

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/128



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

## A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

## 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	J4-4187
<b>Naslov projekta</b>	Preučevanje mehanizmov odpornosti pri vrtni jagodi ( <i>Fragaria ananassa</i> ), fižolu ( <i>Phaseolus vulgaris</i> ) in papriki ( <i>Capsicum annuum</i> ) na glive iz rodu <i>Colletotrichum</i> - študije interakcije med rastlino in patogeno glivo
<b>Vodja projekta</b>	6404 Franci Štampar
<b>Tip projekta</b>	J Temeljni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	6892
<b>Cenovni razred</b>	D
<b>Trajanje projekta</b>	07.2011 - 06.2014
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	401 Kmetijski inštitut Slovenije 482 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 Kmetijske rastline
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	08. Kmetijstvo
<b>Raziskovalno področje po šifrantu FOS</b>	4 Kmetijske vede 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

## B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>1</sup>

SLO

Sinteza fenolnih snovi je pogosto ena od obrambnih strategij rastline na različne biotske in abiotske oblike stresa. Fenoli med drugim sodijo med snovi, ki negativno

vplivajo na okužbo in rast številnih patogenih organizmov. Fenolne spojine se lahko oksidirajo in povzročijo denaturacijo proteinov patogena ali pa vodijo v nalaganje lignina, ki predstavlja mehansko oviro za prodirajoče hife. Kljub številnim raziskavam odziva rastline na infekcijo z glivami preko sinteze fenolnih snovi, je ta biokemijski princip odpornosti še vedno neznan.

Glive iz rodu *Colletotrichum* povzročajo ekonomsko pomembno bolezen, antraknozo, na mnogih gostiteljskih vrstah, vključno z zelenjavo, trajnicami in sadnimi rastlinami. Pri nadzoru bolezni ne gre le za omejevanje izgub pridelka zaradi bolezni, ampak tudi zmanjšanje stroškov za kemično in mehanično varstvo ter posledično za zmanjšanje obremenitve okolja s sredstvi za varstvo rastlin. Zato so pomembni obrambni mehanizmi za alternativne pristope varstva rastlin pred to glivično boleznijo, predvsem pri vrstah, kjer plodovi dozorevajo postopoma, saj je pri uporabi fungicidov treba zagotoviti karenco od tretiranja do obiranja oz. porabe plodov.

V študiji smo najprej proučili vpliv okužbe z glivami iz rodu *Colletotrichum* na aktivnosti izbranih encimov in sekundarne metabolite pri bolj ali manj občutljivih sortah vrtno jagode, fižola in paprike. S pomočjo HPLC-MS analiz smo spremljali spremembe vsebnosti za rastlino pomembnih obrambnih snovi, tj. posameznih fenolnih spojin iz skupin hidroksicimetnih in hidroksibenzojskih kislin ter različnih skupin flavonoidov (flavonoli, flavanoli, antociani,...). Fenolne snovi smo spremljali med rasto dobo in ugotavljali spremembe v metabolizmu rastline kot posledico okužbe z glivami. Sintezo fenolnih snovi smo spremljali na več stopnjah metabolizma in tako spremljali aktivnost encimov vključenih v sekundarni metabolizem. V ta namen smo izvedli ciljno okužbo s *C. nymphae* pri jagodi, *C. coccodes* pri papriki in *C. lindemuthianum* pri fižolu ter spremljali odziv rastline.

Takšen pristop je omogočil prepoznati nekatere mehanizme odziva modelnih rastlin (jagode, fižol, paprike) na infekcijo predvsem preko sekundarnega metabolizma fenolnih snovi ter hitrost odziva encimov, ki sodelujejo v fenilpropanoidni poti. Poleg tega smo določili vpliv načina pridelave s stališča različnih vsebnosti fenolnih snovi in okuženosti z glivami rodu *Colletotrichum*. S tem smo pokazali možnost uporabe okolju prijaznejših pripravkov in postopkov, ki spodbudijo encimsko aktivnost in s predhodno višjim nivojem obrambnih snovi zagotovijo večjo toleranco rastlin na okužbo gliv iz rodu *Colletotrichum*.

ANG

The synthesis of phenolic compounds is often one of the defense strategies of plants to various biotic and abiotic forms of stress. Among these compounds, phenols exhibit negative impacts on infection and growth of many pathogenic organisms. The synthesized phenolic compounds may oxidize and cause denaturation of pathogenic proteins or they can lead to the imposition of lignin, a phenolic polymer, which represents a mechanical barrier to the advancing hyphae. The biochemical principle of the plant response via the synthesis of phenolic compounds to the infection with fungi remains unknown, despite many research studies.

Fungi of the *Colletotrichum* genus cause an economically significant disease, anthracnose, in many host species, including vegetables, perennials and fruit plants. Not only is the disease control focused on yield loss; the goal is also to reduce costs for the chemical and mechanical protection and with that, reduce the pressure on the environment. It is therefore necessary to carefully investigate the defense mechanisms of alternative approaches to plant protection against this fungal disease, especially in species where the fruit ripens gradually. In these plants the use of fungicides is somewhat limited as the time of the application in regard to fruit picking and consumption has to be carefully monitored.

With this study we first examined the impact of infection with the *Colletotrichum* fungus on the activity of defense enzymes and secondary metabolites in resistant and susceptible cultivars of strawberries, beans and peppers. With the use of HPLC-MS analysis the changes in the levels of important plant defense substances, ie. individual phenolic compounds from the groups of hydroxycinnamic, hydroxybenzoic acids, and various flavonoids (flavonols, flavonols, anthocyanins ...), were monitored. Phenolic compounds were examined during the growing season and thus the changes in the plant metabolism were detected as a response to the fungal infection. The synthesis of phenolic compounds was monitored at several metabolic levels and so

the activity of enzymes at secondary metabolism. For this purpose plants were artificially infected with strawberry with *C. nymphae*, of sweet pepper with *C. coccodes* and of bean with *C. lindemuthianum* and plants response was monitored. Such an approach enabled the identification of some response mechanisms of model plants (strawberry, beans and pepper) to the infection mainly via secondary metabolism of phenolic compounds and the rate of enzymatic response, involved in the phenylpropanoid pathway. Moreover, the impact of different production technologies from the viewpoint of diverse contents of phenolic compounds in connection to *Colletotrichum* fungus infection was determined. Consequently more precise directions for environmentally friendly products, which promote enzymatic activity and accumulation of immune substances prior to infection to ensure a greater tolerance of plants to infection of the *Colletotrichum* were indicated.

### 3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu<sup>2</sup>

V času trajanja projekta smo izvedli več poskusov na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, Kmetijskem inštitutu Slovenije na Brdu pri Lukovici in na Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede v Mariboru. Poskusi so potekali na vseh treh proučevanih vrstah, vrtni jagodi (*Fragaria ananassa* L.), fižolu (*Phaseolus vulgaris* L.) in papriki (*Capsicum annuum* L.).

Poskusi na vrtni jagodi so bili izvedeni v nasadu Kmetijskega inštituta Slovenije na Brdu pri Lukovici. Prvo leto smo na izbrani sorti 'Clery' s pomočjo sistema tekočinske kromatografije visoke ločljivosti v kombinaciji z masnim spektrometrom (HPLC-MS) pridobili fenolni profil plodov in pritlik jagode. Določili smo številne fenolne spojine iz naslednjih skupin: derivati elagne kisline, flavonoli, flavanoli, derivati hidroksicimetnih kislin in antocianini.

Ker je izbrana sorta občutljiva za okužbo z glivo *Colletotrichum* sp., je prišlo do spontane okužbe plodov in pritlik ter razvoja črne pegavosti, ki jo omenjena gliva povzroča na jagodi. Gliva je bila identificirana kot *C. simmondsii*. Analizirali smo zdrave plodove, plodove z začetkom okužbe in okužene plodove. Okuženi plodovi so imeli manjšo vsebnost saharoze v plodovih in povečano vsebnost fruktoze in glukoze. Prav tako je prišlo do zmanjšanja organskih kislin. Pokazalo se je, da je v plodovih, kjer se je začela okužba več fenolnih snovi iz skupine flavan-3-olov in derivatov elagne kisline, kot v zdravih plodovih. Ta ugotovitev kaže, da se omenjeni fenoli tvorijo v rastlini kot odgovor na okužbo s patogenom. Ob nadaljnjem razvoju bolezni se je koncentracija derivatov elagne kisline 2 do 5-krat povečala, izomerov bis HHDP-glukoze za 1,5krat. Nasprotno so se na okužbo z glivo z zmanjšanjem odzvali flavonoli (kvercetin glukozid, kvercetin heksozid, kaempferol 3-koumaroil glukozid, kaempferol 3-malonil glukozid, kaempferol 3-glukozid, kaempferol 3-glukuronid), kar je lahko posledica velike okuženosti in začetek propada tkiva. Okužba plodov se je odrazila tudi v razvoju rdeče barve, ki je posledica sinteze antocianinov. Koncentracije cianidin glikozidov in pelargonidin glikozidov se z začetkom okužbe hitro povečajo, ob močnejši okužbi pa ostane njihova koncentracija nespremenjena ali se celo zmanjša. To je lahko posledica propadanja tkiva in razgradnja antocianinov. Pri primerjavi fenolnih snovi v zdravih in okuženih pritlikah smo ugotovili 1,5 do 8-krat večje vsebnosti izomerov bis HHDP-glukoze in za tretjino več kastalagina v zdravem tkivu kot v okuženem. Kot obrambna reakcija rastline na okužbo so se v pritlikah jagode pojavile večje vsebnosti elagne kisline in flavonolov v primerjavi z zdravim tkivom. Povečanje sinteze fenolnih snovi ob začetku okužbe kaže na to, da se le-ti tvorijo kot odgovor rastline na okužbo s patogenom, zmanjšanje ob nadaljnjem razvoju bolezni in povečanem obsegu okužbe pa je lahko posledica propadanja tkiva.

Na dveh sortah vrtno jagode, občutljivi 'Elsanti' in tolerantni 'Honeoye' smo izvedli umetno okužbo z glivo *C. nymphae* (spremenjena nomenklatura za *C. simmondsii*). Izkazalo se je, da s ciljnim okuževanjem pride do razvoja črne pegavosti tudi pri tolerantni sorti, vendar v manjšem obsegu. V plodovih smo spremljali vsebnost sladkorjev, organskih kislin in fenolnih snovi. V okuženih plodovih je bila vsebnost skupnih sladkorjev večja in organskih kislin manjša v primerjavi z zdravimi. V okuženih plodovih so bile največje vsebnosti derivatov elagne kisline, flavonolov in

oligomernih procianidinov, flavanolov in skupnih fenolov. Tolerantna sorta 'Honeye' je izstopala po večji vsebnosti epikatehina.

Na vrtni jagodi smo izvedli tudi poskus aplikacije karbonatov in organskih kislin z namenom slabše kalitve spor gliv iz rodu *Colletotrichum*. V poskus je bila vključena sorta 'Elsanta', ki smo jo ciljno okuževali, potem pa škropili z različnimi pripravki (Signum, kalijev bikarbonat, vinski kis in voda=kontrola). Ugotovili smo, da so bili zreli plodovi v obravnavanju Signum, ki je registriran kot sredstvo za varstvo pred okužbami z glivami iz rodu *Colletotrichum*, enako okuženi kot pri kontrolnem obravnavanju z vodo in da je bil med alternativnim pripravki edino pri očetni kislini delež okuženih plodov statistično manjši, čeprav okužbe ni popolnoma zatrl.

Na jagodi smo izvedli poskus spontane okužbe na občutljivi sorti 'Asia' na prostem in v rastlinjaku. Spremljali smo pojav okužbe na različnih organih jagode. Vzorčili smo zdrave in okužene plodove v različnih razvojnih stadijih in pritlike in v njih analizirali izbrane primarne in sekundarne metabolite. Količina fenolnih snovi v zdravih plodovih in pritlikah je bila v rastlinjaku manjša, medtem ko je bil odziv rastline na okužbo z glivo *Colletotrichum sp.* z vidika sinteze fenolnih snovi na prostem in v rastlinjaku podoben.

Na primeru jagode smo v sodelovanju s Tehnično univerzo na Dunaju izvedli raziskave na področju aktivnosti encimov, ki so vključeni v metabolizem fenolov. Na primeru encima flavonoid 3'-hidroksilaza (F3'H), ki je ključen v sintezi antocianov, smo spremljali ekspresijo genov in ugotovili konstantno povečanje aktivnosti encima med dozorevanjem.

Na stročjem fižolu smo v prvem letu na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete izvedli poskus na štirih sortah. Izbrali smo po dve sorti zelenega in rumenega stročjega fižola, med katerimi sta dve ('Re Dei Burri' in 'Top Crop') občutljivi za okužbo z glivo *Colletotrichum lindemuthianum* in dve tolerantni ('Berggold' in 'Paulista') na okužbo z omenjeno glivo. Namen tega poskusa je bil pridobiti razlike v kemijski sestavi (izbranih primarnih in sekundarnih metabolitov) med sortami, kar je bila osnova za nadaljnji potek raziskave. Z analizami na HPLC-MS sistemu smo določili 25 posameznih fenolov iz 4 skupin: derivati hidroksicimentne kisline, flavan-3-oli, dihidrohalkoni in flavonoli. Stročji fižol se je izkazal kot bogat vir flavan-3-olov, med katerimi prevladuje katehin, poleg njega so iz iste skupine prisotni še trije porcianidin dimeri. Identificirali smo tudi derivate vanilne kisline in šestih trans *p*-kumaroil aldoznih kislin. Iz skupine flavanolov so v strokih fižola prisotni izoramnetin 3-O-rutinozid, kaempferol rutinozid, derivat kempferola, kvercetin rutinozid, kvercetin glukozid in kvercetin glukuronid.

Za ugotavljanje povezav med dovzetnostjo za okužbo z glivo *Colletotrichum lindemuthianum*, ki na fižolu povzroča fižolov ožig in izbranimi metaboliti fižola smo poskus leta 2012 izvedli na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. Pojav okužbe smo spremljali na štirih sortah okroglega stročjega fižola, na dveh z rumenimi stroki ('Berggold' in 'Re dei Burri') in dveh z zelenimi ('Top Crop' in 'Paulista'). Izvedli smo umetno okužbo s štirimi sevi glive *Colletotrichum lindemuthianum* in spremljali stopnjo okužbe na tehnološko zrelih strokih. Največja stopnja okužbe je bila pri občutljivih sortah 'Top Crop' in 'Re dei Burri'. Pri tolerantnih sortah 'Paulista' in 'Berggold' je bila okužba manj kot 2,5 %, kar kaže visoko toleranco do okužbe z glivo *Colletotrichum lindemuthianum*. V zrelih strokih smo s pomočjo HPLC analiz določili vsebnost sladkorjev in organskih kislin ter s HPLC-MS-ESI vsebnost posameznih fenolnih spojin. Ugotovili smo, da v strokih med sladkorji prevladujeta fruktoza in glukoza, med organskimi kislinami pa jabolčna kislina. Pri tolerantnih sortah 'Paulista' in 'Berggold' je bila večja vsebnost flavan-3-olov (procianidinov in katehina), dihidrohalkonov (floretilin, floridzin) in posameznih flavanol glikozidov. Na okuženih strokih smo določili tri območja za kemične analize: zdravo tkivo, pega in rob pege. Vsebnost vseh skupin fenolov se je po okužbi povečala v robnem delu tkiva med pego in zdravim tkivom, medtem ko je bila v zdravem tkivu najmanjša. Povečanje sinteze fenolnih snovi v robnem tkivu kaže na to, da rastlina s tvorbo teh snovi preprečuje širjenje glive na območje zdravega tkiva in predstavlja kemično obrambo rastline na napad patogena.

Na stročjem fižolu smo izvedli poskus z uporabo alternativnih pripravkov za varstvo pred fižolovim ožigom. Tehnološko zrele stroke občutljivih sort ('Top Crop' in 'Re dei

Burri') smo razdelili med 5 obravnavanj (1-kontrola, 2-umetna okužba, 3-kalijev bikarbonat, 4-natrijev bikarbonat, 5-ocetna kislina). Poškropili smo jih (razen kontrolnega obravnavanja) s suspenzijo 4-ih sevov *Colletotrichum lindemuthianum* in zatem zadnja 3 obravnavanja še z ustreznim pripravkom (0,5 % ocetna kislina, 1 % kalijev bikarbonat in 1 % natrijev bikarbonat). Po enem tednu so se na strokih pojavili znaki okužbe. S pomočjo 6-stopenjske lestvice smo ocenjevali stopnjo okužbe. Ugotovili smo, da je uporaba obeh bikarbonatov in šibke organske kisline vplivala na manjšo okužbo pri obeh sortah, vendar je ni popolnoma zavrla. Pri meritvah pH smo ugotovili, da ni bilo razlik med obravnavanji pri nobeni od sort, vključenih v poskus, je pa bil pri sorti 'Re dei Burri' pH nekoliko višji kot pri 'Top Crop'. Na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani smo za primerjavo med sortami tudi na papriki zastavili poskus na sorti 'Soroksari', ki je občutljiva za okužbo z glivo *Colletotrichum* sp. in na hibridu 'Bagoly', ki ga navajajo kot tolerantnega na okužbo z omenjeno glivo. S pomočjo HPLC-MS smo pridobili fenolni profil obeh sort paprike, vključenih v poskus. V perikarpu smo določili 21 fenolnih spojin. Ugotovili smo, da v plodovih paprike prevladujejo apigenin, kvercetin in luteolin glikozidi, klorogenska kislina in krisoeriol glukozid.

Pri gojenju v času trajanja poskusa pri nobeni od sort paprike ni prišlo do spontane okužbe z glivo iz rodu *Colletotrichum*, zato smo izvedli umetno okužbo plodov dveh sort paprike, 'Soroksari' in 'Bagoly'. Na 80 plodovih vsake sorte smo izvedli umetno okužbo z micelijem glive *Colletotrichum coccodes*. Do okužbe je prišlo pri obeh sortah in ob pojavu vidnih znakov okužbe smo za vsako sorto vzeli plodove za analizo skupnih in posameznih fenolnih snovi. Glede na oddaljenost od mesta okužbe določili tri obravnavanja: 1-pega, 2-rob pege, 3-zdravo tkivo na okuženem plodu. Okužba s *C. coccodes* spodbudi kopičenje klorogenske kisline, krisoeriol glukozida, glikozidov kvercetina in luteolina v robnem tkivu pri obeh sortah v primerjavi z zdravim tkivom in pego. Skupni derivati apigenina ne kažejo statističnega povečanja v robnem delu pege v primerjavi z zdravim tkivom za razliko od drugih fenolov. To nakazuje manjšo vlogo apigenin glikozidov v zaščiti paprike pred okužbo z glivami iz rodu *Colletotrichum*. Intenzivna sinteza fenolov je značilna za robno območje med okuženim in zdravim tkivom, kar lahko ovira širjenje glive iz okuženih celic v zdravo tkivo.

Na poskusnem polju Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede v Mariboru smo izvedli dvoletni poskus vpliva načina pridelave na kemijsko sestavo plodov različnih sort paprike ('Soroksari', 'Bianca') in stročjega fižola ('Top Crop', 'Aletea', 'Teepee'). Pridelki so bili prek leta oskrbovani po načelih (1) konvencionalne, (2) integrirane, (3) ekološke in (4) biodinamične pridelave ali (5) kot kontrola, kjer ni bilo uporabljenih nobenih sredstev za varstvo rastlin ali gnojil. Za vsako sorto smo vsak način pridelave ponovili 5-krat. Ob tehnološki zrelosti smo plodove obrali, jih prešteli, stehali in izbrali povprečen vzorec plodov z vsake parcele za kemijske analize. V njih smo določili vsebnost suhe snovi ter vsebnost sladkorjev, organskih kislin in fenolnih spojin. Opravljena je bila ekstrakcija snovi in delna analiza na HPLC. Kemična sestava tako paprike kot fižola je bila podobna ne glede na način pridelave, je pa imel način pridelave vpliv na količino analiziranih snovi. Fižol iz konvencionalne pridelave je vseboval najnižje vsebnosti glukoze, fruktoze, askorbinske kisline in številnih fenolnih snovi iz različnih skupin. Stroki fižola pridelanega na integriran način so imeli nizke vsebnosti nekaterih sladkorjev, kot sta na primer glukoza in saharoza, hkrati pa najvišje vsebnosti katehina in njegovih dimerov (procianidini) ter derivatov vanilne kisline. Oba načina ekološke pridelave in kontrolno obravnavanje so se odrazili v višji vsebnosti sladkorjev v strokih ter v manjši vsebnosti katehina in nekaterih drugih fenolnih snovi. S poskusom smo pokazali, da lahko z načinom pridelave vplivamo na snovi v strokih, ki določajo okus ter lahko vplivamo na vsebnost snovi, ki so pomembne za zdravje ljudi.

#### 4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev<sup>3</sup>

V času trajanja projekta smo izvedli vse načrtovane dejavnosti na vseh treh

proučevanih rastlinah (vrtni jagodi, fižolu in papriki). Spremljali smo občutljivost za okužbo z glivami *Colletotrichum* in izdelali profil občutljivih in odpornih sort za sladkorje, organske kisline in fenolne snovi pri vseh treh rastlinah. Rezultate smo uporabili kot osnovo za nadaljnje raziskave.

Pri jagodi smo v sodelovanju s Tehnično univerzo na Dunaju izvedli raziskave na področju aktivnosti encimov, ki so vključeni v metabolizem fenolov (rezultati so objavljeni v znanstvenem članku v reviji *Plant physiology and biochemistry*).

Med rastno dobo smo spremljali razvoj bolezni in spremembo kemijske sestave plodov stročjega fižola (rezultati objavljeni v znanstveni reviji *Scientia Horticulturae*) ter pritlik in različno zrelih plodov vrtno jagode (rezultati povzeti v članku, sprejetem v objavo v znanstveni reviji *European journal of plant pathology*).

Umetno okužbo smo izvedli na sortah izbranih vrst, ki so se izkazale za občutljive. Za vsako vrsto smo izbrali vrste *Colletotrichum*, ki določeno vrsto okužujejo. Ciljno okužbo rastlin smo izvedli z inokulumom, vzgojenim v laboratoriju. Po okužbi smo posebej analizirali zdravo tkivo, pego in rob pege pri papriki (rezultati povzeti v znanstvenem članku v reviji *Physiological and molecular plant pathology*) in fižolu (rezultati objavljeni v znanstveni reviji *Scientia Horticulturae*), medtem ko smo pri jagodi primerjali le okužene in zdrave plodove (rezultati predstavljeni v znanstvenem članku v reviji *European journal of plant pathology*).

Na primeru paprike in fižola smo izvedli dvoletni poskus vpliva načina pridelave na kemijsko sestavo plodov. V poskus je bilo za obe vrsti vključenih več sort. Spremljali smo vsebnosti sladkorjev, organskih kislin in fenolnih spojin tehnološko zrelih plodov (delni rezultati so objavljeni v znanstvenem članku v reviji *Journal of agricultural and food chemistry*).

Pri nadzoru bolezni ne gre le za omejevanje izgub pridelka zaradi bolezni, ampak tudi zmanjšanje stroškov za kemično in mehanično varstvo ter posledično za zmanjšanje obremenitve okolja s sredstvi za varstvo rastlin. V ta namen smo na fižolu in jagodi preverili možnost uporabe različnih zdravju in okolju neškodljivih pripravkov kot načina za zmanjšanje okužbe z glivami *Colletotrichum* (del rezultatov objavljen v znanstvenem članku v reviji *Journal of agricultural and food chemistry*, del rezultatov pripravljen v obliki članka za znanstveno revijo).

Številni izsledki raziskovalnega projekta so bili predstavljeni širši znanstveni in strokovni javnosti na raznih simpozijih, kongresih, konferencah, srečanjih društev, sejnih...

#### 5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine<sup>4</sup>

Ni bilo sprememb programa raziskovalnega projekta ali sestave projektne skupine.

#### 6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine<sup>5</sup>

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	7907705	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Okužba z glivo <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> spremeni fenolno sestavo strokov stročjega fižola
		ANG	<i>Colletotrichum lindemuthianum</i> infection causes changes in phenolic content of French green bean pods
	Opis	SLO	Učinek in stopnja okužbe z antraknozo smo proučevali na štirih sortah stročjega fižola: 'Paulista' in 'Berggold' (tolerantni), ter 'Top Crop' in 'Re dei Burri' (občutljive). Izvedli smo umetno inokulacijo s <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> in ocenili stopnjo okužbe tehnološko zrelih strokov fižola. Analizirali smo zdravo tkivo, simptomatsko pego in robni del tkiva. Količino primarnih in sekundarnih metabolitov smo določili z uporabo HPLC in fenolov dodatno s HPLC-MS-ESI. Največjo stopnjo okužbe smo opazili na

		<p>strokih občutljivih sort fižola 'Top Crop' in 'Re dei Burri'. Stopnja okužba sorte 'Paulista' je bila le 0,8%, kar je pokazatelj njene tolerance na glivo <i>C. lindemuthianum</i>. Določili smo petindvajset različnih fenolnih spojin, ki smo jih kategorizirali v naslednje skupine: derivati hidroksicimetne kisline, flavan-3-ole, dihidrohalkone in flavonole. Vsebnost vseh fenolnih skupin se je po okužbi povečala na robnem tkivu in simptomatski pegi pri vseh proučevanih sortah.</p>
	ANG	<p>The effect and rate of anthracnose infection was evaluated on four French bean cultivars: 'Paulista' and 'Berggold' (tolerant), and 'Top Crop' and 'Re dei Burri' (susceptible). Artificial inoculation with <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> was performed and the infection rate assessed on technologically mature bean pods. Healthy tissue, symptomatic spot, and bordering tissue were analyzed. Primary and secondary metabolites were quantified with the use of HPLC and phenolics further identified with HPLC-MS-ESI. The greatest infection rate was observed on green bean pods of the susceptible 'Top Crop' and 'Re dei Burri' cultivars. The infection rate of the 'Paulista' cultivar following artificial inoculation was only 0.8% which is indicative of its tolerance to the <i>C. lindemuthianum</i> fungus. Twenty five different phenolic compounds were determined and categorized in the following phenolic groups: hydroxycinnamic acid derivatives, flavan-3-ols, dihydrochalcones and flavonols. The content levels of all phenolic groups increased in bordering tissue and symptomatic spot after infection in all cultivars.</p>
	Objavljeno v	<p>Elsevier; Scientia horticulturae; 2014; Vol. 170; str. 211-218; Impact Factor: 1.504; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.979; A': 1; WoS: MU; Avtorji / Authors: Mikulič Petkovšek Maja, Schmitzer Valentina, Jakopič Jerneja, Cunja Vlasta, Veberič Robert, Munda Alenka, Štampar Franci</p>
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	4220008
		Vir: COBISS.SI
	Naslov	<p>SLO Sprememba vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov v jagodi zaradi okužbe s <i>Colletotrichum nymphaeae</i></p>
	ANG	<p>Alteration of the content of primary and secondary metabolites in strawberry fruit by <i>Colletotrichum nymphaeae</i> infection</p>
	Opis	<p>SLO Preučevali smo vpliv okužbe s <i>Colletotrichum nymphaeae</i> na dveh sortah jagode, 'Elsanta' in 'Honeoye'. Zastavili smo štiri obravnavanja: (1) umetna okužba, (2) škropljenje s piraklostrobin + boskalid (Signum); (3) foliarno škropljenje s kalcijem (Stopit); in (4) kontrola (škropljenje z vodo). Sladkorji, organske kisline in fenolne snovi smo določili s sistemom HPLC. Okuženi plodovi so akumulirali večje količine skupnih sladkorjev in manjše organskih kislin. V okuženih plodovih se je povečala vsebnost derivatov elagne kisline, flavonolov, oligomernih procianidinov, flavan-3-olov in skupnih fenolov. Rezultati kažejo, da uporaba fungicida in škropljenje s kalcijem nista vplivala na nivo polifenolov v rastlinskem tkivu.</p>
	ANG	<p>The effects of infection with <i>Colletotrichum nymphaeae</i> were studied on two strawberry cultivars: 'Elsanta' and 'Honeoye'. Four treatments were established: (1) artificial inoculation; (2) spray application of pyraclostrobin + boscalid (Signum); (3) foliar spraying with calcium (Stopit); and (4) control (spraying with water). Sugars and organic acids as well as phenolic compounds were determined in strawberry fruit with the use of HPLC. Infected fruit accumulated large amounts of total sugars and low levels of organic acids. The contents of ellagic acid derivatives, flavonols, oligomeric procyanidins, flavan-3-ols, and total phenolics were highest in inoculated strawberry fruit. Results indicated that fungicide and calcium sprayings did not alter polyphenolic levels in plant tissue.</p>

	Objavljeno v	American Chemical Society, Books and Journals Division; Journal of agricultural and food chemistry; 2013; Vol. 61, iss. 25; str. 5987-5995; Impact Factor: 3.107; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.879; A'': 1; A': 1; WoS: AH, DW, JY; Avtorji / Authors: Mikulič Petkovšek Maja, Schmitzer Valentina, Slatnar Ana, Weber Nika, Veberič Robert, Štampar Franci, Munda Alenka, Koron Darinka	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	7458169	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv različnih pridelovalnih načinov na kemično sestavo strokov fižola ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L. sorte Top Crop)
		ANG	Effect of different production systems on chemical profiles of dwarf French bean ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv. Top Crop) pods
	Opis	SLO	Kemično sestavo plodov stročjega fižola smo primerjali pri petih način pridelave: konvencionalni, integrirani, ekološki, biodinamični ter kontrolni. S pomočjo HPLC sistema smo določili vsebnost sladkorjev in organskih kislin ter s HPLC-MS sistemom posamezne fenolne snovi. Ugotovili smo, da zastopanost posameznih snovi v strokih stročjega fižola ni pogojena z načinom pridelave, se pa pojavlja razlika v količini analiziranih snovi.
		ANG	The chemical composition of dwarf French bean was compared among five production systems: conventional, integrated, organic, and biodynamic production systems and the control. Determination of sugars and organic acids was performed with a HPLC system, and identification of individual phenolic compounds using HPLC-MS. The chemical composition of the beans was unaffected by the production systems; however, the content levels of individual compounds were changed.
	Objavljeno v	American Chemical Society, Books and Journals Division; Journal of agricultural and food chemistry; 2013; Vol. 61, No. 10; str. 2392-2399; Impact Factor: 3.107; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.879; A'': 1; A': 1; WoS: AH, DW, JY; Avtorji / Authors: Jakopič Jerneja, Slatnar Ana, Mikulič Petkovšek Maja, Veberič Robert, Štampar Franci, Bavec Franc, Bavec Martina	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
4.	COBISS ID	7402617	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv okužbe z glivo <i>Colletotrichum simmondsii</i> R. G. Shives & Y. P. Tan na izbrane primarne in sekundarne metabolite plodov in pritlik jagod
		ANG	Influence of <i>Colletotrichum simmondsii</i> R.G. Shives & Y.P. Tan infection on selected primary and secondary metabolites in strawberry ( <i>Fragaria X ananassa</i> Duch.) fruit and runners
	Opis	SLO	Pri sorti 'Clery' smo spremljali učinek okužbe z glivo <i>Colletotrichum simmondsii</i> na vsebnost sladkorjev, organskih kislin in posameznih fenolov. Primarne metabolite smo analizirali s pomočjo HPLC, fenolne snovi pa s HPLC-MS. Okužba s <i>Colletotrichum simmondsii</i> je v plodovih povzročila povečanje vsebnosti fruktoze in glukoze ter zmanjšanje saharoze kot tudi jabolčne in citronske kisline. V pritlikah smo določil dvanajst derivatov elagne kisline, devet flavanolor in osem flavonolor, v plodovih pa devet derivatov elagne kisline, šest flavanolor, sedem flavonolor in štiri antocianine. Znatne razlike v vsebnosti posameznih fenolnih spojin so bile ugotovljene na začetku okužbe v primerjavi z zdravimi plodovi. Povečal se je nivo elagne kisline, flavonoli so se v glavnem zmanjšali, z napredovanjem okužbe pa se je povečala tudi koncentracija flavanolor in antocianinov. Podobno se je v okuženih pritlikah vsebnost posameznih derivatov elagne kisline bodisi povečala ali zmanjšala, procianidinov v večini primerov zmanjšala, flavonolor pa povečala. Razlike so bile manj izrazite kot v plodovih.



		<p>The effect of <i>Colletotrichum simmondsii</i> infection on the contents of sugars, organic acids, and individual phenolic compounds was investigated in strawberry cultivar 'Clery'. Primary metabolites were determined with the use of HPLC and secondary metabolites further confirmed with HPLC-MS. <i>Colletotrichum simmondsii</i> caused a decrease in sucrose and an increase in fructose and glucose in strawberry fruit. A significant decrease in the content of malic and citric acids was recorded in infected fruit. Twelve forms of ellagic acid, nine flavanols and eight flavonols were identified in strawberry runners and nine forms of ellagic acid, six flavanols, seven flavonols and four anthocyanins in strawberry fruit. Significant differences in individual phenolic compounds in strawberry fruit were detected at the beginning of the infection compared to non-infected fruit. Specifically, ellagic acids significantly increased, flavonols generally decreased, and flavanols and anthocyanins increased with the progression of infection. Similarly, some forms of ellagic acid increased and others decreased in infected runners, procyanidins generally decreased and flavonols, increased but the differences were much less prominent.</p>	
	ANG		
	Objavljeno v	Kluwer Academic Publishers; European journal of plant pathology; 2013; Vol. 136, Issue 2; str. 281-290; Impact Factor: 1.707; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.979; A <sup>1</sup> : 1; WoS: AM, DE, MU; Avtorji / Authors: Weber Nika, Schmitzer Valentina, Jakopič Jerneja, Mikulič Petkovšek Maja, Štampar Franci, Koron Darinka, Veberič Robert	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	7754105	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Fenolne spojine kot obrambni odziv plodov paprike na okužbo s <i>Colletotrichum coccodes</i>
		ANG	Phenolic compounds as defence response of pepper fruits to <i>Colletotrichum coccodes</i>
	Opis	SLO	Proučevali smo spremembe v vsebnosti posameznih in skupnih fenolnih snovi v plodovih paprike (sorte 'Soroksari' in 'Bagoly') po okužbi z glivo <i>Colletotrichum coccodes</i> in vlogo fenolov v obrambnem sistemu rastline. Na okuženih plodovih paprike smo določili tri dele: zdravo tkivo, pega ožiga in mejno tkivo ter z uporabo HPLC-MS sistema določili posamezne fenolne spojine. Med 21 določenimi fenolnimi snovmi so prevladovali glikozidi apigenina, kvercetina in luteolina, klorogenska kislina in krisoeriol glukozid. Po okužbi s <i>C. coccodes</i> je v mejnem tkivu prišlo do kopičenja vseh omenjenih snovi, razen apigenin glikozidov. Količina skupnih derivatov apigenina se v robnem tkivu ni statistično spremenila, kar kaže na manjšo vlogo apigenin glikozidov pri obrambi rastlin pred okužbo z glivami <i>Colletotrichum</i> .
		ANG	Qualitative and quantitative changes of individual and total phenolics induced by <i>Colletotrichum coccodes</i> fungal infection have been studied in two sweet pepper cultivars 'Soroksari' and 'Bagoly', and the role of soluble phenolic compounds in plant's defence mechanism has been evaluated. Three distinct parts were analysed on pepper fruit: healthy tissue, anthracnose lesion, and bordering tissue, and individual phenolic compounds have been identified with the use of HPLC-MS system. In pepper fruit pericarp 21 phenolic compounds have been determined; the prevalent apigenin, quercetin and luteolin glycosides, chlorogenic acid and one chrysoeriol glucoside. <i>C. coccodes</i> infection increased the accumulation of chlorogenic acid, chrysoeriol glucoside, quercetin and luteolin glycosides in infected bordering tissue of both analysed pepper cultivars compared to healthy pepper tissue or symptomatic spot. Total apigenin derivatives did not show a significant increase in bordering tissue. This suggests a lesser role of apigenin glycosides in pepper plant defence against the <i>Colletotrichum</i> fungus.

Objavljeno v	Academic Press; Physiological and molecular plant pathology; 2013; Vol. 84; str. 138-145; Impact Factor: 1.987; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.988; WoS: DE; Avtorji / Authors: Mikulič Petkovšek Maja, Schmitzer Valentina, Jakopič Jerneja, Cunja Vlasta, Veberič Robert, Munda Alenka, Štampar Franci
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

## 7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>6</sup>

Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID 7482233 Vir: COBISS.SI
Naslov	<p><i>SLO</i> Vpliv načina gojenja (ekološka, integrirana pridelava) na kemično sestavo fižola (<i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv. Top Crop)</p> <p><i>ANG</i> The effect of different production systems on biochemical profiles of dwarf French bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv. Top Crop)</p>
Opis	<p><i>SLO</i> V raziskavi smo preučevali, kako različni načini pridelave (integrirana, ekološka, biodinamična, konvencionalna ter kontrola) vplivajo na biokemično sestavo strokov fižola (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv. Top Crop. Z metodo HPLC smo ugotavljali vpliv načina pridelave na vsebnost organskih kislin in sladkorjev, z sistemom HPLC-MS pa smo identificirali fenolne snovi ter spremljali razlike v njihovi vsebnosti. Biokemična sestava fižola je bila podobna pri vseh načinih pridelave, je pa imel način pridelave vpliv na vsebnost različnih snovi. Fižol iz konvencionalne pridelave je vseboval najnižje vsebnosti glukoze, fruktoze, askorbinske kisline in številnih fenolnih snovi iz različnih skupin. Stroki fižola, pridelanega na integriran način, so imeli nizke vsebnosti nekaterih sladkorjev, kot na primer glukoze in saharoze, hkrati pa najvišje vsebnosti katehina in njegovih dimerov (procianidinov) ter derivatov vanilne kisline. Oba načina ekološke pridelave in kontrolno obravnavanje so se odrazili v višji vsebnosti sladkorjev v strokih ter v manjši vsebnosti katehina in nekaterih drugih fenolnih snovi. S poskusom smo pokazali, da lahko z načinom pridelave vplivamo na snovi v strokih, ki določajo okus ter na vsebnost snovi, ki so pomembne za zdravje ljudi.</p> <p><i>ANG</i> The aim of the trial was to test different production systems (conventional, integrated, organic and biodynamic production system and the control) and their impact on composition and content of various biochemical compounds of dwarf French beans (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv. Top Crop. Determination of sugars and organic acids was performed with HPLC system and identification of individual phenolic compounds using HPLC-MS. Biochemical composition of the beans was unaffected by the production systems, however, the content levels of individual compounds were changed. Beans from the conventional production system contained lowest levels of fructose, glucose, ascorbic acid and many phenolics from various groups. The pods from integrated production contained lowest levels of glucose and sucrose and highest levels of catechin, procyanidin dimers and vanillic acid derivative. The control treatment, as well as organic and biodynamic productions positively affected the levels of sugar content and caused a lower content of catechin and some other phenolic compounds. Different production systems can affect the level of compounds that influence the taste of French beans as well as the content of compounds important for human health.</p>
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; Izvlečki referatov; 2013; Str. 134-135; Avtorji / Authors: Jakopič Jerneja,

	Objavljeno v	Slatnar Ana, Mikulič Petkovšek Maja, Veberič Robert, Štampar Franci, Bavec Franc, Bavec Martina	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
2.	COBISS ID	4318824	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Spremenjen primarni in sekundarni metabolizem jagod zaradi okužbe z glivo <i>Colletotrichum nymphaeae</i> (Pass.) AA
		ANG	Influence of <i>Colletotrichum nymphaeae</i> (Pass.) AA infection on primary and secondary metabolites in strawberries
	Opis	SLO	Pri sorti 'Clery'smo spremljali učinek okužbe z glivo <i>Colletotrichum nymphaeae</i> na vsebnost sladkorjev, organskih kislin in posameznih fenolov. Primarne metabolite smo analizirali s pomočjo HPLC-RI-PDA, fenolne snovi pa s HPLC-PDA-MS. Zaradi okužbe z glivo <i>Colletotrichum nymphaeae</i> se je povečala vsebnost fruktoze in glukoze ter zmanjšala vsebnost saharoze in organskih kislin v plodovih. Tako v pritlikah kot v plodovih so bili prisotni derivati elagne kisline, flavanoli in flavonoli. V plodovih smo poleg tega določili štiri antocianine. Vsebnosti posameznih fenolnih snovi iz različnih skupin so se razlikovale med okuženimi in zdravimi plodovi. V okuženih plodovih se je povečala predvsem količina derivatov elagne kisline, flavonolov je bilo v glavnem ob infekciji manj, medtem ko se je vsebnost flavanolov in antocianov povečala s stopnjo infekcije. V pritlikah se je količina derivatov elagne kisline bodisi povečala ali zmanjšala, procianidinov v večini primerov zmanjšala, flavonolov pa povečala. Razlike so bile manj izrazite kot v plodovih.
		ANG	The effect of <i>Colletotrichum nymphaeae</i> infection on the contents of sugars, organic acids, and individual phenolic compounds was investigated in strawberry cultivar 'Clery'. Primary metabolites were determined with the use of HPLC-RI-PDA and secondary metabolites further confirmed with HPLC-PDA-MS. <i>Colletotrichum nymphaeae</i> caused a decrease in sucrose and an increase in fructose and glucose in strawberry fruit. A significant decrease in the content of organic acids was recorded in infected fruit. Different forms of ellagic acid, flavanols and flavonols were identified in strawberry runners and fruit. In fruit additionally four anthocyanins were identified. Significant differences in individual phenolic compounds in strawberry fruit were detected at the beginning of the infection compared to non-infected fruit. Specifically, ellagic acids significantly increased, flavonols generally decreased, and flavanols and anthocyanins increased with the progression of infection. Similarly, some forms of ellagic acid increased and others decreased in infected runners, procyanidins generally decreased and flavonols, increased but the differences were much less prominent compared to the fruit.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (in Okrogle mize o zmanjšanju tveganja zaradi rabe FFS v okviru projekta CropSustaIn), Bled, 5.-6. marec 2013; 2013; Str. 405-409; Avtorji / Authors: Mikulič Petkovšek Maja, Weber Nika, Schmitzer Valentina, Jakopič Jerneja, Štampar Franci, Koron Darinka, Munda Alenka, Veberič Robert	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
3.	COBISS ID	256190720	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Jagodičje
		ANG	Berries
		Nova spoznanja o pomenu jagodičja (jagode, maline, robide, ribezi,	

Opis	SLO	kosmulje, borovnice, brusnice, bezeg, aronija, dren ...) so veliko prispevala k povečani porabi in proizvodnji tega sadja. Prednosti so v izjemno lepem izgledu, bogati prehranski vrednosti, enostavni pridelavi na manjših površinah in domačem vrtu ter ne nazadnje v ekonomičnosti pridelave. V priročniku so zbrani številni koristni nasveti in opisane posamezne vrste, priporočila za izbiro primerne rastišča, tal, sadik in časa sajenja. Nadalje so opisani načini oskrbe jagodičja prek leta in varstvo pred škodljivci in boleznimi. V zadnjem delu knjige avtorica navaja tudi nekaj predlogov za uporabo jagodičja, tako svežega kot zamrznjenega, posušenega, kandiranega in predelanega.	
	ANG	New findings on the importance of berries (strawberry, raspberry, blackberry, currants, gooseberry, blueberry, cranberry, elderberry, aronia, dogwood fruit ...) have greatly contributed to an increased consumption and production of these fruit. The advantages of berry fruit are nice appearance, rich nutritional value, uncomplicated cultivation on small production areas and in home gardens, and ultimately the economy of production. This manual presents many useful tips and describes several berry species. Moreover, it lists recommendations for the selection of a suitable location, soil, seedlings and planting time. It illustrates the methods of berry cultivation during the year and presents protection from pests and diseases. In the last part of the book the author lists some suggestions for berry use such as fresh, frozen, dried, candied and processed fruit.	
	Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	Kmečki glas; 2011; 122 str.; Avtorji / Authors: Koron Darinka	
	Tipologija	2.02 Strokovna monografija	
4.	COBISS ID	7331193	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Vpliv antraknoze ( <i>Colletotrichum simmondsii</i> ) na sekundarne in izbrane primarne metabolite v plodovih in živicah jagode ( <i>Fragaria X ananassa</i> Duch.)
		ANG	Influence of <i>Colletotrichum simmondsii</i> on secondary and selected primary metabolites in strawberry ( <i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) fruit and runners
		SLO	Uporabni rezultati, ki smo jih dobili pri proučevanju glive iz rodu <i>Colletotrichum</i> so bili predstavljeni na 3. slovenskem sadjarskem kongresu z mednarodno udeležbo. Poudarek je bil na predstavitvi bolezni, škodi, ki jo povzroča na živicah in količini in kakovosti pridelka. Okužba s <i>C. simmondsii</i> je povzročila zmanjšanje vsebnosti saharoze in povečanje vsebnosti fruktoze in glukoze v plodovih jagod, jabolčna kislina pa se je značilno zmanjšala po okužbi. V živicah smo določili 12 različnih oblik elagne kisline, 9 flavanolov in 8 flavonolov ter v plodovih 9 oblik elagne kisline, 6 flavanolov, 7 flavonolov in 4 antociane. Ker smo opazovali razvoj bolezni od prvih znakov do popolno okuženih plodov in okužene ter zdrave živice, smo lahko videli, da so se značilne spremembe v fenolni sestavi pojavile že ob začetku okužbe z boleznijo. Posebej elagna kislina, flavanoli in antociani so se značilno povečali že v začetni fazi okužbe plodov, medtem ko se je vsebnost flavanolov zmanjšala v primerjavi z neokuženimi plodovi. Elagna kislina in procianidini v živicah so se različno odražali na okužbo, saj se je vsebnost nekaterih povečala in drugih zmanjšala, značilno so se povečali le flavanoli.
			The applicative results obtained from a study on the fungus of the <i>Colletotrichum</i> genus were presented at 3rd Slovenian Fruit Growing congress with International Participation. The emphasis was on the presentation of the disease and severity of infection regarding fruit quality and yield. <i>C. simmondsii</i> caused a decrease in sucrose and an increase in

		fructose and glucose in strawberry fruit. Moreover, a significant decrease in malic acid was recorded in infected fruit. 12 forms of ellagic acid, 9 flavanols and 8 flavonols were detected in strawberry runners and 9 forms of ellagic acid, 6 flavanols, 7 flavonols and 4 anthocyanins in strawberry fruit. The changes in phenolic profile were evaluated from the beginning of the infection and results indicated that even at an early stage of infection the phenolic modifications occur. Specifically in fruit, ellagic acids, flavanols and anthocyanins significantly increased and flavonols decreased with the progression of infection. In infected runners, ellagic acid forms and procyanidins generally decreased and flavonols increased.	
	ANG		
Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
Objavljeno v	Strokovno sadjarsko društvo Slovenije; Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 21.-23. november 2012; 2012; Str. 369-377; Avtorji / Authors: Weber Nika, Jakopič Jerneja, Mikulič Petkovšek Maja, Štampar Franci, Koron Darinka, Veberič Robert		
Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	
5.	COBISS ID	7699065	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vpliv načina gojenja na kemično sestavo fižola ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv. Top Crop)
		ANG	The effect of different production systems on biochemical profiles of dwarf French bean ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L. cv. Top Crop)
	Opis	SLO	V okviru 11. slovenskega posveta o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo je bilo izvedeno predavanje o vplivu načina pridelave na fenolno sestavo stročjega fižola ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv. Top Crop. S sistemom HPLC-MS smo identificirali fenolne snovi ter spremljali razlike v njihovi vsebnosti. Biokemična sestava fižola je bila podobna pri vseh načinih pridelave, je pa imel način pridelave vpliv na vsebnost različnih snovi. Fižol iz konvencionalne pridelave je vseboval nižje vsebnosti številnih fenolnih snovi iz različnih skupin. Stroki fižola, pridelanega na integriran način, so najvišje vsebnosti katehina in njegovih dimerov (procianidinov) ter derivatov vanilne kisline. Oba načina ekološke pridelave in kontrolno obravnavanje so se odrazili v manjši vsebnosti katehina in nekaterih drugih fenolnih snovi. S poskusom smo pokazali, da lahko z načinom pridelave vplivamo na snovi v strokih, ki določajo okus ter na vsebnost snovi, ki so pomembne za zdravje ljudi.
		ANG	On the 11th Slovenian conference on plant protection with international participation a lecture was conducted about the production systems impact on composition and content of various biochemical compounds of dwarf French beans ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) cv. Top Crop. Determination of individual phenolic compounds using HPLC-MS. Biochemical composition of the beans was unaffected by the production systems, however, the content levels of individual compounds were changed. Beans from the conventional production system contained lowest levels of many phenolics from various groups. The pods from integrated production contained highest levels of catechin, procyanidin dimers and vanillic acid derivative. The control treatment, as well as organic and biodynamic productions caused a lower content of catechin and some other phenolic compounds. Different production systems can affect the level of compounds that influence the taste of French beans as well as the content of compounds important for human health.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Društvo za varstvo rastlin Slovenije = Plant Protection Society of Slovenia; Zbornik predavanj in referatov 11. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo (in Okrogle mize o zmanjšanju tveganja zaradi rabe FFS v okviru projekta CropSustaIn), Bled, 5.-6. marec 2013;	

	2013; Str. 434-438; Avtorji / Authors: Veberič Robert, Slatnar Ana, Mikulič Petkovšek Maja, Jakopič Jerneja, Štampar Franci, Bavec Franc, Bavec Martina
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

## 8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine<sup>7</sup>

Na sejmu AGRA 2013, ki je potekal od 24. – 29. 8. 2013 v Gornji Radgoni je izr. prof. dr. Robert Veberič z Biotehniške fakultete v Ljubljani izvedel predavanje z naslovom »Vpliv pridelovalnih sistemov na vsebnost sladkorjev in nekaterih bioaktivnih komponent pri stročjem fižolu«.

Na 6. balkanskem simpoziju o zelenjavi in krompirju, ki je potekal od 29. 9. – 2. 10. 2014 na agronomski fakulteti v Zagrebu, je prof. dr. Martina Bavec na predavanju z naslovom »Bush bean productivity affected by different farming systems« (COBISS.SI-ID 3799852)

Na posvetu o jagodi je bil v letu 2012 namenjen pridelavi zdravih plodov, ohranjanju zdravega okolja in varovanju zdravja pridelovalca ob izvajanju različnih tehnoloških ukrepov, predvsem izvajanju varstva rastlin. Dr. Darinka Koron je izvedla predavanje »Vir odpornosti jagod na različne stresne dejavnike«. (COBISS.SI-ID 3983720)

## 9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine<sup>8</sup>

### 9.1. Pomen za razvoj znanosti<sup>9</sup>

SLO

Sinteza fenolnih snovi je del obrambnega mehanizma rastlin na napad škodljivcev in bolezni, kamor prištevamo tudi patogene glive. Kljub številnim raziskavam na tem področju, še vedno biokemijski procesi v rastlinah, ki jih taka okužba sproži, niso popolnoma znani. Naše študije so temeljile na interakciji med okoljem in pomembnimi kmetijskimi rastlinami (jagoda, paprika, fižol) ter glivami iz rodu *Colletotrichum*, ki jih okužujejo in povzročajo na njih resno gospodarsko škodo. Rezultati študije so pokazali nekatere zanimive znanstvene rezultate, ki smo jih uspešno objavili v različnih znanstvenih revijah. Pri jagodah smo ugotovili, da okužba z omenjeno glivo vpliva na vsebnosti primarnih in sekundarnih metabolitov. Pokazale so se razlike med posameznimi sortami, kjer je po vsebnosti epikatehina izstopala tolerantna sorta 'Honeoye'. Po okužbi z glivami iz rodu *Colletotrichum* se je vsebnost fenolnih spojin zelo povečala, z nadaljnjim razvojem bolezni pa se koncentracija omenjenih snovi zopet zmanjša. Povečanje sinteze fenolnih snovi ob začetku okužbe kaže na to, da se le-ti tvorijo kot odgovor rastline na okužbo s patogenom. Zmanjšanje ob nadaljnjem razvoju bolezni in povečanem obsegu okužbe pa je lahko posledica propadanja tkiva.

Pri fižolu smo ugotovili, da vse izbrane sorte vsebujejo iste primarne in analizirane sekundarne metabolite, vendar se zelo razlikujejo v količini. Izkazalo se je, da na količino vplivajo sorta, način pridelave, kot tudi okužba z glivo *Colletotrichum lindemuthianum*. Vsebnost vseh skupin fenolov se je po okužbi povečala v robnem delu tkiva med pego in zdravim tkivom, medtem ko je bila v zdravem tkivu najmanjša. Povečanje sinteze fenolnih snovi v robnem tkivu kaže na to, da rastlina s tvorbo teh snovi preprečuje širjenje glive na območje zdravega tkiva in predstavlja kemično obrambo rastline na napad patogena.

Okužba paprike s *C. coccodes* spodbudi kopičenje klorogenske kisline, krisoeriol glukozida, glikozidov kvercetina in luteolina v robnem tkivu med pego in zdravim tkivom v primerjavi z zdravim tkivom in pego. Glede na to, da skupni derivati apigenina za razliko od drugih fenolov ne kažejo statističnega povečanja v robnem delu pege, to nakazuje manjšo vlogo apigenin glikozidov v zaščiti paprike pred okužbo z glivami iz rodu *Colletotrichum*.

Dobljena znanstvena spoznanja o interakciji med rastlino in patogenom, razumevanje sinteznih poti in dobljeni rezultati so vplivala na razvoj znanosti, saj smo rezultate uspešno objavili v vrhunskih znanstvenih revijah z našega področja, prav tako pa tudi na razvoju stroke, saj smo jih sproti prenesli v nove tehnologije pridelave preko kongresov, strokovnih srečanj...

ANG

Synthesis of phenolic compounds is a part of the defense mechanism of plants against the attack by pests and diseases, which includes the pathogenic fungi. Despite many research

studies in this field, biochemical processes in plants triggered by such an infection are not fully known. Our study were based on the interaction of environment and important agricultural crops (strawberries, peppers, beans) and fungi of the Colletotrichum genus, which infect and cause serious economic damage on these plants. The results of the study showed some interesting scientific results, we have successfully published in various scientific journals. In the case of strawberries, we found that infection by fungus affects the content of primary and secondary metabolites. The differences were shown between the varieties, where the content of epicatechin stood tolerant variety 'Honeoye'. After infection with fungi of the genus Colletotrichum the content of phenolic compounds increased significantly and with the further development of the disease the concentration of these substances again reduced. The increase in the synthesis of phenolic substances at the start of infection suggests that they form in response to the plants to infection by pathogens. Reduced phenols synthesis of the further development of the disease and the increased infection may be due to tissue destruction. In the case of beans, we found that all of the selected varieties contain the same primary and analyzed secondary metabolites, but vary in quantity. It has been shown that the amount influenced on the variety, production method, as well as infection with the fungus Colletotrichum lindemuthianum. The content of all groups of the phenols after infection increased in the boundary region between the spot and the healthy tissue, while in the healthy tissue it was lowest. The increase in the synthesis of phenolic substances in the boundary tissues indicating that the plant with the formation of these substances prevent the spread of fungi in the area of healthy tissue and represents the chemical defense plants to pathogen attack.

Infection of sweet pepper with *C. coccodes* encourage the accumulation of chlorogenic acid, crysoeriol glucoside, glycosides of luteolin and quercetin in the boundary tissues between the spot and the healthy tissue compared with healthy tissue and spot. Given that the total derivatives of apigenin unlike other phenols do not show a statistical increase in the boundary part of spots, this suggests a minor role of apigenin glycosides in the protection of peppers from infection with fungi of the genus Colletotrichum.

The resulting scientific knowledge on the interaction between plant and pathogen, understanding of synthesis pathways and the results have influenced the science development, as we successful published results in top scientific journals of our field, as well as on the development of the profession, because we transferred in new production technology through conferences, professional meetings ...

## 9.2. Pomen za razvoj Slovenije<sup>10</sup>

SLO

Slovensko kmetijstvo je v zadnjih letih pridobilo na pomenu predvsem zaradi samooskrbe, kratih proizvodnih verig in nizko-ogljicne družbe (kratkega transporta proizvodov). Slovenski parlament je leta 2011 sprejel resolucijo o strateških usmeritvah razvoja slovenskega kmetijstva in živilstva do leta 2020 – »Zagotovimo.si hrano za jutri«. Hortikulturni proizvodi imajo v tej resoluciji posebno vlogo.

Pri zelenjavi pridelamo le 30 % potrebnih količin, zato je v teh strateških usmeritvah predvideno širjenje pridelave hortikulturnih rastlin. V Slovenji nikoli nismo imeli intenzivne hortikultorne pridelave na velikih površinah, struktura kmetij je sorazmerno majhna in okolje zelo naravno. Prav zato lahko pridelamo hrano vrhunske kakovosti, predvsem s pomočjo novih in izboljšanih tehnologij pridelave, kot sta integrirana in ekološka pridelava.

Znanje, ki smo ga pridobili pri projektu »Preučevanje mehanizmov odpornosti pri vrtni jagodi (*Fragaria ananassa*), fižolu (*Phaseolus vulgaris*) in papriki (*Capsicum annuum*) na glive iz rodu *Colletotrichum* - študije interakcije med rastlino in patogeno glivo« smo uspešno znanstveno iz vrednotili in vse dobljene rezultate uspešno prenesli v izboljšanje obstoječih tehnologij v praksi.

Izkoriščanje naravnih obrambnih mehanizmov rastline je manj uporabljeno v trenutnih tehnologijah, saj je pri tem potrebno veliko več znanja in upoštevanje biotskih in abiotskih dejavnikov. Vendar je tak pristop veliko bolj sonaraven, omogoča manjšo porabo energije in s tem posledično bolj zdravo hrano in je v skladu s smernicami nizko-ogljicne družbe.

ANG

Slovenian agriculture in recent years has gained in importance mainly due to self-sufficiency, short production chains and low-carbon society (short products transport). The Slovenian

parliament in 2011 adopted a resolution on the strategic orientations of the development of Slovenian agriculture and food industry till 2020 - "Ensure.ourself food for tomorrow." Horticultural products have in this resolution a special role.

In the case of vegetables we produce only 30% of the necessary quantities, so it is in these strategic guidelines provided for expansion of production of horticultural crops. In Slovenia we have never had intensive horticultural production in large areas, farm structure is relatively small and environment is very natural. That is why we can produce high quality food, particularly through new and improved production technologies, such as integrated and organic production.

The knowledge that we have gained in the project "Study of the mechanisms of resistance in the strawberry (*Fragaria ananassa*), beans (*Phaseolus vulgaris*) and peppers (*Capsicum annum*) on fungi of the genus *Colletotrichum* - studies the interaction between the plant and the pathogenic fungus" we have successfully scientific evaluated and all the results obtained successfully transferred to the improvement of existing technologies in practice.

The use of natural plant defense mechanisms is rarely applied in current technologies, since it takes a lot more knowledge and respect for the biotic and abiotic factors. However, this approach is much more sustainable, allows lower power consumption and, consequently, more healthy food and is in accordance with the guidelines of low-carbon society.

#### 10.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

**Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni**

Cilj		
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.03</b>	<b>Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.04</b>	<b>Dvig tehnološke ravni</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.05</b>	<b>Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.06</b>	<b>Razvoj novega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE



	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.07</b>	<b>Izboljšanje obstoječega izdelka</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.08</b>	<b>Razvoj in izdelava prototipa</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.09</b>	<b>Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.10</b>	<b>Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.11</b>	<b>Razvoj nove storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.12</b>	<b>Izboljšanje obstoječe storitve</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.13</b>	<b>Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.14</b>	<b>Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.15</b>	<b>Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.16</b>	<b>Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.17</b>	<b>Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.18</b>	<b>Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.19</b>	<b>Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.20</b>	<b>Ustanovitev novega podjetja ("spin off")</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.21</b>	<b>Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.22</b>	<b>Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.23</b>	<b>Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.24</b>	<b>Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

<b>F.25</b>	<b>Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.26</b>	<b>Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.27</b>	<b>Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.28</b>	<b>Priprava/organizacija razstave</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29</b>	<b>Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30</b>	<b>Strokovna ocena stanja</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.31</b>	<b>Razvoj standardov</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32</b>	<b>Mednarodni patent</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33</b>	<b>Patent v Sloveniji</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34</b>	<b>Svetovalna dejavnost</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.35</b>	<b>Drugo</b>	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**

**11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!****Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja**

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

**12.Pomen raziskovanja za sofinancerje<sup>11</sup>**

	Sofinancer			
1.	Naziv			
	Naslov			
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1.		
		2.		
		3.		
		4.		
		5.		
	Komentar			
	Ocena			

**13.Izjemni dosežek v letu 2014<sup>12</sup>****13.1. Izjemni znanstveni dosežek**


---

MIKULIČ PETKOVŠEK, Maja, SCHMITZER, Valentina, JAKOPIČ, Jerneja, CUNJA, Vlasta, VEBERIČ, Robert, MUNDA, Alenka, ŠTAMPAR, Franci. Colletotrichum lindemuthianum infection causes changes in phenolic content of French green bean pods. Scientia horticulturae, ISSN 0304-4238. [Print ed.], 2014, vol. 170, str. 211-218. [COBISS.SI-ID 7907705]

Na štirih sortah stročjega fižola ('Paulista', 'Berggold', 'Top Crop' in 'Re dei Burri') smo proučevali učinek in stopnjo okužbe z antraknozo. Stopnja okužba sorte 'Berggold' je bila 2,4 % in 'Paulista' le 0,8 %, kar je pokazatelj njune tolerance na glivo *C. lindemuthianum*. Analizirali smo zdravo tkivo, simptomatsko pego in robni del tkiva na strokih fižola. S pomočjo sistema za tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti v kombinaciji z masnim spektrometrom (HPLC-MS) smo ugotovili kopičenje vseh skupin fenolnih snovi v okuženem tkivu kaže na pomen teh snovi za preprečevanje širjenja okužbe.

### 13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

## C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

### Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Univerza v Ljubljani, Biotehniška  
fakulteta

Franci Štampar

### ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

11.3.2015

### Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/128

<sup>1</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>4</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>5</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'. [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja

izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A" ali A'.

Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>8</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>10</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>11</sup> Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2014 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a

B5-26-27-8F-2A-7D-93-20-C6-C2-9E-3A-4D-15-D3-C5-70-A8-45-4C

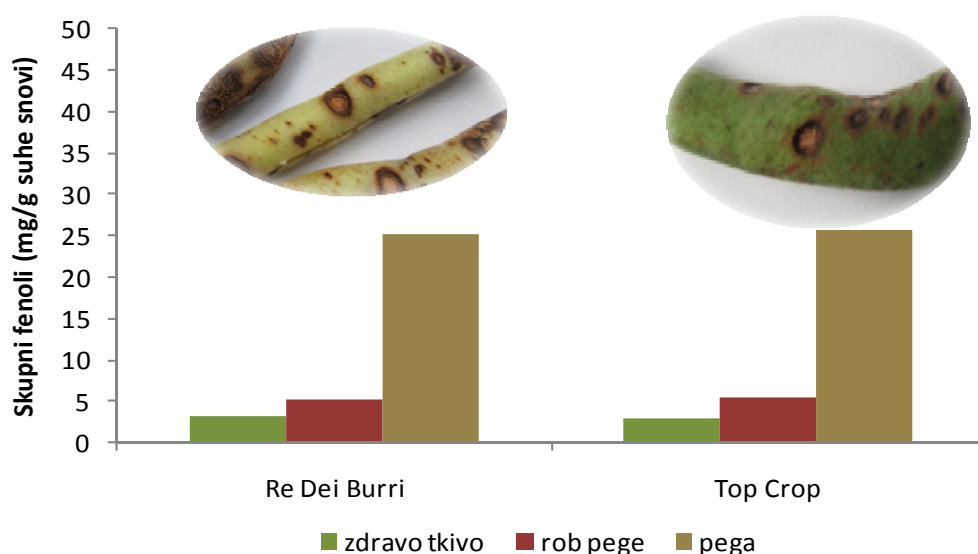
## **Priloga 1**



## BIOTEHNIKA

Področje: 4.03 Rastlinska produkcija in predelava

Dosežek 1: **Okužba z glivo *Colletotrichum lindemuthianum* spremeni fenolno sestavo strokov stročjega fižola** Vir: Scientia horticultrae, 2014, 170, 211-218. COBISS.SI-ID 7907705



Na štirih sortah stročjega fižola ('Paulista', 'Berggold', 'Top Crop' in 'Re dei Burri') smo proučevali učinek in stopnjo okužbe z antraknozo, tako da smo izvedli umetno inokulacijo s *Colletotrichum lindemuthianum*. Največjo stopnjo okužbe smo opazili na strokih sort 'Top Crop' in 'Re dei Burri'. Stopnja okužba sorte 'Berggold' je bila 2,4 % in 'Paulista' le 0,8 %, kar je pokazatelj njune tolerance na glivo *C. lindemuthianum*. Analizirali smo zdravo tkivo, simptomatsko pego in robni del tkiva na strokih fižola. S pomočjo sistema za tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti v kombinaciji z masnim spektrometrom (HPLC-MS) smo določili 25 fenolnih spojin, ki smo jih kategorizirali v naslednje skupine: derivati hidroksicimetne kisline, flavanoli, dihidrohalkoni in flavonoli. Povečanje vseh skupin fenolnih snovi v robnem delu med pego in zdravim tkivom ter v sami pegi kaže na pomen teh snovi za preprečje širjenje okužbe.

Na štirih sortah stročjega fižola (Paulista, Berggold, Top Crop, Re dei Burri) smo proučevali stopnjo okužbe s fižolovim ožigom. Ugotovili smo, da sta sorti Paulista in Berggold tolerantni na okužbo in da se v pegi občutljivih sort tvori velika količina zaščitnih snovi.