



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Autoreferát dizertační práce

Ing. Jana Konopická

České Budějovice
2022

Autoreferát disertační práce

- Doktorand:** Ing. Jana Konopická
- Studijní program:** Fytotechnika
- Studijní obor:** Speciální produkce rostlinná
- Název práce:** Možnosti využití vybraných druhů entomopatogenních hub v biologické ochraně rostlin proti modelovým druhům škůdců hospodářských plodin
- Školitel:** prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra genetiky a zemědělských biotechnologií
- Školitelé specialisti:** Ing. Andrea Bohatá, Ph.D.
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta
Katedra rostlinné výroby
- Ing. Rostislav Zemek, CSc.
Biologické centrum AV ČR, v. v. i. v Českých Budějovicích
Entomologický ústav
Laboratoř aplikované entomologie
- Oponenti:** prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.
Mendelova univerzita v Brně
Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství
Agronomická fakulta
- doc. Dr. Ing. Jaroslav Salava
Výzkumný ústav rostlinné výroby v Praze
Rostlinolékařská virologie a fytoplazmatologie
Odbor ochrany plodin a zdraví rostlin
- doc. Ing. Miloslav Zouhar, Ph.D.
Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra ochrany rostlin

Obhajoba disertační práce se koná dne 09.03. 2022 v 11:00 hodin v zasedací a seminární místnosti ZR 01 053, 1. patro na katedře genetiky a zemědělských biotechnologií Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské fakulty JU v Českých Budějovicích.

doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D.
předseda oborové rady
Katedra rostlinné výroby
ZF JU v Českých Budějovicích

Práce vznikla za podpory projektů:

GAJU 018/2018/Z

GAJU 027/2019/Z

TAČR TP01010022

TAČR TG02010034

NAZV QK1910270

Institucionální podpora RVO:60077344

MMT 8G15006

Souhrn

Dizertační práce je zaměřená na problematiku entomopatogenních hub, které se mohou využívat v biologické ochraně rostlin. Dizertační práce je sestavena ze dvou hlavních částí: 1) podrobné literární rešerše a 2) pěti podkapitol experimentální části a výsledků, které obsahují originální publikace s výsledky vlastní výzkumné práce.

První studie byla zaměřena na izolaci a identifikaci nových kmenů entomopatogenních hub z půdních vzorků z České republiky a Izraele a zkoumala se také účinnost proti roztoči *Rhizoglyphus robini*. Celkem bylo z půdních vzorků z obou zemí vyizolováno 5 rodů entomopatogenních hub (*Metarhizium* sp., *Beauveria* sp., *Isaria* sp., *Lecanicilium* sp. a *Purpureocillium* sp.). Nejfrekventovanější byl rod *Metarhizium* sp. a to zejména na lokalitách v České republice. Nejvyšší účinnost proti roztoči *Rhizoglyphus robini* byla zjištěna u kmenů *Metarhizium anisopliae* izolovaných z půdních vzorků z České republiky a u kmene *Metarhizium indigoticum* z Izraele. Mortalita po 4. dnech biotestu byla téměř 100 %.

Druhá studie se zabývala účinností entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367 proti zavíječi zimostrázovému (*Cydalima perspectalis*). Houbová infekce byla pozorována většinou u kukel. Nicméně mortalita nepřesáhla 60 %, což naznačuje velmi nízkou citlivost zavíječe zimostrázového k houbě *Isaria fumosorosea* CCM 8367.

Ve třetí podkapitole se řešila problematika závažného škůdce brambor mandelinky bramborové. Nejprve byly provedeny laboratorní experimenty, kde se vybral virulentní kmen *Beauveria bassiana* BBA 08 proti tomuto škůdci, který byl následně použit v dalších experimentech. Tento kmen byl testován proti dospělcům mandelinky bramborové v květináčových pokusech a polních podmínkách. Houba byla aplikována samostatně a v kombinaci s entomopatogenními hlísticemi. Ve všech experimentech houba snížila počty dospělců mandelinky bramborové, v terénní aplikaci až o 30 % v porovnání s kontrolou.

Čtvrtá studie se věnovala záměrnému obohacení půdního výsevního substrátu entomopatogenní houbou *Isaria fumosorosea* CCM 8367 pro zvýšení supresivity. Výsledky ukázaly, že při 20 °C houba úspěšně kolonizovala půdní substrát a přetrvávala v něm více jak 6 měsíců i když se průměrná koncentrace mírně snížila z $5,89 \times 10^4$ na $2,76 \times 10^4$ spor na mililitr substrátu během experimentu.

Poslední studie testovala efektivitu přenosu entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367 pomocí entomopatogenních hlístic druhu *Steinernema feltiae* a *Heterorhabditis bacteriophora*. Výsledky naší studie poprvé ukázaly, že šíření konidií i blastospor *Isaria fumosorosea* je významně posíleno přítomností entomopatogenních hlístic.

Klíčová slova: entomopatogenní houby, biologická ochrana, *Rhizoglyphus robini*, *Metarhizium*, *Isaria*, *Beauveria*, virulence, půdní substrát, hlístice

Summary

Ph.D. thesis is focused on the entomopathogenic fungi that can be used in biological control. Ph.D. thesis consists of two main parts: 1) a detailed background research, and 2) five subchapters of the experimental part and results, which contain original publications describing results of my own studies.

The first study focused on the isolation and identification of new strains of entomopathogenic fungi from soil samples collected in garlic and onion fields in the Czech Republic and Israel. Furthermore, the efficacy of selected fungal strains against the bulb mite *Rhizoglyphus robini* was tested. A total of 5 genera of entomopathogenic fungi (*Metarhizium* sp., *Beauveria* sp., *Isaria* sp., *Lecanicilium* sp. and *Purpureocillium* sp.) were identified among the soil isolates from both countries. The most frequent was the genus *Metarhizium* sp. especially in sampling sites of the Czech Republic. The highest efficacy against *Rhizoglyphus robini* mites was found in *Metarhizium anisopliae* strains isolated from soil samples collected in the Czech Republic and in *Metarhizium indigoticum* strain from Israel. Mortality after 4 days of the bioassay was almost 100%.

The second study investigated the efficacy of the entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* CCM 8367 against box tree moth (*Cydalima perspectalis*). Fungal infection was mostly observed in pupae. However, mortality did not exceed 60%, indicating a very low susceptibility of box tree moth to *Isaria fumosorosea* CCM 8367.

In the third subchapter, various strains of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* were tested against the Colorado potato beetle, a serious pest of potato. First, laboratory experiments were performed and the most virulent strain BBA 08 against this pest was selected and used subsequently in further experiments. The strain efficacy against *L. decemlineata* adults was evaluated in pot experiments and under field conditions. The fungus was applied alone and in combination with entomopathogenic nematodes. In all experiments, the fungus reduced the number of Colorado potato beetle adults by about 30% compared to the control.

The fourth study described enrichment of soil substrate with entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* CCM 8367 for increasing its suppressivity. The results showed that the fungus successfully colonized the soil substrate and remained in it for more than 6 months at 20 °C, although the average concentration decreased slightly from 5.89×10^4 to 2.76×10^4 spores per milliliter of substrate during the experiment.

The last study described dissemination of *Isaria fumosorosea* CCM 8367 spores by nematodes of *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. The results of our study revealed for the first time that the spread of conidia and blastospores of *Isaria fumosorosea* in soil environment is significantly enhanced by the presence of entomopathogenic nematodes.

Key words: entomopathogenic fungi, biological control, *Rhizoglyphus robini*, *Metarhizium*, *Isaria*, *Beauveria*, virulence, soil substrate, nematodes

Obsah

1	Úvod	6
2	Literární rešerše	7
3	Hypotézy a cíle práce.....	9
4	Seznam autorských publikací	10
4.1	Účinnost entomopatogenních hub vyizolovaných z České republiky a Izraele proti roztoči <i>Rhizoglyphus robini</i> (Acari: Acaridae) a jejich výskyt.....	10
4.2	Účinnost entomopatogenní houby <i>Isaria fumosorosea</i> CCM 8367 proti zavíječi zimostřázovému (<i>Cydalima perspectalis</i>).....	11
4.3	Účinnost entomopatogenní houby <i>Beauveria bassiana</i> proti mandelince bramborové (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>)	11
4.4	Obohacení půdního substrátu entomopatogenní houbou <i>Isaria fumosorosea</i> CCM 8367 pro zvýšení jeho supresivity	12
4.5	Šíření spor entomopatogenní houby <i>Isaria fumosorosea</i> CCM 8367 hlísticemi	13
5	Závěr	14
6	Seznam použité literatury	16
7	Seznam vlastních publikovaných prací	17
8	Účast na zahraničních nebo tuzemských konferencích a stážích	21
9	Curriculum vitae	22

1 Úvod

V současné době je mnoho škůdců významných zemědělských plodin odolných vůči pesticidům. Rezistence populací škůdců se mnohdy neuváženou aplikací pesticidů neustále zvyšuje, proto je snaha využívat alternativní metody v rámci programů integrované ochrany rostlin. Mezi takové metody patří např. biologická ochrana rostlin. Vhodnou ekologickou alternativou k širokospektrálním chemickým pesticidům je využívání přirozených nepřátel, jako jsou predátoři, parazitoidi a mikroorganismy mezi které spadají také entomopatogenní houby.

Značný počet mikrobiálních biopesticidů na bázi entomopatogenních hub se na celém světě vyvíjí již od 60. let 20. století. Entomopatogenní houby jsou běžnou součástí půdy a infikují škůdce ze všech řádů hmyzu, díky čemuž jsou považovány za významné biologické agens regulující populace škůdců. Jejich velká výhoda spočívá v tom, že nemusí být přijímány potravou, protože jsou schopny proniknout přes kutikulu do hostitele a biopreparáty na bázi entomopatogenních hub lze snadno vyrobit. Mezi nejběžnější používané druhy entomopatogenních hub v komerčně vyráběných mykopesticidech patří: *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin, *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin, *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown & Smith a *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch.

Kromě přímé biologické ochrany proti škůdcům se tyto houby mohou využívat také v preventivních aplikačních programech, zejména u okrasných nebo školkařských výpěstků, aby poskytly lepší ochranu proti škůdcům. Další výhodou při použití těchto mikroorganismů je i absence reziduí v ošetřených kulturách, takže v případě použití přípravku na bázi entomopatogenních hub není potřeba dodržovat ochrannou lhůtu. To skýtá vysokou přidanou hodnotu zejména v systémech produkce ovoce a zeleniny. Nevýhodou použití entomopatogenních hub i ostatních bioagens je jejich závislost na podmínkách prostředí (zejména teplota, relativní vzdušná vlhkost a UV záření). Tím se použitelnost omezuje pouze na určité klimaticky příznivé areály a prostory jako jsou např. skleníky.

2 Literární řešerše

Entomopatogenní houby

V současné době vzrůstá zájem o redukcii škodlivých činitelů pomocí biologických metod ochrany rostlin. Veliká pozornost je směřována i na entomopatogenní houby, které představují jednu z nejvýznamnějších skupin přirozených nepřátel prakticky všech druhů škodlivého hmyzu (Landa *et al.* 2008; Roy, Cottrell 2008). Houby žijící s hmyzem v jakémkoli typu vztahu se obecně nazývají entomogenní. Mnohé z nich se po dlouhou dobu vyvíjely zároveň se svými hostiteli a vznikli tak komenzálové nebo mutualisti, z jiných naopak obligátní nebo fakultativní patogeny, jež nejčastěji označujeme jako entomopatogenní houby (Kubátová 2017). Entomopatogenní houby jsou nejčastějšími původci onemocnění hmyzu (Lovett, Leger 2017), ale mohou vykazovat také akaropatogenní efekt, kdy se podílejí na přirozené regulaci početnosti řady druhů roztočů (Pell *et al.* 2010).

Entomopatogenní houby jsou všudypřítomné organismy tam, kde jim podmínky prostředí umožňují jejich přežití (Jaronski *et al.* 2007). Tyto houby se přirozeně vyskytují v přírodních i zemědělských akroekosystémech, vodním prostředí nebo v podzemních nikách (Lovett, Leger 2017; Pell 2007). Také se vyskytují druhy hub, které žijí nejen na hmyzu, ale i na mrtvém substrátu organických zbytků semen, listů a kůry, další mohou mít vedle parazitického vztahu s hostitelem i vztah symbiotický (Weiser 1966).

Tyto houby jsou jedinečné v tom, že na rozdíl od ostatních mikroorganismů, které jsou také schopni vyvolávat onemocnění u hmyzu, nevyžadují přímé vstřebání, ale jsou schopny aktivně pronikat skrz epikutikulu hmyzu (Pedriny *et al.* 2007). Ačkoliv tyto houby napadají hmyz prakticky ze všech hlavních řádů (Lepidoptera, Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Orthoptera, Hymenoptera) a mohou též napadat všechna vývojová stádia (Bailey *et al.* 2010), jednotlivé druhy jsou často vůči hostiteli velmi specifické a existuje zde tak jen velmi malé riziko vzhledem k necílovým organismům (Roberts, Humber 1981).

Z hlediska využití entomopatogenních hub, jakožto součásti biologické ochrany rostlin, poskytuje velkou výhodu fakt, že entomopatogenní houby jsou naprosto přirozenou součástí půdního prostředí. Půda jako taková jim poskytuje ideální podmínky, kde jsou chráněny před extrémními teplotami a slunečním zářením a je také přirozenou lokalitou výskytu potenciálních hmyzích hostitelů (Humber 2008).

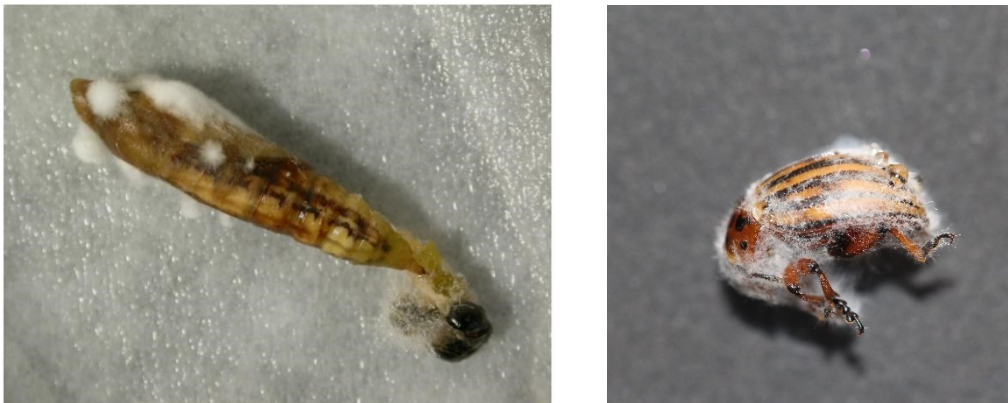
Entomopatogenními houbami lze také půdu (substrát) obohatit. Houby aplikované do půdy (substrátu) ji kolonizují a jsou schopny přežívat na alternativním materiálu jako je organická hmota nebo mohou saprofyticky růst v rhizosféře (Wang *et al.* 2005). Substráty obohacené o entomopatogenní houby se mohou používat v zahradnictví nebo ve skleníkových kulturách. Výsevnické substráty obohacené entomopatogenními houbami již i u nás existují a jsou snadno dostupné pro běžné spotřebitele. Entomopatogenní houby jsou tak neodmyslitelnou součástí biologické ochrany rostlin proti škůdcům (Obr. 1). Jako mykoinsekticidy se mohou využívat v zahradnictví, lesnictví a zemědělství (Gul *et al.* 2014).

Mezi nejběžnější používané druhy entomopatogenních hub v komerčně vyráběných mykopesticidech patří: *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin,

Metarhizium anisopliae (Metchnikoff) Sorokin, *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown & Smith a *Beauveria brongniartii* (Saccardo) Petch (De Faria, Wraight 2007).

Životní cyklus entomopatogenních hub se skládá z parazitické fáze (infekce hostitele a následná smrt) následovaný fází saprofytickou (po smrti hostitele). Na rozdíl od jiných entomopatogenních organismů (bakterie, viry), které obvykle vstupují do těla hostitele pasivně s potravou, jsou entomopatogenní houby schopny infikovat svého hostitele nejčastěji přímou penetrací přes jeho exoskelet a kutikulu (Augustyniuk-Kram, Kram 2012). K této funkci jsou vybaveny enzymatickým aparátem, tvořeným lipázami, proteázami a chitinázami. Tyto enzymy považujeme za indikátory virulence (de Carolina Sánchez-Pérez *et al.* 2014).

I přes dlouhodobé studium entomopatogenních hub je jejich komerční využití a všeobecné přijetí širokou zemědělskou praxí stále limitováno určitými překážkami, a to zejména vlhkostními podmínkami v polních podmínkách, slunečním zářením, teplotou nebo efektivní formulací do finálního komerčního přípravku (Vega 2008; Jaronski 2007; Vidal, Fargues 2007). V souvislosti se zmiňovanými limity je třeba dodat, že rozsah znalostí o ekologii a epizocii entomopatogenních hub je stále nedostatečný (Pell *et al.* 2010). I přesto mají entomopatogenní houby vysoký potenciál regulovat populace škůdců a využití těchto hub představuje významnou alternativu vůči ochraně chemické.



Obr. 1: Ukázka napadení entomopatogenní houbou *Isaria fumosorosea* CCM 8367 na kukle zavíječe zimostrázového (vlevo) a na dospělci mandelinky bramborové (vpravo)

3 Hypotézy a cíle práce

Výzkumné hypotézy

Pro dosažení cílů byly stanoveny následující výzkumné hypotézy:

1. Diverzita kmenů hub je natolik vysoká, že je možné vyizolovat z půdy nový (virulentní) kmen entomopatogenní houby s novými vlastnostmi.
2. Entomopatogenní houby redukují populace škodlivých činitelů.
3. Pomocí záměrné inokulace kmene entomopatogenní houby lze zvýšit supresivitu půdy.
4. Hlístice mohou šířit spory entomopatogenních hub v životním prostředí.

Cíle práce

Tato práce byla zaměřena na tři hlavní cíle:

1) Najít virulentní kmeny entomopatogenních hub (EPH) proti vybraným cílovým hostitelům

Dílčí cíle:

- Izolace kmenů EPH z půdních vzorků/infikovaných hostitelů pomocí selektivního média na bázi dodine
- Identifikace EPH pomocí morfologických a mikroskopických vlastností a pomocí genetické analýzy
- Účinnost vybraných kmenů jednotlivých EPH na mortalitu cílových hostitelů (rozoč *Rhizoglyphus robini*, zavíječ zimozrázový, mandelinka bramborová)

2) Obohatit půdní výsevni substrát o entomopatogenní houbu *Isaria fumosorosea* CCM 8367

Dílčí cíle:

- Vývoj laboratorního zařízení pro aplikaci suspenze spor houby *I. fumosorosea*
- Optimalizace submerzní kultivace této houby
- Testování přítomnosti houby v substrátu v čase

3) Zjistit, zdali se může entomopatogenní houbu *Isaria fumosorosea* CCM 8367 šířit v prostředí efektivněji za pomoci entomopatogenních hlístic

Dílčí cíle:

- Zhodnotit šíření hub hlísticemi v různých pokusných arénách
- Otestovat šíření dvou typů spor houby, a to konidií a blastospor

4 Seznam autorských publikací

4.1 Účinnost entomopatogenních hub vyizolovaných z České republiky a Izraele proti roztoči *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) a jejich výskyt

1. **Konopická J.**, Bohatá A., Palevsky E., Nermuť J., Půža V., Zemek R. (2021) Survey of entomopathogenic and mycoparasitic fungi in the soil of onion and garlic fields in the Czech Republic and Israel. *Journal of Plant Diseases and Protection*, Early View. DOI: 10.1007/s41348-021-00557-5
2. **Konopická J.**, Bohatá A., Nermuť J., Jozová E., Mráček Z., Palevsky E., Zemek R. (2021) Efficacy of soil isolates of entomopathogenic fungi against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae). *Systematic and Applied Acarology* 26: 1149 – 1167. DOI: 10.11158/saa.26.6.11

Roztoč *Rhizoglyphus robini* patří mezi závažné škůdce česneku a cibule, přičemž jeho regulace je obtížná kvůli jeho schopnosti vyvinout si rezistenci vůči akaricidům. Dalším nebezpečím je interakce roztočů s houbovými patogeny, jako je např. *Fusarium* spp. Cílem naší práce bylo posoudit možnost biologické ochrany pomocí přirozených patogenů, konkrétně entomopatogenních hub (EPH).

V první části studie byly realizovány terénní sbírky půdních vzorků na cibulových a česnekových polích v České republice a v Izraeli. Z těchto vzorků byly provedeny výluhy a kultivace pomocí selektivního média. Celkem bylo z půdních vzorků z obou zemí vyizolováno 5 rodů EPH (*Metarhizium* sp., *Beauveria* sp., *Isaria* sp., *Lecanicilium* sp. a *Purpureocillium* sp.). Nejfrekventovanější byl rod *Metarhizium* sp. a to zejména na lokalitách v České republice. Naopak nejméně byl zastoupen v obou zemích rod *Beauveria* sp. Půdní vzorky z České republiky obsahovaly výrazně vyšší koncentraci EPH oproti Izraeli. Vybrané kmeny EPH byly stanoveny do druhu pomocí makroskopických, mikroskopických a molekulárních markerů.

Vybrané kmeny hub byly následně testovány proti samicím roztoče *R. robini* v laboratorních podmínkách. V biotestech bylo testováno celkem 20 kmenů EPH (17 izolovaných a 3 referenční kmeny). Výsledky odhalily vysokou variabilitu mezi druhy a kmeny. Nejvyšší účinnost proti *R. robini* byla zjištěna u kmenů *Metarhizium anisopliae* izolovaných z půdních vzorků z České republiky a u kmene *Metarhizium indigoticum* z Izraele. Mortalita po 4. dnech biotestu byla 99,3 %, respektive 98,3 %. Nejnižší virulence byla pozorována u hub rodu *Beauveria* spp. U třech nejučinnějších kmenů byla vypočítána také letální doba (LT50) a koncentrace (LC50), kdy uhynulo 50 % populace roztoče. LT50 se pohybovala mezi 2 a 4 dny a LC50 mezi $1,01 \times 10^4$ a $2,36 \times 10^5$ spor/ml. Tyto parametry ukázaly, že nejvirulentnější byla houba *M. indigoticum* z Izraele.

Tato studie prokázala, že některé kmeny EPH, zejména rodu *Metarhizium*, mají vysoký potenciál regulovat populace roztočů *R. robini* a využití těchto hub představuje významnou alternativu vůči ochraně chemické.

4.2 Účinnost entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367 proti zavíječi zimostrázovému (*Cydalima perspectalis*)

1. Zemek R., **Konopická J.**, Ul Abdin Z. (2020) Low efficacy of *Isaria fumosorosea* against box tree moth *Cydalima perspectalis*: Are host plant phytochemicals involved in herbivore defence against fungal pathogens? *Journal of Fungi* 6: 342. DOI: 10.3390/jof6040342

Zimostráz (*Buxus sempervirens*) je významnou okrasnou dřevinou, která je vážně ohrožená invazivním škůdcem zavíječem zimostrázovým (*Cydalima perspectalis*). Larvy tohoto škůdce jsou schopné kompletně stromy odlistit a způsobit jejich smrt. Vývoj nových biopesticidů zaměřených na tohoto škůdce by mohl pomoci výsadby těchto okrasných dřevin ochránit.

V této studii byly provedeny laboratorní experimenty za účelem posouzení účinnosti entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367 proti škůdci *C. perspectalis*. Larvy posledního instaru byly ošetřeny suspenzí konidií houby v rozmezí koncentrací od 1×10^4 do 1×10^8 spor na 1 ml. Houbová infekce byla pozorována většinou u kukel. Nicméně mortalita nepřesáhla 60 %, což naznačuje velmi nízkou citlivost *C. perspectalis* k houbě *I. fumosorosea*. Dále bylo za pomoci nízkoteplotní rastrovací elektronové mikroskopie zjištěno na larvální kutikule škůdců velké množství neklíčivých spor houby. V další fázi studie se ukázalo, že inhibiči klíčení spor houby způsobuje hydroalkoholický extrakt z listů *Buxus sempervirens*.

Bohužel se prokázalo, že kmen CCM 8367 *I. fumosorosea* není pro potlačení populace *C. perspectalis* vhodný. Nízká virulence houby mohla být způsobena akumulací fytochemikálií hostitelské rostliny s antimikrobiální aktivitou do larvální kutikuly škůdce.

4.3 Účinnost entomopatogenní houby *Beauveria bassiana* proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*)

1. Zemek R., **Konopická J.**, Jozová E., Skoková Habušťová O. (2021) Virulence of *Beauveria bassiana* strains isolated from cadavers of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. DOI: 10.3390/insects12121077
2. Půža V., Nermuť J., **Konopická J.**, Skoková Habušťová O. (2021) Efficacy of the applied natural enemies on the survival of Colorado Potato Beetle adults. *Insects* 12: 1030. DOI: 10.3390/insects12111030

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) patří mezi závažné a široce rozšířené škůdce brambor a jiných plodin. Tento škůdce je schopen defoliovat hostitelskou rostlinu a způsobit vysoké ztráty na výnosu. Navíc se mandelinka bramborová stává rezistentní vůči mnoha chemickým pesticidům. Proto je zapotřebí vývoje nových biopesticidů zaměřených na tohoto škůdce.

Cílem této studie bylo získat nové kmeny entomopatogenní houby *B. bassiana* a posoudit jejich účinnost proti dospělcům *L. decemlineata* v laboratorních podmínkách.

Dvanáct kmenů bylo izolováno z mrtvých dospělců mandelinky bramborové sesbíraných na bramborových polích v České republice.

V samotném biotestu byli dospělci mandelinky bramborové ošetřeni suspenzí konidií každého kmene houby *B. bassiana* v koncentraci 1×10^7 spor na mililitr a jejich přežívání bylo denně zaznamenáváno po dobu tří týdnů. Výsledky biologických testů odhalily, že všechny nové nativní kmeny byly pro dospělé patogenní a způsobily mortalitu až 100 % na konci zkušebního období s LT50 přibližně 7 dní. Tyto kmeny byly virulentnější než referenční kmen GHA a některé z nich lze doporučit pro vývoj nového mykoinsekticidu proti *L. decemlineata*.

V další fázi studie se testoval virulentní kmen *B. bassiana* BBA 08 v květináčovém a polním experimentu. Tento kmen byl testován samostatně a také v kombinaci s entomopatogenními hlísticemi, kde byl hodnocen vliv bioagens na počet objevujících se dospělců mandelinky bramborové. V květináčových experimentech půdní aplikace hlístic (*Steinernema carpocapsae* 1343 a *S. feltiae* Jakub) a houby (BBA 08) významně snížila počty vzcházejících dospělců *L. decemlineata*, zatímco po aplikaci na listy bylo účinné pouze ošetření houbou *B. bassiana*.

Terénní aplikace houby *B. bassiana* významně snížila počet objevujících se dospělců mandelinky bramborové ve srovnání s kontrolní variantou o cca 30 %, zatímco účinek hlístic a kombinace hlístice-houba nebyl statisticky významný.

Naše zjištění také zdůrazňují důležitost hledání perspektivních kmenů entomopatogenních hub mezi přirozeně infikovanými hostiteli. Entomopatogenní houby i hlístice mají potenciál účinně snižovat výskyt dospělců mandelinky bramborové, ale ke zlepšení účinnosti v této oblasti je zapotřebí další výzkum.

4.4 Obohacení půdního substrátu entomopatogenní houbou *Isaria fumosorosea* CCM 8367 pro zvýšení jeho supresivity

1. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A., Horňák P., Jináček M. (2017) Výsevni substrát s entomopatogenní houbou *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367. Funkční vzorek 1 - 7. (podléhá autorským právům)
2. Zemek R., Nermuť J., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Půdní přípravek na bázi *Isaria fumosorosea* a *Steinernema feltiae*. Funkční vzorek TG02010034_2021_Duoefekt_Zemek: 1-8. (podléhá autorským právům)
3. Zemek R., Nermuť J., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Insekticidní a akaricidní aditivum do nosného substrátu pro pěstování rostlin. Užitiný vzor č. 32259. Úřad průmyslového vlastnictví, reg. č. 2018-35411.
4. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Pěstební substrát s insekticidními a akaricidními vlastnostmi. Užitiný vzor č. 31982. Úřad průmyslového vlastnictví, reg. č. 2018-35195.
5. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Inoculation of sphagnum-based soil substrate with entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae). AIP Conference Proceedings 1954: 030009-1–030009-5. DOI: 10.1063/1.5033389

6. **Konopická J.**, Bohatá A., Zemek R. (2019) Technologie výroby blastospor entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367 submerzní kultivací. Ověřená technologie OT-ENTU-01 (podléhá autorským právům)

Cílem této studie bylo prozkoumat potenciál kolonizace půdního výsevního substrátu entomopatogenní houbou *Isaria fumosorosea* CCM 8367. U tohoto kmene houby byla dříve zjištěna vysoká virulence proti několika druhům škůdců.

V první fázi studie bylo vyvinuto jednoduché laboratorní zařízení pro aplikaci suspenze spor hub do substrátu. Suspenze byla připravena z blastospor houby, které byly získány submerzní kultivací v tekutém médiu za pomoci orbitální třepačky. Nainokulovaný substrát houbou byl umístěn do plastových sáčků a uchováván při konstantní teplotě 20 °C po dobu šesti měsíců. Každý měsíc byly vzorky analyzovány a byla zjišťována koncentrace houby ve formě parametru Colony forming units – jednotky tvořící kolonie (CFU). Výsledky ukázaly, že při 20 °C houba úspěšně kolonizovala půdní substrát a přetrvávala i když se průměrná koncentrace mírně snížila z $5,89 \times 10^4$ na $2,76 \times 10^4$ spor na mililitr substrátu během experimentu.

Substrát kolonizovaný houbou *I. fumosorosea* může být vhodný pro preventivní a trvalou ochranu různých rostlin před škůdci žijícími v půdě.

4.5 Šíření spor entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367 hlísticemi

1. Nermuť J., **Konopická J.**, Zemek R., Kopačka M., Bohatá A., Půža V. (2020) Dissemination of *Isaria fumosorosea* spores by *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. *Journal of Fungi* 6: 359. DOI: 10.3390/jof6040359

Entomopatogenní houby a hlístice jsou celosvětově distribuované půdní mikroorganismy, které se často používají v biologické ochraně rostlin. Mnoho studií prokázalo, že kombinace bioagens může zvýšit jejich účinnost proti cílovým hostitelům.

Tato studie se zaměřuje na potenciální přínos synergie dvou druhů hlístic, *Steinernema feltiae* a *Heterorhabditis bacteriophora*, a houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367.

V první fázi studie bylo testováno šíření hub hlísticemi v různých pokusných arénách. Šíření hub hlísticemi bylo testováno na Petriho miskách s agarovým médiem Potato Dextrose Agar, dále na Petriho miskách, kde byl přidán písek jako bariéra a v poslední fázi studie byl přenos hub hlísticemi testován ve skleněných trubičkách naplněných zeminou.

Výsledky naší studie poprvé ukázaly, že šíření konidií i blastospor *I. fumosorosea* je významně posíleno přítomností entomopatogenních hlístic, ale účinnost šíření je negativně ovlivněna heterogenitou testovací arény. Dalším zjištěním bylo, že hlístice *H. bacteriophora* šíří houby efektivněji než *S. feltiae*. Tento jev lze vysvětlit v rozdílech přítomnosti kutikuly druhého stupně nebo odlišným chováním při hledání potravy hlístic. Bylo také zjištěno, že blastospory houby se šíří účinněji než konidie, což může být způsobeno různou adhezí těchto spor (konidie jsou hydrofobní, zatímco blastospory jsou hydrofilní).

Tato studie zkoumala nový, alternativní způsob šíření entomopatogenních hub v oblasti životního prostředí. Získané výsledky ukázaly, že entomopatogenní hlístice mohou zvýšit účinnost šíření hub.

5 Závěr

Na základě výsledků popsaných v této dizertační práci byly všechny cíle splněny a závěry lze shrnout do následujících bodů:

- Pomocí selektivního média na bázi dodine byly z půdních vzorků z České republiky a Izraele vyizolovány kmeny EPH spadající do rodů: *Metarhizium* sp., *Beauveria* sp., *Isaria* sp., *Lecanicillium* sp. a *Purpureocillium* sp.
- Identifikace EPH byla provedena pomocí morfologických a mikroskopických vlastností a pomocí genetické analýzy. Byly identifikovány druhy EPH: *Metarhizium anisopliae*, *Metarhizium brunneum*, *Metarhizium indigoticum*, *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Isaria fumosorosea*, *Lecanicillium muscarium* a *Purpureocillium lilacinum*.
- Nejvyšší účinnost (téměř 100 %) proti roztoči *Rhizoglyphus robini* byla zjištěna u kmenů *Metarhizium anisopliae* izolovaných z půdních vzorků z České republiky a u kmene *Metarhizium indigoticum* z Izraele.
- Kmen EPH *I. fumosorosea* CCM 8367 vykázal nízkou virulenci proti larvám zavíječe zimostrážového (*Cydalima perspectalis*).
- Houba *Beauveria bassiana* BBA 08 byla velmi efektivní proti dospělcům mandelinky bramborové.
- Bylo vyvinuto jednoduché laboratorní zařízení pro aplikaci suspenze spor hub do substrátu.
- Podařilo se optimalizovat proces maloobjemové submerzní kultivace houby *I. fumosorosea* kmene CCM 8367.
- Houba *I. fumosorosea* CCM 8367 byla schopná po dobu 6. měsíců v substrátu přežívat a sloužit jako preventivní ochrana vůči půdním škůdcům.
- Šíření spor *I. fumosorosea* CCM 8367 v pokusných arénách je efektivnější za přítomnosti entomopatogenních hlístic.
- Účinněji se šíří blastospory houby, pravděpodobně z důvodu schopnosti vázat vodu (hydrofilní vlastnosti).

Výzkumné hypotézy

Hypotéza 1

Znění hypotézy: Diverzita kmenů hub je natolik vysoká, že je možné vyizolovat z půdy nový (virulentní) kmen entomopatogenní houby s novými vlastnostmi.

Potvrzení/zamítnutí hypotézy: Výsledky provedených experimentů **potvrdily** výše uvedenou hypotézu. Podařilo se vyizolovat z půdy velmi virulentní kmen, který způsobil téměř 100% mortalitu v populaci roztoče *Rhizoglyphus robini*.

Hypotéza 2

Znění hypotézy: Entomopatogenní houby redukují populace škodlivých činitelů.

Potvrzení/zamítnutí hypotézy: Výsledky provedených experimentů **potvrdily i zamítnuly** výše uvedenou hypotézu. Ne všechny entomopatogenní houby mohou redukovat populace škodlivých činitelů. *Isaria fumosorosea* CCM 8367 nebyla účinná proti zavíječi zimozrázovému naopak *Beauveria bassiana* BBA 08 vykazovala vysokou efektivitu proti mandelince bramborové.

Hypotéza 3

Znění hypotézy: Pomocí záměrné inokulace kmene entomopatogenní houby lze zvýšit supresivitu půdy.

Potvrzení/zamítnutí hypotézy: Výsledky provedených experimentů **potvrdily** výše uvedenou hypotézu. Podařilo se nainokulovat půdní substrát o houbu *Isaria fumosorosea* CCM 8367, která byla schopná v substrátu přežít více jak 6 měsíců a tím se zvýšila půdní supresivita.

Hypotéza 4

Znění hypotézy: Hlístice mohou šířit spory entomopatogenních hub v životním prostředí.

Potvrzení/zamítnutí hypotézy: Výsledky provedených experimentů **potvrdily** výše uvedenou hypotézu. Šíření spor houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367 bylo efektivnější za přítomnosti entomopatogenních hlístic.

6 Seznam použité literatury

- Augustyniuk-Kram A., Kram K.J. (2012): Entomopathogenic Fungi as an Important Natural Regulator of Insect Outbreaks in Forests (Review). In: Forest Ecosystems - More than Just Trees, Dr Juan A. Blanco (Ed.), 265-282.
- Bailey A., Chandler D., Grant W.P., Greaves J., Prince G., Tatchell M. (2010): Biopesticides: pest management and regulation. *CAB International, Wallingford, UK*, 71-131.
- De Carolina Sánchez-Pérez L., Barranco-Florido J.E., Rodríguez-Navarro S., Cervantes-Mayagoitia J.F., Ramos-López M.A. (2014): Enzymes of Entomopathogenic Fungi, Advances and Insights. *Advances in Enzyme Research*, 2: 65-76.
- De Faria M.R., Wraight S.P. (2007): Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Biological Control*, 43: 237-256.
- Gul H.T., Saeed S., Khan F.Z.A. (2014): Entomopathogenic Fungi as Effective Insect Pest Management Tactic: A Review. *Applied Sciences and Business Economics*, 1(1): 10-18.
- Humber R.A. (2008): Evolution of entomopathogenicity in fungi. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98: 262-266.
- Jaronski S.T. (2007): Soil ecology of the entomopathogenic Ascomycetes: A critical examination of what we (think) we know. In: Ekesi S., Maniania N.K. (Eds.): Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management. *Research Signpost, Kerala*, 91-143.
- Kubátová A. (2017): Entomopatogenní houby - nerovný souboj. *Živa*, 5: 250-254.
- Landa Z., Bohatá A., Kalista M. (2008): Záměrné využívání autochtonních kmenů vybraných druhů entomopatogenních hub. *Jihočeská univerzita, České Budějovice*, 47 p.
- Lovett B., St. Leger R.J. (2017): The Insect Pathogens. *Microbiology Spectrum*, 5/2.
- Pedrini N., Crespo R., Juaréz M.P. (2007): Biochemistry of insect epicuticle degradation by entomopathogenic fungi. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part C*, 146: 124-137.
- Pell J.K., Hannam J.J., Steinkraus D.C. (2010): Conservation biological control using fungal Entomopathogens. *BioControl*, 55: 187-198.
- Roberts D.W., Humber R.A. (1981): Entomogenous fungi. In: Cole G.T., Kendrick B. (Eds.): Biology of conidial fungi. *Academic Press, New York*, 201-236.
- Roy H.E., Cottrell T.E. (2008): Forgotten natural enemies: Interactions between coccinellids and insect-parasitic fungi. *European Journal of Entomology*, 105: 391-398.
- Vega F.E. (2008): Insect pathology and fungal endophytes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 98: 277-279.
- Vidal C., Fargues J. (2007): Climatic constraints for fungal bioinsecticides. In: Ekesi S., Maniania N.K. (Eds.): Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management. *Research Signpost, Kerala*, 91-143.
- Wang C.S., Hu G., St Leger R.J. (2005): Differential gene expression by *Metarhizium anisopliae* growing in root exudate and host (*Manduca sexta*) cuticle or hemolymph reveals mechanisms of physiological adaptation. *Fungal Genetics and Biology*, 42: 704-718.
- Weiser J. (1966): Houbové onemocnění hmyzu. In: Weiser J. (Ed.): Nemoci hmyzu. *Academia, Praha*, 286-290.

7 Seznam vlastních publikovaných prací

Články v impaktovaných časopisech

3. Zemek R., **Konopická J.**, Ul Abdin Z. (2020) Low efficacy of *Isaria fumosorosea* against box tree moth *Cydalima perspectalis*: Are host plant phytochemicals involved in herbivore defence against fungal pathogens? *Journal of Fungi* 6: 342. DOI: 10.3390/jof6040342
(metodika, vyhodnocení výsledků, příprava publikace)
4. Nermuť J., **Konopická J.**, Zemek R., Kopačka M., Bohatá A., Půža V. (2020) Dissemination of *Isaria fumosorosea* spores by *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis bacteriophora*. *Journal of Fungi* 6: 359. DOI: 10.3390/jof6040359
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, příprava publikace)
5. **Konopická J.**, Bohatá A., Nermuť J., Jozová E., Mráček Z., Palevsky E., Zemek R. (2021) Efficacy of soil isolates of entomopathogenic fungi against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae). *Systematic and Applied Acarology* 26: 1149 – 1167. DOI: 10.11158/saa.26.6.11
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
6. Mráz P., Hýbl M., Kopecký M., Bohatá A., **Konopická J.**, Hoštičková I., Konvalina P., Šipoš J., Rost M., Čurn V. (2021) The Effect of Artificial Media and Temperature on the Growth and Development of the Honey Bee Brood Pathogen *Ascospaera apis*. *Biology* 10(5): 431. DOI: 10.3390/biology10050431
(vyhodnocení výsledků)
7. Zemek R., **Konopická J.**, Jozová E., Skoková Habuřtová O. (2021) Virulence of *Beauveria bassiana* strains isolated from cadavers of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Insects* 12: 1077. DOI: 10.3390/insects12121077
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
8. Půža V., Nermuť J., **Konopická J.**, Skoková Habuřtová O. (2021) Efficacy of the applied natural enemies on the survival of Colorado Potato Beetle adults. *Insects* 12: 1030. DOI: 10.3390/insects12111030
(metodika, vyhodnocení výsledků)
9. **Konopická J.**, Bohatá A., Palevsky E., Nermuť J., Půža V., Zemek R. (2021) Survey of entomopathogenic and mycoparasitic fungi in the soil of onion and garlic fields in the Czech Republic and Israel. *Journal of Plant Diseases and Protection, Early View*. DOI: 10.1007/s41348-021-00557-5
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)

Články v recenzovaných časopisech

1. **Konopická J.**, Bohatá Andrea, Vondruška J., Kročáková J., Olšan Pavel, Havelka Zbyněk, Bartos P., Kríž P., Čurn Vladislav, Špatenka P. (2016) Navýšení účinnosti entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae* na vybrané druhy hostitelů. *Úroda* 64: 245-248.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
2. **Konopická J.**, Zemek R., Bohatá A., Nermuť J., Mráček Z., Palevsky E., Čurn V. (2017) Možné využití entomopatogenních hub proti roztoči *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae). *Úroda* 65: 73-80.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
3. Havelka Z., Olšan P., Strejčková M., Bohatá A., Kríž P., Bartoš P., Čurn V., Špatenka P., **Konopická J.** (2017) Vliv plazmatu na klíčivost modelové houby *Trichoderma virens*. *Úroda* 65: 291-294.
(vyhodnocení výsledků)
4. Bohatá A., Tichá E., **Konopická J.**, Strejčková M., Olšan P., Havelka Z., Kríž P., Bartoš P., Čurn V., Špatenka P. (2017) Vliv biologického ošetření osiva ječmene na klíčení obilek a mortalitu larev *Tenebrio molitor* po vysetí osiva do substrátu. *Úroda* 65: 283 - 286.
(vyhodnocení výsledků)
5. Mráz P., Bohatá A., **Konopická J.**, Čurn V. (2018) Vliv živné půdy a teploty na radiální růst entomopatogenní houby *Ascospaera apis* způsobující onemocnění včelího plodu. *Úroda* 66: 235-238.
(vyhodnocení výsledků)
6. **Konopická J.**, Zemek R., Bohatá A., Palevsky E. (2018) Výskyt entomopatogenních hub v půdách česnekových a cibulových kultur Čech a Izraele a charakteristika vybraných izolátů. *Úroda* 66: 213-217.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
7. **Konopická J.**, Sandala D., Bohatá A., Mráz P. (2018) Teplotní profil růstu a produkce spor entomopatogenní houby *Metarhizium Brunneum*. *Úroda* 66: 209-212.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)

Články ve sborníku

1. Zemek R., **Konopická J.**, Půža V., Bohatá A., Hussein H. M., Skoková Habušťová O. (2017) Microbial and nematode control of the Colorado potato beetle. *Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests*. IOBC/WPRS Bulletin 129: 157-161.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků)

2. **Konopická J.**, Bohatá A., Zemek R., Čurn V. (2017) The effects of natural substrates and artificial media on the production of conidiospores and blastospores of entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea*, strain CCM 8367 *Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests*. IOBC/WPRS Bulletin 129: 58-64.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
3. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Inoculation of sphagnum-based soil substrate with entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae). AIP Conference Proceedings 1954: 030009- 1– 030009-5. DOI: 10.1063/1.5033389
(vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
4. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A., Nermuť J., Mráček Z., Palevsky E. (2018) Susceptibility of the bulb mite *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) to entomopathogenic fungi. IOBC-WPRS Bulletin 134: 33-37.
(metodika, vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
5. **Konopická J.**, Zemek R., Bohatá A., Nermuť J., Mráček Z., Palevsky E., Čurn V. (2018) Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae). *XV International Congress of Acarology, 2 - 8 Sept. 2018, Antalya, Turkey*. Abstract Book 40.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
6. Zemek R., Nermuť J., **Konopická J.**, Palevsky E., Bohatá A., Mráček Z., Půža V. (2019) Microbial and nematode control of the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae). *7th IOBC Working group meeting "INTEGRATED CONTROL OF PLANT-FEEDING MITES"; 16–19 September 2019, Vienna, Austria*. Book of Abstracts. 26.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků)
7. Mráz P., Bohatá A., **Konopická J.**, Hoštičková I., Čurn V. (2019) Effect of artificial media and temperature on the growth and development of bee brood pathogen *Ascosphaera apis* and optimization its cultivation in vitro. SIP/IOBC, Valencia, Spain, 28.7.-3.8.2019 102-103.
(vyhodnocení výsledků)
8. **Konopická J.**, Zemek R., Bohatá A., Nermuť J., Mráček Z., Palevsky E. (2019) Entomopathogenic fungi as biocontrol agent against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini*. SIP/IOBC, Valencia, Spain, 28.7.-3.8.2019. 104.
(metodika, vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)
9. Zemek R., Nermuť J., **Konopická J.**, Palevsky E., Bohatá A., Mráček Z., Půža V. (2020) Microbial and nematode control of the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae). IOBC-WPRS Bulletin 67-68.
(metodika, design a vyhodnocení výsledků, shromáždění dostupné literatury, příprava publikace)

Funkční vzorky

1. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A., Horňák P., Jináček M. (2017) Výsevni substrát s entomopatogenní houbou *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367. Funkční vzorek 1 - 7.
2. Zemek R., Nermuť J., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Půdní přípravek na bázi *Isaria fumosorosea* a *Steinernema feltiae*. Funkční vzorek TG02010034_2021_Duoefekt_Zemek: 1-8.

Užitné vzory

1. Zemek R., Nermuť J., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Insekticidní a akaricidní aditivum do nosného substrátu pro pěstování rostlin. Užitný vzor č. 32259. Úřad průmyslového vlastnictví, reg. č. 2018-35411
2. Zemek R., **Konopická J.**, Bohatá A. (2018) Pěstební substrát s insekticidními a akaricidními vlastnostmi. Užitný vzor č. 31982. Úřad průmyslového vlastnictví, reg. č. 2018-35195

Ověřená technologie

1. **Konopická J.**, Bohatá A., Zemek R. (2019) Technologie výroby blastospor entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367 submerzní kultivací. Ověřená technologie OT-ENTU-01

Grantová činnost

1. TAČR (TG02010034): BCAV21 – Podpora komercializace výsledků VaV na BC. Speciální pěstební substrát (2016-2018) - Člen týmu.
2. GAJU (018/2018/Z): Využití entomopatogenních hub v regulaci roztoče *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) škůdce cibulové zeleniny (2018-2019) - Hlavní řešitel.
3. NAZV (QK1910270): Inovace integrované ochrany brambor proti mandelince bramborové založené na nových poznacích genetických a biologických charakteristik (2019 - dosud) - Člen týmu.
4. TAČR Gama (TP01010022): Fungicidní a insekticidní aditivum do substrátu pro pěstování rostlin (2020 - dosud) - Člen týmu.

8 Účast na zahraničních nebo tuzemských konferencích a stážích

- 1. 15.-16.11. 2016 – Účast na mezinárodní konferenci v Brně**
Pořadatel: Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o. Troubsko, Presentace posteru
Téma: Navýšení účinnosti entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae* na vybrané druhy hostitelů
- 2. 10.-17.06. 2017 – Účast na mezinárodní konferenci v Tbilisi v Gruzii**
Téma: The effects of natural substrates and artificial media on the production of conidiospores and blastospores of entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea*, strain CCM 8367 - Presentace posteru
- 3. 14.-25.08. 2017 - Tuzemská stáž: Biologické Centrum AV ČR, Entomol. ústav**
Náplň: Seznámení se s pracovištěm a technikou, výpomoc v laboratořích, zakládání experimentů. Práce s entomopatogenními houbami (kultivace, produkce, klíčivost)
- 4. 22.-23.11. 2017 - Účast na mezinárodní konferenci v Brně**
Pořadatel: Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o. Troubsko, Ústní prezentace
Téma: Možné využití entomopatogenních hub proti roztoči *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae)
- 5. 02.-08.09. 2018 - Účast na mezinárodní konferenci v Antalyi v Turecku**
Téma: Laboratory evaluation of entomopathogenic fungi against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) - Ústní prezentace
- 6. 21.-22.11. 2018 - Účast na mezinárodní konferenci v Brně**
Pořadatel: Výzkumný ústav pícninářský, spol. s.r.o. Troubsko, Presentace posterů
Téma 1: Teplotní profil růstu a produkce spor entomopatogenní houby *Metarhizium brunneum*

Téma 2: Výskyt entomopatogenních hub v půdách česnekových a cibulových kultur Čech a Izraele a charakteristika vybraných izolátů
- 7. 05.05.- 15.06. 2019 - Zahraniční stáž na Univerzitě v Aténách v Řecku**
(University of Athens, Faculty of Biology, Department of Ecology & Systematics)
Náplň: Seznámení se s pracovištěm a technikou, zakládání experimentů, mikroskopické techniky, izolace hub z půdy, identifikace různých druhů hub na bázi morfologických a mikroskopických parametrů
- 8. 28.07.-01.08. 2019 - Účast na mezinárodní konferenci ve Valencii ve Španělsku**
Téma: Entomopathogenic fungi as biocontrol agent against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* - Presentace posteru
- 9. 01.03.- 26.03. 2020 - Zahraniční stáž na výzkumném ústavu v Izraeli**
(Agricultural Research Organization – ARO, Volcani Center, Plant Protection Institute, Department of Entomology and the Nematology and Chemistry Units)
Náplň: Seznámení se s pracovištěm a technikou, příprava živných médií, kultivace entomopatogenních hub, mikroskopie entomopatogenních hub
- 10. 03.11.-04.11. 2021 - Účast na Celouniverzitní konferenci doktorandů JU**
Téma: Entomopathogenic fungi as biocontrol agent against the bulb mite, *Rhizoglyphus robini* - Ústní prezentace

9 Curriculum vitae

Příjmení, jméno, titul: Konopická, Jana, Ing.
Narozen(a) (datum a místo): 19. 04. 1992, České Budějovice
Trvalé bydliště: Blatské sídliště 586, Veselí nad Lužnicí, 391 81
Telefonní číslo: +420 728 539 237
E-mail: jkonopicka@seznam.cz

Vzdělání

2007 – 2011 SOŠ pro ochranu a tvorbu životního prostředí, obor Analýza potravin, Veselí nad Lužnicí
2011 – 2014 JU, ZF v Českých Budějovicích, bakalářský obor Zemědělské Biotechnologie, Bc.
2014 – 2016 JU, ZF v Českých Budějovicích, magisterský obor Zemědělské Biotechnologie, Ing.
2016 - dosud JU, ZF v Českých Budějovicích, doktorský studijní program Speciální produkce rostlinná, program fytotechnika

Téma bakalářské práce: Entomopatogenní houba *Metarhizium anisopliae* - biologická charakterizace

Téma diplomové práce: Účinnost entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae* na vybrané druhy hostitelů

Soutěže v rámci studia

2016 - vítězství ve fakultním kole Studentské vědecké odborné činnosti (SVOČ)

Téma: Navýšení účinnosti entomopatogenní houby *Metarhizium anisopliae* na vybrané druhy hostitelů

Zaměstnání

2020 - dosud Odborný pracovník V&V - Laboratoř entomopatogenních hlístic, Biologické centrum AV ČR, Entomologický ústav, České Budějovice