

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



Účinnost botanických fungicidů na sněti u obilnin

Bakalářská práce

Autor práce: Jonáš Hnátek

Vedoucí práce: prof. Ing. Pavel Ryšánek, CSc.

© 2013 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Účinnost botanických fungicidů na sněti u obilnin" jsem vypracoval 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 autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Pavlu Ryšánkovi, CSc., vedoucímu mé bakalářské práce, za rady a věcné připomínky. Dále také Ing. Janě Těšíkové za pomoc a praktické rady při realizaci pokusů.

Souhrn

Bakalářská práce se věnuje problematice botanických pesticidů a jejich fungicidním účinkům na sněti. Tato problematika je v současnosti často probíraným tématem, jak ze strany odborné, tak i laické veřejnosti. Vzhledem k nadměrnému užívání syntetických pesticidů, které zbytečně zatěžují životní prostředí a jsou používány v míře často překračující riziková množství. Botanické pesticidy proti běžně používaným chemickým přípravkům nabízejí mnoho výhod. Jednou z nejpodstatnějších předností je to, že si škůdci a rostlinné patogeny nevytvářejí rezistenci, kvůli jejich složitému komplexnímu složení - obsahují velké množství mechanismů účinku. Vytváření rezistence je v této době jedním z největších problémů ochrany rostlin a právě použití botanických pesticidů by mohlo být určitým řešením. Část literárního přehledu je tedy věnovaná obecně botanickým pesticidům, jejich historii a využití. Větší část se ovšem věnuje již zmiňovaným snětím rodu *Tilletia*, jejichž nejčastějším hostitelem je pšenice setá, která je v současnosti jednou z nejvíce pěstovaných obilnin. Práce se věnuje jejich historii, rozšíření, významu a morfologii.

V metodické části bylo cílem otestovat vliv vybraných rostlinných esencí na klíčení spor sněti mazlavé pšeničné (*Tilletia caries*) a sněti zakrslé pšeničné (*Tilletia controversa*), jakožto nejvýznamnějších patogenních druhů snětí rodu *Tilletia*.

Byly testovány jednotlivé rostlinné esence, jejich kombinace i některé jejich konkrétní čisté chemické složky. Na *T. caries* bylo použito 10 rostlinných esencí i 3 čisté látky a 8 esencí na *T. controversa*, to vše v různých koncentracích. Byl testován jak kontaktní, tak i fumigační účinek. Rostlinná esence z *Ocimum basilicum* prokázala nejvyšší inhibiční účinky na klíčení spor obou snětí. Podrobné výsledky jsou uvedeny v tabulkách a následně vyhodnoceny slovně i pomocí grafů.

Klíčová slova: Sněť mazlavá pšeničná, sněť zakrslá pšeničná, rostlinné esence, ochrana rostlin.

Summary

Problems of botanical pesticides and their fungicidal effects on viscous bunts are presented in this Bachelor's work. Nowadays these questions are often discussed both in scientific and laical publicity. In face of excessive usage of synthetic pesticides. They apply an useless load to environment and they are used in amount often run over risk quantities. Botanical pesticides give many advantages in comparison with common used chemical preparation. One of their essential priority is the fact, that plant pests aren't able to make resistance because of their complicated complex of composition – they contain a big amount of mechanism of effect. Producing resistance is one of the biggest problems of protection plants this time and using botanical pesticides could be just solution.

Part of literary survey is applied to botanical pesticides in general, their history and usage. The bigger part is applied to mentioned viscous bunts of the genus *Tilletia*, whose the most frequent treater is wheat. This time is wheat one of the top grown crop-plant. This work is addressed to their history, importance and morphology.

The aim of metodical part was to test the effect of select natural extracrns for germination spores of common bunt (*Tilletia caries*) and dwarf bunt (*Tilletia controversa*).

Particular plant essences were tested as well as some of their extensional chemical compounds. 10 plant essences and 3 pure chemical compounds were tested on *T. caries* and 8 plant essences were used on *T. controversa*. All were used in various concentrations. Both contact and fumigation effect was tested. Plant essence from *Ocimum basilicum* showed the highest inhibitory effects on the germination of spores of both bunts. Results are given in charts and in consequence interpreted verbally as well as by way of graphs.

Key words: Common bunt, dwarf bunt, plant essences, plant protection.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce.....	9
3. Literární přehled	10
3.1. Obilniny.....	10
3.2. Sněti rodu <i>Tilletia</i>	11
3.2.1. Taxonomické zařazení	11
3.2.2. Historie.....	11
3.2.3. Příznaky napadení.....	12
3.2.4. Škodlivost a význam	13
3.2.5. Rozšíření	14
3.2.6. Morfologie	15
3.2.7. Životní cyklus	16
3.3. Zásady fungicidní ochrany pšenice	17
3.4. Botanické pesticidy	18
3.4.1. Charakteristika.....	18
3.4.2. Historie ochrany rostlin a botanických pesticidů	19
3.4.3. Původ účinnosti botanických pesticidů	21
3.4.3.1. Primární metabolity rostlin	21
3.4.3.2. Sekundární metabolity rostlin.....	21
3.4.4. Využití botanických pesticidů	21
3.4.5. Rozdělení botanických pesticidů.....	22
3.4.5.1. Botanické pesticidy první generace	22
3.4.5.2. Botanické pesticidy druhé generace	22
3.4.5.3. Botanické pesticidy třetí generace	22
3.4.6. Esenciální oleje.....	22
3.4.6.1. Extrakce	23

4.	Materiál a metody	24
5.	Výsledky	26
5.1.	Zkoušené rostlinné esence působící na klíčení spor <i>T. caries</i>	26
5.2.	Zkoušené rostlinné esence působící na klíčení spor <i>T. controversa</i>	34
6.	Diskuse.....	40
7.	Závěr	43
8.	Literární zdroje	44
9.	Seznam obrázků.....	49
10.	Seznam tabulek.....	49
11.	Seznam grafů	52

1. Úvod

Obilniny patří k nejdůležitějším plodinám z hlediska ekonomického, agronomického i spotřebitelského. Pěstují se pro zrno k lidské výživě (mouka, chléb a pečivo), ke krmení hospodářských zvířat, k průmyslovému zpracování (mlynářské, pekařské a cukrářské výrobky, výroba lihu, škrobu, lepku i piva) a na osivo. Zrno obilnin můžeme dlouhodobě skladovat, vedlejší produkt slámu zkrmujeme, podestýláme a také zaoráváme. V posledních několika letech jsou obilniny spojovány s termínem zdroj rychle obnovitelné energie (Kuchtík, 1995).

U nás je nejvýznamnější obilninou pšenice a ve světě představuje přibližně 27 % veškeré produkce obilnin. Napadení porostu jakýmkoli patogenem snižuje výnos a má vliv i na kvalitu sklizeného zrna. Význam napadení pšenice snětivostí závisí na četnosti napadených klasů. Při ojedinělém výskytu nebezpečí nehrozí, ale větší množství napadených klasů znamená především zhoršení kvality sklizně a výrazně horší podmínky pro uplatnění sklizně na trhu (Prokinová a kol., 2011).

V celých dějinách pěstování plodin se setkáváme se snahou člověka chránit je před chorobami a škůdci. Za tímto účelem člověk hledal vhodné metody ochrany. Těch je v současné době k dispozici poměrně velké množství, ale přesto se nedaří úplně zabránit poškození zdraví porostů, a hledání efektivních ochranných metod, které nebudou zátěží pro životní prostředí, pokračuje. V současnosti je u polních plodin nejčastěji využívána chemická ochrana (Kazda a kol., 2010).

Problémy spojené s nadměrným používáním syntetických pesticidů, jako například rezidua v potravním řetězci a vznik rezistentních populací patogenů a škůdců, vedly ke striktním zákazům používání některých přípravků a k hledání nových environmentálně a zdravotně přijatelných alternativ ochrany rostlin. A právě návrat ke „starým, osvědčeným“ extraktům z rostlin a vývoj nových, mnohdy všestrannějších a bezpečnějších botanických pesticidů, je právem považován za jednu z přijatelných alternativ ochrany rostlin (Pavela, 2011).

2. Cíl práce

Cílem práce je otestování vlivu vybraného souboru rostlinných esencí na klíčení spor sněti mazlavé pšeničné (*Tilleti caries*) a sněti zakrslé pšeničné (*Tilletia controversa*) v *in vitro* podmínkách.

3. Literární přehled

3.1. Obilniny

Pšenice je jednou z nejstarších kulturních plodin. Začátky jejího pěstování jsou spojeny se vznikem zemědělství. Když našel neolitický člověk na Středním východě asi před 10 000 lety trávy, které mohl sklízet a jejichž semena zasel do půdy, aby z nich v příštím roce vzešla bohatší úroda, položil základy k novému vztahu mezi rostlinami a lidmi. Objevil obilí, z něhož vzešel zázrak zemědělství: kulturní obiloviny. Nejstarší nálezy se vztahují k pěstování pšenice jednozrnky a dvouzrnky (Went, 1979).

U nás pěstované obilniny patří do čeledě lipnicovitých. Plodem je obilka, která je uložena v plevách a pluchách. Lipnicovité rostou téměř po celém světě, místy udávají ráz vegetaci velkých území (stepi, prairie, pampy). Jsou mezi nimi nejvýznamnější hospodářské plodiny (Kubát a kol. 1998).

Pšenice setá je jednou z nejrozšířenějších plodin ve světě i u nás. Druh pšenice setá se z botanického hlediska dělí na čtyři variety podle barvy (bílá a červená) a osinatosti klasu (osinatý a bezosinný). Nejrozšířenější je varieta s klasem bílým bezosinatým, patří k ní většina našich odrůd (Viktora, 1977).

Dalšími z celkem asi 20 známých druhů pšenice jsou pšenice tvrdá, pšenice špalda, pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka, pšenice polská a pšenice naduřelá. Jednotlivé druhy se dále pěstují v jarní a ozimé formě.

Pšenice je jednoletá rostlina ozimého charakteru, je samosprašná a částečně i cizosprašná. Je 0,4 – 1,6 m vysoká. Kořeny dorůstají do hloubky 0,5 m. List má blanitý jazýček a úzká, dlouze brvitě chlupatá ouška. Květenství je bezosinný nebo osinatý lichoklas. Zrno je nahé, až 8 mm dlouhé a až 4 mm široké, vejčitého tvaru s rýhou. HTS kolísá od 30 – 60 g a objemová hmotnost se pohybuje od 75 do 85 kg.hl⁻¹. Zrno pšenice v plné zralosti obsahuje v průměru 12,5 % bílkovin, 65,5 % škrobu, 1,7 % tuků, vitamíny skupiny B, E a některé minerální látky (P i K) (Sobota, 2011).

I když nepatří mezi nejpočetnější čeledi (asi 9 tisíc druhů), představují lipnicovité v celosvětovém měřítku nejrozšířenější a ekonomicky zdaleka nejvýznamnější čeleď krytosemenných rostlin (obilniny, píceiny). Nejvýznamnější je skupina kulturních trav, zejména pšenice setá (*Triticum aestivum*), žito seté (*Secale cereale*), ječmen setý (*Hordeum vulgare*), oves setý (*Avena sativa*), dále rýže setá (*Oryza sativa*), kukuřice setá (*Zea mays*) a cukrovník lékařský (cukrová třtina, *Saccharum officinarum*) (Kincl, 2006).

Obilniny se ve většině zemědělských podniků pěstují na více než polovině orné půdy a mnohde přesahuje jejich zastoupení i 60 % všech osevních ploch (Vaněk a kol., 2007).

Na základě výsledků soupisu ploch osevů ČSÚ k 31.5. 2011 dosáhla výměra všech obilnin pěstovaných pro sklizeň v roce 2011 celkové rozlohy 1468,1 tis. ha. Zcela dominantní roli mezi obilninami hraje ozimá pšenice. K 31. 5. 2011 bylo v ČR pěstováno 805,8 tis. ha ozimé pšenice. Ozimá pšenice znovu překročila hranici 50 % zastoupení ve struktuře osevních ploch obilnin a dosáhla úrovně 54,9 %. (Divišová a kol. 2011). Celkově je pšenice ve světě na třetím místě po kukuřici a rýži (Prokinová a kol., 2011).

3.2. Sněti rodu *Tilletia*

3.2.1. Taxonomické zařazení

Tab. 1. Taxonomické zařazení *T. caries* a *T. controversa* (Zdroj: Mycobank, 2012)

Říše	<i>Fungi</i>
Oddělení	<i>Basidiomycota</i>
Pododdělení	<i>Ustilaginomycotina</i>
Třída	<i>Exobasidiomycetes</i>
Podtřída	<i>Exobasidiomycetidae</i>
Řád	<i>Tilletiales</i>
Čeleď	<i>Tilletiaceae</i>
Rod	<i>Tilletia</i> spp.
Druh	<i>Tilletia caries</i> – sněť mazlavá pšeničná
	<i>Tilletia controversa</i> – sněť zakrslá

3.2.2. Historie

Rod *Tilletia* má okolo 140 známých druhů. *Tilletia* je v rodu s *Conidiosporomyces*, *Erratomyces*, *Ingoldiomyces*, *Neovossia* a *Oberwinkleria*. Všechny rody kromě *Erratomyces*, který parazituje na *Fabaceae*, mají jako hostitele *Poaceae*. Dříve bylo několik druhů *Tilletia* považováno různými mykology za *Neovossia*, kvůli podobnému charakteru bazidiospor. Rozeznávání těchto dvou rodů je stále v průběhu, ale Vánky (2002) už považuje *Neovossia* za samostatný rod.

Rod *Tilletia* byl pojmenován bratry Tulasneovými v roce 1847 na počest M. M. Tilleta, který se tímto patogenem u pšenice zabýval už v roce 1755 (Mathre, 2000).

Tillet charakterizoval organismus způsobující mazlavou sněť pšeničnou a dále popsal i životní cyklus této houby (Hewit, 1998).

První písemné záznamy o výskytu snětí na území České republiky sahají do 40. let 19. století. Sněť zakrslá byla v ČR do roku 1996 zařazena mezi karanténní škodlivé organismy a při zjištění jejího výskytu byla nařizována ochranná opatření k zamezení jejího šíření. V souvislosti s přejímáním fytosanitární legislativy EU byla u nás ze seznamu vyřazena. Mimo EU je ale v mnoha státech pořád vedena jako karanténní (Kroutil, 2006).

3.2.3. Příznaky napadení

Kochanová a Prokinová (2004) uvádějí, že na pšenici, především ozimé, se vyskytují čtyři druhy tzv. krytých snětí:

Mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul., syn. *T. tritici* (Bjerk.) Wint.)

Zakrslá sněť pšeničná (*Tilletia controversa* Kühn)

Hladká sněť pšeničná (*Tilletia foetida* (Wallr.) Liro, syn. *T. laevis*)

Neovossia indica (Mitra) Mundkur, syn. *Tilletia indica* Mitra

Wilcoxson a Saari (1996) publikovali, že pšenici může napadat ještě sněť pýrová (*Urocystis agropyri* (Preuss) Fisch. v. Waldh.), neboli dutinovka pýrová, o jejímž výskytu v ČR se zmiňuje též Müller (2000). Existují ještě další sněti, které napadají pšenici, ale ty jsou z ekonomického hlediska relativně nedůležité.

Příznaky napadení jsou po větší část vývoje a růstu rostliny skryté. Někteří autoři popisují i projevy mírné inhibice růstu a žloutnutí listů napadených rostlin, ale takové příznaky jsou nespécifické a mohou mít různé příčiny (Prokinová a kol., 2011). Například Vánky (2002) uvádí, že se také někdy mohou tvořit pruhy na listech a stéblech. *Tilletia* spp. nejčastěji přeměňuje zrna lipnicovitých na hálky vyplněné sporami od světlé po tmavě hnědou barvu a sterilními buňkami (Vánky, 2002).

Příznaky mazlavé snětí pšeničné jsou viditelné až na vytvořených klasech – obilky si zachovávají tvar, někdy jsou buclatější. Uvnitř obilek není zrno, ale nejprve mazlavá, později prášivá masa výtrusů (chlamydospor, resp. teliospor) houby (Kazda a kol., 2010). U některých odrůd mají napadené klasy modrofialový nádech. Obilky jsou kratší, buclatější než zdravá zrna a většinou částečně vyčnívají z plev. V době zelené zralosti klasů jsou vytvořené hálky měkké, při rozmáčknutí se objevuje mazlavá, černá hmota (Prokinová a kol., 2011). Napadené rostliny často páchnou po trimethylaminu a infekce je systémová nebo místní (Vánky, 2002).

U sněti zakrslé jsou zřetelně viditelné příznaky stejné jako při napadení mazlavou snětí pšeničnou a jsou vidět až na klasech. Rostliny napadené zakrslou snětí jsou kromě uvedených příznaků výrazně menší než rostliny zdravé, silněji odnožují a bývají světlejší (Kazda a kol., 2010).

Na jedné hostitelské rostlině může být přítomno více druhů snětí (Wiese, 1987).

3.2.4. Škodlivost a význam

Mazlavá sněť pšeničná patřila do doby objevení účinných mořidel k významným chorobám pšenice. V zemích, kde není dostatečně uplatňována ochrana, způsobuje na výnosech značné ztráty (Čača a kol., 1981). Pšeničné snětí dnes škodí méně, než tomu bylo před padesáti lety, protože se používají odolné kultivary a značně je uplatněna ochrana chemická (Wiese, 1987).

V posledních letech význam snětí opět vzrůstá, protože ekonomická situace vyvíjí tlak na zemědělce a ti jsou nuceni místo dražšího a kvalitně chemicky ošetřeného osiva používat své vlastní farmářské osivo. Závažné problémy se sněťmi jsou také v ekologickém zemědělství kde je chemická ochrana osiva zakázána (Zouhar a kol., 2010).

Nekontrolované šíření *T.caries* může být velmi rychlé. Od příznaků, které nejsou v porostu vidět, až po totální destrukci porostu může dojít během tří sezón (McEwan and Mulholland, 2002).

Snětí (způsobené *T. caries* a *T. controversa*) mají vliv na prodejnost plodiny na domácích i zahraničních trzích. Mohou být relativně snadno regulovány chemickým ošetřením osiva. Vzhledem k dostupnosti účinné chemické kontroly, nebyla dosud reakce odrůd pšenice v některých částech světa důležitým faktorem pro šlechtitele. Nicméně pokud syntetické chemikálie nejsou povoleny, stejně jako v ekologickém zemědělství, může neošetřené osivo rychle vést k nahromadění hálek na úrovni, které již činí plodiny neprodejné (Váňová et al., 2006).

Snětí napadené obilniny mají horší, omezené nutriční zhodnocení v krmných dávkách. Výskyt snětí napadeného obilí v rozsahu do 0,5 % lze ještě zařadit do krmných směsí, tedy i vykupovat. Takto ve větší míře znehodnocené obiloviny nejsou vhodné pro březí plemence a pro mladé kategorie skotu (Doležal a kol., 2010).

Hospodářsky významné výskyty zaznamenáváme jen jednou za několik let. Onemocnění se vyskytuje každoročně, nemá ale za následek výraznou výnosovou depresi. Vliv má spíše na kvalitu zrna – houba produkuje silně páchnoucí látku trimetalamin, takže napadené zrna je nepoužitelné pro potravinářské účely a jen obtížně použitelné pro účely krmivářské. Mimo to

jsou silněji napadené porosty citlivější na napadení dalšími houbovými patogeny (Kazda a kol., 2010).

Sněti se vyskytují i u porostů z mořeného osiva. Při sklizni v roce 2010 bylo z pozemků v ČR, které pravidelně kontroluje Státní rostlinolékařská zpráva, odebráno celkem 303 vzorků zrn pšenice. Z tohoto počtu bylo celkem 126 vzorků (41,6 %) pozitivních na výskyt původců snětivosti. Na původce mazlavé snětivosti pšenice *Tilletia caries* připadal podíl 49,2 % z pozitivních vzorků, na původce zakrslé snětivosti pšenice *T. controversa* připadal podíl 33,3 % a na směsné infekce *T. caries* + *T. controversa* podíl 13,5 %, *T. caries* + *T. laevis* podíl 2,4 %, *T. caries* + *T. controversa* + *T. laevis* podíl 1,6 %. Samostatný výskyt *T. laevis* nebyl v odebraných vzorcích zjištěn (Kroutil, 2011).

V množitelských porostech se podle vyhlášky č. 129/2012 S., o podrobnostech uvádění osiva a sadby pěstovaných rostlin do oběhu nesmí vyskytovat ani jedna napadená rostlina snětí z rodu *Tilletia* na 100 m². Výjimkou je pšenice tvrdá a špalda, tam se smí vyskytovat jedna rostlina napadená snětí z rodu *Tilletia*, vyjma *Tilletia controversa*, na 100 m². To znamená nemalé problémy a peněžní ztráty při zamítnutí množitelských porostů.

3.2.5. Rozšíření

Předpokládá se, že druhy rodu *Tilletia* pocházejí z Blízkého východu, z místa původu pšenice (Prokinová a kol., 2011). *T. caries* a *T. foetida* se vyskytují celosvětově. Dominují v mírném klimatickém pásmu – především v severní a střední Evropě, v centrální části USA, dále v jižní Evropě. Další výskyty jsou známy i v oblastech Číny, Iráku, Iránu a Indie. Výskyty byly zaznamenány i v jižních částech Latinské Ameriky. Oba druhy se mohou vyskytnout i současně na jedné rostlině, častější je ale napadení klasu jen jedním z těchto druhů. Fakt, že v dané lokalitě nepravidelně v různých letech převažuje jeden nebo druhý druh doposud nebyl, přes několik desetiletí trvajícím výzkum pracovníků v různých státech světa, uspokojivě vysvětlen (Kochanová a Prokinová, 2004).

Čača (1981) uvádí, se *T. caries* vyskytuje ve všech světadílech a v Evropě je spíše rozšířená v oblastech s vlhčím a chladnějším počasím.

Geografické rozšíření zakrslé snětí pšeničné je vázáno na oblasti s dlouhodobě trvajícím sněhovou pokrývkou. *T. controversa* se pravidelně vyskytuje v celé Evropě, v Severní Africe a na Blízkém východě. Zatím nebyla zaznamenána v Číně, Brazílii a Mexiku (Wilcoxon a Saari, 1996).

Hostitelskými rostlinami *T. caries* jsou z pohledu celého světa *Aegilops*, *Agropyron*, *Arrhenatherum*, *Elymus*, *Secale*, *Sitanion*, *Triticum*, uměle také na *Alopecurus*, *Bromus*, *Dactylis*, *Festuca*, *Hordeum*, *Koeleria*, *Lolium* (Vánky, 2002).

Hostitelskými rody *Tilletia controversa* jsou podle Kroutila (2006) v Evropě *Agropyrum*, *Alopecurus*, *Bromus*, *Dasypyrum* (při umělé infekci), *Elymus*, *Hordeum*, *Lolium*, *Secale*, *Triticum* a ve světě v chladných oblastech a v mírném pásmu, kromě jmenovaných, na rodech *Aegilops*, *Arrhenatherum*, *Beckmannia*, *Dactylis*, *Dasypyrum*, *Elymus*, *Festuca*, *Koeleria*.

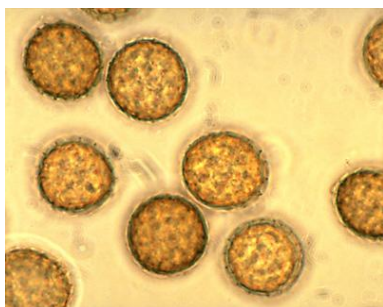
3.2.6. Morfologie

Sněti rodu *Tilletia* jsou velmi zajímavou skupinou stopkovýtrosných hub, které jsou obligátními parazity rostlin, to znamená, že nejsou schopny růst, vyvíjet se a rozmnožovat se mimo hostitelskou rostlinu (Prokinová a kol., 2011). Jde o mikroskopické houby, jejichž charakteristickým znakem jsou kulovité spory s členitým (síťovaným povrchem), který je v detailech typický pro jednotlivé druhy snětí (Kazda a kol., 2010).

Teliospory *Tilletia caries* (obr. 1) mají barvu od světle žluté přes šedou až po načervenalé hnědou, obvykle kulovité, méně často vejčité, 14 – 23,5 μm v průměru občas až do 25 μm . Vnější polygonální síťovitá struktura dosahuje hloubky 0,5 – 1,5 μm . Sterilní buňky jsou kulovité o průměru 9,8 – 18,2 μm a jsou hyalinní až subhyalinní (Wilcoxson a Saari, 1996).

T. controversa je mikroskopická houba s jemným článkovaným myceliem. Typické jsou kulovité hnědé výtrusy s výraznou síťovitou strukturou svého povrchu (Kazda a kol., 2010).

Teliospory (obr. 2) jsou žlutohnědé až červenohnědé, většinou kulovité, uzavřené v hyalinním želatinovém obalu 1,5 – 5,5 μm silném a mající průměr 19 – 24 μm , vyjímečně 16,8 – 32 μm včetně obalu. Vnější polygonální síťovitá struktura dosahuje hloubky 1,5 - 3 μm . Sterilní buňky jsou většinou kulovité o průměru 9 – 22 μm . Mají hladkou stěnu, hyalinní nebo slabě nazelenalou až nahnědlou barvu a občas jsou zapouzdřené v hyalinní želatinové vrstvě 2 – 4 μm silné (Wilcoxson a Saari, 1996).



Obr. 1. Teliospory *T. caries*
(Goates, 2004)



Obr. 2. Teliospory *T. controversa*
(Babadoost, 2005)

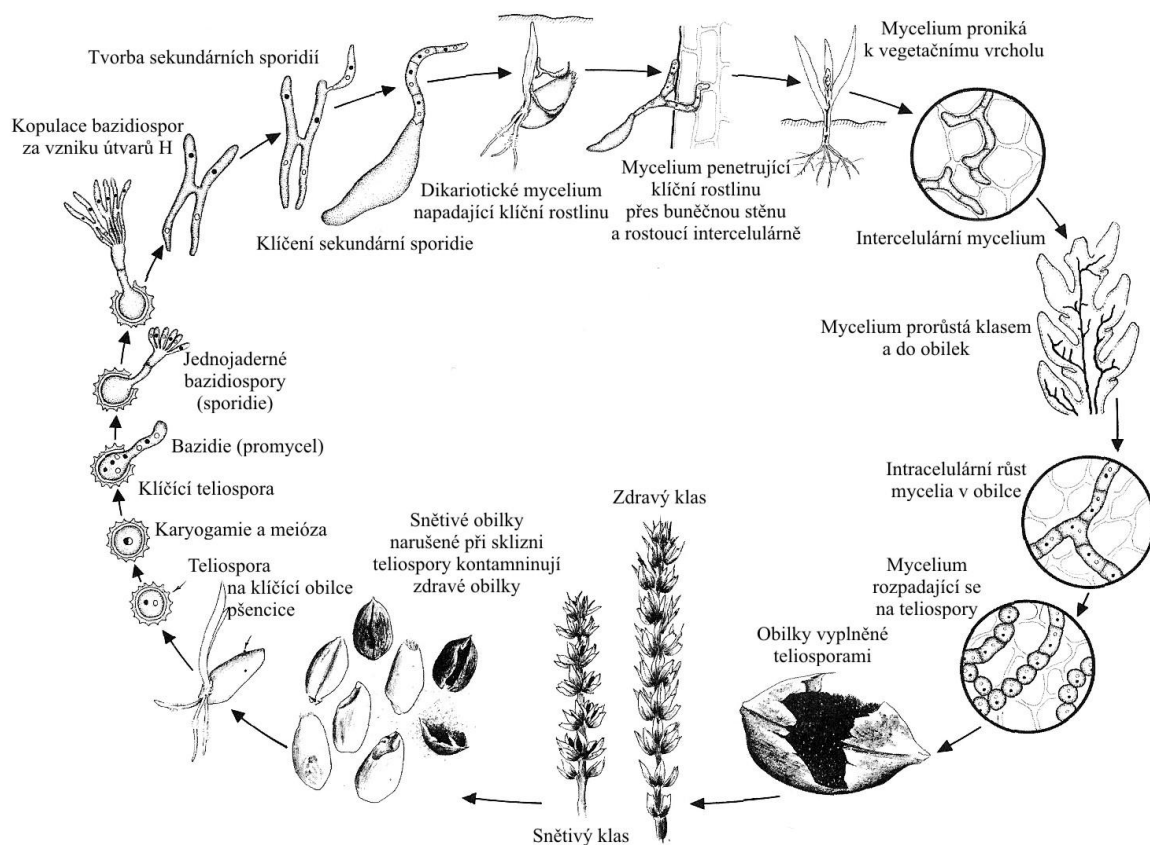
3.2.7. Životní cyklus

Při klíčení spor *T. caries* na apikální části neděleného promycelia vzniká věnec haploidních sporidií, které jsou tenké, dlouhé, mírně srpovitě zahnuté. Po kopulaci se vytvářejí páry připomínající písmeno H. Klíčením vzniká dvoujaderné infekční mycelium, které je schopné napadat rostlinu. Teliospory klíčí v rozmezí teplot od 0 °C do 30 °C, optimum je okolo 16 – 18 °C (Čača a kol., 1981). Spory sněti mazlavé vyklíčí přibližně za tři dny (Kroutil, 2006).

Infekci sněti předchází kontakt rostliny a patogenu. Teliospory, výtrusy jako hnědošedý prach, se uvolní během sklizně, při mlácení nebo manipulaci se zrním. U sněti mazlavé je kontakt usnadněn tím, že zdrojem inokula jsou zpravidla spory ulpívající přímo na obilkách. U sněti zakrslé jsou zdrojem infekce spory pocházející z půdy z předchozí sklizně (Dumalášová a kol., 2007). Čača (1981) uvádí, že v sušších a teplejších oblastech mohou být zdrojem infekce sněti mazlavé i teliospory nacházející se v půdě.

K penetraci houby do rostliny dochází ve fázi klíčení a až do vytvoření klasů je infekce latentní – neprojevují se žádné nápadné příznaky. V případě zakrslé sněti je možné od počátku sloupkování pozorovat inhibici růstu napadených stébel (Kochanová a Prokinová, 2004). Mycelium houby infikuje klíčící rostliny, infekční vlákno proniká do koleoptile a rozrůstá se mezi buňkami pletiv. Směřuje ke vzrostnému vrcholu, prorůstá do semeníků a přeměňuje obilky v hálky (Čača, 1981). Infekce pšenice sněti je závod, ve kterém se houba pokouší dosáhnout a rozrůst se ve vyvíjejícím se vzrostném vrcholu dříve než se internodia rychle prodlouží a oddálí apikální meristémy z dosahu houby (Mathre, 2000). Při sklizni jsou zralé hálky rozbity, teliospory se uvolňují a kontaminují půdu a osivo. Větretem jsou také roznášeny na značné vzdálenosti (Wiese, 1987).

T. controversa má v podstatě stejný životní cyklus jako *T. caries*. Čača (1981) však dodává, že spory zakrslé sněti klíčí při nízkých teplotách 0 – 10 °C (nejlépe 5 °C) a ke klíčení nezbytně potřebují světlo. Proto zpravidla infekci klíčků nezpůsobují chlamydospory lpící na povrchu obilek, nýbrž chlamydospory nacházející se na povrchu půdy. Klíčení spor trvá 30 – 35 dní a spora klíčící na povrchu proniká do hostitele až v okamžiku, kdy k ní jeho vegetační vrchol ve vhodnou dobu doroste (Kroutil, 2006). Z toho vyplývá, že mělký výsev podporuje napadení rostlin a že jarní obilniny nebývají napadány.



Životní cyklus rodu *Tilletia* (podle Agrios, G. N. (1997): Plant pathology. Fourth edition, Academic Press, 635 p.).

Obr. 3. Životní cyklus rodu *Tilletia*

3.3. Zásady fungicidní ochrany pšenice

Obilniny patří k plodinám, u kterých stále převládá chemická ochrana, ale postupem času je stále více upřednostňována integrovaná ochrana. V tomto smyslu musí snaha vypěstovat co nejvyšší množství zdravého zrna začít volbou předplodiny. Dále se také provádí pečlivé zpracování půdy – tzn. minimalizace, především pak bezorebné setí se neprovádí. Také příliš hluboký výsev je výrazným dispozičním činitelem pro napadení klíčících rostlin půdními patogeny, především u ozimů (Kazda a kol., 2010). Správná doba setí v agrotechnickém termínu, který může být rozdílný u různých odrůd, zabezpečuje do značné míry rychlé překonávání citlivých období růstu rostlin vůči hromadnému napadení škodlivými činiteli. Je obecně známo, že pozdní setí ozimých obilnin a časná setí jařin omezuje napadení padlím travním (Čača a kol., 1990). Odrůdy obilnin se často liší v náchylnosti k některým houbovým chorobám, proto se vyplatí v oblastech pravidelného výskytu chorob volit odolnější odrůdy. Nemáme však vyšlechtěny odrůdy, které by lépe odolávaly poškození živočišnými škůdci (Kazda a kol., 2010).

Dalším faktorem je monokulturní pěstování. V praxi to znamená, že stejná plodina se pěstuje na jednom stanovišti po sobě i několik let nebo v nedostatečném časovém odstupu. Patogeny, typické pro určitou plodinu, zůstávají v zemi a v dalším roce napadnou stejný porost (Dušková a Kopřiva, 2009). Hodně původců chorob obilnin přežívá na posklizňových zbytcích, proto je důležité střídání plodin. Ideální by bylo nezařazovat hostitelské rostliny po sobě tak dlouho, dokud se všechny posklizňové zbytky nerozloží, tj. u obilnin minimálně dva, lépe tři roky (Kazda a kol., 2010). Často to bývá podpořeno nekvalitní sklizní, kdy na pozemku zůstává velké množství nesklizené rostlinné hmoty. Ta poslouží jako kultivační půda pro rozvoj a růst rozmanitých mykóz (Dušková a Kopřiva, 2009).

Fungicidy jsou důležitou složkou ochrany rostlin jako výnos ochraňující opatření, ale zároveň jsou důležité pro tvorbu kvality zrna. Při volbě fungicidních sledů je také v současnosti velmi důležité přihlížet k tomu, jaká rezidua zanechávají jednotlivé přípravky v merkantilu. Dále je nutno také počítat s omezením obsahu mykotoxinů v zrně. Jedná se zde vlastně o dva protichůdné požadavky, kdy při nepoužití fungicidů nese riziko zvýšeného obsahu mykotoxinů a při použití zase hrozí rezidua v zrně (Kudrna a Vašák, 2006).

Jedním z nejdůležitějších fungicidních opatření je moření osiva. Historie moderního moření osiv sahá k roku 1920, kdy byly k ochraně proti houbovým chorobám používány organo-rtuťnaté látky. Přelomem byl rok 1980, kdy bylo v rámci Evropské unie zakázáno používání rtuťnatých mořidel. Po roce 1990 nastupují mořidla nové generace, pro ochranu proti houbovým chorobám (účinné látky fludioxonil, difenoconazole, tebuconazole a triticonazole) (Houba a Hosnedl, 2002).

Povinné moření je stanoveno vyhláškou č. 384/2006 Sb v §2 odst. 4 u osiva pšenice, které přesahuje stanovené mezní hodnoty výskytu škodlivých organismů. Tato mezní hodnota je pro sněť mazlavou maximum 10 ks (spor) na 300 semen (Dumalášová a kol., 2007).

3.4. Botanické pesticidy

3.4.1. Charakteristika

Biologické pesticidy jsou některé druhy pesticidů odvozené z takových přírodních materiálů, jako zvířata, rostliny a bakterie. Dle Joshiho (2006) se dělí do tří skupin:

Mikrobiální pesticidy obsahují mikroorganismus jako účinnou látku. Nejznámějšími mikrobiálními pesticidy jsou variety bakterie *Bacillus thuringiensis*, který může kontrolovat výskyt některého hmyzu na zelí, bramborech a dalších plodinách. *Bacillus thuringiensis* produkuje bílkovinu, která je škodlivá pro konkrétní hmyzí škůdce.

Rostlinné pesticidy (botanické pesticidy), jsou látky, které některé rostliny produkují jako sekundární metabolity.

Biochemické pesticidy jsou přirozeně se vyskytující látky, které ničí škůdce netoxickými mechanismy. Zahrnují látky, které ovlivňují růst nebo rozmnožování organismů.

Rizvi (2009) řadí do biopesticidů i procesy zahrnující genetické začlenění cizí DNA do zemědělských komodit, která poskytuje ochranu proti napadení patogeny a škůdci.

Dle Zechendorfa (1995) jsou biopesticidy přípravky, které se používají k tlumení nebo eradikaci patogenu a jejichž princip je založen na živém mikroorganismu nebo je z nich odvozen bez významného čištění nebo úpravy. Popřípadě, že biopesticidy jsou definovány jako jednoduše "látky z rostlin". Tyto jednoduché definice stojí v kontrastu s více užívanou, a to že biopesticidy jsou všechny organické látky, které mají ochranný účinek na rostliny a přirozeně se nacházejí v přírodě.

3.4.2. Historie ochrany rostlin a botanických pesticidů

Od začátku hospodaření se lidé snaží snížit nepříznivé účinky škůdců a chorob na zemědělských plodinách, lesích a jiných řízených ekosystémech. Škůdci, plevele a patogeny byli, jsou a budou i nadále hlavní překážkou pro zemědělskou produkci po celém světě (Joshi, 2006).

S rozvojem zemědělství a se zvětšením obdělávaných ploch byl dřívější ruční sběr a mechanické ničení škůdců neúnosné. Lidé se tedy uchýlili k tomu, co dobře znali z boje s vlastními chorobami – k ověřeným léčivým rostlinám (Pavela, 2011).

Využívání rostlinných derivátů, nebo botanických pesticidů jak je nazýváme dnes, se v zemědělství datuje přinejmenším před dvěma tisíci lety. Používaly byly v starověké Číně, Egyptě, Řecku a Indii (Isman, 2005).

První známá zmínka o použití přirozeně se vyskytující látky, která byla používána jako fungicid, je datována 1000 let př. n. l., když Homér odkazoval na používání sirných sloučenin (Joshi, 2006). Mezi další oblíbené přípravky na bázi anorganických sloučenin můžeme uvést arzen, který byl používán proti hmyzu (první zmínky pocházejí z Číny a datují se okolo roku 900) (Pavela, 2011).

Co se botanických pesticidů týče, tak v Evropě se nejvíce rozšířilo používání prachu z řimbab (*Chrysanthemum cinerariifolium* – řimbaba starčkolistá a *Chrysanthemum coccineum* – řimbaba šarlatová). Prach z těchto rostlin je dokonce zmíněn v nařízení krále Xerxése I., který nařídil vojákům (okolo roku 470 př. n. l.) užívat prachu proti vším a blechám. V období okolo 100 př. n. l. se v Římě používaly extrakty z čemeřice k likvidaci

potkanů, krys, ale i nežádoucího hmyzu. Z roku 1649 se dochovala zmínka o použití extraktu z *Derris* sp. na hubení škůdců, v roce 1690 byl již běžně používán extrakt tabáku jako insekticidu. Evropská zemědělská revoluce (v 19. století) vedla s rozvojem obchodu i k rozvoji botanických pesticidů (Pavela, 2011).

Velmi důležitá byla práce již zmiňovaného M. M. Tilleta, založená na sérii polních experimentů, kde zkoumal účinnost různých léčebných postupů proti *T. tritici*. Bylo prokázáno, že plodiny ošetřené různými látkami s příměsí vápna nebo zkvašené moči mohou zůstat relativně málo napadené snětivostí a tato opatření měla ve Francii velký hospodářský význam. Tillet dokázal, že ošetřování semen může být použito ke kontrole *T. tritici* a položil tak základy prvnímu praktickému moření osiva (Hewitt, 1998).

Počátkem 20. století se čím dál rychleji rozvíjela mechanizace zemědělství, zejména v Americe a později i v Evropě. Od roku 1918 se začal snižovat počet lidí zaměstnaných v zemědělství. Třicátá léta znamenala počátek používání chemických přípravků ve velkém a používání umělých hnojiv (Věchet, 2010).

Intenzivní zemědělství s využitím umělých hnojiv a chemických prostředků na ochranu rostlin přineslo obrovské zvýšení výnosů, ale také znečištění životního prostředí, ohrožení půdy erozí, její vyčerpání a zdevastování krajiny (Věchet, 2010). Dále také historie ukazuje, že horlivé a nadměrné používání syntetických pesticidů vedlo k četným problémům, které v době jejich zavedení nikdo nepředvídal. Jednalo se například o akutní a chronické otravy farmářů i spotřebitelů, úhyn ryb, ptáků a dalších volně žijících zvířat (Isman, 2005).

Ke konci minulého století lidem naštěstí došlo, že používání širokospektrálních syntetických pesticidů, například insekticidů, nemá budoucnost, protože dokážou krom jiného také zničit všechny živé hmyzí druhy (včetně užitečných) (Pavela, 2006). Vývoj ochrany rostlin postupně směřoval k zavedení systému integrované ochrany rostlin, jako souboru vzájemně se doplňujících agrotechnických, biologických, chemických a fyzikálních metod, které bez nežádoucích vedlejších negativních ekologických a toxikologických vlivů ve svém komplexu dlouhodobě regulují populace škodlivých činitelů (Pavela, 2011). Pro účely tohoto systému se začaly vyvíjet nové, tzv. selektivní pesticidy, které neničí necílové organismy. Přesto i zde se vyskytují problémy, a to především se vznikem rezistence, kvůli používání šetrných účinných látek. Proto se v praxi používají vyšší dávky a častější aplikace. Navíc se objevují podezření, že se mnohé z těchto syntetických látek dostávají do potravních řetězců a způsobují nebo alespoň přispívají k tzv. chorobám 21. století (přecitlivělost, alergie, rakovina). Proto se hledají další alternativní možnosti ochrany rostlin a jednou z těchto

možností je i využití přirozených biologicky aktivních látek získaných z rostlin pomocí extrakcí – tzv. botanických pesticidů (Pavela, 2006).

3.4.3. Původ účinnosti botanických pesticidů

3.4.3.1. Primární metabolity rostlin

Biogeneze proteinogenních kyselin, nukleových kyselin, většiny sacharidů, proteinů, některých karboxylových kyselin je záležitostí procesů označovaných jako primární metabolismus. Cesty primárního metabolismu bývají znázorňovány cyklickými schématy (např. citrátový a pentosový cyklus apod.), organické sloučeniny primárního metabolismu jsou pak ústředními body těchto schémat (Baloun a kol., 1989).

3.4.3.2. Sekundární metabolity rostlin

Vedle primárního metabolismu probíhají však v cytoplazmě často biochemické reakce, které nejsou životně nezbytné, často různé druh od druhu. Možno je považovat za výraz chemické individuality organismu či skupiny organismů. Tyto reakce jsou označovány souborně jako sekundární metabolismus a jejich produkty jako sekundární metabolity. Důvod tvorby sekundárních metabolitů je dnes také mimo jiné vysvětlován na ekologickém podkladě: jako látky chránící před napadením hmyzem a patogeny (Baloun a kol., 1989).

Na rozdíl od kulturních (šlechtěných) rostlin si plané (nešlechtěné) rostliny zachovaly svoji schopnost vytvářet látky obranného charakteru. Tvorba těchto látek, která je podmíněna geneticky, byla v důsledku jednostranného šlechtění na kvalitu a množství produkce u kulturních rostlin potlačena. Až v posledních několika desetiletích se šlechtitelé pokouší ztracenou rezistenci rostlinám zase navrátit. Vznikají tak nové odrůdy rostlin s takzvanou částečnou nebo úplnou rezistencí vůči některým chorobám, popřípadě škůdcům (Pavela, 2006).

3.4.4. Využití botanických pesticidů

Je známo více než 600 rostlinných druhů na světě, jejichž extrakty mohou regulovat škůdce a patogeny. Ve skutečnosti je však jasné, že existuje mnoho dalších druhů s podobnými účinky, ale nejsou využívány, protože jejich účinnost není dostatečně prozkoumána (Ghosh, 2000).

V roce 1998 bylo v zemích EU prodáno syntetických insekticidů za 9 miliard EUR. Biopesticidů, mezi něž se řadí i botanické pesticidy, bylo prodáno za stejné období jen za 294

milionů EUR. Statistiky však uvádí, že se každoročně množství prodaných biopesticidů zvyšuje o asi 10 % (Pavela, 2006).

Ačkoliv není předpoklad, že botanické pesticidy nahradí levnější a co do množství produktivnější syntetické pesticidy, přesto můžeme ve světě pozorovat nárůst spotřeby přípravků na bázi extraktů z rostlin. Tento nárůst je dán především zvyšujícím se zájmem o produkci ekologických potravin, bezpečných potravin (bez pesticidních reziduí) a v neposlední řadě také roste nemalý zájem drobných spotřebitelů, kde se na botanické pesticidy nahlíží jako na vhodnou alternativu chemických přípravků.

Lze tedy předpokládat, že zájem o takovéto přípravky poroste nejen ve světě, ale i v našich podmínkách, kde je prozatím hlavní překážkou legislativní náročnost uvedení takového přípravku na trh, a proto jsou převážně využívány pro nepotravinářské účely (Pavela a Bárnet, 2011a).

3.4.5. Rozdělení botanických pesticidů

Botanické pesticidy bychom mohli dle Pavely (2011) rozdělit do tří základních skupin:

3.4.5.1. Botanické pesticidy první generace

V této skupině nalezneme komerčně vyráběné botanické pesticidy (především neselektivní insekticidy), které byly používány po staletí a mají své kořeny zasahující hluboko do historie.

3.4.5.2. Botanické pesticidy druhé generace

V této skupině již nalezneme nejen insekticidy a akaricidy, ale také fungicidy, baktericidy a herbicidy. Jsou to přípravky, které postupně vznikaly zhruba od 20. Století, a to v rámci celosvětového hledání nových alternativ ochrany rostlin. Tyto přípravky se vyznačují selektivitou, environmentální a zdravotní bezpečností.

3.4.5.3. Botanické pesticidy třetí generace

V této skupině nalezneme zcela nové přípravky, které vznikaly v posledních několika desetiletích a které obvykle nemají přímé pesticidní účinky, ale mohou buď omezit vývoj chorob a škůdců nebo zvyšují přirozenou obranyschopnost rostlin tím, že indukují částečnou rezistenci, tj. elicitují syntézu látek obranného charakteru.

3.4.6. Esenciální oleje

Esenciální oleje jsou sekundárními metabolity rostlin, které mohou být extrahovány z rostlinných pletiv vodní (parní) destilací nebo superkritickou extrakcí (Pavela a kol., 2009).

Většina z nich jsou, někdy velmi komplexní, směsi monoterpenických alkoholů (terpineol, menthol, linalool), ketonů (tegeton, menthone, camphor), aldehydů (cynamaldehyd, citronellal), esterů (linalyl acetate, menthyl, citronellyl acetát), etherů (1,8-cineol), peroxidů (ascaridol) a phenolů (thymol, carvacrol) (Pavela, 2010).

Ačkoliv jsou esenciální oleje složeny z několika desítek látek, obvykle obsahují 1-5 látek, jejichž obsah je majoritní a pro daný rostlinný druh typický. Mnohdy jdou pak tyto majoritní látky v synergickém vztahu s některou z dalších, ať už majoritní nebo minoritní složkou obsaženou v esenciálním oleji a společně významně zvyšují svojí biologickou účinnost.

Jako příklady majoritních látek lze uvést karvakrol (30 %) a tymol (27 %), které jsou typické pro esenciální olej z *Origanum compactum*, linalool (68 %) obsahuje olej z *Coriandrum sativum*, 1,8-cineol (45 %), který je hlavní složkou olejů z *Rosmarinus officinalis*, dále eugenol (65 %) jenž je typický pro oleje z *Syzigium aromaticum*, nebo mentol (60 %) pro *Menta piperita* (Pavela, 2011).

3.4.6.1. Extrakce

Hydrodestilace je relativně jednoduchá metoda získávání silice z rostlinné hmoty. Tato metoda je jednou z nejstarších metod extrakce a je v praxi stále hojně využívána. Destilovaný materiál je v přímém kontaktu s vroucí vodou, což je její základní charakteristický znak. Rostlinný materiál je umístěn v nádrži destilačního přístroje, kde plave na hladině nebo je ponořen pod vodní hladinou, v závislosti na specifických vlastnostech materiálu, případně je přes něj proháněn proud vodní páry.

Extrakce pomocí organických rozpouštědel je další velmi dlouho známá metoda. Rostlinný materiál je přiměřeně dlouhou dobu macerován v některém typu organického rozpouštědla (metanol, etanol...). Po přiměřeně dlouhé době se provede za zvýšené teploty a tlaku odpaření rozpouštědla, čímž získáme příslušný extrakt. Nevýhodou této metody je její relativní pomalost.

Poměrně novou a progresivní metodou získávání obsažných látek je superkritická fluidní extrakce (SFE). Tato metoda je velmi šetrná k životnímu prostředí i k extrahovaným látkám. Tato metoda využívá ve speciální aparatuře pro extrakci jako rozpouštědlo oxid uhličitý v jeho superkritickém (nadkritickém) stavu pod vysokým tlakem, kde má podobné vlastnosti jako kapalná rozpouštědla. Jakmile přizpůsobíme podmínky, kdy přechází CO₂ opět do plynného stavu, ztrácí svou rozpouštěcí schopnost a extrahované látky se od CO₂ oddělují a jsou jímány do sběrné nádoby (Pavela a Bárnet, 2011b).

4. Materiál a metody

Sterilizace spor

Pomůcky:

Třecí miska s tloučkem, síto (25 μ m), nálevka, 250 ml erlenmayerova baňka, 2x 50 ml falkonky, ependorfky, centrifuga Hettich UNIVERSAL 320R, pipeta Nichpet EX,

- 1) Získat teliospory rozdrčením pšeničných hálek způsobených patogeny *Tilletia controversa* a *Tilletia caries*
- 2) Teliospory promýt přes síto (25 μ m) a nálevku do erlenky (vše umyté v 30% Savu)
- 3) Suspenzi teliospor rozdělit do 50 ml falkonek
- 4) Centrifugace 3 min 1200 g a slít
- 5) Přidat 500 μ l sterilní ddH₂O a přemístit do dvou 2 ml ependorfeč (1 ependorfka 1 ml)
- 6) Centrifugace 3 min 1200 g
- 7) Odpipetovat vodu a přidat 1 ml 10% Sava
- 8) Centrifugovat 1 min 1200 g
- 9) Odpipetovat a přidat 1 ml sterilní ddH₂O
- 10) Centrifugace 1 min 1200 g
- 11) Odpipetovat a přidat 1 ml sterilní ddH₂O
- 12) Naředit do ependorfeč tak, aby v přibližně 40 μ l suspenze bylo okolo 120 spor

Hálky snětí byly získány ze směsi hálek z různých oblastí České republiky a z let 2009 – 2011. Sběr probíhal v rámci řešení projektu NAZV *Tilletia* spp. na ozimé pšenici. Snaha byla o to, aby mezi jednotlivými pokusy pokud možno nebyly rozdíly způsobené původem hálek.

Příprava živného média

Pomůcky:

Analytické váhy, plastová miska na vážení, pipeta Nichpet EX, 5x 100ml Erlenmayerova baňka, autokláv, dělené Petriho misky, rostlinné esence, líh

Do 50 ml 1,5% vodního agaru se přidávají rostlinné esence ředěné lihem, v množství podle daných koncentrací.

Jedna polovina dělené Petriho misky je přímo ošetřena testovanou esencí, druhá polovina slouží k vyhodnocení fumigačního vlivu dané esence.

Zkoušené koncentrace:

- 0,05 µl/10 ml agaru
- 0,1 µl/10 ml agaru
- 0,2 µl/10 ml agaru
- 0,5 µl/10 ml agaru
- 0,8 µl/10 ml agaru

Každá z koncentrací je připravena ve třech opakováních.

Rostlinné esence byly zakoupeny od Essential Oil University v Charlestonu v USA a zkoušené čisté chemické látky byly zakoupeny od Sigma – Aldrich, USA.

Očkování

Pomůcky:

Flow box ESCO Class II Type A2, pipeta Nichpet EX, lihový kahan

Pomocí pipety je na agar asepticky nanášeno potřebné množství spor (40 µl suspenze – cca 120 spor).

Kultivace a odečítání

Pomůcky:

Termostat Lovibond, Binolupa Olympus SZX7

Kultivace probíhá v termostatu při teplotě 16 °C pro *Tilletia caries* a 5 °C pro *Tilletia controversa*, té je navíc 12 hodin denně svíceno.

Odečítání bylo prováděno 3., 5., 7. a 10. den u *Tilletia caries* a u *Tilletia controversa* 4., 5. a 6. týden.

5. Výsledky

Výsledky v tabulkách jsou vyjádřeny jako podíl klíčivosti spor ošetřených esenciální látkou a klíčivosti spor v negativní kontrole vyjádřený v procentech.

Průměrná klíčivost spor *T. caries* na neošetřeném vodním agaru byla 3. den po výsevu 5 %, 5. den po výsevu 20 %, 7. den po výsevu 30 % a 10. den po výsevu 38 %.

Průměrná klíčivost spor *T. controversa* na neošetřeném vodním agaru byla 4. týden po výsevu 6 %, 5. týden po výsevu 15 % a 6. týden po výsevu 30 %.

Dále byla jako pozitivní kontrola použita mořidla Celest a Dividend, u kterých byla klíčivost spor pod 0,1 %.

5.1. Zkoušené rostlinné esence působící na klíčení spor *T. caries*

Abies siberica – jedle sibiřská

Citrus aurantifolia – kyselý lajm

Citrus limonum – citroník limonový

Juniperus virginiana – jalovec virginský

Levandula angustifolia – levandule lékařská

Malaleuca quinquenervia - kajeput

Mentha arvensis – máta rolní

Nepeta cataria – šanta kočičí

Ocimum basilicum – bazalka pravá

Origanum vulgare + *Pelargonium graveolens* – dobromysl obecná + pelargonie vonná

Tab. 2. Vliv různé koncentrace esence z *Abies siberica* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. Den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	27,74	5,22	74,65	6,26	82,87	38,96	83,12	43,66
0,1	15,51	2,06	18,24	1,62	50,47	4,58	66,31	5,42
0,2	13,95	2,37	18,87	0,52	23,75	1,54	44,32	2,58
0,5	10,52	7,12	0,00	0,00	3,62	0,00	4,64	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,82	0,00

Tab. 3. Vliv různé koncentrace esence z *Citrus aurantifolia* na klíčení spor *T. caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	16,99	0,00	50,82	21,37	58,30	49,64	80,70	58,44
0,1	11,26	0,00	21,26	11,80	58,80	11,84	85,97	13,64
0,2	16,54	0,00	8,36	10,53	25,21	21,54	71,94	19,96
0,5	4,86	0,00	0,00	0,79	23,73	0,00	57,71	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	10,05	0,00	65,96	0,00

Tab. 4. Vliv různé koncentrace esence z *Citrus limonum* na klíčení spor *T. caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	22,99	0,00	25,66	5,34	63,94	54,14	80,98	61,22
0,1	17,58	0,00	4,35	0,89	50,31	3,14	80,20	2,91
0,2	4,99	0,00	0,89	0,00	49,95	0,65	75,34	0,60
0,5	0,00	0,00	1,54	0,00	65,30	0,00	81,07	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80	0,00	49,53	0,00

Tab. 5. Vliv různé koncentrace esence z *Juniperus virginiana* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	42,40	0,00	76,51	14,43	38,16	12,28	39,63	16,75
0,1	37,19	0,00	39,16	3,84	19,33	1,60	26,25	6,71
0,2	0,00	0,00	15,01	3,32	6,26	1,39	22,07	2,28
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,87	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,27	0,00

Tab. 6. Vliv různé koncentrace esence z *Lavandula angustifolia* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	112,58	0,00	15,62	3,84	18,87	3,30	22,65	7,49
0,1	36,55	0,00	7,28	0,00	20,32	0,00	27,59	4,53
0,2	0,00	0,00	0,00	0,00	12,81	0,00	15,35	1,19
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	10,22	0,00	11,50	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	3,39	0,00	3,69	0,00

Tab. 7. Vliv různé koncentrace esence z *Malaleuca quinquenervia* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	13,25	4,81	23,24	7,36	30,13	10,89	14,52	11,92
0,1	10,04	4,44	18,35	6,65	12,66	7,26	10,87	8,93
0,2	4,12	0,00	3,13	3,40	6,20	0,00	10,92	5,26
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,36	0,46
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	0,00

Tab. 8. Vliv různé koncentrace esence z *Mentha arvensis* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	22,73	4,97	30,67	7,18	14,47	5,77	8,90	6,09
0,1	13,26	0,00	17,06	3,32	10,11	3,51	8,61	6,95
0,2	4,81	0,00	14,40	0,00	3,87	0,92	4,51	1,27
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 9. Vliv různé koncentrace esence z *Nepeta cataria* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	16,74	3,48	28,27	22,44	42,46	33,51	31,98	26,17
0,1	3,77	0,00	20,53	6,60	22,58	16,24	24,85	10,99
0,2	3,62	0,00	5,84	0,00	5,64	0,00	3,89	0,00
0,5	0,00	0,00	0,68	0,00	0,59	0,00	0,37	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 10. Vliv různé koncentrace esence z *Ocimum basilicum* na klíčení spor *T.caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	39,84	10,74	7,54	2,16	9,94	4,96	7,71	3,51
0,1	10,26	0,00	6,72	0,73	12,76	0,63	15,04	0,00
0,2	0,00	0,00	6,52	0,00	6,76	0,00	4,59	0,00
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

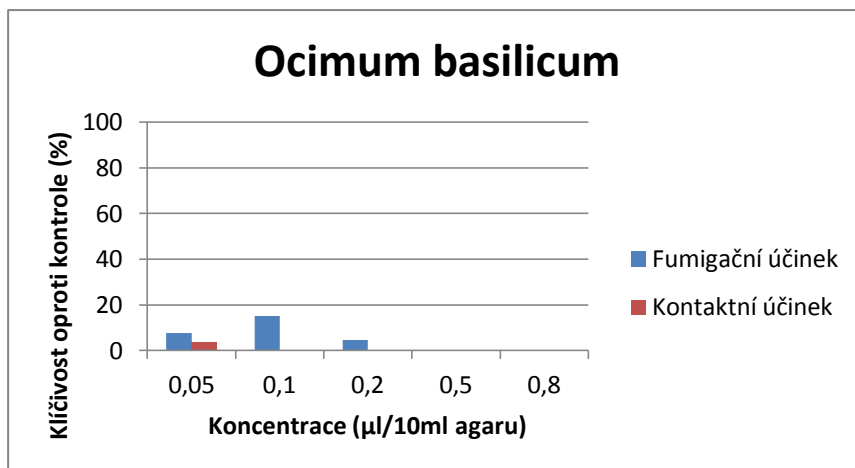
Tab. 11. Vliv různé koncentrace směsné esence z *Origanum vulgare*+*Pelargonium graveolens* na klíčení spor *T. caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,025	4,76	0,00	12,13	5,61	21,25	8,99	28,65	10,94
0,05	1,64	0,00	9,94	3,48	14,49	6,30	17,79	7,74
0,1	0,00	0,00	6,82	0,69	8,05	1,04	11,12	1,16
0,2	0,00	0,00	2,22	0,00	4,18	0,00	3,81	0,00
0,5	0,00	0,00	0,76	0,00	2,30	0,00	1,70	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

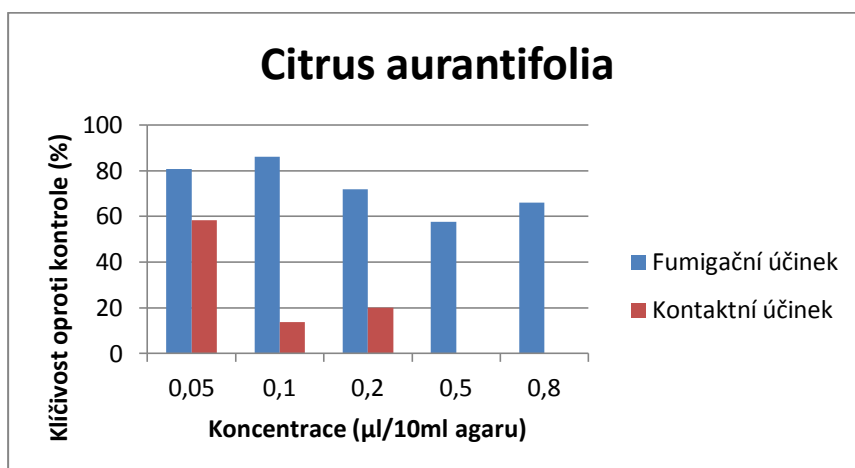
Nejvíce bylo klíčení teliospor *T. caries* inhibováno esenciálními oleji z *Ocimum basilicum*, *Mentha arvensis* a *Malaleuca quinquenervia*, naopak nejmenší inhibiční účinky byly pozorovány u esenciálních oleje z *Citrus aurantifolia* a *Citrus limonum*, které neměly téměř žádnou fumigační účinnost.

Výborné inhibiční účinky měly také esence z rostlin *Lavandula angustifolia*, *Nepeta cataria* a *Juniperus virginiana*.

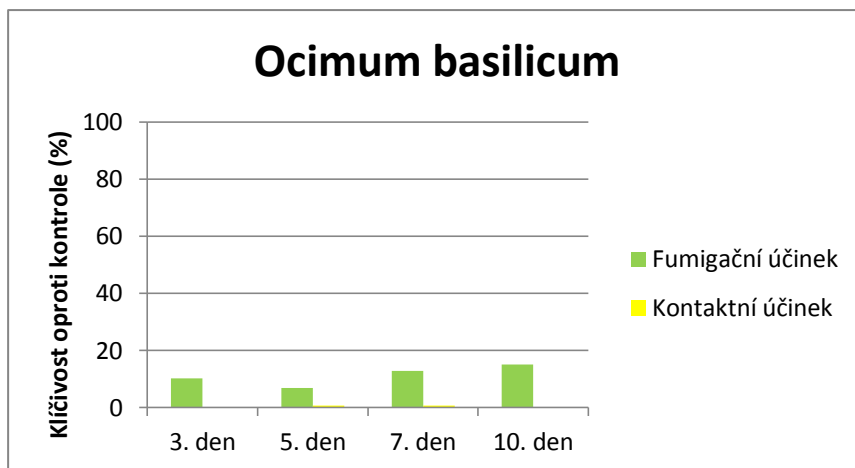
Negativní vliv směsného esenciálního oleje z *Origanum vulgare* a *Pelargonium graveolens* na klíčení spor byl jeden z nejvyšších, a to dokazuje, že různé látky mohou navzájem významně zvyšovat svojí biologickou účinnost, a že čím je soubor fungicidně aktivních látek v pesticidu komplexnější, tím je i účinnější.



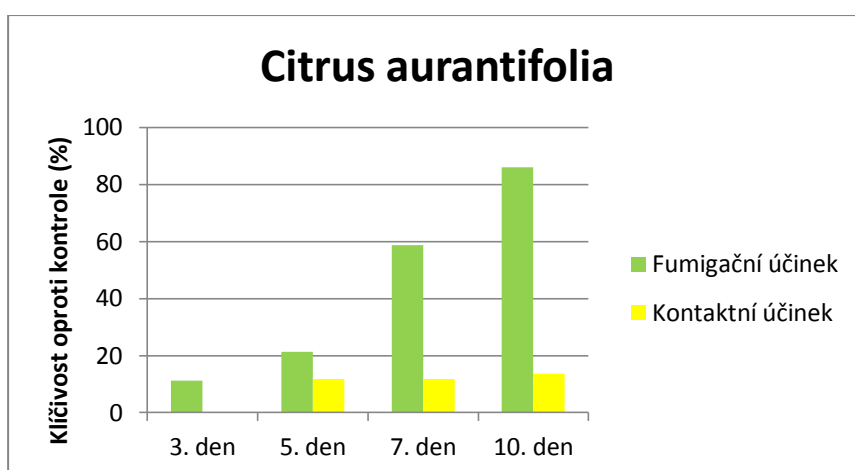
Graf 1. Klíčivost *T. caries* při ovlivnění esencí z *Ocimum basilicum* – 10. den



Graf 2. Klíčivost *T. caries* při ovlivnění esencí z *Citrus aurantifolia* – 10. den



Graf 3. Klíčivost *T. caries* při ovlivnění esencí z *Ocimum basilicum* – koncentrace 0,1 μ l/10ml agaru



Graf 4. Klíčivost *T. caries* při ovlivnění esencí z *Citrus aurantifolia* – koncentrace 0,1 μ l/10ml agaru

Dále byly zkoušeny i konkrétní čisté chemické látky, které jsou běžnou součástí některých esenciálních olejů:

Borneol

Terpenový alkohol, který je obsažen v esenciálních olejích z několika druhů rostlin a stromů původních v jihovýchodní Asii a Borneu. Je hojně využíván při výrobě parfémů.

Linalool

Přirozeně se vyskytující terpenový alkohol, obsažený v rostlinách (*Lamiaceae*, *Laureaceae*, *Rutaceae*). Je využíván v mnoha odvětvích hlavně kvůli své příjemné vůni (mýdla, čisticí prostředky). Je využíván i pro své insekticidní účinky.

Karvakrol

Je to jednoduchý fenol, který se využívá jako potravinové aditivum pro ochranu před bakteriální kontaminací. Inhibuje růst některých kmenů bakterií. Kromě toho má fungicidní, baktericidní a insekticidní účinky (Pavela a Bárnet, 2011b).

Tab. 12. Vliv různé koncentrace borneolu na klíčení spor *T. caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	5,33	2,65	31,48	28,26	44,07	32,73	48,28	34,91
0,1	0,00	0,00	28,29	18,53	48,28	40,55	44,97	38,24
0,2	0,00	0,00	15,26	7,19	39,07	26,13	41,74	25,47
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,67	16,74
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,90	4,84

Tab. 13. Vliv různé koncentrace linaloolu na klíčení spor *T. caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	11,22	5,72	27,76	16,90	61,43	32,69	51,01	30,17
0,1	0,00	0,00	23,59	12,73	39,18	41,53	41,14	39,97
0,2	0,00	0,00	7,38	3,95	35,56	24,96	42,28	33,38
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	5,15	2,64	20,97	20,20
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,54	19,29

Tab. 14. Vliv různé koncentrace karvakrolu na klíčení spor *T. caries* ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	3. den		5. den		7. den		10. den	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	14,04	9,28	42,21	53,03	55,17	46,68	48,04	37,97
0,1	0,00	0,00	30,12	27,08	40,95	37,62	43,44	33,02
0,2	0,00	0,00	37,17	29,37	44,19	47,62	40,02	42,88
0,5	0,00	0,00	37,43	28,58	49,08	41,02	42,27	33,47
0,8	0,00	0,00	21,16	14,47	35,82	25,67	32,59	25,00

Nejvýznamnější fungicidní účinky měl borneol, ale ve srovnání s některými esenciálními oleji, které obsahují mnoho dalších složek, byl vliv jednotlivých chemických látek na klíčení teliospor *T. caries* horší.

5.2. Zkoušené rostlinné esence působící na klíčení spor *T. controversa*

Artemisia absinthium – pelyněk pravý

Citrus aurantifolia – kyselý lajm

Citrus limonum – citroník limonový

Eugenia caryophyllata - hřebíček

Juniperus communis – jalovec obecný

Juniperus virginiana – jalovec virginský

Malaleuca quinquenervia - kajeput

Ocimum basilicum – bazalka pravá

Tab. 15. Vliv různé koncentrace esence z *Artemisia absinthium* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	132,71	0,00	479,45	169,38	124,41	56,41
0,1	96,00	50,40	376,92	138,66	86,76	30,51
0,2	0,00	0,00	242,05	9,21	66,23	19,76
0,5	0,00	0,00	283,39	0,00	76,56	12,12
0,8	0,00	0,00	231,82	0,00	58,16	0,00

Tab. 16. Vliv různé koncentrace esence z *Citrus aurantifolia* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	0,00	48,93	122,26	67,63	37,56	20,49
0,1	0,00	43,83	93,64	0,00	55,86	14,50
0,2	0,00	0,00	54,69	9,12	14,75	4,65
0,5	0,00	0,00	36,12	0,00	24,04	1,52
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	3,59	0,00

Tab. 17. Vliv různé koncentrace esence z *Citrus limonum* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	84,15	0,00	310,45	153,13	81,76	35,49
0,1	0,00	0,00	239,05	39,42	73,86	17,57
0,2	0,00	0,00	123,03	7,22	38,55	5,89
0,5	0,00	0,00	343,42	0,00	82,71	0,00
0,8	0,00	0,00	20,29	0,00	7,22	0,00

Tab. 18. Vliv různé koncentrace esence z *Eugenia caryophyllata* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	19,03	4,00	53,52	26,89	36,63	18,11
0,1	2,00	0,00	35,23	18,06	22,48	11,34
0,2	1,85	0,00	32,46	13,59	16,72	9,78
0,5	0,00	0,00	5,21	0,00	5,56	1,35
0,8	0,00	0,00	4,74	0,00	5,20	0,00

Tab. 19. Vliv různé koncentrace esence z *Juniperus communis* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	1,87	0,00	54,86	31,90	36,57	23,89
0,1	0,00	2,17	34,04	16,98	24,17	15,67
0,2	0,00	0,00	25,34	5,90	15,88	5,03
0,5	0,00	0,00	15,41	0,00	8,16	0,41
0,8	0,00	0,00	10,03	0,00	4,95	0,00

Tab. 20. Vliv různé koncentrace esence z *Juniperus virginiana* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	10,10	2,00	30,59	19,09	25,01	14,27
0,1	6,09	0,00	16,63	11,67	19,81	10,77
0,2	0,00	0,00	10,14	0,93	12,81	5,73
0,5	0,00	0,00	2,59	0,00	3,56	0,95
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,00

Tab. 21. Vliv různé koncentrace esence z *Malaleuca quinquenervia* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	10,43	0,00	15,24	6,13	18,97	7,97
0,1	1,84	0,00	6,43	3,15	9,97	7,84
0,2	2,13	0,00	5,40	0,88	8,53	3,87
0,5	0,00	0,00	1,43	0,80	4,49	1,73
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86	0,45

Tab. 22. Vliv různé koncentrace esence z *Nepeta cataria* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	33,24	12,67	36,68	29,84	33,47	21,87
0,1	35,00	16,05	26,05	19,89	22,66	15,64
0,2	15,34	3,92	8,93	5,52	10,92	5,56
0,5	4,36	4,46	2,32	0,68	3,48	1,69
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	1,32	0,39

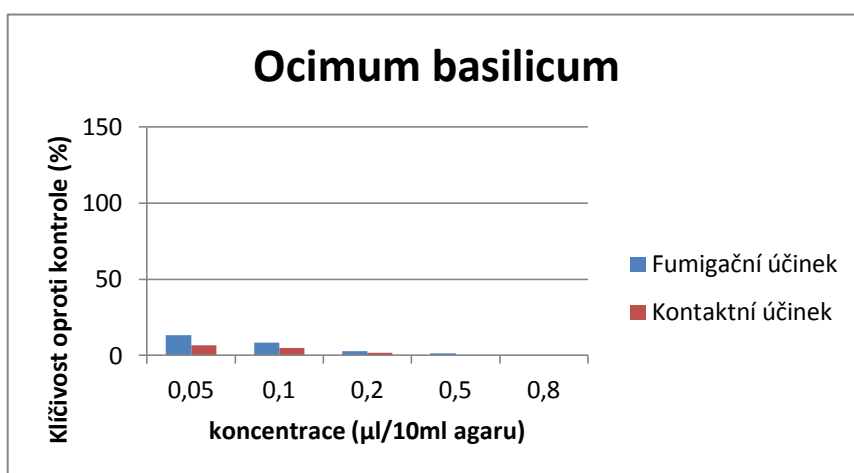
Tab. 23. Vliv různé koncentrace esence z *Ocimum basilicum* na klíčení spor *T. controversa* na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).

c	4. týden		5. týden		6. týden	
	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek	Fumigační účinek	Kontaktní účinek
0,05	19,55	1,90	14,13	3,72	13,41	6,62
0,1	4,42	3,76	9,97	4,44	8,44	5,02
0,2	0,00	0,00	2,18	0,00	2,74	1,80
0,5	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30	0,00
0,8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

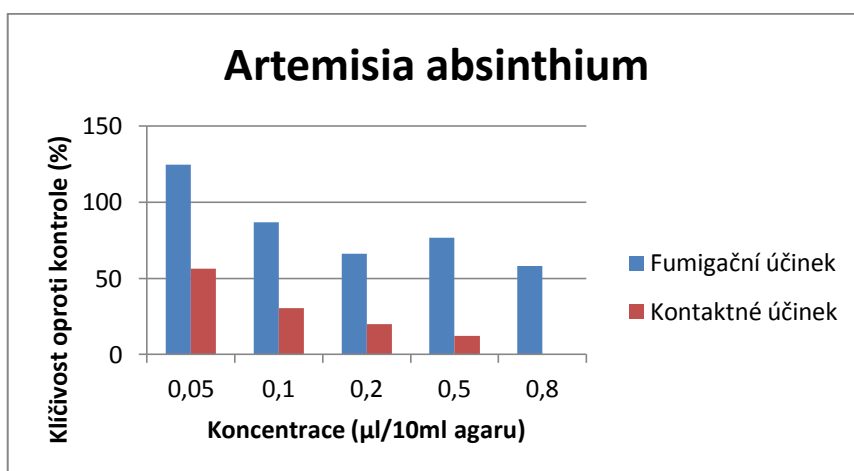
Nejvíce bylo klíčení teliospor *T. controversa* inhibováno esenciálním olejem z *Ocimum basilicum*, naopak nejmenší inhibiční účinky byly pozorovány u esenciálního oleje z *Artemisia absinthium*.

Výborné inhibiční účinky měla také esence z rostliny *Malaleuca quinquenervia*, a dále velmi dobré výsledky prokázaly extrakty z *Juniperus virginiana*, *Nepeta cataria*, *Eugenia caryophyllata*, *Juniperus communis*, *Citrus aurantifolia*.

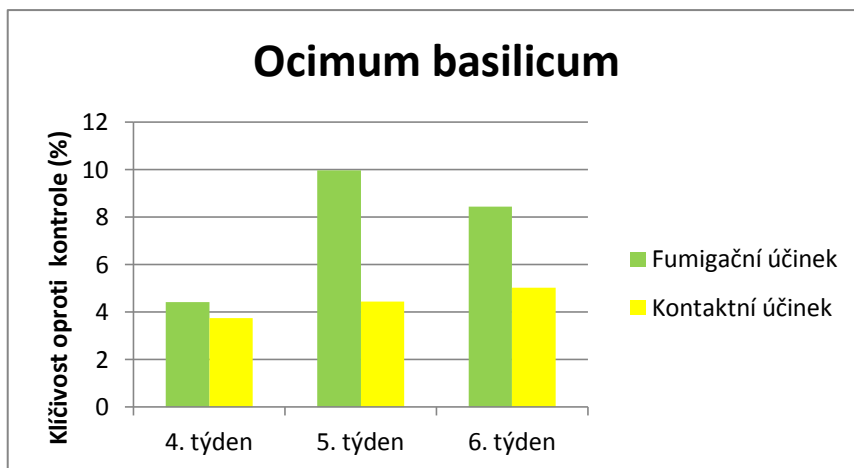
Citrus limonum a *Artemisia absinthium* sice také prokázaly poměrně dobré inhibiční účinky, ale jen ve vyšších koncentracích a jejich fumigační účinnost byla až na vysoké koncentrace skoro zanedbatelná, naopak bylo klíčení spor často spíše podpořeno.



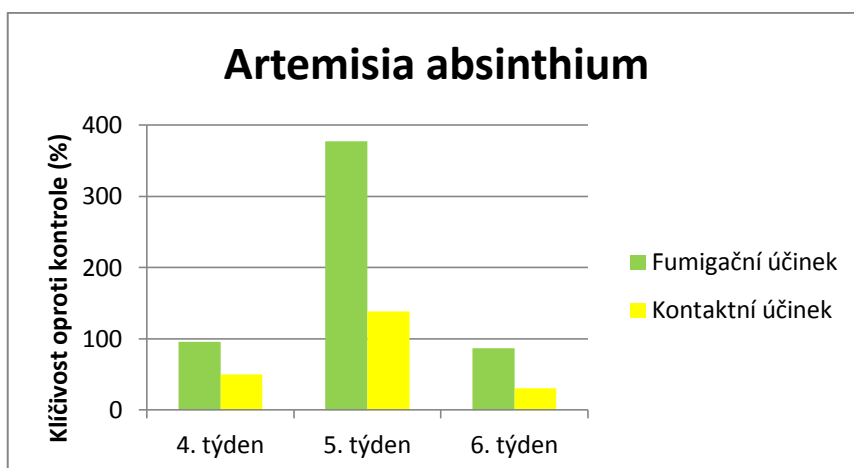
Graf 5. Klíčivost *T. controversa* při ovlivnění esencí z *Ocimum basilicum* – 6. týden



Graf 6. Klíčivost *T. controversa* při ovlivnění esencí z *Artemisia absinthium* – 6. Týden



Graf 7. Klíčivost *T. controversa* při ovlivnění esencí z *Ocimum basilicum* – koncentrace 0,1 μ l/10 ml agaru.



Graf 8. Klíčivost *T. controversa* při ovlivnění esencí z *Artemisia absinthium* – koncentrace 0,1 μ l/10 ml agaru

Všechny oleje působily kontaktně na klíčení *T. caries* i *T. controversa* při nejvyšší koncentraci téměř se 100% účinnosti, většinou tak také působily i u druhé nejvyšší koncentrace.

6. Diskuse

V této práci byly testovány inhibiční účinky různých rostlinných esencí na klíčení spor *Tilletia caries* a *Tilletia controversa*. Na *T. caries* bylo použito 10 rostlinných esencí i 3 konkrétní čisté látky a 8 esencí na *T. controversa*, to vše v různých koncentracích. Jako velmi účinné na *T. controversa* byly vybrány extrakty z *Ocimum basilicum*, *Malaleuca quinquenervia*, *Juniperus virginiana*, *Nepeta cataria*, *Eugenia caryophyllata*, *Juniperus communis*, *Citrus aurantifolia* a na *T. caries* působily esence z *Ocimum basilicum*, *Mentha arvensis*, *Malaleuca quinquenervia*, *Lavandula angustifolia*, *Nepeta cataria* a *Juniperus virginiana*. Esenciální olej z *Ocimum basilicum* se prokázal jako velmi účinný proti oběma patogenům. Kontaktní účinnost vyšších koncentrací olejů se dokonce vyrovnala účinnosti komerčních mořidel, ale u žádného esenciálního oleje nebylo dosaženo minimální inhibiční koncentrace, všechny inhibovaly klíčení i v nejnižší koncentraci, tudíž by bylo třeba v *in vitro* testování ještě pokračovat.

Jedním z autorů testující podobné látky je Šípek (2013, pers. comm.), který testoval esenciální oleje podle stejné metodiky jako v této práci. Ovšem soubor jiných esenciálních olejů na *T. caries* a *T. controversa*. Klíčení spor *T. caries* nejvíce inhibovaly esence z *Juniperus comunis*, *Eugenia caryophyllata*, *Lavandula latifolia* a *Mellisa officinalis*. Na klíčení spor *T. controversa* působily nejvíce extrakty z *Acorus calamus*, *Abies siberica* a *Lavandula angustifolia*. Což podporuje tvrzení o vysoké účinnosti čeledi *Lamiaceae*.

Taktéž Ryšánek a kol. (2012) prokázal pomocí stejné metodiky jako v této práci vysokou účinnost esenciálních olejů z *Thymus vulgaris* a *T. matschiana* na klíčení *T. caries*.

Účinnosti rostlinných extraktů na patogenní houby se věnuje také Žabka a kol., který se věnuje sice jiným druhům houbových patogenů, přesto jeho výsledky mohou být porovnávány s výsledky práce. Žabka a kol. (2009) tedy testoval esenciální oleje z 25 druhů léčivých rostlin jako inhibitory růstu mycelia šesti důležitých patogenních a toxinogenních druhů hub (*Fusarium oxysporum*, *Fusarium verticillioides* - izolovány z infikovaného klasu, *Penicillium expansum*, *Penicillium brevicompactum*, *Aspergillus flavus* a *Aspergillus fumigatus* - izolovány z kontaminovaného uskladněného zrna). Všechny esenciální oleje použité v experimentu zjevně ovlivnily růst těchto hub. Esenciální oleje získané z *Carum carvi*, *Cymbopogon nardus*, *Pelargonium roseum*, *Pimenta dioica*, a *Thymus vulgaris* byly určeny jako nejúčinnější proti růstu všech cílových druhů hub. Esenciální olej z *Nepeta cataria* byl též velmi účinný, ale nepůsobil na *A. fumigatus*. Nejlepší antimykotická aktivita byla prokázána v případě *Pimenta dioica*. Práce se shoduje ve využití esenciálních olejů

z čeledi *Myrthaceae*, konkrétně *Eugenia caryophyllata* a *Malaleuca quinquenervia*, které vykazovaly dobré výsledky. Což odpovídá nejlepší účinnosti *Pimenta dioica* uvedené výše.

V dalším pokusu Žabka a kol. (2011) testoval extrakty ze 46 léčivých rostlin z euroasijské oblasti a jejich antifungální aktivitu. Inhibiční účinek těchto extraktů byl zkoušen opět na výše zmiňovaných 6 významných patogenních a toxinogenních houbách. U 14 druhů rostlin bylo zjištěno, že mohou být velmi efektivně využívány jako přírodní fungicidy. Extrakt z *Grindelia camporum* projevil významnou aktivitu proti všem cílovým druhům hub. Nejvíce byl botanickými fungicidy ovlivňován druh *A. fumigatus*. V tomto pokusu dopadl nejlépe druh z čeledi *Asteraceae*, která ovšem nabyla v práci zkoušena a nemůže být tedy adekvátně porovnána.

Žabka a kol. (2012) stejným způsobem testoval 49 druhů rostlin. 14 druhů rostlin s nejvýznamnějším antimykotickým vlivem dále porovnával. Vynikající antifungální aktivita byla nakonec prokázána v případě *Chenopodium bonus-henricus*, *Origanum dictamnus* a *Origanum vulgare*. Dva z těchto účinných přípravků patří do čeledi *Lamiaceae*, která se v práci ukázala jako nejúčinnější čeleď a patří do ní i esenciální olej z *Ocimum basilicum* s nejvyšším inhibičním účinkem na obě sněti.

Výše zmiňované nejúčinnější esenciální olej *Ocimum basilicum* byl zkoumán také například jako konzervační přípravek na suchém ovoci. EO projevil silný antimykotický účinek proti *Aspergillus flavus* a v uzavřených skladovacích kontejnerech prokázal též velmi dobrý fumigační účinek. EO z *O. basilicum* lze tedy doporučit jako botanický konzervační prostředek pro prodloužení trvanlivosti suchých plodů i jiných jedlých výrobků (Kumar a kol., 2011).

Dále Pavla (2011) uvádí, že EO z bazalky má také silné insekticidní účinky proti skladištním škůdcům. Ve skleníku ho lze použít jako velmi dobrý fumigační insekticid s dezinfekčním účinkem.

V praxi mají při moření osiva fumigační účinky velký význam, protože fumiganty jsou pesticidy, které po aplikaci uvolňují do okolí plyn s požadovaným účinkem a tím kompenzují případně špatně namořené osivo (Zvára, 1998). Téměř všechny zkoušené esenciální oleje, které měly dobrý kontaktní účinek, prokázaly také velmi výrazný fumigační účinek. Výjimku tvoří esence z *Artemisia absinthium* a *Citrus limonum*, které dokonce svým fumigačním účinkem stimulovaly klíčení spor *T. controversa*, které v pátém týdnu klíčily i 4x více než v neošetřeném agaru. Z toho vyplývá, že nejsou příliš vhodná pro použití jako mořidla.

To potvrdil i výzkum Ryšánka a kol. (2012), kde *Pelargonium roseum* a *Origanum majorana* v nízké koncentraci také stimulovaly klíčení.

Další část diskuse je zaměřena na účinek olejů oproti chemickým látkám. Ve výzkumu Kordali a kol. (2008) zjišťoval chemické složení esenciálního oleje izolovaného vodní destilací z nadzemních částí *Origanum acuditens*. Obsahoval 87 % karvakrolu, 1,7 % linaloolu, 1,6 %, dále například thymol a p-cymen. V této práci byl testován taktéž linalool, karvakrol a navíc borneol, který se ukázal jako neúčinnější.

Autor dále popisuje velmi významný účinek těchto látek, konkrétně uvádí, že karvakrol a thymol úplně inhibovaly růst mycelia 17 fytopatogenních hub a jejich fungicidní účinky byly dokonce vyšší než u komerčního fungicidu benomylu (Kordali a kol., 2008). Toto tvrzení je potvrzeno v práci, kdy se velmi účinným ukázal borneol, jehož vliv ve srovnání s některými esenciálními oleji, které obsahují mnoho dalších složek, byl na klíčení teliospor *T. caries* horší. To poukazuje na vysokou účinnost a velký význam esenciálních olejů.

Dalším autorem, který prokázal vysokou účinnost čistých chemických látek z esenciálních olejů je Pouvová (2012), která testovala účinnost olejů ze 4 chemotypů *Thymus vulgaris* s různým složením na 4 vybrané druhy fytopatogenních bakterií. U všech byl neúčinnější chemotyp s vysokým obsahem thymolu, následoval chemotyp s vysokým podílem linaloolu, naopak méně účinné byly chemotypy s malým podílem thymolu a vysokým podílem geraniolu a cyclocitral - verbenolu. Srovnávala také účinnost oleje z *Eugenia caryophyllata* a čistého eugenolu. Ten byl v případě některých bakterií účinnější, ale v jiných případech méně účinný než esenciální olej.

Dále je srovnáván vliv stejných esenciálních látek na obě sněti s prací Šípka (2013, pers. comm.). V jeho práci byly testovány na obě sněti *Mellisa officinalis*, *Acorus calamus*, *Lavandula latifolia*, *Mentha spicata* a *Mentha citrata*. Z nichž stejně na obě sněti působily *Mellisa officinalis*, *Lavandula latifolia*, *Mentha spicata* a *Mentha citrata*. Naproti tomu *Acorus calamus* působil velmi dobře na *T. controversa* a na *T. caries* působil o poznání hůře. Z toho vyplývá, že esenciální oleje působí téměř vždy na oba patogeny stejně, a pokus předchozí tvrzení potvrdil. V této práci byly testovány esence z *Citrus aurantifolia*, *Citrus limonum*, *Juniperus virginiana*, *Malaleuca quinquenervia* a *Ocimum basilicum* na obou snětech. *Ocimum basilicum*, *Malaleuca quinquenervia* a *Juniperus virginiana* působily dobře na oba patogeny, *Citrus limonum* působil méně, ale srovnatelně na obě sněti. Naopak *Citrus aurantifolia* účinně inhiboval klíčení jen spor *T. controversa* a výrazně méně *T. caries*. To znovu dokazuje možnost použití esenciálních olejů na širší spektrum patogenů.

7. Závěr

V bakalářské práci bylo otestováno všech 10 stanovených esencí pro *T. caries* včetně jejich kombinace a 3 konkrétních čistých chemických látek, respektive 8 esencí pro *T. controversa*. Všechny látky v *in vitro* podmínkách prokázaly svojí účinnost, a to v menší či větší míře. Nejvyšší koncentrace inhibovaly klíčení spor snětí z rodu *Tilletia* téměř úplně. Ovšem u některých esenciálních olejů nebyla zaznamenána dostatečná fumigační účinnost a dokonce bylo klíčení v nízkých koncentracích i stimulováno. Velmi dobře inhiboval klíčení spor esenciální olej, který byl zkombinován z více rostlin. To svědčí o tom, že s čím větším množstvím látek je pesticid složen, tím je jeho účinnost vyšší. V práci bylo toto tvrzení potvrzeno nižší účinností jednotlivých chemických látek. Nezáleží tedy pouze na jedné nebo dvou účinných látkách, ale na celém komplexu biologicky aktivních sloučenin.

Práce ověřila účinnost botanických fungicidů pouze v *in vitro* podmínkách, ale u žádného esenciálního oleje nebylo dosaženo minimální inhibiční koncentrace, všechny inhibovaly klíčení i v nejnižší koncentraci, tudíž je třeba v testování *in vitro* dále pokračovat. Pro další využití a praxi by bylo třeba se také věnovat dalšímu výzkumu, který by prokázal účinnost zkoušených fungicidů při ochraně rostlinného materiálu.

8. Literární zdroje

- Agrios, G. N. 1997. Plant Pathology. Academic Press. 635 p. ISBN: 9780120445646.
- Baloun, J., Jahodář, L., Leifertová, I., Štípek, S. 1989. Rostliny způsobující otravy a alergie. Avicenum-zdravotnické nakladatelství. Praha. 276 s. 0808389.
- Čača, Z., Kollár, V., Novák, J., Zvára, J. 1981. Zemědělská fytopatologie. SZN. Praha. 344 s.
- Čača, Z., Dušek, J., Římovský, K., Svítal, J. 1990. Ochrana polních a zahradních plodin. SZN. Praha. 368 s. ISBN: 802090171X.
- Divišová, E., Kůst, F., Potměšilová, J. 2011. Situační a výhledová zpráva, prosinec 2011. Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. 90 s. ISBN: 9788070849897.
- Doležal, P., Dvořáčková, J., Zeman, L. Kvalita krmné dávky a napájecí vody [online]. Agroweb. 2012. [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: http://www.agroweb.cz/Kvalita-krmne-davky-a-napajeci-vody__s531x45299.html.
- Dumalasová, V., Fajferová, M., Bartoš, P. 2007. Opatření k omezení škod působených sněží mazlavou a sněží zakrslou na pšenici. Metodika pro praxi a šlechtitelská stanoviště. VÚRV, Praha. 21 s. ISBN: 9788087011386.
- Dušková, L., Kopřiva, J. 2009. Ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům. Grada Publishing, a.s. Praha. 88 s. ISBN: 9788024727561.
- Ghosh, G. K. 2000. Biopesticide and integrated pest management. A.P.H. Publishing Corporation. New Delhi. 289 p. ISBN: 8176481351.
- Hewitt, G. H. 1998. Fungicides in Crop Protection. CAB International. Nex York. 221 p. ISBN: O851992013.
- Houba, M., Hosnedl, V., 2002. Osivo a sadba. Nakladatelství Ing. Martin Sedláček. Praha.186 s. ISBN: 8090241360.
- Isman, M., B. 2005. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annual Rewiew of Entomology. 51 (1). p 45-66.
- Joshi, S.R. 2006. A Biopesticides: A biotechnological approach. New Ages International Publishers. Delhi. 120 p. ISBN: 8122417817.

- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press s. r. o. Praha. 399 s. ISBN: 9788086726342.
- Kincl, L., Kincl, M., Jarklová, J. 2006. Biologie rostlin. Fortuna, Praha. 304 s. ISBN: 8071689475.
- Kochanová, M., Prokinová, E. 2004. Metody diagnostiky *Tilletia* spp. v teorii a v praxi. ČFS. Praha. 68 s. ISBN: 8090354505.
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., Mete, E. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its free components, carvacrol, thymol and p-cymene. Bioresource Technology. 99 (18). 8788 - 8795
- Kroutil, P. 2006. Ozimá pšenice a sněti rodu *Tilletia*. Mze a SRS. Praha. 8 s.
- Kroutil, P. 2011. Výskyt původců snětivostí pšenice ozimé v roce 2010. *Agromanuál*, 6 (6). 13.
- Kubát, K., Kalina, T., Kováč, J., Kubátová, D., Prach, K., Urban, Z. 1998. Botanika. Scientia, spol s r.o. Praha. 231 s. ISBN: 8071830534.
- Kudrna, T., Vašák, J. 2006. Fungicidní ochrana jarního ječmene. In: kolektiv autorů. Kompendium vybraných poznatků při pěstování jarního ječmene a cukrovky. ČZU. Praha. s. 58 - 60. ISBN: 8021314613.
- Kuchčík, F., Procházka, I., Teksl, M., Valeš, J. 1998. Obilniny. Pěstování rostlin II, FEZ, Třebíč. s. 1 - 6. ISBN: 8090178979.
- Kumar, A., Shukla, R., Sign, P., Prahash, B., Dubey, N. K. 2011. Chemical composition of *Ocimum basilicum* Essentials oil and its efficacy as a preservative against fungal and aflatoxin contamination of dry fruits. International Journal of Food Science and Technology. 46 (9). 1840 – 1846.
- Mathre, D. E. 2000. Stinking smut (common bunt) of wheat. The American Phytopathological Society. Montana State University. p. 6.
- McEwan, M., Mulholland, V. 2002. Development of molecular diagnostic assai for seed-borne pathogens of wheat. Scottish Agricultural Science Agency. Edinburgh. 6 p.

Müller, J. 2000. Sněti a fytopatogenní plísně Moravského krasu. CRTUSA. Blansko. 76 s. ISBN: 8023861433.

Mycobank. Fungal databases nomenclature and species banks [online]. International mycological association. 15.11. 2012 [cit. 2012-11-21]. Dostupné z <<http://www.mycobank.org/BioloMICS.aspx?Table=Mycobank&Rec=493906&Fields=All>>.

Pavela, R. 2006. Rostlinné insekticidy, Hubíme hmyz bez chemie. Grada Publishing, a.s. Praha. 96 s. ISBN: 8024710196.

Pavela, R. 2010. Acute and synergistic effect of monoterpenoid essential oil compounds on larvae of *Spodoptera littoralis*. Journal of Biopesticides. 3 (3) 2010. 573-578.

Pavela, R. 2011. Botanické pesticidy. Kurent, s.r.o. České Budějovice. 128 s. ISBN: 9788087111260.

Pavela, R., Bárnet, M. 2011a. Alternativní plodina routa vonná (*Routa graveolens* L.) pěstování, význam, využití v ochraně rostlin. VÚRV. Praha. 24 s. ISBN: 9788087011713.

Pavela, R., Bárnet, M. 2011b. Alternativní plodina saturejka zahradní (*Satureja hortensis*) pěstování, význam, využití v ochraně rostlin. VÚRV. Praha. 24 s. ISBN: 9788074270833.

Pavela, R. Tříška, J. Vrchotová, N. 2009. Mosquitocidal activities of thyme oils (*Thymus vulgaris* L.) against *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae). Parasitology research. 105 (5). 1365 - 1370.

Pouvová, D. 2012. Biologická účinnost rostlinných esenciálních olejů a extraktů proti původcům bakteriálních chorob skleníkových kultur. Disertační práce, ČZU Praha, 115 s.

Prokinová, E., Zouhar, M., Mazáková, J., Váňová, M., Štočková, L. 2011. Mazlavá sněť pšeničná (*Tilletia caries*) a zakrslá sněť pšeničná (*Tilletia controversa*) v České republice. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 76 s. ISBN: 9788021322400.

Rizvi, P.Q., Choudhury, R. A., Ali, A. 2009. Recent advances in biopesticides. In: Khan, M. S., Zaidi, A., Musarrat, J. (eds.). Microbial strategies for crop improvement. Springer. New York, p. 185-203. ISBN: 9783642019784.

- Ryšánek, P., Těšíková, J., Zouhar, M., Pavela R. 2012. Effect of essential oils on germination of *Tilletia caries* and *T. controversa* chlamydospores. Proceedings of Abstracts of the XIXth Slovak and Czech Plant Protection Conference, Nitra, 43 p.
- Sobota, O. 2011. Ošetření osiva pšenice ozimé. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů. Praha. 105 s.
- Šípek, Z. 2013. pers. comm.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, s.r.o. Praha. 176 s. ISBN: 9768086726250.
- Vánky, K. 2002. Illustrated genera of smut fungi. The American Phytopathological Society. Minnesota, USA. 328 p. ISBN: 089054297X.
- Váňová, M., Matušinský, P., Benada, J. 2006. Survey of incidence of bunts (*Tilletia caries* and *Tilletia controversa*) in the Czech Republic and susceptibility of winter wheat cultivars. Plant Protection Science. 42. p. 21 - 25.
- Věchet, L. 2010. Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům. In: Věchet, L. (ed.). Biologická ochrana a indukovaná rezistence rostlin k chorobám a škůdcům. VÚRV. Praha. s. 4-8. ISBN: 9788074270482.
- Viktora, V. 1977. Obilniny, Státní vědecká knihovna. Praha. 24 s.
- Went, F.,W. 1979. Rostliny. Mladá fronta. Praha. 200 s. 2303279
- Wiese, M. V. 1987. Compendium of wheat diseases. The American Phytopathological Society. 112 p. ISBN: 0890540764.
- Wilcoxon, R. D., Saari E.E. 1996. Bunt and smut diseases of wheat: Concepts and methods of deases management. CIMMYT. Mexico. 66 p. ISBN: 9686923373.
- Zechendorf, B. 1995. Biopesticides as integrated pest management strategy in agriculture. In: Reuveni, R. (ed.). 1995. Novel approaches to integrated pest management. Lewis Publishers. Haifa. p. 232-265. ISBN: 9780873718813.
- Zouhar, M., Mazáková, J., Prokinová, E., Váňová, M., Ryšánek, P. 2010. Quantification of *Tilletia caries* and *Tilletia controversa* mycelium in wheat meristem by real-time PCR. Plant Protection Science. 46. 107 - 115.

Zvára, J. 1998. Fytofarmacie. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 125 s. ISBN: 8070402687

Žabka, M., Pavela, R., Slezáková, L. 2009. Antifungal effect of *Pimenta dioica* oil against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi. *Industrial Crops and Products*. 30 (2). 250 – 253.

Žabka, M., Pavela, R., Slezáková, L. 2011. Promising antifungal effect of some Euro-Asiatic plants against dangerous pathogenic and toxinogenic fungi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 91 (3). 492 - 497.

Žabka, M., Pavela, R., Sumíková, T. 2012. Medicinal and culinary herbs as environmentally safe inhibitors of dangerous toxinogenic and human fungal pathogens. *African Journal of Mikrobiology Research*. 6 (35). 6468 - 6475.

9. Seznam obrázků

Obr. 1. Teliospory <i>T. caries</i> (Goates, 2004)	15
Obr. 2. Teliospory <i>T. controversa</i> (Babadoost, 2005)	15
Obr. 3. Životní cyklus rodu <i>Tilletia</i>	17

10. Seznam tabulek

Tab. 1. Taxonomické zařazení <i>T. caries</i> a <i>T. controversa</i> (Zdroj: Mycobank, 2012)	11
Tab. 2. Vliv různé koncentrace esence z <i>Abies siberica</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. Den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	27
Tab. 3. Vliv různé koncentrace esence z <i>Citrus aurantifolia</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	27
Tab. 4. Vliv různé koncentrace esence z <i>Citrus limonum</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	27
Tab. 5. Vliv různé koncentrace esence z <i>Juniperus virginiana</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	28
Tab. 6. Vliv různé koncentrace esence z <i>Lavandula angustifolia</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	28
Tab. 7. Vliv různé koncentrace esence z <i>Malaleuca quinquenervia</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	28

Tab. 8. Vliv různé koncentrace esence z <i>Mentha arvensis</i> na klíčení spor <i>T.caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	29
Tab. 9. Vliv různé koncentrace esence z <i>Nepeta cataria</i> na klíčení spor <i>T.caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	29
Tab. 10. Vliv různé koncentrace esence z <i>Ocimum basilicum</i> na klíčení spor <i>T.caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	29
Tab. 11. Vliv různé koncentrace směsné esence z <i>Origanum vulgare</i> + <i>Pelargonium graveolens</i> na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek)	30
Tab. 12. Vliv různé koncentrace borneolu na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	33
Tab. 13. Vliv různé koncentrace linaloolu na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	33
Tab. 14. Vliv různé koncentrace karvakrolu na klíčení spor <i>T. caries</i> ve vodním agaru 3. – 10. den po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	34
Tab. 15. Vliv různé koncentrace esence z <i>Artemisia absinthium</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	35
Tab. 16. Vliv různé koncentrace esence z <i>Citrus aurantifolia</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly.	

Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	35
Tab. 17. Vliv různé koncentrace esence z <i>Citrus limonum</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	35
Tab. 18. Vliv různé koncentrace esence z <i>Eugenia caryophyllata</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	36
Tab. 19. Vliv různé koncentrace esence z <i>Juniperus communis</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	36
Tab. 20. Vliv různé koncentrace esence z <i>Juniperus virginiana</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	36
Tab. 21. Vliv různé koncentrace esence z <i>Malaleuca quinquenervia</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).	37
Tab. 22. Vliv různé koncentrace esence z <i>Nepeta cataria</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	37
Tab. 23. Vliv různé koncentrace esence z <i>Ocimum basilicum</i> na klíčení spor <i>T. controversa</i> na vodním agaru 4. – 6. týden po výsevu. Klíčivost je udána v procentech neošetřené kontroly. Jedna část agaru v půlených Petriho miskách obsahovala olej (kontaktní účinek), druhá nikoliv (fumigační účinek).....	37

11. Seznam grafů

Graf 1. Klíčivost <i>T. caries</i> při ovlivnění esencí z <i>Ocimum basilicum</i> – 10. den	31
Graf 2. Klíčivost <i>T. caries</i> při ovlivnění esencí z <i>Citrus aurantifolia</i> – 10. den	31
Graf 3. Klíčivost <i>T. caries</i> při ovlivnění esencí z <i>Ocimum basilicum</i> – koncentrace 0,1 μl/10ml agaru	32
Graf 4. Klíčivost <i>T. caries</i> při ovlivnění esencí z <i>Citrus aurantifolia</i> – koncentrace 0,1 μl/10ml agaru	32
Graf 5. Klíčivost <i>T. controversa</i> při ovlivnění esencí z <i>Ocimum basilicum</i> – 6. týden.....	38
Graf 6. Klíčivost <i>T. controversa</i> při ovlivnění esencí z <i>Artemisia absinthium</i> – 6. Týden	38
Graf 7. Klíčivost <i>T. controversa</i> při ovlivnění esencí z <i>Ocimum basilicum</i> – koncentrace 0,1 μl/10 ml agaru.	39
Graf 8. Klíčivost <i>T. controversa</i> při ovlivnění esencí z <i>Artemisia absinthium</i> – koncentrace 0,1 μl/10 ml agaru	39