

Oponentský posudek na doktorskou disertační práci Ing. Jana Konopická Možnosti využití vybraných druhů entomopatogenních hub v biologické ochraně rostlin proti modelovým druhům škůdců hospodářských plodin

Předložená disertační práce je v podstatě rozdělena na dvě části. Do první je zahrnut Úvod, Literární rešerše a Hypotézy a cíle. Druhá část se zabývá vlastní experimentální prací a je rozdělena do pěti okruhů. V každém z nich je krátce uvedena problematika a dále odkazy na publikace, které s ní souvisí. Některé z nich jsou součástí přílohy.

Kapitola Úvod vhodným způsobem charakterizuje důvody, proč byla disertační práce vypracována a je dostatečně výmluvná.

V kapitole Literární rešerše, se autorka zaměřila na definici integrované ochrany rostlin z několika pohledů. Další kapitola popisuje biologickou ochranou. Jelikož je zaměřena především na ochranu vůči hmyzu bylo by vhodnější názvy doplnit na **2.2.1 Strategie biologické ochrany rostlin vůči hmyzu a 2.2.2 Přirození nepřátelé hmyzu**. Např. na straně uvádí citaci „nejsoú paraziti v biologické ochraně tak významní (Navrátilová 2015a)“, což se týká především hmyzu. Při ochraně vůči houbám jsou parazité naopak nejvýznamnější skupinou. Velká pozornost je věnována entomopatogenním houbám, jejich taxonomii, výskytu a jejich rozšíření a vývojových cyklů. Jsou popsány nejdůležitější biotické a abiotické faktory ovlivňující účinnost entomopatogenních hub. Uvedeny jsou také nejvýznamnější druhy *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin, *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown & Smith *Lecanicillium lecanii* (Zimmermann) Zare & W. Gams a *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin. Autorka se také věnuje entomopatogenním houbám, které jsou používány jako pesticidy a vlivu těchto hub na necílové organismy. K části Literární rešerše mám tyto otázky:

- Jsou v literatuře popsána rizika introdukce přirozených nepřátel pro stávající ekosystémy?
- Na str. 13 máte uvedeno sousloví „vznik rezistence“. V jakém smyslu ho chápete?

Hypotézy a cíle jsou popsány v dostatečném rozsahu a svědčí o koncepčním přístupu autorky k řešené problematice.

Experimentální část je rozdělena do pěti okruhů. Jelikož prošla oponentním řízením v rámci procesu publikování, případně udělení Užitého vzoru, omezím se pouze na výčet faktů a u článků s IF jsem doplnil jejich zařazení v kvartilech (3xQ1, 1xQ2 a 1xQ3, dva články jsou prvoautorské). **Během obhajoby disertační práce by autorka měla uvést její podíl na jednotlivých publikacích.**

Účinnost entomopatogenních hub vyzolovaných z České republiky a Izraele proti roztoči *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae)

- **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 Q2**
- **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 Q3

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

- 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 Q1

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

- Zemek R., Konopická J., Jozová E., Skoková Habuštová O. (2021) Virulence of *Beauveria bassiana* strains isolated from cadavers of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Insects 12: 1077. DOI: 10.3390/insects12121077
- Půža V., Nermuť J., Konopická J., Skoková Habuštová O. (2021) Efficacy of the applied natural enemies on the survival of Colorado Potato Beetle adults. Insects 12: 1030. DOI: 10.3390/insects12111030 Q1

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

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

Šíření spor entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* CCM 8367 hlísticemi

- 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 Q1

Závěrem lze konstatovat, že disertační práce je zpracována velmi pečlivě, vyzdvihuji, že není zaměřena pouze teoreticky, ale v určitých částech má i praktické využití. Navrhuji tuto práci schválit a po úspěšné obhajobě udělit doktorandce titul Ph.D.

V Brně 2.3.2022

prof. Ing. Radovan Pokorný, Ph.D.

Oponentní posudek dizertační práce

Autor: Ing. Jana Konopická

Název: Možnosti využití vybraných druhů entomopatogenních hub v biologické ochraně rostlin proti modelovým druhům škůdců hospodářských plodin

Oponent: doc. Ing. Miloslav Zouhar, Ph.D.

Ochrana rostlin proti škodlivým organismům je základním pilířem zajištění trvale udržitelné produkce bezpečných surovin pro výrobu krmiv a potravin. Společně se snižováním počtu účinných látek v registru přípravků na ochranu rostlin, s cílem snížit negativní dopady na necílové organismy, životní prostředí a bezpečnost produkce zemědělských komodit, je zvyšován tlak hledání nových progresivních a k životnímu prostředí šetrných metod ochrany rostlin. Využití přirozených vztahů mezi organismy v ochraně rostlin se jeví jako vhodná cesta. Zvolené téma dizertační práce: „Možnosti využití vybraných druhů entomopatogenních hub v biologické ochraně rostlin proti modelovým druhům škůdců hospodářských plodin“, reflektuje výše uvedené skutečnosti a považuji ho za velmi aktuální.

Předložená dizertační práce je rozdělena na tři základní logicky provázané části. První část je zaměřena na hledání nových virulentních kmenů entomopatogenních hub jejich determinace a stanovení základních patogenních charakteristik. Ve druhé části jsou experimentálně testovány možnosti pro aplikaci entomopatogenních hub do půdního substrátu. Třetí část je zaměřená na interakce hub a hlístic s cílem objasnit vliv této interakce na šíření hub v prostředí.

Předložená dizertační práce je zpracována standartním způsobem na 155 stránkách textu. Autorka dizertační práce zpracovala ucelený literární přehled, ve kterém uvádí citace 141 literárních zdrojů, který je následován experimentální částí a výsledky, které jsou prezentovány formou vložených publikací s komentáři. V dizertační práci bylo využito celkem 6 publikací v časopisech IF, dále dvou užitných vzorů a jednoho příspěvku ve sborníku. Práce je z hlediska obsahu i formy ucelená a autorka tímto prokázala schopnost práce s odbornou a vědeckou literaturou, schopnosti indukce a dedukce, které jsou pro práci vědce zcela zásadní.

Rád bych vyzdvihl i skutečnost, že vědecká činnost uchazečky je vyvážená a obsahuje jak prvky bibliometrické tak nebibliometrické, což v případě doktorského studia není vždy pravidlem. Publikační aktivita uchazečky je dokumentována sedmi články v časopisech s IF z nichž dva jsou prvoautorské, dále sedmi články v recenzovaných časopisech, osmi příspěvky ve sborníku. Velmi pozitivně hodnotím i další aktivity uchazečky směřující k uplatnitelným výsledkům v praxi, a to dosažení dvou funkčních vzorků, dvou užitných vzorů a jedné ověřené technologie.

K uchazečce mám následující otázky:

- Ve své práci uvádíte celou řadu nevýhod aplikace metod biologické ochrany, můžete uvést opatření, která mohou frekvenci těchto nevýhod snížit. A to jak z hlediska organizace logistiky výroby, načasování ochranného zásahu, tak z hlediska formulace například entomopatogenních hub.
- První kapitolou literárního přehledu vaší dizertační práce je integrovaná ochrana rostlin. Integrace biologických metod ochrany je vždy spojena s celou řadou komplikací, a to zejména pokud dochází k integraci s konvenčními způsoby ochrany rostlin. Jaké postupy a opatření je možné použít k zamezení negativního vlivu konvenčních způsobů

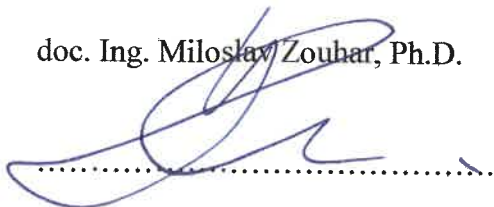
ochrany rostlin na používání entomopatogenních hub v integrovaných systémech ochrany rostlin? Existují kmeny entomopatogenních hub, které jsou rezistentní vůči fungicidům, případně jsou komerčně dostupné ve formě biologických přípravků na ochranu rostlin?

- Bezpečnost metod ochrany rostlin pro člověka je často diskutována, a to zejména s ohledem na aplikaci pesticidů. Biologické metody ochrany rostlin jsou naproti tomu často velmi dobře přijímány veřejností. U celé řady mikroorganismů, které by bylo možné využít pro ochranu rostlin proti škůdcům, byl prokázán i negativní vliv na zdraví člověka. O které organismy se jedná a bylo by podle vašeho názoru možné za určitých podmínek využít?

Předložená dizertační práce Ing. Jany Konopnické splňuje jak po formální, tak věcné stránce veškeré požadavky kladené na práce tohoto typu. Autorka prokázala schopnosti vědeckého bádání a samostatné tvůrčí činnosti v oblasti výzkumu nebo vývoje. O tom svědčí i řada nových a prakticky využitelných informací, které v rámci svého studia získala. Cíle dizertační práce byly splněny a výsledky byly publikovány ve vědeckém tisku. Na základě výše uvedených skutečností souhlasím s přijetím dizertační práce Ing. Jany Konopnické k obhajobě a po úspěšném obhájení s udělením akademického titulu doktor (Ph.D.).

V Praze dne: 4-3-2022

doc. Ing. Miloslav Zouhar, Ph.D.



OPONENTSKÝ POSUDEK DOKTORSKÉ DISERTAČNÍ PRÁCE

Téma práce: **Možnosti využití vybraných druhů entomopatogenních hub v biologické ochraně rostlin proti modelovým druhům škůdců hospodářských plodin**

Autor: **Ing. Jana Konopická**

Školitel: **prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.**

Školitel specialista: **Ing. Andrea Bohatá, Ph.D.**

Školitel specialista: **Ing. Rostislav Zemek, CSc.**

Předložená disertační práce se zabývá aktuální problematikou využití entomopatogenních hub v biologické ochraně rostlin. Spousta škůdců významných zemědělských plodin je v současné době rezistentních vůči pesticidům. Rezistence populací škůdců je způsobována nedodrčováním antirezistentních strategií pro zabránění výskytu rezistence. Proto existuje snaha využívat alternativní metody v rámci programů integrované ochrany rostlin. Mezi tyto metody patří biologická ochrana rostlin založená na využívání přirozených nepřátel, jako jsou predátoři, parazitoidi a mikroorganismy, mezi které patří také entomopatogenní houby.

Práce je napsána na 155 stránkách včetně seznamu použité literatury a 3 stran se seznamem vlastních publikací autorky. Skládá se z 9 vědeckých prací doplněných úvodní a hodnotící částí. Příloženými články se nebudu ve svém posudku podrobněji zabývat, protože prošly lektorským řízením.

Literární část je zpracována v rozsahu 23 stran a je rozčleněna do 7 kapitol. Popisuje integrovanou ochranu rostlin, biologickou ochranu rostlin, charakteristiky entomopatogenních hub, faktory ovlivňující účinnost entomopatogenních hub, entomopatogenní houby jako biopesticidy a vliv entomopatogenních hub na necílové organismy. Úroveň této části svědčí o hlubokých teoretických znalostech doktorandky a velmi dobré orientaci v problematice disertační práce.

Cíle a hypotézy disertační práce jsou jasně definovány. Práce testovala 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 redukuje populace škodlivých činitelů, (3) Pomocí záměrné inokulace kmene entomopatogenní houby lze zvýšit supresivitu půdy a (4) Hlístice mohou šířit spory entomopatogenních hub v životním prostředí. Hypotézy 1, 3 a 4 byly potvrzeny. Hypotéza 2 byla potvrzena pouze částečně. Hlavní cíle práce byly: (1) Najít virulentní kmeny entomopatogenních hub proti vybraným cílovým hostitelům, (2) Obohatit půdní výsevni substrát o kmen CCM 8367 entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* a (3) Zjistit, zdali se

může kmen CCM 8367 entomopatogenní houby *I. fumosorosea* šířit v prostředí efektivněji za pomoci entomopatogenních hlístic. Všechny hlavní cíle práce bylo dosaženo.

Použitý materiál a metody jsou popsány v příložených člancích. Studentka prokázala dobrou znalost příslušných technik, jak jejich aplikací, tak podrobným přehledem literatury.

Získané výsledky lze shrnout do následujících zjištění: Některé kmeny entomopatogenních hub, zejména rodu *Metarhizium*, mají vysoký potenciál regulovat populace roztočů *Rhizoglyphus robini* a využití těchto hub představuje významnou alternativu vůči chemické ochraně. Kmen CCM 8367 houby *Isaria fumosorosea* není vhodný pro potlačení populace zavíječe zimostrážového (*Cydalima perspectalis*). Terénní aplikace houby *Beauveria bassiana* významně snížila počet objevujících se dospělců mandelinky bramborové ve srovnání s kontrolní variantou o přibližně 30 %, zatímco účinek hlístic a kombinace hlístice-houba nebyl statisticky významný. Substrát kolonizovaný houbou *I. fumosorosea* může být vhodný pro preventivní i trvalou ochranu různých rostlin před škůdci žijícími v půdě. Šíření konidií i blastospor *I. fumosorosea* je významně posíleno přítomností entomopatogenních hlístic, ale účinnost šíření je negativně ovlivněna heterogenitou prostředí pokusu. Hlístice *Heterorhabditis bacteriophora* šíří houby efektivněji než *Steinernema feltiae*. Blastospory houby *I. fumosorosea* se šíří účinněji než její konidie.

Získané výsledky jsou v kapitole "Diskuze" příložených článků dány do kontextu se současným stavem výzkumu v oboru. Jsou tam také uvedeny příčiny nenaplnění hypotézy a jeho důsledky.

Velmi pozitivně lze hodnotit, že výsledky řešení disertační práce byly publikovány v časopisech s impakt faktorem (7 článků) a současně bylo dosaženo 5 aplikovaných výsledků (2 funkční vzorky, 2 užitné vzory a 1 ověřená technologie).

K práci mám následující otázky a připomínky:

- Mohla byste vysvětlit význam spojení "vzcházejících dospělců *L. decemlineata*" na straně 36?
- Čím si vysvětlujete nižší účinnost ošetření kombinací hlístice-houba proti mandelince bramborové? (str. 36)
- Jaký je podle vás potenciál využití entomopatogenní houby *Beauveria bassiana* proti mandelince bramborové v polních podmínkách?

Závěrem mohu konstatovat, že předložená disertační práce splňuje stanovené vědecké i formální požadavky a doporučuji jí k veřejné obhajobě, při které prosím autorku o zodpovězení výše uvedených otázek. Po úspěšné obhajobě **navrhuji Ing. Janě Konopické udělit akademický titul "Philosophiae Doctor" (Ph.D.).**

Praha, 21. února 2022

doc. Dr. Ing. Jaroslav Salava
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507/73
161 06 Praha 6-Ruzyně