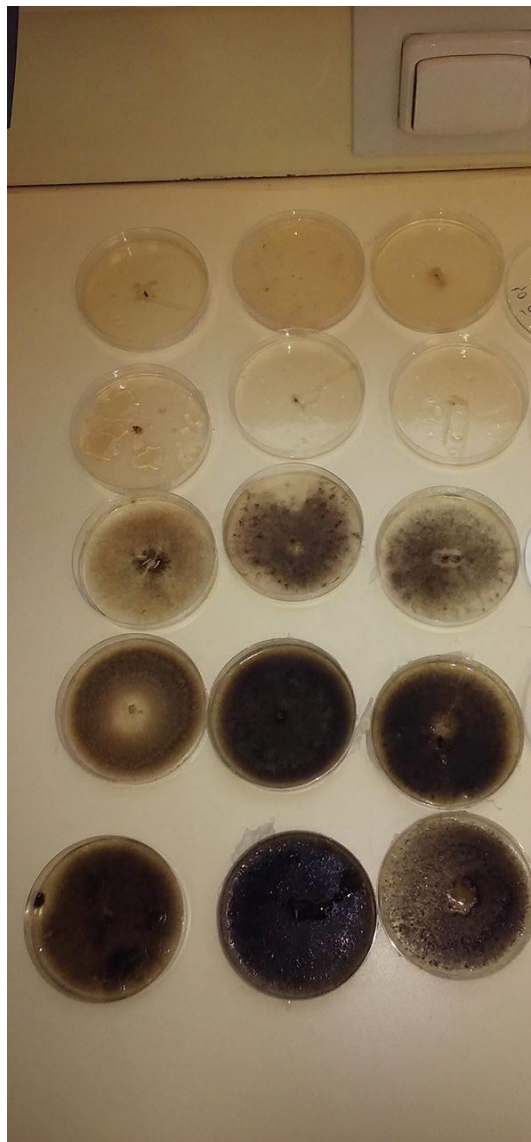
Grygárková, S. 2007. Šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*) [online]., [cit. 5. březen 2017]. Dostupné z <<https://www.celostnimedicina.cz/salvej-lekarska-salvia-officinalis.html>>

Koubová, D. 2005. Ochrana proti skvrnitosti listů mrkve. Článek 32297. [on line] [cit 18. dubna 2017]. Dostupné z <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=1&typ=1&val=32297&ids=112>>

Eagri 1. Černá hniloba mrkve. [on line]. [cit. 2. březen 2017]. Dostupné z <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#ior|met:801f764044b7051e7ffaf7d373004e5c|kap1:choroby|kap:fb76ac5365a9ea1a51de477466324e6f>

Eagri 2. Padlí miříkovitých. [on line]. [cit. 2. březen 2017]. Dostupné z<http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#ior|met:801f764044b7051e7ffaf7d373004e5c|kap1:choroby|kap:f6c7068969f8245d64689ec1e57b3f66>

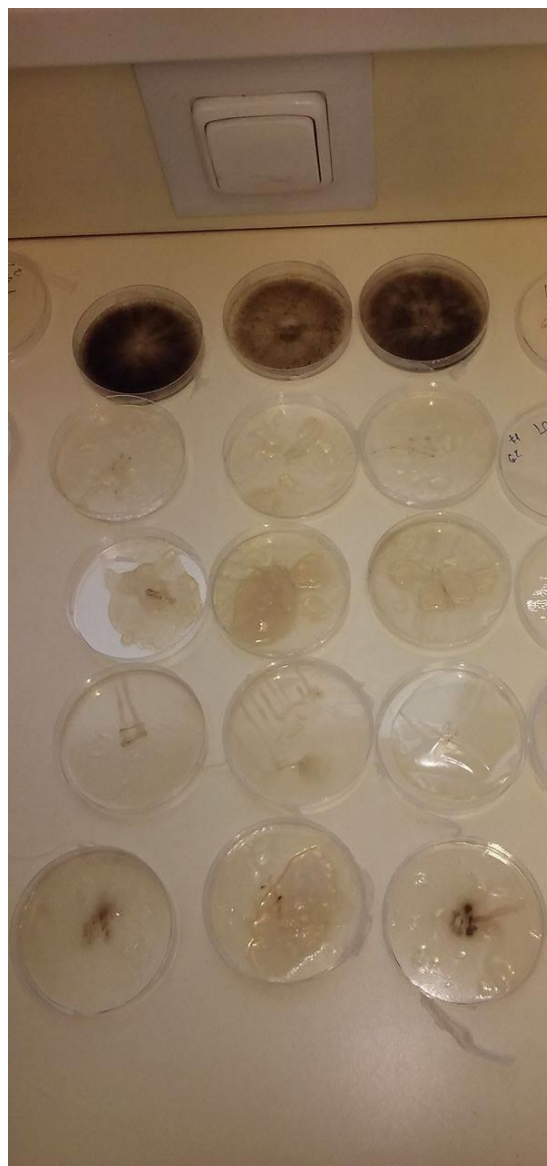
9 Přílohy



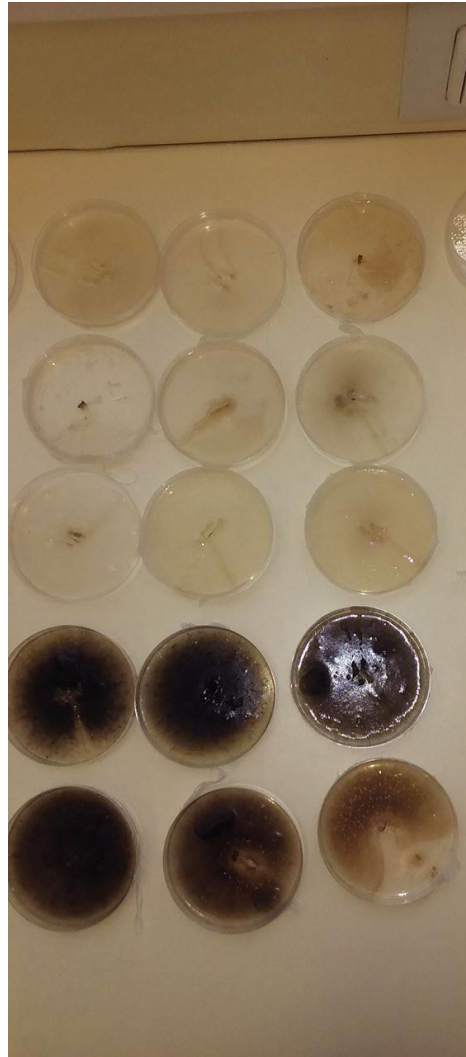
Obrázek 1: Koncentrační řada *Eugenia caryophyllus* – koncentrace od 0,1 % (nahore) do 0,02 % (dole)



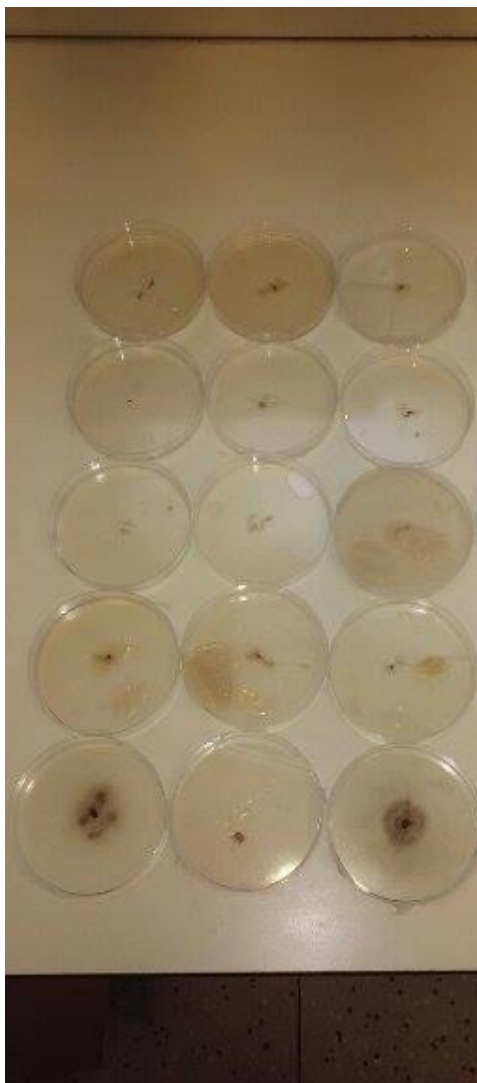
Obrázek 2: Koncentrační řada *Cinnamomum ceylanicum* – koncentrace od 0,1 % (nahore) do 0,02 % (dole)



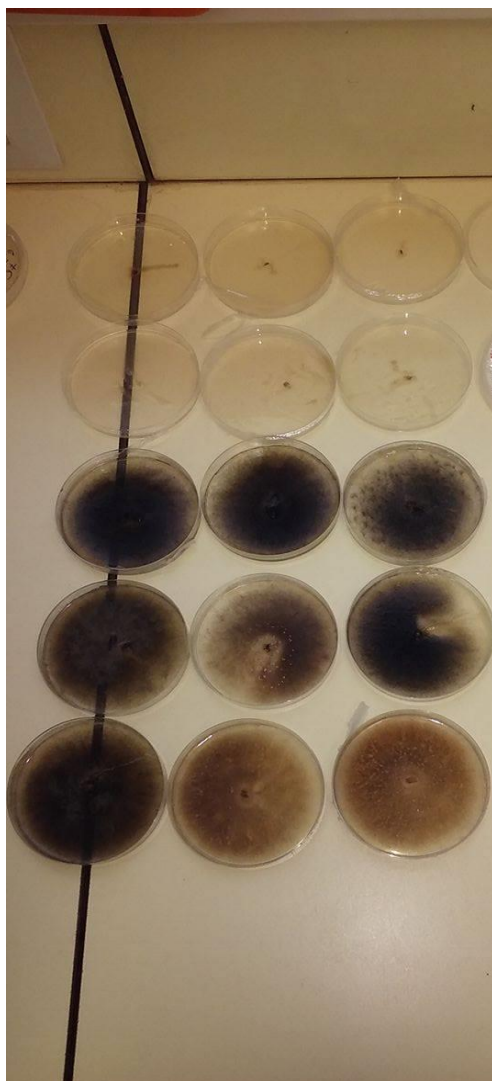
Obrázek 3: Koncentrační řada *Litsea cubeba* – koncentrace od 0,1 % (nahore) do 0,02 % (dole)



Obrázek 4: Koncentrační řada *Cymbopogon winterianus* – koncentrace od 0,1 % (nahore) do 0,02 % (dole)



Obrázek 5: Koncentrační řada *Thymus vulgaris* – koncentrace od 0,1 % (nahore) do 0,02 % (dole)



Obrázek 6: Koncentrační řada *Pelargonium graveolens* – koncentrace od 0,1 % (nahore) do 0,02 % (dole)



Obrázek 7: Kontrola