

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-16-0031****Výskum alternatívnych metód ochrany ihličnatých sadeníc pred hmyzími škodcami**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Juraj Galko, PhD.**Príjemca **Národné lesnícke centrum**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Národné lesnícke centrum, Lesnícky výskumný ústav Zvolen

Ústav ekológie lesa SAV

Štátne lesy Tatranského národného parku, Výskumná stanica ŠL TANAPu

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra ochrany lesa a entomologie, Fakulta lesnická a dřevařská

Norsk Wax AS, Nórsko - dodávateľ dvoch typov testovaného špeciálneho vosku KVAAE určeného na ochranu kmienkov smrekových sadeníc proti cieľovým druhom škodcov.

Papírna Moudrý, s.r.o, Česká republika - dodávateľ špeciálne lepu Vermifix v spreji, ktorý sme ako prvý testovali na cieľové druhy škodcov. Taktiež táto spoločnosť dodala aj štepársky vosk, ktorý bol ďalej upravovaný na ošetrovanie kmienkov sadeníc.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

V roku 2019 bola podaná patentová prihláška vyvinutého guľovitého nosiča entomopatogénnych húb - PP 79-2019 "Biologický prípravok na ochranu rastlín, spôsob jeho prípravy a spôsob jeho použitia". Pôvodcovia sú členovia RK: Ing. Andrej Kunca, PhD., Ing. Michal Lalík, Ing. Juraj Galko, PhD. Prihlasovateľ: Národné lesnícke centrum.

V roku 2020 bolo toto podanie rozšírené ako medzinárodná patentová prihláška PCT/SK2020/050007 Biological preparation for plant protection, method for its preparation and method of its use. Pôvodcovia sú členovia RK: Ing. Andrej Kunca, PhD., Ing. Michal Lalík, Ing. Juraj Galko, PhD. Prihlasovateľ: Národné lesnícke centrum.

V oboch prípadoch sme pri podávaní spolupracovali s Centrom vedecko-technických informácií SR, ktorí nám pomáhali v celom procese a pri vyhľadaní a komunikácii s patentovým zástupcom.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Lalík, M.; Holuša, J.; Galko, J.; Resnerová, K.; Kunca, A.; Nikolov, C.; Mudrončeková, S.; Surový, P., 2019: Simple Is Best: Pine Twigs Are Better Than Artificial Lures for Trapping of Pine Weevils in Pitfall Traps. Forests, 10, 642.

Barta, M.; Lalík, M.; Rell, S.; Kunca, A.; Horáková, M.K.; Mudrončeková, S.; Galko, J., 2019: Hypocrealean Fungi Associated with Hylobius abietis in Slovakia, Their Virulence against Weevil Adults and Effect on Feeding Damage in Laboratory. Forests, 10, 634.

Mudrončeková, S., Ferenčík, J., Gruňová, D., & Barta, M. (2019). Insecticidal and repellent effects of plant essential oils against *Ips typographus*. *Journal of pest science*, 92(2), 595-608.

Lalík, M., Galko, J., Nikolov, C., Rell, S., Kunca, A., Modlinger, R., Holuša, J., 2020: Non-pesticide alternatives for reducing feeding damage caused by the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.). *Ann Appl Biol.*, 177:132–142.

Rusín, J., Mudrončeková, S., Barta, M., Chamradová, K., 2020: Spruce bark beetles as a biological waste that can be processed on a biogas plant. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 44: 169-179.

Barta, M., Horáková, M. K., Georgieva, M., Mirchev, P., Zaemdzhikova, G., Pilarska, D., Takov, D., Todorov, M., Hubenov, Z., Pilarski, P., Georgiev, G., 2020: Entomopathogenic fungi (Ascomycota: Hypocreales) as natural antagonists of the pine processionary moth *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Lepidoptera: Notodontidae) in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, Supplement 15: 89–96.

Barta, M., Takov, D., Pilarska, D., Doychev, D., Horáková, M. K., 2020: Entomopathogenic fungi of the genus *Beauveria* and their pathogenicity to *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in the Vitosha National Park, Bulgaria. *Journal of Forest Science*, 66(10): 420–435.

Každoročne boli výsledky projektu prednášané na medzinárodnej konferencii "Aktuálne problémy v ochrane lesa" a na lesníckych fakultách na Slovensku a v Čechách.

Významným prínosom je aj úspešná obhajoba dizertačnej práce člena riešiteľského kolektívu Ing. Slavomíra Rella, PhD. a príprava ďalšej dizertačnej práce, ktorá už je vypracovaná, posúdená školiteľom a ktorá bude obhajovaná v roku 2021 (Ing. Michal Lalík). Ďalšie karentové články sa momentálne pripravujú.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky projektu budú uplatnené jednak vo výskumnej sfére v podobe odborných a vedeckých článkov, ktorú už boli publikované resp. sú pripravované a jednak nájdu aj praktické využitie v podobe priamo aplikovateľných metód ochrany sadeníc pred cieľovými škodcami v lesníckej praxi doma aj v zahraničí (napr. voskovanie sadeníc, ošetrovanie sadeníc lepom, určenie ekonomických ukazovateľov pri použití rôznych foriem ochrany, nové metódy monitoringu resp. odchyty cieľových škodcov ap.).

Veľký potenciál využitia vidíme aj v podobe vyššie uvedenej PCT prihlášky, t.j. medzinárodného patentu. Vyvinutý nosič s plánovaným použitím na biologický boj proti cieľovým druhom škodcov (a nie len proti nim) je unikátny a patentovou rešeršou bolo zistené, že dosiaľ nič podobné v navrhovanom tvare a zložení neexistuje. Prebehli aj rokovania so súkromnou spoločnosťou, ktorá už prejavila záujem na kúpu licencie po získaní patentu. Uvedený patent považujeme za najlepší výsledok riešenia tohto projektu a teda aj uplatnenie výsledkov projektu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Na založených referenčných plochách boli testované všetky dostupné metódy ochrany sadeníc proti cieľovým škodcom, ktoré sa dajú použiť v Európe. Bolo navrhnutých a testovaných aj viacero nových postupov ošetrovania, ktoré sa dosiaľ nerealizovali. Referenčná plocha zostáva založená pre ďalšie sledovanie v budúcich projektoch. Získané výsledky účinnosti rôznych spôsobov ošetrovania, ich vplyvu na mortalitu sadeníc ako aj ich ekonomická výhodnosť použitia ošetrovaní sa pripravujú do vedeckej štúdie. Časť výsledkov je uvedená v ZS1.

Za najdôležitejší výsledok považujeme podanie národnej a neskôr medzinárodnej patentovej prihlášky na nosič entomopatogénnych húb, ktorého výskum bol ukončený v priebehu riešenia projektu.

Prieskumom prirodzených populácií tvrdoňa smrekového na Slovensku sme potvrdili aktivitu entomopatogénnych húb z rodu *Beauveria*. Prevalencia infekcie v populáciách bola nízka, v priemere dosiahla 2,10% z počtu odchytených imág. Molekulárnymi metódami sme identifikovali dva druhy, *B. bassiana* a *B. pseudobassiana*. Izolovali sme čisté kmene týchto húb a všetky preukázali patogenitu voči chrobákovi tvrdoňa. Skrúpingom virulencie

testovaných kmeňov sme vyseletovali vysokopatogénny kmeň AMEP20. Tento kmeň v subletálnych dávkach aplikovaných na tvrdoňa znižoval jeho príjem potravy a tým aj poškodzovanie kôry v laboratórnych testoch. V exteriérových pokusoch aplikácia kmeňa AMEP20 na sadenice smreka spôsobila vysokú mortalitu imág tvrdoňa a potvrdila sa tak jeho virulencia. Kmeň AMEP20 dokázal endofyticky kolonizovať pletivá smreka obyčajného v laboratórnych testoch a endofyticky kolonizované pletivá boli menej atraktívne pre tvrdoňa a preto aj výrazne menej poškodzované.

Výsledky chovu cieľových škodcov v laboratórnych podmienkach prispeli k lepšiemu poznaniu bionómie a správania týchto škodcov a sú východiskom pre ďalšie experimenty. Diseminácia získaných výsledkov počas celého riešenia projektu (ale hlavne posledné dva roky) bola vykonaná účasťou na mnohých seminároch a konferenciách doma i zahraničí, a najmä publikovaním odborných a vedeckých publikácií, ktoré prevýšili plánované počty. Bol podaný ďalší APVV projekt, ktorý nadväzuje na získané výsledky.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

All available methods for protecting seedlings against target pests (Hylobius, Hylastes) that can be used in Europe were tested on the established reference areas. Several new treatments have been proposed and tested that have not yet been implemented. The reference area remains established for further monitoring in future projects. The obtained results of the effectiveness of different treatments, their impact on seedling mortality as well as their economic advantage of using treatments are being prepared for a scientific study. Some of the results are given in ZS1.

We consider the most important result to be the filing of a national and later an international patent application for a carrier of entomopathogenic fungi, the research of which was completed during the project.

The survey on activity of entomopathogenic fungi in natural populations of the large pine weevil in Slovakia confirmed infection by fungi of Beauveria genus. Mean prevalence of infected adults in population was low, it reached 2.10%. Two Beauveria species, *B. bassiana* and *B. pseudobassiana*, were identified by molecular analysis. In vitro cultures of the fungi were isolated and all of them demonstrated pathogenicity against large pine weevil adults in laboratory. By screening the virulence of obtained in vitro strains the highly-pathogenic strain AMEP20 was selected. The strain, under a sublethal dose applied on the weevils, significantly reduced feeding damage by the weevil on bark of Scots pine twigs. In the outdoor experiments, the AMEP20 strain applied on spruce saplings caused high mortality of weevils what confirmed virulence of the strain. The AMEP20 strain was able to colonize spruce tissue as endophyte in laboratory assay and the endophytically colonized tissue was less attractive to the weevils and thus less damaged due to reduced feeding. The results of breeding target pests in laboratory conditions have contributed to a better understanding of the bionomy and behavior of these pests and are the basis for further experiments.

Dissemination of the obtained results during the whole solution of the project (but especially the last two years) was carried out by participating in many seminars and conferences at home and abroad, and especially by publishing professional and scientific publications that exceeded the planned paper numbers. Another APVV project was submitted, which builds on the obtained results.