

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Težišče 5
Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0528

3. Naslov projekta:

Antraknoza pri sadnem drevju in jagodičju: značilnosti povzročiteljev, epidemiologija bolezni in možnosti okolju sprejemljivejših načinov varstva

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Antraknoza pri sadnem drevju in jagodičju: značilnosti povzročiteljev, epidemiologija bolezni in možnosti okolju sprejemljivejših načinov varstva

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Anthracoise of fruit and soft fruit: characterisation of causative agents, disease epidemiology and possibilities of environmentally friendly control

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

antraknoza, sadno drevje, jagodičje, Colletotrichum acutatum, genetska variabilnost, patogenost, biotično varstvo

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

anthracnose, Colletotrichum acutatum, fruit trees, soft fruit, genetic variability, pathogenicity, biological control

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

401 Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

416 Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec

6. Sofinancer/sofinancerji:

MKGP

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

10506

Alenka Munda

Datum: 13. 9. 2010

Podpis vodje projekta:

Podpis in žig izvajalca:

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Antraknozo pri sadnem drevju in jagodičju povzročajo glive iz rodu *Colletotrichum*. So splošno razširjene v zmernem, tropskem in subtropskem pasu in sodijo med gospodarsko najpomembnejše škodljive organizme na kmetijskih rastlinah, pa tudi na okrasnem in gozdnem drevju ter grmičevju. Zmožnost, da povzročijo latentno ali skrito okužbo jih uvršča tudi med pomembne povzročitelje skladiščnih bolezni. Bolezenska znamenja, ki jih povzročajo, imenujemo antraknoza in se kažejo kot uleknjene, bolj ali manj okrogle temne pege, na katerih se razvijejo trosišča (acervuli) in oranžni skupki trosov. Med povzročiteljicami antraknoze na sadnem drevju in jagodičevju je najpomembnejša gliva *Colletotrichum acutatum*. Gliva je bila prvič najdena na papaji v Avstraliji leta 1965, kasneje pa so jo zasledili tako rekoč po vsem svetu in na več kot štiridesetih različnih gostiteljih. Povzročča različne bolezni: črno pegavost jagod pri jagodnjaku, sušenje poganjkov in sadno gnilobo pri ameriških borovnicah, sušenje poganjkov, defoliacijo in propadanje plodov pri mandlju, gnitje plodov pri jablanah, oljkah, češnjah, citrusih in druge bolezni. Zaradi velikega gospodarskega pomena so jo v Evropski zvezi uvrstili med karantenske škodljive organizme, pred nekaj leti pa umaknili s seznama zaradi njene vsesplošne razširjenosti v naravnem okolju.

V raziskavi antraknoze pri sadnem drevju in jagodičju smo se osredotočili na bolezni, ki jih glive iz rodu *Colletotrichum* povzročajo pri treh izbranih sadnih vrstah: domačem orehu, ameriški borovnici in jagodnjaku. Ugotavljali smo značilnosti povzročiteljev, tako z vidika molekularnih in morfoloških karakteristik kot z vidika patogenosti, in spremljali epidemiologijo bolezni, ki jih povzročajo. Proučevali smo tudi biotične metode varstva z uporabo pripravkov na osnovi gliv in bakterij, ki preprečujejo rast in razvoj patogenih gliv.

i) Identifikacija povzročiteljev antraknoze ter njihove molekularne in morfološke značilnosti

Za razumevanje etiologije bolezni, ki jih povzročajo glive iz rodu *Colletotrichum* je pomembna zanesljiva identifikacija povzročiteljev, pa tudi prepoznavanje populacij znotraj posameznih vrst. Standardne metode za identifikacijo vrst temeljijo na morfoloških karakteristikah kot so barva kolonije, velikost in oblika konidijev, navzočnost set, hitrost priraščanja micelija pri različnih temperaturah, navzočnost spolnega stadija. Zaradi velike variabilnosti in nestabilnosti morfoloških značilnosti pri obravnavanih glivah te metode ne zadoščajo za zanesljivo identifikacijo vrst; dopolnjujejo jih paritveni testi na osnovi vegetativne kompatibilnosti in molekularne metode. S temi tehnikami so v populaciji glive *C. acutatum* identificirali osem molekularnih skupin, A1 do A8, in tri od njih opisali kot samostojne vrste: *C. simmondsii*, *C. fioriniae* in *C. acutatum sensu stricto*; molekularne skupine A4 pa zaradi pomanjkanja reprezentativnih vzorcev še niso opisali kot samostojno vrsto.

V raziskavi smo poleg vzorcev antraknoze iz jagodnjaka, ameriške borovnice in oreha, ki smo jih nabrali v različnih pridelovalnih območjih teh sadnih vrst, vključili še posamezne izolate iz drugih sadnih vrst (jablana, hruška, leska, kaki, kivi) in nekaterih okrasnih

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

rastlin. Glive smo izolirali po standardnih postopkih, tako da smo simptomatične rastlinske dele površinsko razkužili, izrezali tkivo na robu med zdravim in okuženim in ga prenesli na gojišče PDA z dodanim antibiotikom. Skupno smo analizirali 86 izolatov, od katerih smo večino nabrali v času trajanja projekta, 11 izolatov pa smo pridobili iz zbirke čistih kultur gliv na Kmetijskem inštitutu Slovenije. Med slednjimi so predvsem izolati iz okrasnih in samoniklih rastlin iz družine vresovk. Za identifikacijo izolatov smo uporabili mikroskopsko morfološke tehnike in molekularne tehnike (PCR z vrstno specifičnima začetnima oligonukleotidoma CaInt2 in ITS4). Za morfološko karakterizacijo smo izbrali 49 izolatov iz različnih gostiteljev. Pri vsakem smo izmerili dolžino in širino petdesetih trosov, ki so se razvili po desetih dneh rasti micelija na gojišču PDA pri temperaturi 250 C in v temi. Izmerili smo prirast kolonije med petim in devetim dnevom rasti pri zgornjih pogojih ter zabeležili barvo micelija na zgornji in spodnji strani petrijevke. Podatke smo statistično obdelali s programom Statgraphics Centurion. Za določitev nukleotidnega zaporedja ITS predela ribosomalne DNK smo micelij vseh 86 izolatov namnožili v tekočem gojišču in izolirali DNK s komercialnim kitom Kingfisher (Thermo Labsystems). PCR produkt, dobljen z namnoževanjem z začetnima oligonukleotidoma ITS1 in ITS4 (White et al. 1990) smo sekvenirali, sekvence uredili s programom Bioedit in z BLAST poizvedbo primerjali s sekvencami v javno dostopni bazi www.ncbi.nlm.nih.gov. Za filogenetske analize smo uporabili programski paket Mega 3. V poravnavo smo vključili sekvence referenčnih izolatov vrst *C. acutatum* (AF411700 - holotip, FJ788417 – paratip), *C. fioriniae* (EF464594 – holotip), *C. simmondsii* (GU183331 – holotip) in *C. gloeosporioides* (AJ749693, AJ749682), ki so bile objavljene v študijah Talhinas et al. (2002, 2005) ter Shivas, Tan (2009) in Vinnere et al. (2002) in so deponirane v bazi www.ncbi.nlm.nih.gov.

V filogenetskem drevesu (ni prikazano), osnovanem na algoritmu Neighbour-Joining, so se slovenski izolati razvrstili v tri skupine: med izolate vrst *C. fioriniae* (nekdanja molekularna skupina A3) in *C. simmondsii* (nekdanja molekularna skupina A2) ter v molekularno skupino A4. Noben izolat se ni uvrstil v molekularni skupini A1 in A6 ter v molekularno skupino A5, ki predstavlja vrsto *C. acutatum* sensu stricto. Med predstavnike vrste *C. simmondsii* so se uvrstili vsi izolati iz jagodnjaka. V tej skupini ni izolatov iz drugih sadnih vrst oz. drugih gostiteljev. Večina izolatov iz orehov se je uvrstila v molekularno skupino A4, manjše število pa med izolate vrste *C. fioriniae*. Med slednje so se uvrstili tudi vsi izolati iz ameriških borovnic in večina izolatov iz drugih vrst vresovk. Vključuje tudi izolate iz drugih sadnih vrst (jablana, hruška, leska) in je najbolj pestra z vidika vrstne sestave gostiteljskih rastlin.

Po morfoloških karakteristikah (velikost trosov in prirast micelija v čisti kulturi) izolatov ni bilo mogoče zanesljivo identificirati in razlikovati. Vendarle pa se predstavniki molekularne skupine A4 po dolžini trosov in hitrosti priraščanja micelija statistično značilno razlikujejo od vrst *C. fioriniae* in *C. simmondsii*. Po obliki kolonije (barva kolonije, bujnost micelija, jakost sporulacije) smo zbrane izolati lahko razvrstili v več skupin, ki so se večinoma ujemale z vrstami oz. molekularnimi skupinami. Značilen za izolate vrste *C. simmondsii* je blede siv, bujen micelij, na spodnji strani petrijevke rožnato nadahnen. Predstavniki vrste *C. fioriniae* imajo blede siv, bujen micelij, na spodnji strani pa je kolonija rožnata do karminsko rdeča, pogosto z izrazitimi črnimi pegami. Podobno, vendar bolj intenzivno karminsko rdečo barvo imajo izolati vrste *C. acutatum* sensu stricto, ki pa jih v naši raziskavi nismo našli. V molekularni skupini A4, kamor spada večina orehovitih izolatov, pa prevladujejo kolonije z intenzivno sporulacijo, manj bujnim,

bledo sivim micelijem, na spodnji strani petrijevke bledo do intenzivno oranžno obarvane. Predstavniki te skupine so po barvi kolonije najbolj variabilni. Pogosto so kolonije sive, najdemo pa tudi karminsko rdeče ali pa bledo rožnate kot pri vrstah *C. fioriniae* in *C. simmondsii*. Po mnenju avtorjev že omenjene taksonomske študije vrste *C. acutatum* (Shivas, Tan, 2009) je ravno barva kolonije najbolj zanesljiv morfološki kriterij, ki poleg nukleotidnega zaporedja ITS predela ribosomalne DNK omogoča zanesljivo razlikovanje vrst *C. simmondsii*, *C. fioriniae* in *C. acutatum sensu stricto*.

ii) Preverjanje patogenosti izolatov

S testi patogenosti smo preverili virulentnost izbranih izolatov na različnih sadnih vrstah. Z izborom izolatov smo skušali zajeti molekularno in fenotipsko diverzitetu obravnavanih gliv. Izbrali smo šest izolatov vrste *C. fioriniae*, ki so bili izolirani iz oreha in različnih vrst vresovk: ameriške borovnice, ameriške brusnice *Vaccinium macrocarpon*, azaleje in rododendrona. Vrsta *C. simmondsii* je bila zastopana z dvema izolatoma, oba sta izvirala iz jagodnjaka. Molekularna skupina A4 je bila prav tako zastopana z dvema izolatoma, ki sta izvirala iz oreha. Za okužbo smo večinoma uporabili plodove, pri orehu pa tudi liste. Pri nekaterih testnih rastlinah smo okužbo opravili na plodovih različne zrelosti. Testne rastline smo okužili z enotrosnimi izolati, ki smo jih pridobili z osamitvijo posameznih kalečih konidijev. Inokulum za okužbo smo pripravili iz deset dni starih kultur, ki smo jih prelili s sterilno destilirano vodo, postrgali trose s površine kolonije in dobljeno suspenzijo trosov razredčili do koncentracije 1.000.000 konidijev / ml. Testne rastline smo inokulirali s t. i. vbodnimi testi: z nastavkom za pipeto (tips) smo ranili povrhnjico in nato nanесли 7 μ l suspenzije trosov. Kontrolne rastline smo inokulirali s sterilno destilirano vodo. Plodove in liste smo pred inokulacijo razkužili z natrijevim hipokloritom (1-3 % raztopina) in dvakrat sprali v sterilni destilirani vodi. Po okužbi smo jih inkubirali pri sobni temperaturi in 100% relativni zračni vlagi. Pri različnih rastlinskih vrstah je inkubacija trajala različno dolgo, najmanj pri jagodah (5 dni) in najdlje pri orehih (21 dni). Jakost okužbe smo ocenili na podlagi velikosti nekroze in jakosti sporulacije oz. navzočnosti micelija na mestu okužbe. Po pojavu bolezenskih znamenj smo opravili re-izolacijo iz okuženih rastlin in dobljene izolate primerjali s tistimi, ki smo jih uporabili za okužbo.

Pri vseh preizkušanih sadnih vrstah so izbrani izolati povzročili nastanek nekroz na inokuliranih rastlinskih delih. Na kontrolnih rastlinah se bolezenska znamenja oz. nekroze niso pojavile. Razlike med izolati so bile bolj izrazite v preskusih na nezrelih plodovih kot na zrelih plodovih. Tako so se pri nezrelih jagodah pokazale razlike v virulentnosti med izolati vrste *C. simmondsii* in izolati molekularne skupine A4, ki jih pri zrelih plodovih nismo ugotovili.

Čeprav so opazne individualne razlike v virulentnosti med posameznimi izolati na posameznem gostitelju, pa se posamezne vrste oz. molekularne skupine v splošnem ne razlikujejo statistično značilno po virulentnosti, ocenjeni na podlagi velikosti nekroze. Umetne inokulacije so standardni postopek za preverjanje virulentnosti izolatov, pri katerem uporabljamo visoko koncentracijo inokuluma in optimalne pogoje za okužbo in razvoj bolezni. Zanesljivo pokažejo zmožnost patogenov za okužbo, manj pa so relevantne za ocenjevanje njihove virulentnosti do posameznih gostiteljev.

iii) Ugotovitve o epidemiologiji bolezni, ki jih povzročajo vrste rodu *Colletotrichum* na

sadnem drevju in jagodičju

Znane so številne ugotovitve o nastanku okužbe in poteku bolezni pri jagodnjaku, manj pa pri drugih gostiteljih. Pomembno je, da izolati glive *C. acutatum* sensu lato iz jagodnjaka naselijo tudi druge kmetijske rastline (paprika, paradižnik, jajčevac) in plevela (*Vicia* spp. in *Conyza* spp.), ki rastejo v bližini obolelih rastlin. V njih živijo kot epifiti ali endofiti in ne izzovejo nastanka značilnih bolezenskih znamenj, domnevajo pa, da lahko služijo kot vir za okužbo jagodnjaka v naslednji rastni dobi. Čeprav so ta dognanja znatno prispevala k razumevanju epidemiologije bolezni pri različnih gostiteljih, so nekatere ključne stopnje v razvoju posameznih bolezni še neznane.

Pri izbranih sadnih vrstah (ameriška borovnica in domači oreh) smo spremljali razvoj bolezni skozi vso rastno dobo, identificirali mesta okužbe ter ugotavljali, kako se gliva ohrani preko zime in kaj je vir okužb v naslednji rastni dobi. Vzorčenje izbranih sadnih rastlin smo opravili večkrat med rastno dobo in tudi v času mirovanja. Vzorčili smo simptomatične in nesimptomatične dele rastlin, predvsem plodove v različnih fazah razvoja in zorenja, poganjke in brste. Navzočnost povzročiteljev antraknoze smo preverili z inkubacijo vzorcev na vlagi in izolacijo na gojišče PDA z dodanim antibiotikom.

Pri ameriški borovnici smo povzročitelje antraknoze v velikem odstotku izolirali iz enoletnih poganjkov z nekrozami in iz simptomatičnih plodov ter pecljev, ki so po obiranju ostali na grmih. Potrdili smo latentno okuženost cvetnih brstov in nezrelh plodov. Za prezimovanje patogena so poleg okuženih poganjkov in pecljev pomembni predvsem brsti v katerih smo povzročitelje antraknoze zasledili od obiranja do brstenja. V splošnem smo ugotovili, da se plod okuži že v zgodnji fazi razvoja, nato pa ostane bolezen v latentni obliki vse do zorenja, ko se pojavijo bolezenska znamenja in obilna sporulacija glive. Za nadaljnje širjenje okužbe so pomembni odpadli plodovi in odmrli okuženi rastlinski deli ter nesimptomatični brsti. Podobno smo tudi pri domačem orehu ugotovili latentno okužbo brstov; v visokem odstotku so bili okuženi zlasti moški cvetni brsti. Menimo, da so tudi pri tem gostitelju brsti mesto, kjer gliva prezimi in so pomemben vir okužb v naslednji rastni dobi. Uleknjene nekroze in trosišča s trosi smo zasledili na plodovih in na listnih žilah, pogosteje proti koncu rastne dobe. Trosišča so se po inkubaciji razvila tudi na nesimptomatičnih senescentnih listih tako pri orehu kot pri drugem drevju in grmičevju (lipa, španski bezeg, jablana), ki je raslo v bližini okuženih dreves. Možnost, da povzročitelji antraknoze v teh rastlina žive kot endofiti, bo potrebno še proučiti.

iii) Preizkušanje biotičnih pripravkov

Za preprečevanje antraknoze na sadnih rastlinah in jagodičju ne zadoščata gojenje odpornejših sort in preventivni fitosanitarni ukrepi. Zaradi mnogih možnih virov okužbe in hitrega razvoja bolezni v obdobjih z ugodnimi vremenskimi razmerami so ti ukrepi le malo učinkoviti. Varstvo temelji predvsem na redni uporabi kemičnih fungicidov. Ekološka usmerjenost pridelave sadja in tudi ožjenje izbora dovoljenih fungicidov v konvencionalni pridelavi, ker nekateri več ne izpolnjujejo sodobnih toksikoloških in ekoloških zahtev, nakazujejo potrebo po novih pristopih k zatiranju teh bolezni. Biotične metode varstva z uporabo pripravkov na osnovi gliv in bakterij, ki preprečujejo rast in razvoj gliv se v praksi še vedno le malo uporabljajo. Na trgu je nekaj komercialnih pripravkov na osnovi gliv *Gliocladium catenulatum* in *Trichoderma harzianum*, kvasovke *Candida oleophila* in bakterij vrste *Bacillus subtilis*, ki so v različnih pridelovalnih

sistemih v raziskavah že pokazali obetavne učinke pri zatiranju vrst iz rodu *Colletotrichum*. V Sloveniji je potreba po biotičnih metodah varstva pred antraknozo največja pri pridelovanju jagod. Doslej še ni bilo primerjalnih raziskav o učinkovitosti teh pripravkov in primernosti za uporabo v praksi.

Na jagodjaku večkrat rodne sorte 'diamante' smo v lončnem poskusu preverjali učinkovitost biotičnih pripravkov na zmanjševanje okužbe plodov z glivo *C. simmondsii*. V vsaki poskusni skupini je bilo 60 rastlin, vzgojenih iz podhlajenih sadik kategorije A. Zaradi visoke izhodiščne stopnje okužbe hlajenih sadik z glivo *C. simmondsii* (6,6 %), ki smo jo ugotovili s paraquat testom, rastlin nismo umetno okuževali, ker je bila ta okužba dovolj velika za naravno širjenje bolezni znotraj poskusnih skupin.

V poskus smo vključili naslednja obravnavanja:

- 1- pripravek Prestop WP (na osnovi glive *Gliocladium catenulatum*)
- 2- pripravek Serenade (na osnovi bakterije *Bacillus subtilis*)
- 3- pripravek Natur F (aktivna snov je izvleček njivske preslice) v kombinaciji s pripravkom Algoplasmin iz rdečih morskih alg in sedimentnih mineralov
- 4- kombinacijo pripravkov Prestop WP in Serenade
- 5- pripravek Switch (kombinacija aktivnih snovi ciprodinil in fludioksonil)
- 6- pripravek Bravo (aktivna snov klorotalonil)
- 7- kontrola- sterilna deionizirana voda

Pripravke v obliki vodnih suspenzij oziroma raztopin smo aplicirali s škropljenjem. Prvo škropljenje je bilo opravljeno mesec dni po sajenju v času pojava prvih cvetov, nato so v desetdnevnih razmikih sledila v prvem ciklusu rodnosti še tri škropljenja. Po enomesečni prekinitvi sta bili v novem ciklusu rodnosti opravljeni še dve škropljenji. Rastline v poskusu smo obirali petkrat in ugotavljali število okuženih plodov pri posameznem obravnavanju in teži pridelka.

Škropljenje z biotičnima pripravkoma Prestop WP in Serenade in s pripravkom NaturF/Algoplasmin ni zmanjšalo okužbe plodov v primerjavi s kontrolnimi rastlinami ali pa je bilo zmanjšanje okužbe majhno. Dosežena učinkovitost pripravkov je bila med 0 % (Prestop) in 23 % (Prestop + Serenade). Škropljenje s konvencionalnima fungicidoma na osnovi kemičnih spojin je zmanjšalo okužbo plodov – dosežena učinkovitosti pri pripravku Switch je bila 80 % in pri pripravku Bravo 64 %. Rastline, škropljene s konvencionalnimi fungicidi so imele tudi višji pridelek.

Učinkovitost preskušanih biotičnih pripravkov in pripravka na osnovi rastlinskih izvlečkov, ki smo jo ugotovili v lončnem poskusu je premajhna, da bi jih lahko v praksi samostojno uporabljali pri pridelovanju jagod. Možnost njihove preventivne uporabe v nasadih jagod pred cvetenjem v kombinaciji s konvencionalnimi fungicidi v obdobju dozorevanja plodov bi bilo potrebno ovrednotiti v poljskem poskusu.

Viri:

EPPO Diagnostic protocols for regulated pest: *Glomerella acutata*, PM7/25(1), EPPO Bulletin, 2004, 34, 193 – 199.

Freeman, S., Horowitz, S., Sharon, A., 2001. Pathogenic and nonpathogenic lifestyles in *Colletotrichum acutatum* from strawberry and other plants. *Phytopathology*, 91: 986 – 992.

Freeman, S., Katan, T., 1997. Identification of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in Isarel. *Phytopathology*, 87: 516 – 521.

Freeman, S., Minz, D., Kolesnik I., Barbul O., Zveibil, A., Maymon, M., Nizzani, Y., Kirshner, B., Rav-David, D., Bilbu, A., Dag, A., Shafir, S., Elad, Y., 2004. *Trichoderma* biocontrol of *Colletotrichum acutatum* and *Botrytis cinerea* and survival in strawberry, *European journal of plant pathology*, 110 (4): 361 – 370.

Shivas, R.G., Tan, Y.P., 1009. A taxonomic re-assessment of *Colletotrichum acutatum*, introducing *C. fiorinae* comb. et. stat. nov. and *C. simmondsii* sp. nov. *Fungal Diversity*, 39: 111-122.

Sreenivasaprasad, S., Talhinhos, P., 2005. Genotypic and phenotypic diversity in *Colletotrichum acutatum*, a cosmopolitan pathogen causing anthracnose on a wide range of hosts. *Molecular and plant pathology*, 6: 361 – 378.

Verma, N., Macdonald, I., Punja, Z.K., 2006. Inoculum prevalence, host infection and biological control of *Colletotrichum acutatum* : Causal agent of blueberry anthracnose in British Columbia, *Plant Pathology*, 55 (3): 442 – 450.

Vinnere, O., Fatehi, J., Wright, S., Gerhardson, B., 2002. The causal agent of anthracnose of *Rhododendron* in Sweden and Latvia. *Mycol. Res.*, 106: 60-69.

White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S. & Taylor, J. W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: *PCR protocols: a guide to methods and applications*, eds. Innis, Gelfand, Sninsky and White: 315 – 322.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

- Spoznanja o značilnostih gliv iz rodu *Colletotrichum* in epidemiologiji bolezni, ki jih povzročajo, so pomembno izhodišče za načrtovanje zanesljivih in naravovarstveno naravnanih zatiralnih ukrepov proti tem patogenom.

- V okviru projekta smo obravnavali antraknozo na domačem orehu, ki je nova bolezen na tej sadni vrsti. Raziskali smo razširjenost bolezni pri nas ter identiteto, morfološke in molekularne značilnosti povzročiteljev in njihovo patogenost. Rezultati raziskave so nov prispevek k poznavanju biologije in ekologije gliv iz rodu *Colletotrichum*.

- Rezultati so pomembni tudi z vidika poznavanja biodivezitet gliv pri nas: ugotovili smo dve novi vrsti rodu *Colletotrichum*: *C. fiorinae* in *C. simmondsii*.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

- Varstvo pred antraknozo zahteva redno uporabo fungicidov, kar je precejšnje breme za okolje. Raziskave učinkovitosti biotičnih pripravkov za zatiranje črne pegavosti jagod dajejo osnovna izhodišča za nadaljnje proučevanje možnosti okoljsko sprejemljivejših načinov zatiranja te rastlinske bolezni.

- Rezultati raziskave o razširjenosti in ekologiji patogenov iz rodu *Colletotrichum* na sadnem drevju in jagodičju predstavljajo tudi osnovo za realnejšo presojo njihovega gospodarskega pomena in morebitnega karantenskega statusa.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

-

3.7. Število diplomantov, magistrrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

-

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

Formalno raziskovalno sodelovanje:

- Detekcija in epidemiologija pospiviroidov / Detection and epidemiology of pospiviroids (DEP) ERA-NET EUPHRESKO: 631-9/2008/4 (Nosilka: dr. Mojca Viršček Marn)
- Proučevanje okužbe z Raspberry bushy dwarf virusom (RBDV) v vinogradih in nasadih sadnih rastlin iz rodu Rubus / Study of Raspberry bushy dwarf virus (RBDV) infection in grapevine and Rubus plantations BI-HU/07-08-002 (Nosilka: dr. Mojca Viršček Marn)
- Proučevanje razširjenosti, izražanja in variabilnosti okužbe z Raspberry bushy dwarf virusom (RBDV) na vinski trti in rastlinah iz rodu Rubus / Spread, expression and variability of Raspberry bushy dwarf virus (RBDV) on grapevine and Rubus species. BI-HU/10-11-012 (Nosilka: dr. Mojca Viršček Marn)
- Virusi, viroidi in nematode krompirja in vrtnin / Viruses, viroids and nematodes on potato and vegetable crops. BI-ME/10-11-9 (Nosilka: dr. Mojca Viršček Marn)

Neformalno raziskovalno sodelovanje:

- Center za raziskave biodiverzitet gliv Fungal biodiversity centre CBS, Utrecht, Nizozemska

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Sodelovanje s Fungal biodiversity centre CBS, Utrecht, Nizozemska vključuje sodelovanje pri projektih in izmenjavo herbarijskega materiala za potrebe raziskav biodiverzitet gliv.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani:<http://www.izum.si/>

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

- Characterisation of Colletotrichum species associated with anthracnose on European walnut (*Juglans regia* L.) - v pripravi
- Glive iz rodu *Colletotrichum*, povzročiteljice antraknoze na sadnem drevju in jagodičju v Sloveniji - predavanje na 10. slovenskem posvetovanju o varstvu rastlin (DVRS)

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije. Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.