

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2020/57



ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra	V4-1601	
Naslov	Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji	
Vodja	10922 Andrej Simončič	
Naziv težišča v okviru CRP	1.1.1 Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji	
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	900	
Cenovna kategorija	C	
Obdobje trajanja	10.2016 - 09.2019	
Nosilna raziskovalna organizacija	401 Kmetijski inštitut Slovenije	
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	148 Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije Kmetijsko gozdarski zavod Maribor 416 Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije 482 Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede	
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.05 Fitomedicina	
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo	
Raziskovalno področje po šifrantu FORD	4 Kmetijske vede in veterina 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo	

2. Sofinancerji

	Sofinancerji		
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS	
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana	

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Odpornost škodljivih organizmov (ŠO) na FFS predstavlja eno izmed najpomembnejših težav pri pridelovanju gojenih rastlin. Cilj projekta je bil ugotoviti stanje na področju odpornosti nekaterih najpomembnejših ŠO v Sloveniji. Projekt smo izvajali v okviru 8 delovnih sklopov (DS). DS 1 je vključeval Oceno tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in dosedanjih raziskav v Sloveniji. Cilj DS 2 je bil ugotoviti stanje odpornosti najpomembnejših ŠO pri pridelovanju hmelja. V raziskavo smo vključili hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*) in hmeljevo pršico (*Tetranychus urticae*). Kljub slabšemu delovanju preučevanih FFS odpornosti nismo potrdili. Cilj DS 3 je bil ugotoviti stanje odpornosti ŠO v sadovnjakih (jablana) in vinogradih. Na vinski trti smo preverjali 3 skupine fungicidov proti oidiju vinske trte in 3 skupine fungicidov proti peronospori vinske trte. V primeru glive *P. viticola* in *U. necator* smo ugotovili pojav odpornosti na strobilurine. Na jablani smo preizkušali delovanje 3 skupine fungicidov proti jablanovemu škrlupu. Ugotovili smo pojav odpornosti glive *V. Inaequalis* na strobilurin. V nasadih jablan smo preučevali tudi učinkovitost biotičnih insekticidov na podlagi virusov granuloze CpGV in bakterije *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki za zatiranje jabolčnega zavijača. Kljub slabšemu delovanju biotičnih insekticidov odpornosti nismo potrdili. Cilj DS 4 je bil preučiti odpornost nekaterih ŠO iz skupine povzročiteljev bolezni na vrtninah in poljščinah. V raziskavo smo vključili čebulno ter krompirjevo plesen. V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah (DS 5) smo preučevali odpornost koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), repičarja (*Meligethes* sp.), kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*) ter tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) na insekticide iz skupine neonikotinoidov ter piretroidov. Kljub mestoma slabšemu delovanju insekticidov odpornosti nismo potrdili. DS 6 je vključeval preučevanje odpornosti plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih. Pri več populacijah plevelov smo sicer ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov, vendar pojava odpornosti večine vključenih plevelnih vrst na preučevane herbicide brez nadaljnjih podrobnih raziskav zaenkrat ne moremo potrditi. V okviru DS 7 smo pripravili spisek ŠO, s katerimi imajo pridelovalci največ težav pri pridelavi. Spisek je bil pripravljen kot dopolnilo seznamu ŠO, ki ga pripravljamo v okviru strokovne naloge NAP-IVR, ki jo izvajamo na KIS. Na podlagi aktivnosti in pridobljenih podatkov v okviru projekta smo spisek dopolnili. Izsledki projekta bodo v nadaljevanju vključeni v pripravo tehnoloških navodil z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO ter učinkovito posredovanje le-teh končnim uporabnikom kot tudi drugim zainteresiranim. Posredovanje informacij v zvezi s stanjem odpornosti ter navodil glede preprečevanja njenega nastanka je bil namreč glavni cilj projekta.

ANG

Pesticide resistance (PR) is one of the most important problems in the crop production. The aim of the project was to determine the situation in the field of PR of some most important pests in Slovenia. The project was implemented within 8 work packages (WP). WP 1 included Pest Risk Assessment based on literature data and previous research in Slovenia. In the following, we determined the state of PR by individual groups of crops. The aim of WP 2 was to determine the state of PR of the most important pests in hop production. *Pseudoperonospora humuli*) and *Tetranychus urticae* were included in the study. Despite the poorer performance in some cases of the studied PPPs, resistance was not confirmed.

The aim of WP 3 was to determine the state of PR in orchards and vineyards. We tested 3 groups of fungicides against *Uncinula necator* and 3 groups of fungicides against *Plasmopara viticola*. Based on the results, we can conclude that in the case of the *P. viticola* and *U. necator* there is a resistance to fungicides from the group of strobilurins. We tested 3 groups of fungicides against *Venturia inaequalis* on apples and we found the resistance of *V. inaequalis* to strobilurin. In apples in addition, the efficacy of biotic insecticides based on CpGV granulosa viruses and *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki for the control of *Cydia pomonella* was studied. Despite the poorer performance of biotic insecticides, PR has not been confirmed. Within WP 4 the resistance of some pests on vegetables and field crops was studied. *Peronospora destructor*) and *Phytophthora infestans* were included in the study. The aim of WP 5 was the study of PR of the group of insect and mite pathogens on vegetables and field crops, where we studied the resistance of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), rape pollen beetle (*Meligethes* sp.), rape stem weevil (*Ceutorrhynchus napi*) and onion thrips (*Thrips tabaci*) to neonicotinoids and pyrethroids. Despite the poorer performance of insecticides in some cases, resistance was not confirmed. WP 6 included the study of weed resistance in permanent crops, field crops and vegetables, and on non-agricultural land. A significant decrease in the efficacy of herbicides was found in some weed populations, never the less the occurrence of resistance of the weed species to the studied herbicides cannot be confirmed for the time being without further detailed research. As part of WP 7 a list of pests, with which growers have the most severe problems, was prepared. The list was prepared as a supplement to the list of pests, which we are preparing as part of the professional task NAP-IPM, which we carry out and coordinate at Agricultural institute of Slovenia. Based on the activities and data obtained within the project, we supplemented this list. The results of the project will be further included in the preparation of technological instructions with regard to the prevention of PR and their effective dissemination. The main objective of the project was namely to provide information on the state of PR and instructions on how to prevent its occurrence.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta²

Odpornost škodljivih organizmov (ŠO) na FFS predstavlja v zadnjih letih po vsem svetu eno izmed najpomembnejših težav pri pridelovanju gojenih rastlin. Zato ne preseneča, da temu področju posvečajo povsod po svetu izredno pozornost, saj se zaradi posledic odpornosti povečuje poraba FFS, hkrati z njo pa tudi negativne posledice na okolje in ekonomiko pridelave. Sistematičnih raziskav o odpornosti v Sloveniji do sedaj nismo izvajali. Osnovni cilj projekta je bil ugotoviti stanje na področju odpornosti nekaterih najpomembnejših ŠO pri nas.

Projekt smo izvajali v okviru 8 delovnih sklopov (DS). DS 1 je vključeval Oceno tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in raziskav v Sloveniji. Pripravili smo izbor gospodarsko pomembnih ŠO za vse najpomembnejše gojene rastline v Sloveniji ter pripravili oceno tveganja za pojav odpornosti izbranih ŠO na FFS. V nadaljevanju smo ugotavljali stanje odpornosti po posameznih skupinah gojenih rastlin. Cilj DS 2 je bil ugotoviti stanje odpornosti najpomembnejših ŠO pri pridelovanju hmelja. V raziskavo smo vključili hmeljevo peronosporo in hmeljevo pršico. V letu 2017 in 2018 smo izolirali 6 izolatov v hmeljiščih iz različnih območij z obsežnimi in ponavljajočimi bolezenskimi izbruhi. Odpornost smo ugotavljali na AI-fosetil in metalaksil-M. Dobljeni rezultati sicer kažejo na višjo odpornost izolatov na uporabljene fungicide, vendar je ta še vedno precej nižja od prave odpornosti. Na IHPS je bila v letu 2017 opravljena laboratorijska raziskava odpornosti navadne pršice na abamektin iz 4 lokacij. Rezultati so pokazali, da se je smrtnost pršic gibala od 50-88 %. Dodatno smo ugotavljali odpornost navadne pršice na abamektin in heksitiazoks v hmeljišču. Ugotovili smo, da je bilo delovanje heksitiazoksa na ličinke, nimfe in jajčeca nezadovoljivo (učinkovitost med 30 in 52 %), med tem ko je bilo delovanje na odrasle pršice sicer boljše, vendar še vedno nezadovoljivo za uspešno varstvo v praksi. Abamektin je sicer ob precej veliki populaciji pršic izkazal dokaj dobro začetno delovanje, vendar pa se je učinkovitost po 3 tednih precej zmanjšala, kar sicer ne pomeni, da imamo opravka z odpornostjo pršice na to a.s., vendar pa ugotovljena učinkovitost za prakso ni zadostna, saj ostane na listu v povp. še vedno 15-20 mobilnih pršic, prag škodljivosti pa je zgolj 1 pršica/list.

Cilj DS 3 je bil ugotoviti stanje odpornosti ŠO v sadovnjakih (jablana) in vinogradih. V 3 sezonah smo preizkušali različne skupine fungicidov na jablani in vinski trti. Na vinski trti smo na 2 lokacijah preizkušali 3 različne skupine fungicidov (SDHI, strobilurini in IBE) proti oidiju vinske trte. Na vinski trti smo prav tako preizkušali delovanje 3 skupin fungicidov (fenilamidi, strobilurini ter kinoni) proti peronospori vinske trte. Na podlagi rezultatov poskusov lahko utemeljeno sklepamo, da gre za pojav odpornosti glive *P. viticola* in *U. necator* na fungicide iz skupine strobilurinov.

Na jablani smo na lokaciji Gačnik preizkušali delovanje 3 skupin fungicidov (SDHI, strobilurini ter IBE) proti jablanovemu škrlupu. V poskusih v letih 2017-2019 smo ugotovili najnižjo učinkovitost delovanja proti škrlupu pri škropilnem programu, v katerem smo uporabili strobilurine, na podlagi česar lahko z gotovostjo zaključimo, da gre pri njih za pojav odpornosti glive *V. Inaequalis*.

V nasadih jablan smo v letih 2017 in 2018 izvedli 2 poskusa, v katerih smo preučevali učinkovitost biotičnih insekticidov na podlagi virusov granuloze CpGV in bakterije *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki za zatiranje jabolčnega zavijača. Učinkovitost CpGV je bila v povprečju med 40 in 80 %. Učinkovitost *B. thuringiensis* pa je nihala med 10 in 65 %. Kljub dejstvu, da z uporabo CpGV in *B. thuringiensis* pripravkov ni možno zagotoviti učinkovitega zatiranja jabolčnega zavijača, dobljeni rezultati raziskave še ne potrjujejo domneve, da imamo opraviti z odpornimi populacijami jabolčnega zavijača na CpGV in *B. thuringiensis*.

Cilj DS 4 je bil preučiti odpornost nekaterih povzročiteljev bolezni na vrtninah in poljščinah. V raziskavo smo vključili čebulno ter krompirjevo plesen. V okviru projekta smo vpeljali metodo za testiranje odpornosti čebulne plesni proti metalaksilu in v poljskem poskusu preverjali odpornost čebulne plesni na lokaciji, kjer je pridelovalec predvideval, da je prišlo do pojava odpornosti.

V letih od 2016 do 2018 smo v Sloveniji odvzeli vzorce DNK krompirjeve plesni s krompirja (43 lokacij) in paradižnika (14 lokacij). Vzorci so bili analizirani z metodo enostavnih ponovljivih sekvenc v okviru akcije EuroBlight v laboratorijih JHI na Škotskem. Tako v letu 2016 kot v 2018 so bila med zbranimi vzorci plesni s krompirja zaznana potomstva klonov z odpornostjo proti metalaksilu in najdeni so bili tudi sevi z genotipom EU 37 A2, katerih značilnost je, da so neobčutljivi za fungicid fluazinam.

V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah (DS 5) smo v raziskavo vključili preučevanje odpornosti koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), repičarja (*Meligethes* sp.), kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*) ter tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) na insekticide iz skupine neonikotinoidov ter piretroidov. V letih 2017 in 2018 smo preverjali občutljivost koloradskega hrošča na tiametoksam iz skupine neonikotinoidov, ki je bil v zadnjih letih najpogosteje uporabljen insekticid za zatiranje omenjenega škodljivca. V laboratoriju smo po metodi IRAC 7 preučevali populacije hrošča iz različnih lokacij. Na nobeni od preskušanih populacij koloradskega hrošča nismo zaznali upada učinkovitosti tiametoksama, smrtnost ličink pri priporočeni koncentraciji je bila povsod 100 %.

Z namenom preučevanja odpornosti repičarja na insekticide iz skupine piretroidov smo leta 2017 uspešno uvedli metodo IRAC št. 11, po kateri smo nato v letu 2018 izvajali poskuse na različnih populacijah hrošča iz 4 lokacij. Na podlagi rezultatov sklepamo, da na večini obravnavanih lokacij ni prisotne odpornosti na lambda-cihalotrin, saj je v primerjavi z rezultati iz drugih evropskih držav občutljivost testiranih vzorcev populacij repičarja relativno visoka. Dodatno smo v letih 2017 in 2018 izvedli 2 poljska poskusa v posevku oljne ogrščice, v katerih smo preučevali učinkovitost insekticidov za zatiranje repičarja in ogršičnega kljunotaja. Preverjali smo učinkovitost tiakloprida, deltamtrina, tau-fluvalinata in lambda-cihalotrina. Učinkovitost vseh preučevanih insekticidov je bila slaba, saj je pri vseh že po 6 dneh padla pod 45 %, kar je občutno slabše kot pred leti, ko smo jih pričeli uporabljati. Kljub temu zgolj na podlagi omenjenih poskusov ne moremo z gotovostjo trditi, da je testirana populacija repičarja in kljunotaja razvila odpornost na uporabljene insekticide.

Za preučitev učinkovitosti insekticidov za zatiranje tobakovega resarja v čebuli je bil v letu 2018 izveden en poljski poskus na lokaciji, kjer že vrsto let pridelujejo čebulo. Preučevali smo insekticide deltametrin, spinosad, spirotetramat in dimetoat. Iz rezultatov poskusa je sicer mogoče ugotoviti občutno zmanjšanje učinkovitosti insekticidov, kar pa še ne potrjuje pojava odpornosti resarja na preučevane insekticide.

DS 6 je vključeval preučevanje odpornosti plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih. V raziskavo smo vključili predvsem plevelne vrste, ki jih v zadnjem času pogosto opažamo na tretiranih kmetijskih in nekmetijskih površinah kljub uporabi herbicidov. V letu 2018 smo v poljskem poskusu preučevali učinkovitost a. s. tienkarbazon-metil, foramsulfuron, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P in nikosulfuron za zatiranje prosastih trav. Herbicidi so bili preučevani na populacijah rastlin, ki smo jih nabrali na različnih območjih Slovenije v letih 2015 in 2016. Preučevali smo naslednje vrste: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. mili*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* in *Sorghum halepense*. Pri več populacijah smo sicer ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov (med 60 do 80 %), vendar pojava odpornosti trav na preučevane herbicide brez nadaljnjih podrobnih raziskav zaenkrat ne moremo potrditi.

V letu 2017 smo v poljskem poskusu ugotavljali učinkovitost pripravkov na podlagi kombinacij a. s. tienkarbazon-metil, idosulfuron, mezosulfuron, pinoksaden, piroksulam, diflufenikan, klorotoluron in pendimetalin, za zatiranje navadnega srakoperca (*Apera spica-venti*) v pšenici. Herbicidi so bili preučevani na populacijah rastlin srakoperca, ki smo jih v letih 2015 in 2016 nabrali na 20 območjih v SV in V Sloveniji. Učinkovitosti herbicidov so se gibale od 50 do 95 %. Pri večini herbicidov je učinkovitost znašala med 75 in 90 %. Na podlagi rezultatov bi lahko sklepali, da v primeru srakoperca ne gre za odpornost na uporabljene herbicide. Nekoliko nižja učinkovitost je najverjetneje posledica velike gostote plevela, neoptimalnega časa tretiranja in slabe aplikacijske tehnike.

V letih 2017 in 2018 smo na 2 lokacijah z ozimnimi žiti, kjer lastniki ugotavljajo, da sicer učinkoviti herbicidi (predvsem sulfunil sečninski pripravki, diflufenikan, florasulam, fluoksipir, flufenacetklorotoluron, pendimetalin, 2,4-D) slabo zatirajo nekatere plevelne vrste, preverili učinkovitost na enoletne ozkolistne (navadni srakoperec) kot tudi enoletne širokolistne plevela (plezajoča lakota, jetičniki, navadna zvezdica, njivska vijolica). Kljub močno zapleveljenim poskusnim mestom smo dosegli dober oziroma pričakovan nivo učinkovitosti (85-98 %), na podlagi česar sklepamo, da ne gre za odpornost. Podobno velja tudi v primeru 2 mikropokusov v koruzi, ki smo jih opravili v letih 2017 in 2018. Preverjali smo učinkovitost najpogosteje uporabljenih a. s. (bentazon, dikamba, tienkarbazon-metil, florasulam, fluoksipir, foramsulfuron, izoksafutol, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P, nikosulfuron, pendimetalin, petoksamid, prosulfuron, tembotrion, terbutilazin, tifensulfuron-metil, 2,4-D). Ugotovili smo, da v veliki večini primerov nimamo težav z odpornimi biotipi plevelov. Z veliko gotovostjo lahko sklepamo, da so zapleveljene njive predvsem posledica slabih agrotehničnih ukrepov, neugodnih vremenskih razmer in velike gostote plevela.

V letih 2017 in 2018 smo opravili tudi po en poskus v sadovnjaku (2017) in vinogradu (2018). Raziskavo smo izvedli na lokacijah, kjer glifosat uporabljajo že vsaj 5 let in se pritožujejo, da je delovanje slabo. V letu 2017 in 2018 smo z glifosatom tretirali tudi zemljišče ob železniških tirih, kjer smo preverjali njegovo učinkovitost na nekmetijskih zemljiščih. V okviru raziskave v trajnih nasadih kot tudi na železnici smo ugotovili, da glifosat še vedno dobro deluje na veliko večino enoletnih in večletnih plevelov. Po pričakovanju pa smo ugotovili slabše delovanje predvsem na nekatere večletne plevelne vrste, za katere je znano, da glifosat nanje deluje nekoliko slabše.

DS 7 je namenjen predstavitvi ŠO, s katerimi imajo pridelovalci težave v okviru pridelave. Osnovni seznam ŠO z ugotovljeno odpornostjo je bil izdelan v okviru strokovne naloge NAP-IVR, ki jo izvajamo na KIS. Na podlagi aktivnosti in pridobljenih podatkov v okviru projekta pa smo spisek dopolnili. Seznam smo dodali na spletno stran IVR.

Eden izmed glavnih ciljev projekta je bil priprava tehnoloških navodil z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO ter učinkovito posredovanje le-teh končnim uporabnikom in drugim zainteresiranim. Izsledke projekta smo zato vključili v nekatera že pripravljena tehnološka navodila za pridelovanje posameznih gojenih rastlin, ki smo jih v zadnjih 3 letih pripravili v okviru IVR-NAP. Med temi lahko omenimo *Praktične smernice za vsa v Sloveniji registrirana FFS, ki temeljijo na mikroorganizmih, Praktične smernice za uporabo koristnih organizmov v pridelavi žit, koruze in jagodičja, Nekemične metode varstva rastlin in FFS z nizkim tveganjem, Vpeljavo molekularne metode za testiranje odpornosti jablanovega škrlupa proti Qol fungicidom ter Spremljanje pojavljanja proti herbicidom odpornih plevelov v posevkih koruze in žit*. Preostale rezultate projekta, do katerih smo prišli na podlagi rezultatov poskusov v času trajanja projekta, pa nameravamo vključiti v nova tehnološka navodila, ki jih bomo pripravljali v okviru strokovne naloge v prihodnje.

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Programa dela v okviru raziskovalnega projekta je bil v celoti realiziran v okviru zastavljenih raziskovalnih ciljev. Glede na to, da so projektno skupino sestavljali raziskovalci iz štirih organizacij, to je KIS, UM-FKBV, IHPS in KGZS-KGZ Maribor, smo vsebino programa dela prilagodili vsebinam, ki jih v okviru svojih dejavnosti pokrivajo posamezne institucije. Področje odpornosti SO pri pridelovanju hmelja tako pokrivajo člani projektne skupine iz IHPS, področje sadjarstva in vinogradništva je bilo v domeni KGZ Maribor in FKBV ter delno tudi KIS, med tem smo preučevanje odpornosti SO na področju poljedelstva in vrtnin izvajali raziskovalci KIS in FKBV. Prav tako smo raziskovalci KIS in FKBV izvajali aktivnosti v zvezi s preučevanjem odpornosti plevelov na herbicide na nekmetijskih zemljiščih. Naloge so bile zastavljene in v celoti izvedene v okviru osmih delovnih sklopov v skladu s cilji posameznega delovnega sklopa.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine⁴

V okviru izvajanja projekta nismo spreminjali programa dela raziskovalnega projekta in nismo spreminjali sestave projektne skupine.

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju⁵

		Dosežek	
1.	COBISS ID	COBISS.SI-ID 454839	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO	Ocena stopnje učinkovitosti insekticidov za zatiranje repičarja in ogrščičnega kljunotaja
		ANG	Assesment of insecticide efficacy in controlling canola and rape steam weevil
Opis	SLO	V prispevku so prikazani rezultati raziskave o učinkovitosti insekticidov za zatiranje repičarja in ogrščičnega kljunotaja v Sloveniji. V letih 2017 in 2018 sta bila izvedena poljska poskusa v posevku oljne ogrščice v katerih smo testirali učinkovitost insekticidov za zatiranje repičarja (<i>Meligethes aeneus</i>) in ogrščičnega kljunotaja (<i>Ceutorrhynchus napi</i>). Insekticidi na podlagi snovi tiakloprid, deltamtrin, tau-fluvalinat in lambda-cihalotrin so bili nanoseni v dveh razvojnih stadijih ogrščice pri 100 % odmerkkih in pri povečanih odmerkkih. V sezoni 2017 odmerek insekticida (100 proti 200 %) v večini ocenjevalnih obdobj ni imel vpliva na stopnjo učinkovitosti insekticida. Pri vseh testiranih insekticidih je učinkovitost po šestih dneh padla pod 45 %. V sezoni 2018 smo izvedli primerjavo učinkovitosti med 100 % in 300 % odmerkom in prišli do podobnih zaključkov kot v letu 2017. Učinkovitost testiranih insekticidov je občutno nižja, kot je bila pred leti, ko smo jih pričeli uporabljati, kljub temu pa ne moremo trditi, da je testirana populacija repičarja in kljunotaja razvila odpornost na testirane insekticide. V našem poskusu ugotovljena učinkovitost insekticidov ne zagotavlja več ustreznega nivoja preprečevanja nastajanja izgub pridelka oljne ogrščice.	
		The research of insecticide efficacy in controlling canola and rape steam	

	Dosežek	
	ANG	weevil in Slovenia is presented in this study. In seasons 2017 and 2018 two field experiments were carried out in a rape seed crop in which we evaluated the degree of insecticide efficacy for controlling the canola pollen beetle (<i>Meligethes aeneus</i>) and the rape stem weevil (<i>Ceutorrhynchus napi</i>). Insecticides based on thiacloprid, deltametrin, tau-fluvalinate and lambda-cihalotrin were applied at two rape development stages. Evaluation of the efficacy was done for a 100% dose and for increased doses. In season 2017 the increase of insecticide dose (100% vs. 200%) in most assessment periods did not have an effect on the degree of insecticide efficacy. For all tested insecticides, the efficacy after six days had fallen below 45%. In the 2018 season, we performed an efficacy comparison between 100% and 300% of doses and reached similar conclusions as in 2017. The effectiveness of the tested insecticides is considerably lower than it was years ago when we started using them; however, we cannot claim that the population of pollen beetle and rape weevil has developed a resistance to the tested insecticides. Efficacies of insecticides established in our experiment do not provide any more adequate levels of prevention of oilseed rape yield loss generation.
	Objavljeno v	LEŠNIK, Mario, PAUŠIČ, Andrej, VINCEK, Katja, VAJS, Stanislav, 2019. V: Izvlečki referatov, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019, str. 17-18.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	COBISS.SI-ID 751756 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO Hmeljeva pršica (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) je razvila odpornost na akaricide v slovenskih hmeljiščih ANG Two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch, has developed resistances to chemical acaricides in Slovenian hop gardens
	Opis	SLO V prispevku so prikazani rezultati raziskave odpornosti hmeljeve pršice na akaricide v slovenskih hmeljiščih. ANG Research on pesticide resistance of Two-spotted spider mite, <i>Tetranychus urticae</i> Koch, to chemical acaricides in Slovenian hop gardens is presented in the paper.
	Objavljeno v	RAK-CIZEJ, Magda, 2017. V: WEIHRAUCH, Florian (ur.). Proceedings of the Scientific Commission [of the] International Hop Growers` Convention, St. Stefan am Walde, Austria, 25-29 June 2017. Wolnzach, Germany: Scientific-Technical Commission, I.H.G.C., 2017. Str. 58. Proceedings of the Scientific Commission (International Hop Growers' Convention. ISSN 2512-3785
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	COBISS.SI-ID 454865 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO Testiranje prosastih plevelnih trav glede tolerantnosti na nekatere herbicide ANG Testing panicod grass weeds for herbicide tolerance
	Opis	SLO V poljskem poskusu smo testirali učinkovitost aktivnih snovi tienkarbazon-metil, foramsulfuron, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P in nikosulfuron za zatiranje prosastih trav. Herbicidi so bili naneseni na populacije rastlin, ki smo jih na poskusnem polju koruze ustvarili s setvijo semen, ki smo jih nabrali na različnih območjih Slovenije (Mursko polje, Dravsko in Ptujsko polje, Krško polje, Savinska in Vipavska dolina). Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri zatiranju. Preučevali smo naslednje vrste: <i>Panicum dichotomiflorum</i> , <i>P. capillare</i> , <i>P. miliaceum</i> , <i>Setaria faberi</i> , <i>S. glauca</i> , <i>S. viridis</i> , <i>Echinochloa crus-galii</i> in <i>Sorghum halepense</i> . Pri več populacijah smo ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov na raven med 60 do 80 %, vendar o odpornosti preučevanih trav na preučevane herbicide ne moremo govoriti. Na več območjih Slovenije se kažejo znaki segregacije tolerantnih populacij. Ker

	Dosežek	
		so semenske banke preučevanih plevelov velike, kljub srednje visoki učinkovitosti herbicidov že prihaja do velikih izgub pridelkov koruze, še posebej v sušnih razmerah.
	ANG	In the field experiment, the efficacy of the active substances thien carbazone-methyl, foramsulfuron, mesotrione, S-metolachlor, dimethenamide-P and nicosulfuron for the control of panicoid grass weeds was tested. Herbicides were applied to the populations of plants that were in an experimental maize field established by sowing seeds collected in various regions of Slovenia (Mursko polje, Dravsko and Ptujsko polje, Krško polje, Savinska and Vipava valleys) and then planted in the mentioned field. We harvested grass seeds in the fields where farmers were unsuccessful in their suppression. We studied the following species: Panicum dichotomiflorum, P. capillare, P. milliaceum, Setaria faberi, S. glauca, S. viridis, Echinochloa crus-galii and Sorghum halepense. In several populations, a significant reduction in the effectiveness of herbicides was found. Efficacy fell to a level of 60 to 80%, but the resistance of the studied grasses to the herbicides tested cannot be proven. There are signs of segregation of tolerant populations in several regions of Slovenia. Since soil seed banks of the studied weeds are big, despite the medium-high efficacy of herbicides, massive losses of corn yields are encountered, especially in arid conditions.
	Objavljeno v	LEŠNIK, Mario, VAJS, Stanislav, PAUŠIČ, Andrej, 2019. V: TRDAN, Stanislav (ur.). Izvlečki referatov, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019, Maribor, Slovenija. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije. 2019, str. 23.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
4.	COBISS ID	COBISS.SI-ID 298806 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO Analiza učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca (Apera spica-venti (L.) P. Beauv.)
		ANG Analysis of herbicide efficacy for the control of windgrass (Apera spica-venti (L.) P. Beauv.)
	Opis	SLO V poljskem poskusu smo testirali učinkovitost pripravkov na podlagi kombinacij aktivnih snovi tienkarbazon- metil, iodosulfuron, mezosulfuron, pinoksaden, piroksulam, duflufenikan, klorotoluron in pendimetalin za zatiranje srakoperca v pšenici. Herbicidi so bili nanesti na populacije rastlin srakoperca, ki smo jih na poskusnem polju ustvarili s setvijo semen, ki smo jih nabrali na 20 območjih v severovzhodni in vzhodni Sloveniji. Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri zatiranju in se je razvilo nad 100 rastlin na m ² . Učinkovitosti herbicidov so se gibale od 50 do 95 %. Na večini lokacij in pri večini testiranih herbicidov je učinkovitost znašala med 75 in 90 %. Rezultati raziskave ne kažejo na odpornost srakoperca na herbicide. Ugotovljena je nekoliko znižana učinkovitost, ki v primeru velike gostote plevela, napak glede izbire termina za nanos herbicida in slabe aplikacijske tehnike povzroči veliko zapleveljenost s srakopercem (pogosto nad 150 rastlin na m ²). Močno zapleveljene njive so pogosto rezultat uporabe herbicidov, ki niso učinkoviti in ne odpornosti na herbicide, ki imajo deklarirano učinkovitost na ta plevel. Razpoložljivi registrirani herbicidi nudijo dober nivo zatiranja (90-95 %), dokler semenske banke niso prevelike in ne naredimo napak pri nanosu.
		In a field experiment, the efficacy of herbicides for the control of the common windgrass in wheat crop based on combinations of active substances such as thien carbazone-methyl, iodosulfuron, mezosulfuron, pinoxaden, piroxulam, duflufenican, chlorotoluron and pendimethalin was tested. The herbicides were applied to the populations of windgrass plants that were established by planting seeds which had been collected in 20 locations in north-eastern and eastern Slovenia. We harvested

	Dosežek	
	ANG	seeds in fields, where farmers were not successful in suppressing windgrass, and where over 100 plants per m ² were developed. The efficacy of herbicides ranged from 50 to 95%. In most of the tested windgrass populations, the efficacy of most of the tested herbicides ranged between 75 and 90%. The results of the study did not confirm the resistance of windgrass to herbicides. A somewhat reduced efficiency was found in our trial which can in case of high windgrass density, mistakes in the timing of application of herbicide and unsuitable application techniques, cause a significant increase in population of windgrass (often above 150 plants per m ²). Highly infested fields are often a result of use of non-effective herbicides that are not registered for windgrass control and not due to resistance to herbicides that have a declared efficacy for the control of this weed. The available, registered herbicides enable a good level of control (90-95%) until the amount windgrass seed in the soil is not too large, and assuming that we apply the herbicide correctly.
	Objavljeno v	PAUŠIČ, Andrej, LEŠNIK, Mario, VAJS, Stanislav, 2019. V: TRDAN, Stanislav (ur.). Izvlečki referatov, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019, Maribor, Slovenija. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije. 2019, str. 20.
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
5.	COBISS ID	COBISS.SI-ID 572068 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO Vpliv različnih strategij integriranega uravnavanja plevelne vegetacije na pridelek koruze ANG The effect of different integrated weed management strategies on maize yield
	Opis	SLO V prispevku so prikazane različne tehnologije uravnavanja plevelne vegetacije v koruzi ANG Different weed control strategies are presented in the paper.
	Objavljeno v	LESKOVŠEK, Robert, SIMONČIČ, Andrej, 2019. V: TRDAN, Stanislav (ur.). Izvlečki referatov, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije. 2019, str. 111. http://www.dvrs.bf.uni-lj.si/izvlecki/Zbornik_izvleckov_SPVR_2019.pdf .
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti⁶

	Dosežek	
1.	COBISS ID	4599852 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO Testiranje učinkovitosti biotičnih insekticidov za zatiranje jabolčnega zavijača (<i>Cydia pomonella</i> L.) ANG Efficacy testing of bioinsecticides for (<i>Cydia pomonella</i> L.) control
	Opis	SLO V magistrskem delu pod mentorstvom prof. dr. Maria Lešnika je preučevana učinkovitost različnih biotičnih insekticidov za zatiranje jabolčnega zavijača ANG Master thesis under supervision of prof. Mario Lešnik includes the research of efficacy of different bioinsecticides on (<i>Cydia pomonella</i> L.) control
	Šifra	D.11 Drugo
		SAVKAN, Fatma Ece. Testiranje učinkovitosti biotičnih insekticidov za

	Dosežek	
	Objavljeno v	zatiranje jabolčnega zavijača (<i>Cydia pomonella</i> L.) magistrsko delo. Maribor: [F. E. Savkan], 2019. VIII, 38 f., graf. prikazi. https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?id=74039
	Tipologija	2.09 Magistrsko delo
2.	COBISS ID	94217473 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	<i>SLO</i> Tehnološka navodila za izvedbo nekaterih ukrepov v pridelavi hrušk in češenj. 1. izd.
		<i>ANG</i> Technological instructions for the implementation of certain measures in the production of pears and cherries 1st edition
	Opis	<i>SLO</i> V strokovni publikaciji so predstavljeni pomembnejši tehnološki ukrepi in priporočila za pridelavo hrušk in češenj
		<i>ANG</i> Technological instructions for the implementation of certain measures in the production of pears and cherries are presented in publication.
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)
	Objavljeno v	UNUK, Tatjana (avtor, urednik), LEŠNIK, Mario, ROZMAN, Črtomir, HUDINA, Metka, STOPAR, Matej, ZLATIC, Emil, DONIK PURGAJ, Biserka, MRZLIČ, Davor, TOJNKO, Stanislav. Tehnološka navodila za izvedbo nekaterih ukrepov v pridelavi hrušk in češenj. 1. izd. Maribor: Univerzitetna založba Univerze, 2018. 87 str., 23 cm. ISBN 978-961-286-149-0. http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/328 .
	Tipologija	2.02 Strokovna monografija
3.	COBISS ID	5690728 Vir: vpis v obrazec
	Naslov	<i>SLO</i> Ekologija fitofarmaceutskih sredstev - implementacija v Sloveniji
		<i>ANG</i> Pesticide ecology - implementation in Slovenia
	Opis	<i>SLO</i> V učnem gradivu za tuje študente na UM, Fakulteti za kmetijstvo in biosistemske vede, je prikazano stanje na širšem področju ekologije FFS v Sloveniji
		<i>ANG</i> In the study material for foreign Erasmus students at the University of Maribor, Faculty of Agriculture and Life Sciences, the ecology of PPPs in Slovenia is discussed.
	Šifra	D.10 Pedagoško delo
	Objavljeno v	SIMONČIČ, Andrej. Pesticide ecology - implementation in Slovenia : [predavanja za št. program Erasmus]. [Maribor: Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, 2018]. 1 USB ključ. [COBISS.SI-ID 5690728]
	Tipologija	2.05 Drugo učno gradivo

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

Ob objavah, kjer je bila obravnavana odpornost škodljivih organizmov na FFS, je bila projektna skupina zelo aktivna tudi na drugih področjih, kjer je širila znanje in informacije s tega področja. Večina članov projektne skupine sodeluje pri izdelavi tehnoloških navodil, smernic in strategije integrirane pridelave poljščin, vrtnin, sadnega drevja, vinske trte in hmelja.

Člani projektne skupine dr. Mario Lešnik, dr. Magda Rak Cizej, dr. Sebastjan Radišek in dr. Andrej Simončič sodelujejo pri obveznem izobraževanju svetovalcev s področja varstva rastlin in uporabe FFS na podlagi Zakona o FFS (Ur.l. RS, št. 83/2012) ter Pravilnika o usposabljanju o fitofarmaceutskih sredstvih (Ur. l. RS, št. 85/2013). V okviru teh izobraževanj je področje odpornosti škodljivih organizmov na FFS obvezna vsebina.

Člana projektne skupine dr. Mario Lešnik (UM-FKBV) in dr. Andrej Simončič (UM-FKBV in VŠVO)

sta habilitirana predavatelja za področje varstva rastlin in FFS, ki predavata diplomskim in podiplomskim študentom. Za študente sta pripravila gradivo, ki vključuje tudi področje odpornosti škodljivih organizmov na FFS. V zadnjih 3 letih sta bila omenjena mentorja ali somentorja pri več kot 10 diplomah 1. in 2. stopnje bolonjskih študijskih programov, ki so obravnavale odpornost škodljivih organizmov na FFS.

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Zaradi velikega gospodarskega in okoljskega pomena pojava odpornosti se s tem področjem ukvarjajo širom sveta. Na že omenjenih treh spletnih straneh (www.frac.info; www.irac-online.org, www.hracglobal.com) lahko celovito preverimo globalno problematiko in dinamiko pojava odpornosti pri posameznih ŠO v različnih delih sveta, ki jih strokovnjaki uporabljajo pri svojem delu po vsem svetu. Slovenija do sedaj v te baze ni prispevala veliko podatkov, smo pa vse razpoložljive podatke redno spremljali z namenom priprave in izvajanja ukrepov varstva rastlin pri nas, s katerimi smo želeli preprečevati pojav odpornosti ŠO. Osnovni prispevek k znanosti v okviru predlaganega projekta bi bil v prvi vrsti ugotovitev stanja glede tega področja pri nas ter dopolnitev regionalnih in globalnih podatkovnih baz o vrstah odpornih ŠO ter aktivnih snovi, na katere so ti ŠO razvili odpornost. Ti podatki so zelo pomembni pri nadaljnjem preučevanju odpornosti ŠO kot tudi pri pripravi antirezistenčnih strategij na globalnem kot tudi lokalnem nivoju. Razvoj odpornosti je zaradi številnih dejavnikov v vsakem lokalnem okolju specifičen, kljub temu, da nanj teoretično gledano vplivajo enaki dejavniki (npr. pogostnost uporabe aktivnih snovi, število generacij ŠO letno, splošna pestrost nekemičnih zatiralnih metod, način kombiniranja aktivnih snovi, obseg premeščanja in križanja populacij ŠO v prostoru, razmerje med kmetijskimi in nekmetijskimi površinami, ...). Slovenija je glede intenzivnosti kmetovanja precej raznolika, saj se po vsej Sloveniji prepletajo intenzivne pridelovalne površine s povečanim vnosom FFS in na drugi strani dokaj ekstenzivne površine z zelo majhnim vnosom FFS. To omogoča velik obseg križanja med populacijami, ki so izpostavljene velikemu pritisku FFS in tistih, ki niso. To dejstvo v Sloveniji v precejšnji meri blaži hitrost pojava odpornosti. Koliko, gledano s stališča znanosti ne vemo. S stališča znanosti je pri nas v realnem sistemu možno preveriti nekatere alternativne modele za napovedovanje pojavov odpornosti pri različnih ŠO. V projektu smo prilagodili modele in se dodatno usposobili za ocenjevanje pojavov odpornosti in možnost preverjanja, kako razmerja med površinami z različnimi načini pridelave preko populacijske dinamike ŠO vplivajo na pojav odpornosti. Z našo raziskavo bomo prispevali k razvoju znanstvenih metod za opredeljevanje hitrosti razvoja odpornosti na nivoju nacionalnega gospodarstva kot celote. V okviru projekta bomo v nadaljevanju skušali dokazati, da je vpliv enakih dejavnikov na razvoj odpornosti pri plevelih, žuželkah ali glivah lahko v različnih okoljih precej različen. It tega izhaja, da potrebujemo za različne ŠO specifično prilagojene različne preventivne pristope za preprečevanje pojavov odpornosti.

ANG

Due to a great economic and environmental importance of pesticide resistance this topic is very important worldwide. The three below-mentioned websites (www.frac.info; www.irac-online.org, www.hracglobal.com) are giving the thorough information on global issues and dynamics of the emergence of resistance in individual pests in different parts of the world. Slovenia has not contributed to this database with our own data very much so far, never the less we have regularly checked and monitored all the information available in this database to be able to prepare and implement efficient plant protection measures and to prevent the pesticide resistance. The most important contribution to the science in the context of the proposed project would be firstly to analyse the situation in this area for Slovenia and secondly to complement regional and global databases on the types of pest-resistant and active substances for which they have developed resistance. This data are very important for the further study of pest resistance as well as for the preparation of the anti resistant strategies on a global as well as on the local level. Development of resistance is due to a number of factors in each local area-specific, despite the fact that in theory, same factors are under the scrutiny (eg. the frequency of the use of active substances, the number of generations annually, the overall diversity of non-chemical oppressive methods, a way of combining active substances, the extent of movement and

crossing populations in the area, the relationship between agricultural and non-agricultural land, ...). Slovenia is, looking from the perspective of the intensity of farming, quite diverse since it combines intensive production areas with increased intake of PPP and on the other hand a fairly extensive areas with a very low use of pesticides. This allows a large volume of interbreeding between populations that are exposed to the high pressure of the PPP and those that are not. This fact helps to mitigate the speed of emergence of resistance in Slovenia, but from the scientific standpoint the extent is not known. The practical system can verify some alternative models for predicting the phenomena of resistance in a variety of pests. Within the project we adopted the models and got trained for assessing the phenomena of resistance and the possibility of checking how the relationships between areas with different production methods through the population dynamics of pests affect the phenomenon of resistance. With our research we will contribute to the development of scientific methods for assessing the speed of the development of resistance to the level of the national economy as a whole. The project will try to demonstrate that the impact of the same factors on the development of resistance in weeds, insects or fungi in different environments are quite different. Based on that there is a need for a variety of specifically tailored to various preventive approaches to prevent the occurrence of the resistance.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Projekt je bil usmerjen predvsem v reševanje praktičnih težav v zvezi z varstvom rastlin in pojavom odpornosti škodljivih organizmov na FFS. V kolikor bomo kmetijske pridelovalce usposobili za prepoznavanje pojavov odpornosti z namenom čim prejšnjega zaznavanja ter jih ozaveščali ter svetovali glede ukrepov za preprečevanje odpornosti, bomo s tem najprej vplivali na njihov ekonomski rezultat in tudi na konkurenčnost, kar pa se posredno odraža tudi v celotni družbi. Konkurenčni pridelovalci so namreč pogoj za vzdrževanje in razvoj kmetijstva pri nas. Višji in kakovostnejši pridelki bodo pripomogli tudi k večji samooskrbi oziroma prehranski varnosti, kar je tudi pomembno predvsem za družbo oziroma državo. Prehranska varnost in stopnja samooskrbe s hrano je za Slovenijo in njeno politiko izjemno pomembna (Resolucija, 2011; NAP, 2012; Strategija, 2014). Žal pa je zlasti na področju pridelave poljščin in vrtnin Slovenija močno odvisna od uvoza. Stopnja samooskrbe je le 48 % pri sveži in predelani zelenjavi ter 36 % pri sveži zelenjavi. Poraba zelenjave je v porastu, saj smo jo v letih med 2011 in 2015 porabili v povprečju 25 % več v primerjavi z obdobjem 2001–2005 (Zagorc in sod., 2015; Zagorc in sod., 2016).

Ohranjanje delovnih mest na kmetijah pa pomeni tudi skladen regionalen razvoj in poseljenost podeželja, kar je prav tako eden izmed pomembni ciljev večih področnih strategij razvoja Slovenije. Ob tem pa ne smemo pozabiti še manjših vplivov na okolje. Ustrezne tehnologije, ki bodo vključevale antirezistenčne strategije bodo v veliki meri pripomogle k manjši obremenitvi okolja s FFS, hkrati pa bomo zaradi višjih pridelkov pripomogli tudi k večji samooskrbi oziroma prehranski varnosti, kar je pomembno predvsem za družbo kot celoto.

Zaradi navedenega je poznavanje strategij omejevanja odpornosti na nivoju nacionalnega gospodarstva zelo pomembno tudi za ostale deležnike v naši družbi, od tistih, ki se ukvarjajo s trženjem FFS, strokovnim svetovanjem varstva rastlin, registracijo FFS in razvojem sistemov kmetijskih okoljskih podpor ter varovanjem okolja. Za kvalitetno delo teh skupin deležnikov, oziroma za njihovo kreiranje ter usmerjanje razvoja kmetijstva in pridelovalnih sistemov, je potrebno imeti tudi znanja o omejevanju pojavov odpornosti, ki lahko skupaj z drugimi znanji in informacijami nudijo ustrezno podlago za nacionalno trajnostno strategijo kmetijske pridelave

ANG

The project was aimed at solving practical problems as regard plant protection and occurrence of pesticide resistance. If agricultural producers are trained to recognize the phenomena of resistance with a view to the early detection and by raising the awareness and advising on measures to prevent pesticide resistance, we will affect in the first place their economy and the competitiveness, which are indirectly reflected in the society as a whole. Well trained and competitive producers are a precondition for the maintenance and development of agriculture in our country. Higher and better quality products will further contribute to greater self-sufficiency and food security, which is particularly important for the society and country. Food security and self-sufficiency food rate is for Slovenia and its policy of utmost importance (Resolution 2011 NAP, 2012; Strategy, 2014). Unfortunately, especially

in the production of field crops and vegetables Slovenia is strongly dependent on imports. Self-sufficiency rate at the time being is only 48 % for fresh and processed vegetables and 36 % for fresh vegetables. Consumption of vegetables is on the rise during the last 10 years (data for 2011 – 2015) in comparison to the period 2001-2005 with 25 % rise on average (Zagorc et al., 2015; Zagorc et al., 2016).

Preserving jobs on farms, but also means for a coherent regional development and settlement of rural areas, are some of the important objectives of several development strategies for Slovenia. At the same time we must not forget very important smaller impact on the environment. Appropriate technology, which will include anti resistant strategies will largely contribute to reduce environmental burden with PPP, but due to a higher crop yields it would also contribute to the greater self-sufficiency and food security, which is especially important for the society as a whole.

Therefore, the knowledge of strategies for reducing resistance at the level of the national economy is very important also for other stakeholders in our society, from those who are engaged in the marketing of PPP, giving expert advice for plant protection and registration of pesticides to the development of systems for AE and environmental protection. For the quality work of these stakeholder groups and for their creation and direction of development of agriculture and production systems, it is necessary to have knowledge about the limitation of the phenomena of resistance, which together with other information and knowledge provide an adequate basis for a national strategy for sustainable agricultural production.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

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

- v domačih znanstvenih krogih
- pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?^{1.1}

- Kmetijska svetovalna služba (usposabljanja in predavanja)
- Različni organizatorji posvetov (predavanja)
- Načrtovalci kmetijske politike
- Ponudniki FFS
- Kmetijska podjetja in kmetijska gospodarstva, ki imajo težave pri zatiranju škodljivih organizmov kmetijskih rastlin

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

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

- v mednarodnih znanstvenih krogih
- pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:^{1.2}

Večina članov projektne skupine je močno vpeta tudi v mednarodno sodelovanje. Med številnimi povezavami lahko še posebej izpostavimo dobro sodelovanje z Univerzo v Aarhusu (Danska) ter francoskim inštitutom INRA. Kmetijski inštitut Slovenije ima z obema institucijama podpisana dogovora o medsebojnem delovanju.

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:^{1.3}

V zadnjih petih letih smo z Univerzo v Aarhusu ter INRA sodelovali in še vedno sodelujemo na skupnih projektih H2020 s področja varstva rastlin.

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	

	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen <input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih <input type="text"/>
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

Komentar

13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input checked="" 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"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input checked="" 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"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva					
G.09.	Drugo:					

Komentar

Rezultati projekta pomembno prispevajo k učinkovitosti in konkurenčnosti kmetijske pridelave, krepitvi kapacitet Slovenije za trajnostno upravljanje z naravnimi viri, zagotavljanju strateške prehranske varnosti, varovanju okolja, prilagajanju podnebnim spremembam ter usposobljenosti za obvezno poročanje na EU ravni.

14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi Javnih razpisov za sofinanciranje ciljnih raziskovalnih projektov za leta 2016, 2017, 2018 in 2019¹⁴

Vsebine projekta so dostopne na spletni strani:
[http://www.kis.si/Raziskave_in_projekti/CRP-V4-1601-Ocena stanja odpornosti ŠO](http://www.kis.si/Raziskave_in_projekti/CRP-V4-1601-Ocena_stanja_odpornosti_ŠO) , ki je centralna spletna stran z opisom rezultatov projekta na Kmetijskem inštitutu Slovenije

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 in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Kmetijski inštitut Slovenije

Andrej Simončič

ŽIG

Datum:

2.6.2020

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2020/57

¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)

² Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. 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](#)

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

⁴ Navedite morebitna bistvena odstopanja in spremembe od predvidenega programa dela raziskovalnega projekta, zapisanega v prijavi raziskovalnega projekta. Navedite in utemeljite tudi spremembe sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta. Če sprememb ni bilo, navedite »Ni bilo sprememb«. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)

⁵ Navedite dosežke na raziskovalnem področju, 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 FORD področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

⁶ Navedite dosežke na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti, ki so nastali v okviru tega projekta. Dosežke 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 FORD področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

Dosežek na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti je po svoji strukturi drugačen kot dosežek na raziskovalnem področju. Povzetek dosežka na raziskovalnem področju je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek dosežka na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti 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](#)

⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. v sistemu COBISS rezultat ni evidentiran). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

⁸ 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](#)

⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

¹⁴ Izvajalec mora za projekte, odobrene na podlagi Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« v letu 2016, Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2017« v letu 2017 in Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2019« v letu 2019 ter Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2016 in Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2018, na spletnem mestu svoje RO odpreti posebno spletno stran, ki je namenjena projektu. Obvezne vsebine spletne strani so: vsebinski opis projekta z osnovnimi podatki glede financiranja, sestava projektne skupine s povezavami na SICRIS, faze projekta in njihova realizacija, bibliografske reference, ki izhajajo neposredno iz izvajanja projekta ter logotip ARRS in drugih sofinancerjev. Spletna stran mora ostati aktivna še 5 let po zaključku projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2020 v1.00

A7-E2-55-97-D9-CC-78-DE-B2-70-C0-B2-98-C1-6E-C2-3A-0B-30-18

ZAKLJUČNO POROČILO O IZVEDBI CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROGRAMA »ZAGOTOVIMO.SI HRANO ZA JUTRI«

Naslov projekta: **Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji (V4-1601)**

Naročnika: Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
Republika Slovenija, Javna agencija za raziskovalno dejavnost

Trajanje projekta: 1. 10. 2016 do 30. 9. 2019

Izvajalci: Kmetijski inštitut Slovenije
Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
UM, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede
KGZS, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor

Odgovorni nosilec: dr. Andrej SIMONČIČ, univ. dipl. inž. agr.

Sodelavci: dr. Andrej Simončič, dr. Gregor Urek, dr. Vladimir Meglič, mag. Metka Žerjav, mag. Špela Modic, dr. Jaka Razinger, dr. Robert Leskovšek, Janja Lamovšek, mag. Marjetica Urbančič Zemljič, dr. Magda Rak Cizej, dr. Sebastjan Radišek, Silvo Žveplan, dr. Mario Lešnik, dr. Stanislav Vajs, Brigita Bračko, Marjan Sirk, dr. Jože Miklavc, Boštjan Matko, Miroslav Mešl

Ljubljana, oktober 2019

Daljši povzetek

Odpornost škodljivih organizmov (ŠO) na FFS predstavlja v zadnjih letih po vsem svetu eno izmed najpomembnejših težav pri pridelovanju gojenih rastlin. Zato ne preseneča, da temu področju posvečajo povsod po svetu izredno pozornost, saj se zaradi posledic odpornosti povečuje poraba FFS, hkrati z njo pa tudi negativne posledice na okolje in ekonomiko pridelave. Sistematičnih raziskav o odpornosti v Sloveniji praktično ne izvajamo. Izjema so redka občasna posamezna preverjanja učinkovitosti FFS pri posameznih škodljivcih pri nekaterih sadnih vrstah, krompirju, hmelju ter raziskave odpornosti plevelov.

Osnovni cilj projekta je bil ugotoviti stanje na področju odpornosti nekaterih ŠO, ki predstavljajo slovenskim pridelovalcem največje težave. V projekt smo vključili tudi preverjanje odpornosti nekaterih rastlinskih vrst na nekmetijskih zemljiščih.

Projekt smo izvajali v okviru 8 delovnih sklopov (DS). DS 1 je vključeval Oceno tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in raziskav v Sloveniji. Pripravili smo izbor gospodarsko pomembnih ŠO za vse najpomembnejše gojene rastline v Sloveniji ter pripravili oceno tveganja za pojav odpornosti izbranih ŠO na FFS. Pri oceni tveganja smo upoštevali različne dejavnike, za katere je znano, da imajo pomemben vpliv na pojav odpornosti.

V nadaljevanju smo ugotavljali stanje odpornosti po posameznih skupinah gojenih rastlin. Cilj DS 2 je bil ugotoviti stanje odpornosti najpomembnejših ŠO pri pridelovanju hmelja. V raziskavo smo vključili hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*) in hmeljevo pršico (*Tetranychus urticae*), kajti pri drugih ŠO zaradi razpoložljivosti zadostnega števila FFS in drugih nekemijskih načinov varstva ni večjih težav pri varstvu hmelja. V letu 2017 in 2018 smo izolirali 6 izolatov v hmeljiščih iz različnih območij z obsežnimi in ponavljajočimi bolezenskimi izbruhi. Odpornost smo ugotavljali na aktivno snov (a. s.) Al-fosetil in metalaksil-M. Dobljeni rezultati sicer kažejo na višjo odpornost izolatov na uporabljene fungicide, vendar je ta še vedno precej nižja od prave odpornosti.

Pri uporabi akaricidov v hmeljarstvu se v zadnjih letih soočamo z velikim pomanjkanjem učinkovitih a. s.. Na IHPS je bila v letu 2017 opravljena laboratorijska raziskava odpornosti navadne pršice na a.s. abamektin iz 4 lokacij. Rezultati so pokazali, da se je smrtnost pršic gibala od 50-88 %. Dodatno smo v letih 2018 in 2019 ugotavljali odpornost navadne pršice na abamektin in heksitiazoks v hmeljišču. Ugotovili smo, da je bilo delovanje heksitiazoksa na ličinke, nimfe in jajčeca nezadovoljivo (učinkovitost med 30 in 52 %), med tem ko je bilo delovanje na odrasle pršice sicer boljše, vendar še vedno nezadovoljivo za uspešno varstvo v praksi. Abamektin je sicer ob precej veliki populaciji pršic izkazal dokaj dobro začetno delovanje, vendar pa se je učinkovitost po 3 tednih precej zmanjšala, kar sicer ne pomeni, da imamo opravka z odpornostjo pršice na to a. s., vendar pa ugotovljena učinkovitost za prakso ni zadostna, saj ostane na listu v povp. še vedno 15-20 mobilnih pršic, prag škodljivosti pa je zgolj 1 pršica/list.

Cilj DS 3 je bil ugotoviti stanje odpornosti ŠO v sadovnjakih (jablana) in vinogradih in sicer na podlagi literaturnih virov, razpoložljivih podatkov stanja na terenu, kot tudi prečevanja v okviru lastnih raziskav. V 3 sezonah v letih 2017-2019 smo preizkušali različne skupine fungicidov na jablani in vinski trti.

Na vinski trti smo na lokaciji Gačnik in Maribor preizkušali 3 različne skupine fungicidov (SDHI, strobilurini in IBE) proti oidiju vinske trte (*Uncinula necator*). Na vinski trti smo prav tako preizkušali delovanje 3 skupin fungicidov (fenilamidi, strobilurini ter kinoni) proti peronospori vinske trte (*Plasmopara viticola*). Na podlagi rezultatov poskusov v letih 2017-2019 na vinski trti lahko utemeljeno sklepamo, da gre za pojav odpornosti glive *P. viticola* in *U. necator* na fungicide iz skupine strobilurinov.

Na jablani smo na lokaciji Gačnik preizkušali delovanje 3 skupin fungicidov (SDHI, strobilurini ter IBE) proti jablanovemu škrlupu. V poskusih v letih 2017-2019 smo ugotovili najnižjo učinkovitost delovanja proti škrlupu pri škropilnem programu, v katerem smo 3x zapored uporabili pripravek iz skupine strobilurinov, na podlagi česar lahko z gotovostjo zaključimo, da gre za pojav odpornosti glive *Venturia Inaequalis* na strobilurin.

V nasadih jablan smo v letih 2017 in 2018 izvedli 2 poljska poskusa, v katerih smo preučevali učinkovitost biotičnih insekticidov na podlagi virusov granuloze CpGV in bakterije *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki za zatiranje jabolčnega zavijača. Učinkovitost CpGv je bila v povprečju med 40 in 80 %. Učinkovitost *B. thuringiensis* pa je nihala med 10 in 65 %. Kljub dejstvu, da z uporabo CpGV in *B. thuringiensis* pripravkov ni možno zagotoviti učinkovitega zatiranja jabolčnega zavijača, dobljeni rezultati raziskave še ne potrjujejo domneve, da imamo opraviti z odpornimi populacijami jabolčnega zavijača na CpGV in *B. thuringiensis*.

Cilj DS 4 je bil preučiti odpornost nekaterih ŠO iz skupine povzročiteljev bolezni na vrtninah in poljščinah. V raziskavo smo vključili čebulno plesen (*Peronospora destructor*) ter krompirjevo plesen (*Phytophthora infestans*). V okviru projekta smo vpeljali metodo za testiranje odpornosti čebulne plesni proti metalaksilu, testirali en sev *P. destructor* in s poljskim poskusom preverjali odpornost čebulne plesni na lokaciji, kjer je pridelovalec predvideval, da je prišlo do pojava odpornosti.

V letih od 2016 do 2018 smo v Sloveniji odvzeli vzorce DNK krompirjeve plesni s krompirja (43 lokacij) in paradižnika (14 lokacij). Vzorci so bili analizirani z metodo enostavnih ponovljivih sekvenc v okviru akcije EuroBlight v laboratorijih JHI na Škotskem. Tako v letu 2016 kot v 2018 so bila med zbranimi vzorci plesni s krompirja zaznana potomstva klonov z odpornostjo proti metalaksilu (EU13 A2) in najdeni so bili tudi sevi z genotipom EU 37 A2, katerih značilnost je, da so neobčutljivi za fungicid fluazinam.

V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah (DS 5) smo na podlagi literaturnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu v raziskavo vključili preučevanje odpornosti koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), repičarja (*Meligethes* sp.), kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*) ter tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) na insekticide iz skupine neonikotinooidov ter piretroidov.

V letih 2017 in 2018 smo preverjali občutljivost koloradskega hrošča na a. s. tiametoksam iz skupine neonikotinooidov, ki je bil v zadnjih letih najpogosteje uporabljen insekticid za zatiranje omenjenega škodljivca pri nas. V laboratoriju smo po metodi IRAC 7 v letu 2017 preučevali populacije hrošča iz različnih lokacij. Na nobeni od preskušanih populacij koloradskega hrošča nismo zaznali upada učinkovitosti tiametoksama, smrtnost ličink pri priporočeni koncentraciji je bila povsod 100 %.

Z namenom preučevanja odpornosti repičarja (*Meligethes aeneus*) na insekticide iz skupine piretroidov smo leta 2017 uspešno uvedli metodo IRAC št. 11, po kateri smo nato v letu 2018 izvajali poskuse na različnih populacijah hrošča iz 4 lokacij. Na podlagi rezultatov sklepamo, da na večini obravnavanih lokacij ni prisotne odpornosti na lambda-cihalotrin, saj je v primerjavi z rezultati iz drugih evropskih držav občutljivost testiranih vzorčnih populacij repičarja relativno visoka. Dodatno smo v letih 2017 in 2018 izvedli 2 poljska poskusa v posevku oljne ogrščice, v katerih smo preučevali učinkovitost insekticidov za zatiranje repičarja (*Meligethes aeneus*) in ogrščičnega kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*). Preverjali smo učinkovitost tiakloprida, deltamtrina, tau-fluvalinata in lambda-cihalotrina. Učinkovitost vseh preučevanih insekticidov je bila slaba, saj je pri vseh že po 6 dneh padla pod 45 %, kar je občutno slabše kot pred leti, ko smo jih pričeli uporabljati. Kljub temu zgolj na podlagi omenjenih poskusov ne moremo z gotovostjo trditi, da je testirana populacija repičarja in kljunotaja razvila odpornost na uporabljene insekticide.

Za preučitev učinkovitosti insekticidov za zatiranje tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) v čebuli je bil v letu 2018 izveden en poljski poskus na lokaciji, kjer že vrsto let pridelujejo čebulo. Preučevali smo insekticide deltametrin, spinosad, spirotetramat in dimetoat. Iz rezultatov poskusa je sicer mogoče ugotoviti občutno zmanjšanje učinkovitosti insekticidov, kar pa še ne potrjuje pojava odpornosti resarja na preučevane insekticide.

DS 6 je vključeval preučevanje odpornosti plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih. Za izbor gojenih rastlin ter plevelov smo se odločili na podlagi literarnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu. V raziskavo smo vključili predvsem plevelne vrste, ki jih v zadnjem času pogosto opažamo na tretiranih kmetijskih in nekmetijskih površinah kljub uporabi herbicidov.

V letu 2018 smo v poljskem poskusu preučevali učinkovitost a. s. tienkarbazon-metil, foramsulfuron, mezotripon, S-metolaklor, dimetenamid-P in nikosulfuron za zatiranje prosastih trav. Herbicidi so bili preučevani na populacijah rastlin, ki smo jih na poskusnem polju koruze vzgojili s setvijo semen, ki smo jih nabrali na različnih območjih Slovenije v letih 2015 in 2016. Preučevali smo naslednje vrste: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. mili*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* in *Sorghum halepense*. Pri več populacijah smo sicer ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov (med 60 do 80 %), vendar pojava odpornosti trav na preučevane herbicide brez nadaljnjih podrobnih raziskav zaenkrat ne moremo potrditi.

V letu 2017 smo v poljskem poskusu ugotavljali učinkovitost pripravkov na podlagi kombinacij a. s. tienkarbazon-metil, iodosulfuron, mezosulfuron, pinoksaden, piroksulam, diflufenikan, klorotoluron in pendimetalin, za zatiranje navadnega srakoperca (*Apera spica-venti*) v pšenici. Herbicidi so bili preučevani na populacijah rastlin srakoperca, ki smo jih v letih 2015 in 2016 nabrali na 20 območjih v SV in V Sloveniji. Učinkovitosti herbicidov so se gibale od 50 do 95 %. Pri večini herbicidov je učinkovitost znašala med 75 in 90 %. Na podlagi rezultatov bi lahko sklepali, da v primeru srakoperca ne gre za odpornost na uporabljene herbicide. Nekoliko nižja učinkovitost je najverjetneje posledica velike gostote plevela, neoptimalnega časa tretiranja in slabe aplikacijske tehnike.

V letih 2017 in 2018 smo na 2 lokacijah z ozimnimi žiti, kjer lastniki ugotavljajo, da sicer učinkoviti herbicidi (predvsem sulfunil sečninski pripravki, diflufenikan, florasulam, fluoksipir, flufenacetklorotoluron, pendimetalin, 2,4-D) slabo zatirajo nekatere plevelne vrste, preverili učinkovitost na enoletne ozkolistne (navadni srakoperec) kot tudi enoletne širokolistne plevela

(plezajoča lakota, jetičniki, navadna zvezdica, njivska vijolica). Kljub močno zapleveljenim poskusnim mestom smo dosegli dober oziroma pričakovan nivo učinkovitosti (85-98 %), na podlagi česar sklepamo, da ne gre za odpornost. Podobno velja tudi v primeru 2 mikroposkusov v koruzi, ki smo jih opravili v letih 2017 in 2018. Preverjali smo učinkovitost najpogosteje uporabljenih a. s. (bentazon, dikamba, tienkarbazon-metil, florasulam, fluroksipir, foramsulfuron, izoksafutol, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P, nikosulfuron, pendimetalin, petoksamid, prosulfuron, tembotrion, terbutilazin, tifensulfuron-metil, 2,4-D). Ugotovili smo, da v veliki večini primerov nimamo težav z odpornimi biotipi plevelov. Z veliko gotovostjo lahko sklepamo, da so zapleveljene njive predvsem posledica slabih agrotehničnih ukrepov, neugodnih vremenskih razmer in velike gostote plevela.

V letih 2017 in 2018 smo opravili tudi po en poskus v sadovnjaku (2017) in vinogradu (2018). Raziskavo smo izvedli na lokacijah, kjer glifosat uporabljajo že vsaj 5 let in se pritožujejo, da je delovanje slabo. V letu 2017 in 2018 smo z glifosatom tretirali tudi zemljišče ob železniških tirih, kjer smo preverjali njegovo učinkovitost na nekmetijskih zemljiščih.

V okviru raziskave v trajnih nasadih kot tudi na železnici smo ugotovili, da glifosat še vedno dobro deluje na veliko večino enoletnih in večletnih plevelov. Zato na omenjenih lokacijah ne moremo govoriti o pojavu odpornosti. Po pričakovanju pa smo ugotovili slabše delovanje predvsem na nekatere večletne plevelne vrste, za katere je znano, da glifosat nanje deluje nekoliko slabše.

DS 7 je namenjen predstavitvi ŠO, s katerimi imajo pridelovalci težave v okviru pridelave. Osnovni seznam ŠO z ugotovljeno odpornostjo je bil izdelan v okviru strokovne naloge NAP-IVR, ki jo izvajamo na KIS. Na podlagi aktivnosti in pridobljenih podatkov v okviru projekta pa smo spisek dopolnili. Seznam smo dodali na spletno stran IVR.

Eden izmed glavnih ciljev projekta je bil priprava tehnoloških navodil z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO ter učinkovito posredovanje le-teh končnim uporabnikom kot tudi pripravljacem kmetijske politike in drugim zainteresiranim. Izsledke projekta smo zato vključili v nekatera že pripravljena tehnološka navodila za pridelovanje posameznih gojenih rastlin, ki smo jih v zadnjih 3 letih pripravili v okviru IVR-NAP. Med temi lahko omenimo *Praktične smernice za vsa v Sloveniji registrirana FFS, ki temeljijo na mikroorganizmih, Praktične smernice za uporabo koristnih organizmov v pridelavi žit, koruze in jagodičja, Nekemične metode varstva rastlin in FFS z nizkim tveganjem, Vpeljavo molekularne metode za testiranje odpornosti jablanovega škrupa proti Qol fungicidom ter Spremljanje pojavljanja proti herbicidom odpornih plevelov v posevkih koruze in žit*. Preostale rezultate projekta, do katerih smo prišli na podlagi rezultatov poskusov v času trajanja projekta, pa nameravamo vključiti v nova tehnološka navodila, ki jih bomo pripravljali v okviru strokovne naloge v prihodnje.

Krajši povzetek

Odpornost škodljivih organizmov (ŠO) na FFS predstavlja eno izmed najpomembnejših težav pri pridelovanju gojenih rastlin, saj se zaradi posledic odpornosti povečuje poraba FFS, hkrati z njo pa tudi negativne posledice na okolje in ekonomiko pridelave. Cilj projekta je bil ugotoviti stanje na področju odpornosti nekaterih najpomembnejših ŠO v Sloveniji.

Projekt smo izvajali v okviru 8 delovnih sklopov (DS). DS 1 je vključeval Oceno tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in dosedanjih raziskav v Sloveniji. V nadaljevanju smo ugotavljali stanje odpornosti po posameznih skupinah gojenih rastlin. Cilj DS 2 je bil ugotoviti stanje odpornosti najpomembnejših ŠO pri pridelovanju hmelja. V raziskavo smo vključili hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*) in hmeljevo pršico (*Tetranychus urticae*). Kljub slabšemu delovanju preučevanih FFS odpornosti nismo potrdili.

Cilj DS 3 je bil ugotoviti stanje odpornosti ŠO v sadovnjakih (jablana) in vinogradih. Na vinski trti smo preverjali 3 skupine fungicidov proti oidiju vinske trte (*Uncinula necator*) in 3 skupine fungicidov proti peronospori vinske trte (*Plasmopara viticola*). Na podlagi rezultatov lahko sklepamo, da gre v primeru glive *P. viticola* in *U. necator* za pojav odpornosti na fungicide iz skupine strobilurinov. Na jablani smo preizkušali delovanje 3 skupin fungicidov proti jablanovemu škrlupu. Ugotovili smo pojav odpornosti glive *Venturia Inaequalis* na strobilurin. V nasadih jablan smo preučevali tudi učinkovitost biotičnih insekticidov na podlagi virusov granuloze CpGV in bakterije *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki za zatiranje jabolčnega zavijača. Kljub slabšemu delovanju biotičnih insekticidov odpornosti nismo potrdili.

Cilj DS 4 je bil preučiti odpornost nekaterih ŠO iz skupine povzročiteljev bolezni na vrtninah in poljščinah. V raziskavo smo vključili čebulno plesen (*Peronospora destructor*) ter krompirjevo plesen (*Phytophthora infestans*). V okviru projekta smo vpeljali metodo za testiranje odpornosti čebulne plesni proti metalaksilu. V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah (DS 5) smo preučevali odpornost koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*), repičarja (*Meligethes* sp.), kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*) ter tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) na insekticide iz skupine neonikotinoidov ter piretroidov. Kljub mestoma slabšemu delovanju insekticidov odpornosti nismo potrdili.

DS 6 je vključeval preučevanje odpornosti plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih. Pri več populacijah plevelov smo sicer ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov, vendar pojava odpornosti večine vključenih plevelnih vrst na preučevane herbicide brez nadaljnjih podrobnih raziskav zaenkrat ne moremo potrditi.

V okviru DS 7 smo pripravili spisek ŠO, s katerimi imajo pridelovalci največ težav pri pridelavi. Spisek je bil pripravljen kot dopolnilo seznamu ŠO, ki ga pripravljamo v okviru strokovne naloge NAP-IVR, ki jo izvajamo na KIS. Na podlagi aktivnosti in pridobljenih podatkov v okviru projekta smo spisek dopolnili. Izsledki projekta bodo v nadaljevanju vključeni v pripravo tehnoloških navodil z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO ter učinkovito posredovanje le-teh končnim uporabnikom kot tudi drugim zainteresiranim. Posredovanje informacij v zvezi s stanjem odpornosti ter navodil glede preprečevanja njenega nastanka je bil namreč glavni cilj projekta.

Summary

Assessment of the state of pesticide resistance in Slovenia

In recent years, the resistance of harmful organisms (HOs) to pesticides has become one of the main problems in crop production. Resistance has led to the increasing use of pesticides and thus has exacerbated the negative consequences for the environment, so it comes as no surprise that a great deal of attention is currently being dedicated to this issue around the world. In practice, resistance is typically demonstrated as the reduced effectiveness of a particular pesticide. Producers usually do not promptly recognise this phenomenon, instead attributing the reduced effectiveness of pesticides to dose rate mistakes, the application of crop dusting, unfavourable weather conditions, inappropriate soil preparation, incorrect application time regarding the growth stage of the HO, etc. Pesticide users consequently resort to increasing the dosage and to multiple applications of the same or similar pesticides, which accelerates resistance, is costly, and unnecessarily burdens the environment with pesticides. Few studies on this issue have been conducted in Slovenia, aside from infrequent verifications of the effectiveness of pesticides with regard to the specific HOs of some fruit, potato, and hop species, in addition to a study on the resistance of weeds to triazine conducted more than 20 years ago. Due to the absence of data on the state of resistance of individual HOs to pesticides, Slovenian producers and advisory services therefore lack effective information that would enable them to select the most appropriate pesticides at a specific local level. Consequently, producers do not have information that would be of use to them in carrying out plant protection measures that could significantly reduce pesticide use. Such measures would improve the economics of production while reducing the negative impacts of pesticides on the environment by decreasing pesticide use.

The principal aim of the project was to establish the state of pesticide resistance (PR) of selected HOs that are causing the greatest problems for Slovenian farmers. The project has also involved verification of the resistance of selected species of weeds growing on non-agricultural land (road embankments, railroads, industrial areas, cemeteries, other non crop areas), where a very limited number of pesticides can be used. It has been observed that despite the use of non-selective herbicides, such areas harbour individual weed species that could spread to agricultural land. Based on the results, we will be able to more reliably confirm or reject the suspicion of resistance, which will form the basis for advice on the use of pesticides and the preparation of detailed instructions for the implementation of protection strategies that will prevent HO resistance. An anti-resistance strategy is a cornerstone of integrated pest management (IPM). As of 2014, Slovenia started implementing the General Principles of IPM from Annex III of Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework of Community action to achieve the sustainable use of pesticides. The Directive stipulates that member states must establish IPM systems and adopt national action plans (NAP) for the sustainable use of pesticides. One of the aims of the NAP is to reduce pesticide use and to use pesticides on a scientifically sound basis that involves correct selection of pesticides and improved technological procedures for crop production. The results of this project will make it possible to use pesticides more economically; in cases where resistance is established and there is a lack of appropriate pesticides, we will have the scientific basis to propose solutions such as the registration of additional pesticides with different effects on HOs. Consequently, plant protection and agricultural production will be economically efficient and

environmentally friendly, which are among the main objectives of the Agricultural Development Strategy 2020.

The project was implemented within 8 work packages (WP). WP 1 included Pest Risk Assessment (PRA) based on literature data and previous research in Slovenia. In the following, we determined the state of PR by individual groups of crops. The aim of WP 2 was to determine the state of PR of the most important pests in hop production. Hop downy mildew (*Pseudoperonospora humuli*) and hop mite (*Tetranychus urticae*) were included in the study. Despite the poorer performance in some cases of the studied PPPs, resistance was not confirmed.

The aim of WP 3 was to determine the state of PR in orchards and vineyards. We tested 3 groups of fungicides against grapevine powdery mildew (*Uncinula necator*) and 3 groups of fungicides against grapevine downy mildew (*Plasmopara viticola*). Based on the results, we can conclude that in the case of the *P. viticola* and *U. necator* there is a resistance to fungicides from the group of strobilurins. We tested 3 groups of fungicides against apple scab (*Venturia Inaequalis*) on apples and we found the resistance of *Venturia Inaequalis* to strobilurin. In apples in addition, the efficacy of biotic insecticides based on CpGV granulosa viruses and *Bacillus thuringiensis* var. Kurstaki for the control of codling moth (*Cydia pomonella*) was studied. Despite the poorer performance of biotic insecticides, PR has not been confirmed.

Within WP 4 the resistance of some pests on vegetables and field crops was studied. Onion downy mildew (*Peronospora destructor*) and Potato late blight (*Phytophthora infestans*) were included in the study. As part of the project, we introduced a method for testing the resistance of *P. destructor* to metalaxyl. The aim of WP 5 was the study of PR of the group of insect and mite pathogens on vegetables and field crops, where we studied the resistance of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), rape pollen beetle (*Meligethes sp.*), rape stem weevil (*Ceutorrhynchus napi*) and onion thrips (*Thrips tabaci*) to neonicotinoids and pyrethroids. Despite the poorer performance of insecticides in some cases, resistance was not confirmed.

WP 6 included the study of weed resistance in permanent crops, field crops and vegetables, and on non-agricultural land. A significant decrease in the efficacy of herbicides was found in some weed populations, never the less the occurrence of resistance of the weed species to the studied herbicides cannot be confirmed for the time being without further detailed research.

As part of WP 7 a list of pests, with which growers have the most severe problems, was prepared. The list was prepared as a supplement to the list of pests, which we are preparing as part of the professional task NAP-IPM, which we carry out and coordinate at Agricultural institute of Slovenia. Based on the activities and data obtained within the project, we supplemented this list. The results of the project will be further included in the preparation of technological instructions with regard to the prevention of PR and their effective dissemination. The main objective of the project was namely to provide information on the state of PR and instructions on how to prevent its occurrence.

Kazalo vsebine

1. Uvod	10
1.1. Izhodišča ter opredelitev problema	10
1.2. Cilji projekta.....	11
1.3. Pregled in analiza dosedanjih raziskav	11
2. Vsebina in program dela.....	13
3. Metode dela z rezultati in diskusijo.....	14
3.1 Ocena tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in raziskav v Sloveniji.....	14
3.2 Preučevanje odpornosti ŠO v hmeljiščih	19
3.3 Preučevanje odpornosti ŠO v sadjarstvu in vinogradništvu	20
3.4 Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev bolezni na vrtninah in poljščinah	24
3.5 Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah	26
3.6 Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih.....	29
3.7 Izdelava/dopolnitev seznama ŠO z ugotovljeno odpornostjo ŠO na FFS, ki bo dostopen v obliki izdelane spletne strani na spletu	32
3.8 Dopolnjena tehnološka navodila z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO v okviru IVR... ..	33
4. Sklepi	33
5. Spisek citirane in uporabljene literature	36

1. Uvod

1.1. Izhodišča ter opredelitev problema

Resolucija o strateških usmeritvah razvoja slovenskega kmetijstva in živilstva opredeljuje cilje razvoja kmetijstva v Sloveniji v naslednjem srednjeročnem obdobju do leta 2020 na način, da upošteva večnamensko vlogo kmetijstva v okviru trajnostnega razvoja. Le-ta sicer predvideva v prihodnje v Sloveniji kmetijstvo, ki bo stremelo k večji prehranski varnosti, bo ekonomsko učinkovito in konkurenčno, socialno in družbeno odgovorno, hkrati pa tudi okolju prijazno. V Sloveniji zato za razliko od nekaterih kmetijsko najpomembnejših držav ne stremimo zgolj k intenzivnosti pridelave, naš cilj je v prvi vrsti okoljsko intenzivna pridelava, ki mora biti sicer konkurenčna, vendar v največji meri upoštevati okoljsko občutljivost naše krajine.

Ko govorimo o konkurenčnosti pridelave mislimo pri tem tudi na učinkovite ukrepe varstva rastlin pred škodljivimi organizmi (ŠO), pri čemer predstavlja uporaba fitofarmacevtskih sredstev (FFS) enega izmed najpogosteje uporabljenih ukrepov. Množična in predvsem nepravilna uporaba FFS pa je z leti povzročila tudi zelo neželen pojav, to je razvoj odpornosti škodljivih organizmov na FFS.

Odpornost ŠO na FFS pomeni zmanjšano oziroma neučinkovito delovanje FFS, ki so v preteklosti učinkovito zatirali te iste ŠO, kljub tudi večkrat povišanemu odmerku FFS. Končno stanje odpornosti v praksi pomeni, da ŠO uspešno preživijo tudi 2 do 3X odmerka FFS. Razvoj odpornosti je sicer kompleksen pojav, ki se lahko zelo razlikuje glede na različne skupine aktivnih snovi kot tudi vrste škodljivih organizmov.

Pojav odpornosti se v praksi običajno pokaže kot pojemajoče oziroma zmanjšano delovanje nekega FFS. Pridelovalci tega pojava praviloma ne znajo pravočasno prepoznati, saj vzroke za zmanjšano učinkovitost FFS najpogosteje pripisujejo napakam pri hektarskih odmerkih, pri izvedbi pršenja oziroma škropljenja, neugodnim vremenskim razmeram, neustrezni pripravi tal, nepravilnemu času aplikacije glede na razvojni stadij ŠO, ipd. Uporabniki FFS se zato posledično zatečejo k povečevanju odmerkov in večkratni uporabi istih ali glede načina delovanja podobnih FFS, kar še dodatno vpliva na hitrejši pojav odpornosti, hkrati pa to ob neugodnih ekonomskih učinkih pomeni tudi nepotrebno obremenjevanje okolja s FFS.

Odpornost ŠO na FFS predstavlja v zadnjih letih po vsem svetu eno izmed najpomembnejših težav pri pridelovanju gojenih rastlin. Zato ne preseneča, da temu področju posvečajo povsod po svetu izredno pozornost, saj se zaradi posledic odpornosti povečuje poraba FFS, hkrati z njo pa tudi negativne posledice na okolje.

Tovrstnih raziskav v Sloveniji praktično ne izvajamo. Izjema so redka posamezna preverjanja učinkovitosti FFS pri posameznih škodljivcih pri nekaterih sadnih vrstah, krompirju, hmelju ter raziskave odpornosti plevelov na triazine izpred 20 let in več.

Z letom 2014 je pričela Slovenija izvajati Splošna načela integriranega varstva rastlin pred škodljivimi organizmi, ki so zapisana v Prilogi 3 Direktive 2009/128/ES Evropskega Parlamenta in Sveta o določitvi ukrepov za doseganje trajnostne rabe pesticidov. Direktiva nalaga članicam, da vzpostavijo sisteme integriranega varstva rastlin (IVR) pred škodljivimi organizmi in sprejmejo nacionalni akcijski plan trajnostne rabe FFS (NAP) Eden od ciljev NAP je zmanjšanje porabe FFS in njihova strokovno upravičena uporaba, ki naj temelji na pravilnem izboru FFS ter izboljšanju tehnoloških postopkov

pridelave gojenih rastlin. V okviru IVR predstavlja antirezistenčna strategija enega izmed osnovnih gradnikov, zaradi česar je potrebno ob vseh razpoložljivih literaturnih podatkih ter stanju na tem področju v tujini, oceniti stanje na tem področju tudi pri nas in prilagoditi ter pripraviti ustrezne programe varstva rastlin pred ŠO za čim širši nabor gojenih rastlin, ki jih pri nas pridelujemo.

V Sloveniji strokovne službe trenutno nimajo na voljo učinkovitih informacij za pomoč pri izbiri najustreznejših FFS, saj ne razpolagamo s podatki o stanju odpornosti posameznih vrst škodljivih organizmov na FFS. S tem so tudi pridelovalci prikrajšani za informacije, ki bi jim koristile pri ukrepih varstva rastlin, s katerimi bi lahko precej zmanjšali uporabo FFS. To po eni strani pomeni izboljšanje ekonomike pridelovanja, hkrati pa bi lahko z manjšo uporabo FFS zmanjšali hkrati n negativne vplive uporabe FFS na okolje.

Tovrstne informacije so še posebej pomembne pri pridelovanju zelenjadnic in nekaterih vrst manj zastopanih okopavin ter sadnih vrst, kjer je nabor dovoljenih FFS izredno ozek in zato le-te uporabljamo prepogosto in v visokih odmerkih, kar se že odraža v številnih primerih nezadostne učinkovitosti, ki je lahko zelo pogosto prav posledica omenjene odpornosti.

1.2 Cilji projekta

Osnovni cilj projekta je ugotoviti stanje na področju odpornosti nekaterih ŠO, ki predstavljajo slovenskim pridelovalcem največje težave pri pridelovanju gojenih rastlin. V projekt bomo vključili tudi preverjanje odpornosti nekaterih plevelnih vrst na nekmetijskih zemljiščih (cestni robovi, železnice, razne industrijske površine, pokopališča, druge komunalne površine), kjer je na voljo izredno omejen izbor herbicidov, hkrati pa že opažamo, da na teh površinah kljub uporabi neselektivnih pripravkov ostajajo nekatere plevelne vrste, ki se lahko razširijo tudi na kmetijska zemljišča. Na podlagi rezultatov bomo lahko bolj utemeljeno potrdili ali ovrgli sum o prisotnosti odpornosti, kar bo predstavljalo osnovo za svetovanje rabe FFS in pripravo natančnejših navodil za izvajanje strategij varstva, ki bodo preprečevale razvoj odpornosti proti ŠO. Na podlagi teh rezultatov bo tudi omogočeno, da bomo lahko v nekaterih primerih prisotne odpornosti ter hkratnega pomanjkanja ustreznih FFS bolj utemeljeno predlagali rešitve v smislu dodatnih registracij oziroma dovoljenj FFS z drugimi načini delovanja za varstvo pred ŠO. S tem pa bomo seveda omogočili pridelovalcem ekonomsko učinkovitejše in okolju prijaznejše varstvo rastlin kot tudi kmetijsko pridelavo, kar sta ne nazadnje tudi ena izmed osnovnih ciljev strategije razvoja kmetijstva 2020.

1.3 Pregled in analiza dosedanjih raziskav

Preučevanje odpornosti škodljivih organizmov na FFS predstavlja v vseh kmetijsko razvitih državah že vrsto let eno izmed področij, ki mu posvečajo največ pozornosti. V zadnjih letih pa nas na tem področju prehitevajo tudi številne druge, nam primerljive, manj razvite države kot npr. Hrvaška, Srbija in Madžarska. Vzroke za to gre iskati v dejstvu, da se pridelovalci v čedalje večjem obsegu srečujejo s težavami zatiranja škodljivih organizmov pri pridelovanju številnih gojenih rastlin. Število škodljivih organizmov odpornih na posamezne aktivne snovi v zadnjih letih izredno hitro narašča in pogosto že ogroža pridelavo posameznih gojenih rastlin, kar še posebej velja za tako imenovane male kulture, kjer je nabor dovoljenih FFS izredno ozek. Danes predstavlja odpornost škodljivih organizmov, vključno s pleveli enega izmed osnovnih gradnikov integriranega varstva rastlin (IVR). Rečemo lahko celo, da je bil pojav odpornosti pri žuželkah eden izmed pomembnejših vzrokov za

razvoj IVR nasploh (Stern in sod., 1959; Barzman in sod, 2015). Pojav odpornosti na FFS je postal v preteklih letih resen problem v varstvu rastlin. Študije kažejo, da je odpornost na FFS razvilo že več kot 500 vrst žuželk in pršic, več kot 270 vrst plevelov in več kot 150 rastlinskih patogenov (Bellinger, 1996). Še posebej problematično je dejstvo, da so posamezni škodljivi organizmi razvili odpornost na več različnih aktivnih snovi, z različnimi načini delovanja. Raziskovalci poročajo o čedalje večjem številu škodljivih organizmov, pri katerih so ugotovili odpornost na večino FFS, ki jih pridelovalci uporabljajo v njihovih okoljih za varstvo rastlin. Bellinger (1996) navaja, da je vsaj 17 vrst žuželk že razvilo odpornost na vse glavne skupine insekticidov (Bellinger, 1996). Podobno velja tudi za plevela, pri katerih velja, da je na voljo izredno malo novih skupin herbicidov, pri čemer pa so jih hkrati zaradi čedalje strožjih toksikoloških in ekotoksikoloških standardov v zadnjih letih veliko tudi umaknili s trga ter s tem še povečali možnost za povečan in hitrejši pojav odpornosti (Duke, 2012; Heap, 2013; Heap, 2014). V Sloveniji smo se s pojavom odpornosti škodljivih organizmov na FFS pričeli ukvarjati sicer že v 70., 80. in 90. letih prejšnjega stoletja, ko smo preučevali odpornost koloradskega hrošča (Hržič, 1967) in plevelnih vrst (bela metlika, srhkodlakavi ščir, baržunasti oslez) na v tistem času najpogosteje uporabljene triazinske pripravke (Simončič, 1997, Simončič, 2009). Zaradi slabše učinkovitosti fungicidov pri zatiranju hmeljeve peronospore, ki še vedno predstavlja najpomembnejšo bolezen hmelja, ki jo povzroča plesnivka *Pseudoperonospora humuli*, je bila opravljena podrobnejša raziskava o odpornosti hmeljeve peronospore na metalaksil. Z raziskavo je bilo dokazano, da je tudi v Sloveniji pripravek Ridomil WP-25 (a.s. metalaksil), v sredini 90-ih na nekaterih območjih Slovenije popolnoma izgubil učinkovitost (Dolinar, 1996), kar je bilo tudi sicer že pred tem dokazano v nekaterih ostalih hmeljarskih deželah kot je Nemčija in ZDA (Hellwig s sod., 1991; Klein, 1994). V primeru metalaksila smo v tistem času ugotovili, da je na številnih mestih v Sloveniji prišlo tudi do pojava odpornosti krompirjeve in čebulne plesni na metalaksil, saj je le-ta tudi pri pridelavi krompirja in čebule predstavljal vrsto let najpogosteje uporabljen sistemski pripravek. Pri pregledu domače literature smo ugotovili, da so temu sledila pozneje tudi preučevanja odpornosti nekaterih drugih pomembnejših škodljivih organizmov pri pridelovanju nekaterih najpomembnejših gojenih rastlin pri nas, kot so koloradski hrošč, listne uši, žitni strgač, rastlinjakov ščitkar, siva grozdna plesen, hmeljeva pršica, rdeča sadna pršica in še nekateri. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije je bila v zadnjih letih vpeljana metoda IRAC za ugotavljanje odpornosti grizočih žuželk proti insekticidom.

V zvezi z dosedanjimi raziskavami je sicer potrebno omeniti, da je šlo v večini primerov zgolj za omejene in kratkotrajne raziskave, zaradi česar so imeli ti rezultati precej omejeno rabo, tako glede prostorskega kot tudi časovnega vidika. Nekoliko obsežnejše raziskave so bile narejene v zadnjih letih pri preučevanju odpornosti koloradskega hrošča v Sloveniji na izbrane insekticide (Urbančič Zemljič, 2014) ter krompirjevo plesen (Žerjav, 2016). S predlaganim projektom želimo na podlagi vseh že opravljenih raziskav ter stanja na terenu pripraviti najprej ocene tveganja za vse gospodarsko pomembne škodljive organizme pri pridelavi najpomembnejših gojenih rastlin. Na podlagi te ocene smo pripravili natančnejši izbor škodljivih organizmov, pri katerih smo z različnimi metodami, ki se uporabljajo za preučevanje odpornosti (IRAC, FRAC, HRAC) v laboratorijih, zavarovanih prostorih kot tudi v okviru poljskih poskusov preučevali delovanje posameznih najbolj izpostavljenih aktivnih snovi ter prisotnost odpornosti.

2. Vsebina in program dela

V okviru projekta smo glede na vrsto pridelave ter stanje v zvezi z ukrepi varstva gojenih rastlin pred škodljivimi organizmi prednostno obravnavali škodljive organizme v najpomembnejših gojenih rastlinah kot so žita (pšenica in ječmen), koruza, nekatere vrtnine (kapusnice, čebulnice in plodovke), križnice (oljna ogrščica), sadne vrste (jablana), vinska trta ter hmelj. Hkrati z gojenimi rastlinami smo preverili tudi stanje v povezavi z morebitno odpornostjo plevelov na herbicide na nekmetijskih zemljiščih (površine ob cestnih robovih in železniških tirih), ki pogosto predstavljajo vir okužbe za kmetijske površine.

Glede na to, da projektno skupino sestavljajo raziskovalci iz štirih organizacij, to je KIS, UM-FKBV, IHPS in KGZS-KGZ Maribor, smo vsebino programa dela prilagodili vsebinam, ki jih v okviru svojih dejavnosti pokrivajo posamezne institucije. Področje odpornosti ŠO pri pridelovanju hmelja tako pokrivajo člani projektne skupine iz IHPS, področje sadjarstva in vinogradništva je bilo v domeni KGZ Maribor in FKBV ter delno tudi KIS, medtem ko bomo preučevanje odpornosti ŠO na področju poljedelstva in vrtnin izvajali raziskovalci KIS in FKBV. Prav tako bomo raziskovalci KIS in FKBV izvajali aktivnosti v zvezi s preučevanjem odpornosti plevelov na herbicide na nekmetijskih zemljiščih.

V prvi fazi smo pripravili oceno tveganja za pojav odpornosti škodljivih organizmov za vse gospodarsko pomembne škodljive organizme najpomembnejših rastlinskih vrst, ki jih pridelujemo v Sloveniji. Pri oceni tveganja smo uporabili prednostno tiste lastnosti škodljivih organizmov in kriterije, za katere iz literature vemo, da imajo velik vpliv na pojav odpornosti. Ocena bo opredelila pojav navadne odpornosti kot tudi oceno tveganja navzkrižne odpornosti. Ocena tveganja pri vsakem ŠO so temeljila na upoštevanju večih dejavnikov. Posamezni dejavniki so imeli različno ponderirano vrednost, na podlagi česar smo kot rezultat podali kvantitativno oceno tveganja za pojav odpornosti posameznega ŠO.

Projekt smo smiselno oblikovali v okviru 8 delovnih sklopov. V nadaljevanju so predstavljeni delovni sklopi skupaj z institucijami in posamezniki, ki so bili odgovorni za posamezen delovni sklop:

Preglednica 1: Predviden načrt izvedbe CRP projekta z naslovom »Ocena stanja odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtska sredstva v Sloveniji« po posameznih delovnih sklopih

Delovni sklop (DS)	Nosilec	Odgovorna oseba
1. Ocena tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in raziskav v Sloveniji	KIS	Simončič A.
2. Preučevanje odpornosti ŠO v hmeljiščih	IHPS	Rak-Cizej M.
3. Preučevanje odpornosti ŠO v sadjarstvu in vinogradništvu	UM-FKBV	Lešnik M.
4. Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev bolezni na vrtninah in poljščinah	KIS	Žerjav M.
5. Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah	KIS	Zemljič Urbančič M.
6. Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih	KIS	Leskovšek R.
7. Izdelava/dopolnitev seznama ŠO z ugotovljeno odpornostjo ŠO, ki bo dostopen v obliki izdelane spletne strani na spletu	KIS	Zemljič Urbančič M.
8. Dopolnjena tehnološka navodila z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO v okviru IVR	KIS in UM-FKBV	Simončič A. Lešnik M.

3. Metode dela z rezultati in diskusijo

3.1 Ocena tveganja ŠO na podlagi literaturnih podatkov in raziskav v Sloveniji

V DS 1 smo naredili izbor vseh gospodarsko pomembnih ŠO za vse najpomembnejše rastlinske vrste, ki jih pridelujemo v Sloveniji ter pripravili oceno tveganja za pojav odpornosti. Pri oceni tveganja smo uporabili že predstavljene lastnosti škodljivih organizmov in kriterije, za katere je znano, da imajo velik vpliv na pojav odpornosti. Pri tem delovnem sklopu so sodelovali vsi člani projektne skupine vseh sodelujočih institucij, ki so pripravili ocene tveganja na podlagi literaturnih virov ter vseh razpoložljivih podatkov raziskav, ki so bile opravljene v Sloveniji in naši bližnji okolici. V zadnjem delu trajanja projekta pa smo v ocene tveganja vključili še rezultate, do katerih smo prišli na podlagi naših raziskav. Ocena tveganja pri vsakem ŠO temelji na upoštevanju večih dejavnikov. Posamezni dejavniki imajo različno ponderirano vrednost, na podlagi česar smo kot rezultat podali kvantitativno oceno tveganja za pojav odpornosti posameznega ŠO.

Dejavniki, ki smo jih vključili v oceno tveganja:

Dejavniki pri fungicidih za zatiranje gliv povzročiteljice bolezni:

- Število aktivnih snovi fungicidov, ki jih imamo na slovenskem trgu za zatiranje posameznega ŠO,
- Število različnih skupin fungicidov, ki jih imamo na slovenskem trgu za zatiranje posameznega ŠO po mehanizmu delovanja (FRAC klasifikacija),
- Število in delež aktivnih snovi, ki so v uporabi že več kot 10 let in delež v prodaji na trgu,
- Število in delež aktivnih snovi, ki so v uporabi že več kot 20 let in delež v prodaji na trgu,
- Število in delež aktivnih snovi, ki so v uporabi že več kot 30 let in delež v prodaji na trgu,
- Običajno število uporab fungicidov letno pri posamezni gojeni rastlini proti posamezni glivi,
- Delež uporab fungicidov, ko se hkrati uporabi več aktivnih snovi proti enemu ŠO,
- Delež uporab fungicidov, ko se uporabi fungicid z izrazitim multiside delovanjem,
- Skupni obseg pridelave posamezne gojene rastline v SLO v ha,
- Delež površin pri posamezni gojeni rastlini z veliko intenzivnostjo kemičnega varstva rastlin,
- Delež površin z majhno intenzivnostjo kemičnega varstva rastlin (neprofesionalna in ekološka pridelava),
- Pomen posameznega ŠO proti vsem drugim ŠO, ki ogrožajo posamezno gojeno rastlino,
- Podatki o tem, na kolikih gojenih rastlinah se ŠO pojavlja,
- Podatki o tem, ali za pojav ŠO obstaja splošno dostopna prognoza,...

Pripravili smo tudi ocene tveganja za 30 najbolj pomembnih plevelov iz rodov *Chenopodium*, *Amaranthus*, *Sorghum*, *Echinochloa*, *Digitaria*, *Setaria*, *Panicum*, *Ambrosia*, *Apera*, *Galium*, *Rumex*,... Dejavniki pri herbicidih za zatiranje plevelov v posameznih skupinah poljščin in vrtnin, v trajnih nasadih ter na nekmetskih zemljiščih:

- Število aktivnih snovi herbicidov, ki jih imamo na slovenskem trgu za zatiranje posameznega plevela,
- Število različnih skupin herbicidov, ki jih imamo na slovenskem trgu za zatiranje posameznega plevela glede mehanizma delovanja (HRAC klasifikacija),
- Število in delež aktivnih snovi herbicidov, ki se pri posameznih skupinah poljščin, vrtnin, v trajnih nasadih ali na nekmetskih zemljiščih uporabljajo že več kot 5 let in njihov delež v prodaji na trgu,

- Število in delež aktivnih snovi herbicidov, ki se pri posameznih skupinah poljščin, vrtnin, v trajnih nasadih ali na neketijskih zemljiščih uporabljajo že več kot 10 let in njihov delež v prodaji na trgu,
- Število in delež aktivnih snovi herbicidov, ki se pri posameznih skupinah poljščin, vrtnin, v trajnih nasadih ali na neketijskih zemljiščih uporabljajo že več kot 15 let in njihov delež v prodaji na trgu,
- Običajno število uporab herbicidov letno pri posamezni gojeni rastlini ali na neketijskem zemljišču,
- Skupni obseg pridelave posamezne gojene rastline (skupine poljščin) v SLO v ha,
- Delež površin z veliko intenzivnostjo kemičnega zatiranja, kjer se plevelne vrste zatirajo,
- Delež površin z majhno intenzivnostjo kemičnega zatiranja plevelov (neprofesionalna in ekološka pridelava),
- Delež površin, kjer se poleg uporabe herbicidov redno uporabljajo tudi mehanične metode zatiranja;

Dejavniki pri insekticidih in akaricidih za zatiranje škodljivih žuželk in pršic:

- Način razmnoževanja in število generacij ŠO na leto,
- Specializiranost ŠO glede gostiteljskih rastlin,
- Število aktivnih snovi insekticidov, ki jih imamo na slovenskem trgu za zatiranje posameznega ŠO,
- Število različnih skupin insekticidov, ki jih imamo na slovenskem trgu za zatiranje, posameznega ŠO po mehanizmu delovanja (IRAC klasifikacija),
- Število in delež aktivnih snovi, ki so za zatiranje posameznega ŠO v uporabi že več kot 5 let in delež v prodaji na trgu,
- Število in delež aktivnih snovi, ki so za zatiranje posameznega ŠO v uporabi že več kot 10 let in delež v prodaji na trgu,
- Število in delež aktivnih snovi, ki so za zatiranje posameznega ŠO v uporabi že več kot 15 let in delež v prodaji na trgu,
- Običajno število uporab insekticidov letno v pri posamezni gojeni rastlini,
- Skupni obseg pridelave posamezne gojene rastline v SLO v ha,
- Delež površin (tudi rastlinjakov in plastenjakov) pri posamezni gojeni rastlini z veliko intenzivnostjo kemičnega varstva rastlin proti posamezni žuželki ali pršici,
- Delež površin (tudi rastlinjakov in plastenjakov) pri posamezni gojeni rastlini z majhno intenzivnostjo kemičnega varstva rastlin proti žuželkam in pršicam (neprofesionalna in ekološka pridelava),
- Pomen posameznega ŠO proti vsem drugim ŠO, ki ogrožajo posamezno gojeno rastlino,
- Podatki o tem, na kolikih gojenih rastlinah se ŠO pojavlja;

V nadaljevanju smo na podlagi ocene tveganja ter stanja na terenu pripravili natančnejši izbor ŠO, ki smo jih vključili v laboratorijsko in poljsko preverjanje učinkovitosti delovanja posameznih aktivnih snovi ter ugotavljali morebitno prisotnost odpornosti. V raziskavo smo na podlagi ocene tveganja kot tudi dejanskih razmer na terenu vključili v podrobnejše raziskave ŠO, ki so prikazani v nadaljevanju.

Povzročitelji bolezni:

- Jablanov škrlup,
- Krompirjeva plesen in hmeljeva peronospora,
- Čebulna plesen;

Škodljivci:

- Koloradski hrošč,
- Tobakov resar,
- Jabolčni zavijač,
- Rilčkarji in repičar pri ogrščici,
- Hmeljna pršica;

Plevelne vrste:

- divji sirek (*Sorghum halepense*),
- Prosa (*Panicum ruderae*, *Panicum capillare* in *P. dichotomiflorum*),
- Muhviči *Setaria* sp. (*Setaria glauca* in *S. faberi*),
- Navadna srakonja (*Digitaria sanguinalis*),
- Ščiri (*Amaranthus retroflexus* in *Amaranthus hybridus*),
- Bela metlika (*Chenopodium album*),
- Navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*),
- Navadni srakoperec (*Apera spica venti*),
- Plezajoča lakota (*Galium aparine*),
- Perzijski jetičnik (*Veronica persica*),
- Vrbovec (*Epilobium palustre* in *Epilobium hirsutum*),
- Navadna regačica (*Aegopodium podagraria*),
- Pijavčnica (*Lisimachia* sp.),
- Krvomočnica (*Geranium* sp.),
- Oves (*Avena* sp.),
- Pelinolistna ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*);

Predstavitev koncepta ocenjevanja možnosti za pojav odpornosti škodljivih organizmov na FFS

Koncept ocenjevanja za trajne nasade

Predlog sistema indikatorjev za oceno možnosti pojava odpornosti gliv na fungicide

Razvit je bil sistem z analizo različnih dejavnikov. Vsak dejavnik se točkuje z določenim številom točk. Vsota vseh točk za ovrednotenje vseh dejavnikov znaša 200 točk. Pojav odpornosti lahko s precejšnjo verjetnostjo pričakujemo pri organizmih pri katerih pri analizi ugotovimo vsoto točk nad 110–130. Če kumulativna vsota točk znaša manj kot 60 točk je verjetnost pojava odpornosti majhna. Sistem prikaže tvegane prakse pridelave in izvedbe varstva rastlin.

Osnovni dejavniki so:

- 1) BIOLOŠKI PARAMETRI (≈15 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 -25)**
- 2) PARAMETRI PRIPRAVKOV IN ŠKROPILNIH PROGRAMOV, KI SE UPORABLJAJO PRI ZATIRANJU (≈50 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 40 ZA ENO AKTIVNO SNOV) (OCENA SE NAREDI ZA VSAKO AKTIVNO SNOV Z NEPOSREDNO UPORABO, VSOTA TOČK 100 DO 120)**
- 3) PARAMETRI NAČINA RABE PRIPRAVKOV (≈35 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 45)**

Zgoščen pregled porazdelitve točk po dejavnikih

Dejavnik:	Možne točke
VSI DEJAVNIKI SKUPAJ	Σ do 200 točk
Glavni dejavnik: BIOLOŠKI PARAMETRI ŠKODLJIVEGA ORGANIZMA	Σ do 25 točk
dolžina infekcijskega obdobja (1 do 5 točk)	do 5 točk
klasifikacija glive po FRAC statistični opredelitvi tveganj (1 do 5 točk)	do 5 točk
obstoj spolnega stadija (a), zatiranje tudi na reprodukcijskem materialu (b), zatiranje tudi v skladišču (1 do 5 točk)	do 5 točk
možnost razvoja na različnih gostiteljih (1 do 5 točk)	do 5 točk
bližina območij z ekološko pridelavo ali območij z divjimi gostitelji (1 do 5 točk)	do 5 točk
Glavni dejavnik: PARAMETRI PRIPRAVKOV IN ŠKROPILNIH PROGRAMOV, KI SE UPORABLJAJO PRI ZATIRANJU (≈50 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 40 za eno AS)	Σ do 40 točk za eno AS
mehanizem delovanja (kategorizacija a.s. glede na splošno frekvenco pojavov odpornosti iz FRAC statističnih dokumentov) 1 do 10 točk	do 10 točk
FRAC klasifikacija za tveganost pojava odpornosti (1 do 10 točk)	do 10 točk
dolžina obdobja uporabe aktivne snovi od prve registracije (1 do 15 točk)	do 15 točk
št. različnih mehanizmov delovanja neposredno uporabljenih fungicidov (iz FRAC moa klasifikacije) v eni sezoni	do 5 točk
Glavni dejavnik: PARAMETRI NAČINA RABE PRIPRAVKOV (≈40 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 45)	Σ do 45 točk
št. neposrednih zatiranj letno (1 do 10 točk)	do 10 točk
št. posrednih zatiranj letno (1 do 10 točk) (uporaba snovi s stranskim učinkom)	do 10 točk
kakovost aplikacijske tehnike (1 do 5 točk)	do 5 točk
ravnanje po priporočilih za IPM (upoštevanje prognostičnih napovedi, optimalna določitev razvojne faze organizma, ...) (1 do 10 točk)	do 10 točk
uporaba biotičnih nekemičnih metod zatiranja (1 do 10 točk)	do 10 točk

Predstavitev koncepta ocenjevanja možnosti za pojav odpornosti škodljivih organizmov na FFS

Koncept ocenjevanja za trajne nasade

Predlog sistema indikatorjev za oceno možnosti pojava odpornosti žuželk na insekticide

Razvit je bil sistem z analizo različnih dejavnikov. Vsak dejavnik se točkuje z določenim številom točk. Vsota vseh točk za ovrednotenje vseh dejavnikov znaša 200 točk. Pojav odpornosti lahko s precejšnjo verjetnostjo pričakujemo pri škodljivcih, pri katerih pri analizi ugotovimo vsoto točk nad 90 – 110. Če kumulativna vsota točk znaša pod 50 točk je verjetnost pojava odpornosti pri nekem škodljivcu majhna. Sistem pokaže tvegane prakse pridelave in izvedbe zatiranja škodljivcev.

Osnovni dejavniki so:

- 1) **BIOLOŠKI PARAMETRI (≈15 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 -25)**
- 2) **PARAMETRI PRIPRAVKOV IN ŠKROPILNIH PROGRAMOV, KI SE UPORABLJAJO PRI ZATIRANJU (≈50 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 40 ZA ENO AKTIVNO SNOV) (OCENA SE NAREDI ZA VSAKO AKTIVNO SNOV Z NEPOSREDNO UPORABO, VSOTA TOČK 100 DO 120)**
- 3) **PARAMETRI NAČINA RABE PRIPRAVKOV (≈35 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 45)**

Zgoščen pregled porazdelitve točk po dejavnikih

Dejavnik:	Možne točke
VSI DEJAVNIKI SKUPAJ	Σ do 200 točk
Glavni dejavnik: BIOLOŠKI PARAMETRI ŠKODLJIVEGA ORGANIZMA	Σ do 25 točk
število generacij letno (1 do 5 točk)	do 5 točk
klasifikacija škodljivca po IRAC statistični opredelitvi tveganj (1 do 10 točk)	do 10 točk
možnost razvoja na različnih gostiteljih in zatiranje tudi v skladišču (1 do 5 točk)	do 5 točk
bližina območij z ekološko pridelavo ali območij z divjimi gostitelji (1 do 5 točk)	do 5 točk
Glavni dejavnik: PARAMETRI PRIPRAVKOV IN ŠKROPILNIH PROGRAMOV, KI SE UPORABLJAJO PRI ZATIRANJU (≈50 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 40 za eno AS)	Σ do 40 točk za eno AS
mehanizem delovanja (kategorizacija a.s. glede na splošno frekvenco pojavov odpornosti iz IRAC statističnih dokumentov) 1 do 20 točk	do 20 točk
dolžina obdobja uporabe aktivne snovi od prve registracije (1 do 15 točk)	do 15 točk
število različnih mehanizmov delovanja neposredno uporabljenih insekticidov v eni sezoni (iz IRAC MOA klasifikacije)	do 5 točk
Glavni dejavnik: PARAMETRI NAČINA RABE PRIPRAVKOV (≈40 % VPLIVA) (TOČKE OD 1 DO 45)	Σ do 45 točk
število neposrednih zatiranj letno (1 do 10 točk)	do 10 točk
število posrednih zatiranj letno (1 do 10 točk) (uporaba snovi s stranskim učinkom)	do 10 točk
kakovost aplikacijske tehnike (1 do 5 točk)	do 5 točk
ravnanje po priporočilih za IPM (upoštevanje prognostičnih napovedi, optimalna določitev razvojne faze organizma, ...) (1 do 10 točk)	do 10 točk
uporaba biotičnih nekemičnih metod zatiranja (1 do 10 točk)	do 10 točk

Ocenjevanje stopnje tveganja izvedemo tako, da opravimo analizo navedenih dejavnikov in prakso našega dela za eno sezono. Podatke lahko obravnavamo tudi kumulativno skozi več sezon. Posameznim dejavnikom dodelimo točke in točke seštejemo. Za nekatere dejavnike moramo pogledati podatke iz baz FRAC in IRAC. Poznati moramo tudi širše okoliščine uporabe FFS in lastnosti FFS, na primer, če nek pripravek obravnavamo kot pripravek z neposrednim delovanjem ali s posrednim delovanjem. Uporaba predlaganega sistema je predvidena predvsem za tehnologe in kmetijske svetovalce, ki s pomočjo pridelovalcev skupaj pregledajo podatke in dobijo oceno stanja, oziroma oceno možnosti pojava odpornosti v bodoče, če se dalj časa izvaja neka nespremenjena praksa (na primer neupoštevane IVR ali nezmožnost kolobarjenja s pripravki).

3.2 Preučevanje odpornosti ŠO v hmeljiščih

V okviru preučevanja odpornosti ŠO v hmeljiščih smo na podlagi literaturnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu v raziskavo vključili prednostno odpornost hmeljeve peronospore (*Pseudoperonospora humuli*) na aluminijev fosetil in metalaksil-M ter odpornost navadne (hmeljeve) pršice (*Tetranychus urticae*) na akaricide.

V okviru projektnega dela smo izvedli raziskavo občutljivosti hmeljeve peronospore (*P. humuli*) na aluminijev-fosetil in metalaksil-M. Pri tem smo izvedli vzorčenje izolatov na različnih hmeljarskih območjih Slovenije. Vzorčenje smo izvedli v času razvoja primarne okužbe v hmeljiščih pri katerih v zadnjih letih zaznavamo povečano problematiko okužb in s tem posledično večjo intenzivnost uporabe FFS. V vsakem vzorčenem hmeljišču smo zbrali podatke o pretekli in trenutni uporabi obeh aktivnih snovi ter foliranih gnojil, ki vsebujejo fosfite. Zaradi nezmožnosti gojitve *P. humuli* na umetnih gojiščih smo vzorce okuženega tkiva prenesli s pomočjo umetnih okužb na novo rastlinsko tkivo v semi-sterilne pogoje rastne komore in tako pridobili reprezentativne izolate. Izolate smo v času testiranja ohranjali na občutljivi sorti Styrian gold z rednim precepljanjem na novo rastlinsko maso. Kot kontrolne izolate smo izolirali 2 izolata iz divjega hmelja izven območij pridelave hmelja, da smo zagotovili pogoj ne-izpostavljenosti fungicidom. Občutljivost izolatov smo ustrezno ovrednotili z izračuni stopnje inhibicije v primerjavi s kontrolnimi izolati, določili ED50 vrednosti, ter podatke statistično ovrednotili z ANOVO.

Ugotavljanje odpornosti navadne (hmeljeve) pršice (*Tetranychus urticae*) je temeljila na izpostavljenosti pršic nizu koncentracij določenih FFS v nadzorovanih razmerah (laboratoriju) in tudi na prostem (v hmeljišču). Primerjali smo odziv pršic iz vzorca občutljive populacije z odzivom organizma iz obravnavanih populacij ter izračunali t.i. faktor rezistence (to je razmerje med občutljivostjo obravnavane in standardne populacije). Primerjava se običajno izvaja na ravni LD50 ali LD95 (LD=letalna doza - dosis letalis na ravni 50 ali 90 odstotne mortalitete). Odpornost hmeljeve pršice smo testirali po metodi Busvine (1971). Pršice smo delovanju akaricidne raztopine izpostavili tako, da smo na objektna stekelca nalepili po dva lepilna trakova, na katera smo s čopičem nanesli po 25 odraslih pršic. Pršice nanesene na lepilni trak smo za 5 sekund potopili v akaricidno raztopino, nato smo s filter papirjem odstranili odvečno raztopino in 15 min postavili objektna stekelca poševno, da se odtečejo. Ekspozicija je nato potekala v termostatu pri temp. 27 °C. Mortalitetu pršic smo ocenjevali po 24, 48 in 72 urah. Stanja moribundus in mortuus bomo razlikovali tako, da se bomo s čopičem dotikali nog vsake pršice in opazovali gibanjem nog. Korekcijo mortalitete bomo računali po Abbott-u in LD (letalno dozo) ter faktor rezistence. Pri tem smo kot kontrolo uporabili občutljivo populacijo hmeljeve pršice, ki je bila v preteklosti najdena na divjem hmelju iz Planine pri Postojni (Žolnir, 1996).

Preglednica 2: Ocena stanja odpornosti na FFS za pomembne ŠO na hmelju

Škodljivi organizem:	Obstoj odpornih populacij v RS	Možnost pojava odpornosti v bližnji prihodnosti
<i>Pseudoperonospora humuli</i>	DA, možno	Zmerne možnosti za razvoj odpornosti pri metalaksilu-M v nasadih z zelo občutljivimi sortami.
<i>Podosphaera macularis</i>	NI	Manjše možnosti za razvoj odpornosti glede na izbor FFS, ki so na voljo.
<i>Phorodon humuli</i>	DA, možno	Manjše možnosti za razvoj odpornosti. Možne so lokalne mikro populacije pri nas. Pripravkov ni dovolj, so v glavnem iz dveh skupin, piretroidi in neonikotinoidi.
<i>Tetranychus urticae</i>	Da morda imamo začetek razvoja odpornosti na	Možne so lokalne mikro populacije pri nas. Pripravkov ni dovolj, so v glavnem iz dveh skupin.
<i>Ostrinia nubilalis</i>	NI	Zaenkrat majhne možnosti za pojav odpornosti glede na sporadičen pojav in razpoložljiva FFS,
<i>Mamestra brassicae</i>	NI	Zaenkrat majhne možnosti za pojav odpornosti glede na sporadičen pojav in razpoložljiva FFS,

3.3 Preučevanje odpornosti ŠO v sadjarstvu in vinogradništvu

V okviru preučevanja odpornosti ŠO v sadovnjakih (jablana) in vinogradih bomo na podlagi literarnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu v raziskavo vključili prednostno odpornost jablanovega škrlupa in pepelovke jablane, sivo plesen vinske trte, med škodljivci pa jabolčnega zavijača, krvavo uš na jablani, rdečo sadno pršico. Glede na rezultate DS 1 pa smo v raziskavo vključili še katerega izmed drugih ŠO, kot je npr. siva breskova uš.

Za preučitev obsega odpornosti posameznih ŠO na posamezne FFS V okviru DS 3 smo raziskave izvedli v zunanjih poskusih v sadovnjakih in vinogradih. Lokacije poskusov smo izbrali glede na podatke o večjih težavah z zatiranjem posameznih ŠO, ki smo jih dobili od pridelovalcev. FFS smo uporabili v priporočenih odmerkih ter jih primerjali s povečanimi koncentracijami. Aplikacija FFS je bila izvedena v skladu z dobro poskusno prakso (GEP), kar vključuje kakovostno aplikacijsko tehniko ter optimalno izvedbo aplikacije glede na razvojni stadij gojene rastline in ŠO. Oceno učinkovitosti smo izvedli po standardnih EPPO protokolih za posamezen ŠO.

Preglednica 3a: Ocena stanja odpornosti na FFS za pomembne ŠO na jablanah

Škodljivi organizem:	Obstoj odpornih populacij v RS	Možnost pojava odpornosti v bližnji prihodnosti
<i>Ventura inaequalis</i>	DA, možno	Obstaja precejšnja možnost pojava odpornosti na več različnih fungicidov iz skupine triazolov in strobilurinov. Pričakujemo negativne posledice umika iz uporabe nekaterih kontaktnih multi-site fungicidov (npr. ditiokarbamati).
<i>Podosphaera leucotricha</i>	DA, zelo verjetno	Obstaja možnost pojava odpornosti na več različnih fungicidov iz skupine triazolov, strobilurinov in SDHI.
<i>Nectria galligena</i>	NI	Manj verjetni pojavi odpornosti.
<i>Monilinia fructigena</i>	DA, možno	Imamo zmerno možnost pojava odpornosti. Nabor pripravkov za zatiranje je že zožen.
<i>Monilinia fructicola</i>	DA, zelo verjetno	Imamo precejšnjo možnost pojava odpornosti na več različnih fungicidov. Ni jasne strategije uporabe FFS, nabor pripravkov srednje zadosten.
<i>Colletotrichum spp.</i> <i>Gloeosporium spp.</i> <i>Neofabrea spp.</i>	DA, možno	Imamo precejšnjo možnost pojava odpornosti na več različnih fungicidov. Ni jasne strategije uporabe FFS, nabor pripravkov srednje zadosten ali celo preozek.
<i>Alternaria mali</i>	DA, možno	Imamo precejšnjo možnost pojava odpornosti na več različnih fungicidov. Ni jasne strategije uporabe FFS.
<i>Marssonina spp.</i>	NI	Manj verjetni pojavi odpornosti, ni ustreznih navodil za taktiko zatiranja.
<i>Penicillium spp.</i>	DA, možno	Zelo verjetni pojavi odpornosti pri fungicidih za predskladiščno tretiranje.
Glive povzročiteljice sajavosti plodov	DA, možno	Zelo verjetni pojavi odpornosti pri fungicidih za predskladiščno tretiranje.
<i>Aphis pomi</i>	NI	Manjše možnosti za pojav odpornosti, če se še naprej drastično zmanjša število razpoložljivih insekticidov.
<i>Cydia pomonella</i>	DA, zelo verjetno	Srednje možnosti za pojav odpornosti, popuščanje učinkovitosti pri vseh razpoložljivih insekticidih in tudi pri pripravkih na podlagi virusov in bakterij.
<i>Grapholita lobarzewskii</i>	DA, možno	Srednje možnosti za pojav odpornosti, popuščanje učinkovitosti pri vseh razpoložljivih insekticidih in tudi pri pripravkih na podlagi virusov in bakterij.
<i>Dysaphis devecta</i>	NI	Manjše možnosti za pojav odpornosti, če se še naprej drastično zmanjša število razpoložljivih insekticidov.

<i>Dysaphis plantaginea</i>	DA, srednje verjetno	Srednje možnosti za pojav odpornosti, popuščanje učinkovitosti pri vseh razpoložljivih insekticidih in tudi pri ekoloških pripravkih (npr. neem).
<i>Eriosoma lanigerum</i>	DA, zelo verjetno	Precejšnje možnosti za pojav odpornosti, popuščanje učinkovitosti pri vseh razpoložljivih insekticidih in tudi pri novih, ki smo jih pričeli uporabljati pred kratkim. Preozek nabor pripravkov.
<i>Pandemis heparana</i> <i>Adoxophyes reticulana</i> <i>Archips podana</i>	NI	Manjše možnosti za pojav odpornosti, če se še naprej drastično zmanjša število razpoložljivih insekticidov in biotičnih pripravkov.
<i>Stigmella malella</i>	NI	Manjše možnosti za pojav odpornosti, če se še naprej drastično zmanjša število razpoložljivih insekticidov.
<i>Leucoptera scitella</i>	DA, možno	V preteklosti smo že imeli pojave skoraj popolne neučinkovitosti pri IRI insekticidih in v bodoče je srednja možnost za pojav odpornosti na diamide in organofosforne insekticide.
<i>Anthonomus pomorum</i>	DA, možno	Srednje verjetni pojavi odpornosti na posamezne specifične insekticide, trenutni nabor AS ni zadosten.
<i>Hoplocampa testudinea</i>	NI	Manj verjetni pojavi odpornosti.
<i>Halyomorpha halys</i>	DA, možno	Že v izhodišču imajo populacije, ki so prišle iz Italije precejšnjo stopnjo odpornosti na piretroide, organofosforne estre in nekatere neonikotinoide ter ekološke insekticide. Pričakujemo težave pri zatiranju.
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i>	DA, možno	Srednje verjetni pojavi odpornosti na posamezne specifične insekticide, trenutni nabor AS ni zadosten.
<i>Lepidosaphes ulmi</i>	NI	Manjše možnosti za pojav odpornosti.
<i>Dasineura mali</i>	DA, možno	Srednje verjetni pojavi odpornosti na posamezne specifične insekticide (neonikotinoidi).
<i>Panonychus ulmi</i>	DA, možno	Srednje verjetni pojavi odpornosti na posamezne specifične akaricide, trenutni nabor AS je delno zadosten.
<i>Acolus schlechtendalii</i>	NI	Manj verjetni pojavi odpornosti.

Preglednica 4: Ocena stanja odpornosti na FFS za pomembne ŠO na vinski trti

Škodljivi organizem:	Obstoj odpornih populacij v RS	Možnost pojava odpornosti v bližnji prihodnosti
<i>Plasmopara viticola</i>	NI	Pri polovici razpoložljivih skupin fungicidov ne kaže na pojave odpornosti, manjše omejene možnosti za pojav pri nekaterih skupinah (npr. strobilurini). Trenutni izbor pripravkov je dovolj velik.
<i>Oidim tuckeri</i>	DA, možno	Pri oidiju pokusi že nekaj let kažejo na popuščanje v učinkovitosti pri triazolih, strobilurinih in sorodnih po mehanizmu delovanja. Prava poljska odpornost še ni bila dokazana. Nabor pripravkov z različnimi mehanizmi delovanja je dovolj velik.
<i>Phomopsis viticola</i>	NI	Nabor fungicidov je sicer ozek, vendar so možnosti za pojav odpornosti ocenjene kot majhne.
<i>Pseudopeziza tracheiphyllo</i>	NI	Zmerne možnosti za pojav odpornosti.
<i>Quignardia bidwelii</i>	NI	Zmerne možnosti za pojav odpornosti zaradi širjenja glive iz Primorske v notranjost Slovenije. Podatki o učinkovitosti pripravkov manjkajo. Premalo izvedenih poskusov.
<i>Elsinoë ampelina</i>	Ni, manj verjeten obstoj odpornih populacij	V zadnjem času opazno povečevanje pojava, ni jasne strategije zatiranja, manj verjeten pojav odpornosti.
<i>Botrytis cinerea</i>	NI	Kljub velikemu potencialu glive, da pridobi odpornost in ocenah, da smo v preteklosti odpornost že imeli, ocenjujemo, da v večini vinogradov še ni pojavov prave odpornosti. Izbor pripravkov je za silo dovolj širok in tehnika pridelave je večinoma takšna, da se kakovostno izvedejo zelena dela. Frekvenca neurij se povečuje in to omogoča večji razmah glive.
<i>Scaphoideus titanus</i>	NI	Trenutno ocenjujemo, da pojava odpornosti še ni. Lahko se pojavi kmalu, ker je precej indicev za hitro zmanjševanje učinkovitosti insekticidov in nizko učinkovitost novih, ki jih uvajamo po umiku neonikotinoidov.
<i>Drosiphylloa suzukii</i>	Trenutno jih NI	Trenutno ocenjujemo, da do pojava odpornosti ne bo prišlo v zelo kratkem času. Nabor pripravkov je preozek.

		Veliko mešanje populacij s tistimi iz divjine.
<i>Lobesia botrana</i> in <i>Clyisia ambiguella</i>	DA, možno	V preteklosti smo že večkrat bili na robu pojava odpornosti pri karbamatih, organofosfornih in delno pri IRI insekticidih. Izbor pripravkov je srednje zadovoljiv, vendar se sezona tretiranja podaljšuje zaradi bolj rednega pojava 3. generacije.
<i>Eriophyes vitis</i>	DA, možno	Precejšnje možnosti za obstoj odpornih populacij. Akaricidi za zatiranje tetranjihidnih pršic niso učinkoviti za zatiranje eriofidnih pršic.
<i>Calepitrimerus vitis</i>	DA, možno	Precejšnje možnosti za obstoj odpornih populacij. Akaricidi za zatiranje tetranjihidnih pršic niso učinkoviti za zatiranje eriofidnih pršic. Zatiranje je pogosto neuspešno.
<i>Panonychus ulmi</i>	DA, možno	Srednje verjetni pojavi odpornosti na posamezne specifične akaricide, trenutni nabor AS ni zadosten. Na pojav ima velik vpliv frekvenca uporabe žvepla in izbor pripravkov za zatiranje ameriškega škržatka.
<i>Tetranychus urticae</i>	NI	Srednje možnosti pojava odpornosti. Dolgoletna selekcija z ozkim naborom pripravkov in migriranje populacij med jagodami in rastlinjaki z vrtninami in okrasnimi rastlinami. Trenutno ocenjujemo, da pri v vinogradih živečih populacijah ni odpornosti. Zaradi klimatskih sprememb se populacije lahko povečajo in povečal se bo selekcijski pritisk. Takrat se lahko dolgoročno pojavi odpornost.

3.4 Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev boleznih na vrtninah in poljščinah

V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev boleznih na vrtninah in poljščinah (DS 4) smo na podlagi literaturnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu v raziskavo vključili preučevanje odpornosti krompirjeve in čebulne plesni na metalaksil-M.

Čebulna plesen, ki jo povzroča oomiceta *Peronospora destructor*, je v letih, ko je pomlad vlažna in hladna, najbolj škodljiva bolezen čebule. Skrajša rastno dobo čebule, pridelek je manjši, izgube med skladiščenjem so večje. Posevke čebule je zato potrebno varovati pred plesnijo s fungicidi. Zaradi majhnega izbora fungicidov za zatiranje čebulne plesni in dolgoletne rabe pripravka, ki vsebuje sistemski fungicid metalaksil iz skupine fenilamidov, ni izključeno, da je v Sloveniji učinkovitost

takega varstva slabša zaradi pojava odpornih sevov čebulne plesni. Tveganje za pojav odpornosti proti fenilamidom je za oomicete ocenjena kot visoko. Tako je odpornost krompirjeve plesni proti metalaksilu znana že dolgo in je bila ugotovljena tudi v Sloveniji, za čebulno plesen pa ta pojav doslej v Sloveniji ni bil dokazan. Pravočasno ugotovljena odpornost omogoča, da se z ustreznim izborom fungicidov izognemo nastanku gospodarske škode. V okviru projekta smo vpeljali metodo za testiranje odpornosti čebulne plesni proti metalaksilu, testirali smo en sev *P. destructor* in s poljskim poskusom preverjali odpornost čebulne plesni na lokaciji, kjer je pridelovalec predvideval, da je prišlo do pojava odpornosti. Z vključitvijo v delo evropske iniciative za krompirjevo plesen EuroBlight, ki na območju Evrope s hitrim in koordiniranim načinom spremlja značilnosti populacije krompirjeve plesni, smo za leta trajanja projekta, od 2016 do 2018, z vzorčenjem plesni s krompirja in paradižnika in analizo vzorcev pridobili nove podatke o pojavu odpornosti *Phytophthora infestans* proti fungicidom tudi za Slovenijo.

Za testiranje odpornosti čebulne plesni proti metalaksilu smo uporabili modificirane metode, ki jih za testiranje odpornosti oomicet na fenilamide priporoča FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). Ker gre za biotrofni organizem, gojenje in nato shranjevanje patogena v kulturi ni možno. Preskusili smo metode za shranjevanje sporangijev s krioprezervacijo in testiranje na rastlinah gojenih v rastlinjaku in na delih listov v laboratoriju (Gisi, 1992; FRAC, 2016). Za nadaljnji monitoring bomo izbrali metodo, ki bo dala boljše rezultate.

Fenilamidi so zelo učinkoviti fungicidi s sistemskim delovanjem za zatiranje plesnivk (oomicet) npr. rodov *Peronospora*, *Plasmopara*, *Pythium*, *Pseudoperonospora*, *Phytophthora*, vendar imajo v celici le eno specifično mesto delovanja (single-site) v procesu metabolizma patogena (Gisi in Sierotzki, 2008). V populacijah plesnivk so na fenilamide odporni sevi navzoči v zelo majhnem odstotku tudi v primeru, da populacija ni bila v stiku s fungicidom (Gisi in Cohen, 1996), saj nastajajo z naključno mutacijo. Čebulna plesen ima, podobno kot druge plesnivke, v okoliščinah ugodnih za njen razvoj sposobnost naglega cikličnega razmnoževanja. V več zaporednih generacijah nastaja veliko število sporangijev in populacija se na selekcijski pritisk, kot je uporaba fungicida iz skupine fenilamidov, hitro odziva in v populaciji prevladajo odporni sevi. V literaturi so objavljeni podatki o pojavu odpornosti *P. destructor* na polju (Wright, 2004). V Sloveniji doslej še ni bilo raziskav glede odpornosti čebulne plesni proti fungicidom iz skupine fenilamidov, ta vrsta odpornosti pa je razširjena in dobro raziskana pri krompirjevi plesni (Žerjav, 2016).

Rezultati so pokazali, da je tehnika zamrzovanja okuženih listov s sporulacijo *P. destructor* pri temperaturi od -20 °C do -25°C, kot način shranjevanja sporangijev za okuževanje rastlin, dala dobre rezultate. Po enem mesecu shranjevanja je bila kalivost sporangijev na vodnem agarju še vedno zadovoljiva, medtem ko se je pri sporangijih, ločenih od listov in shranjenih z zamrzovanjem v raztopini glicerola kalivost zmanjšala. Na sejancih tretiranih s fungicidom sta oba odmerka metalaksila preprečila razvoj bolezni in sporulacijo *P. destructor*. Odpornost proti metalaksilu ni bila potrjena. Vpeljana metoda je za testiranje sicer primerna, vendar smo morali opustiti prej načrtovan širši monitoring, saj smo ugotovili, da je metoda delovno preveč zahtevna, da bi lahko monitoring opravili v okviru ur predvidenih v projektu. Ker poteka okužba pri temperaturi 16 °C, inkubacija pa pri 18 °C, preizkušanja ni mogoče opravljati v rastlinjaku, saj so tam nihanja temperature prevelika. Potrebno je gojenje rastlin v rastni komori, kjer pa zaradi omejenega prostora ne moremo obravnavati več vzorcev hkrati. Ugotavljanje odpornosti za posamezen vzorec *P. destructor* traja najmanj 28 dni. V poljskem poskusu je bila okuženost listne površine na parcelah, tretiranih s pripravkom, ki vsebuje aktivni snovi metalaksil in mankozeb (edini pripravek s sistemskim delovanjem registriran za uporabo na čebuli v Sloveniji), med 5 in 15 %, medtem, ko je bila okužba na parcelah, tretiranih le z mankozebom 25 % (odmerek mankozeba enak kot pri kombiniranem pripravku). Sklepali smo, da je metalaksil prispeval k učinkovitosti ukrepa zatiranja in torej plesen ni odporna.

Z namenom ugotavljanja odpornosti krompirjeve plesni proti fungicidom smo v letih 2016, 2017 in 2018 odvzeli širom Slovenije s FTA karticami vzorce DNK krompirjeve plesni s krompirja (43 lokacij) in paradižnika (14 lokacij). Vzorci so bili analizirani z metodo enostavnih ponovljivih sekvenc v okviru akcije EuroBlight v laboratorijih JHI na Škotskem in na osnovi ugotovljenih genotipov so bili posamezni sevi opredeljeni kot potomstva klonov z znanimi fenotipskimi lastnostmi.

Tako v letu 2016 kot v 2018 so bila med zbranimi vzorci plesni s krompirja zaznana potomstva klonov z odpornostjo proti metalaksilu (EU13 A2) in najdeni so bili tudi sevi z genotipom EU 37 A2, katerih značilnost je, da so neobčutljivi za fungicid fluazinam. Neobčutljivost za fluazinam je bila v Sloveniji prvič detektirana v okviru te raziskave. Za seve, ki ne pripadajo znanim potomstvom klonov predvidevamo, da je tudi del njih odporen proti metalaksilu. Obseg odpornih sevov v populaciji krompirjeve plesni se sicer med leti spreminja, kar je odvisno od tega, kakšne so karakteristike prevladujočega potomstva klonov *P. infestans* (na to vpliva tudi zastopanost teh na gomoljih semenskega krompirja) in kako intenzivna je raba fungicidov, proti katerim so nekateri sevi odporni. Med vzorci krompirjeve plesni s paradižnika ni bilo sevov, ki bi pripadali potomstvom klonov z znano odpornostjo proti kateremu od fungicidov. Rezultati so javno dostopni na spletni strani EuroBlight.

3.5 Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah

V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine povzročiteljev žuželk in pršic na vrtninah in poljščinah smo na podlagi literaturnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu v raziskavo vključili preverjanje odpornosti koloradskega hrošča in repičarja na insekticide iz skupine neonikotinooidov ter piretroidov. Glede na rezultate DS 1 pa smo v raziskavo vključili še tobakov resar.

V primeru koloradskega hrošča smo preverili morebitno zmanjšanje občutljivosti koloradskega hrošča na delovanje insekticida imidakloprid in/ali tiametoksam iz skupine neonikotinooidov. V raziskavo smo vključili populacije hrošča iz različnih pridelovalnih območij Slovenije. Analizo smo izvedli v laboratoriju KIS z uporabo metode IRAC št.7., ki ima status odobrene metode za ugotavljanje odpornosti grizočih žuželk v stadiju ličink iz reda Lepidoptera (metulji) ter žuželk iz reda Coleoptera (hrošči) na insekticide. Metodika raziskave vključuje najprej nabiranje reprezentativnih primerkov žuželk na polju in zadostno količino zdravih, ne škropljenih listov gostiteljskih rastlin (krompirja). Vsak list gostiteljske rastline smo v okviru poskusa posebej namočili v testne raztopine (vsaj 5 različnih koncentracij) insekticida za 5 sekund in ga osušili na papirnati brisači. Tretirane in osušene liste testnih rastlin smo zložili v označene testne posode, kjer smo jim dodali enako število žuželk, vključenih v testiranje. Ocenjevanje smrtnosti žuželk smo opravili po 48 urah. Dobljene rezultate o smrtnosti žuželk smo izrazili kot odstotek smrtnosti, korigiran s smrtnostjo pri netretirani kontroli, po Abbottovi formuli.

V letih 2017 in 2018 smo izvajali poskuse s koloradskim hroščem z namenom preverjanja morebitnega zmanjšanja občutljivosti škodljivca na delovanje insekticida tiametoksam (pripravek Actara 25 WG) iz skupine neonikotinooidov, ki je bil v zadnjih letih najpogosteje uporabljen insekticid za zatiranje omenjenega škodljivca pri nas. Raziskavo smo izvajali na ličinkah razvojne stopnje L1/L2, ki jih običajno zatiramo z insekticidi.

V prvem letu smo v raziskavo vključili populaciji škodljivca s Sorškega polja pri Kranju in Češnjevka pri Cerkljah, v drugem letu pa smo analize izvajali na dveh populacijah iz okolice Ljubljane (Bizovik, Črna vas), na eni iz okolice Žužemberka ter eni iz Gotovelj.

V laboratoriju smo po metodi IRAC 7 nabrane ličinke izpostavili šestim koncentracijam insekticida (0=kontrola, 12,5 %, 25 %, 50 %, 75 % in 100 % = priporočena koncentracija) in ugotavljali njihovo smrtnost.

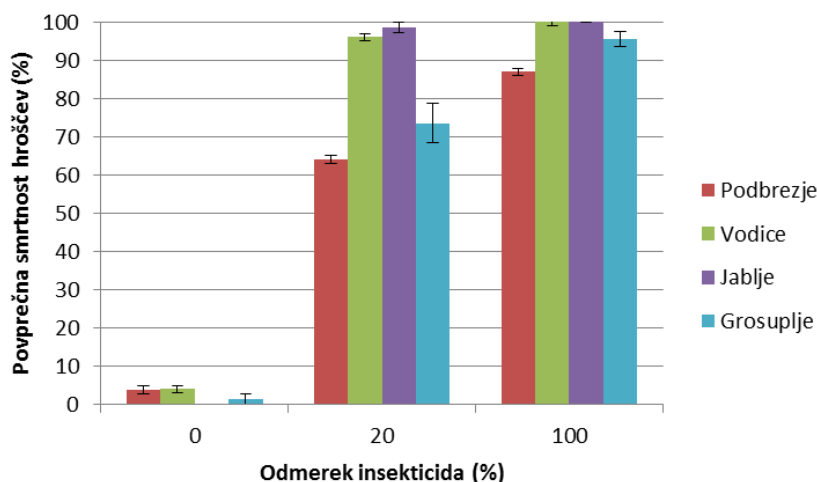
Na nobeni od preskušanih populacij koloradskega hrošča nismo zaznali upada učinkovitosti insekticida tiametoksam, saj je bila smrtnost ličink pri priporočeni koncentraciji povsod 100 %.

100 % smrtnost je bila dosežena celo pri veliko nižjih koncentracijah od priporočene: v Žužemberku in Bizoviku pri 25 %, v Črni vasi in Gotovljah pri 50 % in pri ličinkah iz Češnjevka in s Sorškega polja pri 75 % priporočene koncentracije.

Rezultati raziskave kažejo, da je kljub pogosti rabi tega insekticida za zatiranje koloradskega hrošča, njegova učinkovitost še vedno odlična. Vendar je z letom 2019 njegova raba na prostem zaradi naravovarstvenih razlogov prepovedana.

Drug ŠO, pri katerem smo preverjali odpornost na insekticide je repičar. Pridelovalci oljne ogrščice imajo za varstvo pred tem ŠO izredno omejen izbor FFS, ob tem pa se pri izbiri pripravkov največkrat odločajo zgolj na osnovi cene, zato prepogosto zaporedoma uporabljajo isto aktivno snov in s tem presejajo populacijo škodljivca, s čimer se povečuje populacija na sredstvo odpornih hroščev. Mogoč je tudi pojav navzkrižne odpornosti. Repičarja pri nas uvrščamo med najpomembnejše škodljivce oljne ogrščice - *Brassica napus* L.. Zaradi omejevanja rabe fitofarmacevtskih pripravkov v zadnjih 20 letih in pogoste rabe pripravkov z isto aktivno snovjo opažamo pogoste pojave neučinkovitosti sredstev oziroma pojave odpornosti. Za zatiranje škodljivca imamo danes pri nas na razpolago le pripravke iz dveh skupin insekticidov (neonikotinoidi, piretroidi). Iz skupine neonikotinoidov je na voljo a.s. tiakloprid, iz skupine piretroidov pa a.s.: beta-ciflutrin, pimetozin, deltametrin, alfa-cipermetrin, lambda-cihalotrin in tau-fluvalinat. V tuji literaturi o odpornosti na piretroide poročajo že od leta 1999 (IRAC, 2014). Pri nas pa že nekaj zadnjih let ugotavljamo, da se pridelovalci pritožujejo zaradi slabega delovanja insekticidov pri zatiranju tega škodljivca. Z laboratorijskimi poskusi smo zato preverjali tudi stanje odpornosti repičarja na piretroide in neonikotinoide.

V zvezi z ugotavljanjem odpornosti repičarja na insekticide iz skupine piretroidov smo leta 2017 uspešno uvedli metodo IRAC št. 11, po kateri smo v letu 2018 izvajali poskuse na različnih populacijah hrošča s treh lokacij na območju osrednje Slovenije in ene lokacije na Gorenjskem. V poskusu smo testirali odpornost na aktivno snov lambda-cihalotrin iz skupine piretroidov. Hrošče smo izpostavili trem različnim koncentracijam aktivne snovi (100 % = standarden priporočen odmerek, 20 % priporočenega odmerka, 0 % = kontrola) in ugotavljali njihovo smrtnost. Testiranja smo izvedli v petih ponovitvah. Glede na rezultate sklepamo na pojav odpornosti oziroma delne odpornosti pri dveh testiranih populacijah hroščev, medtem, ko pri preostalih dveh populacijah škodljivca, pojava odpornosti nismo zaznali, saj je bila smrtnost testiranih hroščev dovolj visoka. Rezultati testiranja vzorca populacije iz lokacije Grosuplje namreč kažejo na zmanjšano učinkovitost preučevane aktivne snovi v priporočenem odmerku, vzorec populacije iz lokacije Podbrezje pa glede na rezultat testiranja lahko uvrščamo med odporne, vendar so rezultati mejni. Na podlagi pridobljenih rezultatov sklepamo, da na večini obravnavanih lokacij težav z zmanjšano učinkovitostjo zaradi razvoja odpornosti repičarjev na aktivno snov lambda-cihalotrin ni pričakovati, saj je v primerjavi z rezultati podobnih raziskav iz drugih evropskih držav, občutljivost testiranih vzorcev populacij repičarja v naši raziskavi relativno visoka. Kljub temu je priporočljivo pri odločanju o uporabi insekticidov za zatiranje škodljivcev v oljni ogrščici upoštevati pravila antirezistenčne strategije o menjavanju aktivnih snovi z različnimi načini delovanja. Pri tem pa bodo prav tako potrebne tudi izboljšave v aplikacijski tehniki. Rezultati raziskave so bili predstavljeni na 14. Slovenskem posvetu o varstvu rastlin, ki ga je 5. in 6. marca 2019 v Mariboru organiziralo Društvo za varstvo rastlin Slovenije. Podrobnejši prispevek je objavljen tudi v Zborniku posvetovanja.



Slika 1: Povprečna smrtnost odraslih osebkov repičarja (%) (\pm SN, n = 5) z različnih lokacij v osrednji Sloveniji in na Gorenjskem pri treh različnih odmerkih aktivne snovi lambda-cihalotrin (odmerek insekticida 0 % = kontrola).

V letih 2017 in 2018 sta bila izvedena poljska poskusa v posevku oljne ogrščice na FKBV UM v katerih smo testirali učinkovitost insekticidov za zatiranje repičarja (*Meligethes aeneus*) in ogrščičnega kljunotaja (*Ceutorrhynchus napi*). Insekticidi na podlagi snovi tiakloprid, deltamtrin, tau-fluvalinat in lambda-cihalotrin so bili naneseni v dveh razvojnih stadijih ogrščice pri 100 % odmerkih in pri povečanih odmerkih. V sezoni 2017 odmerek insekticida (100 proti 200 %) v večini ocenjevalnih obdobj ni imel vpliva na stopnjo učinkovitosti insekticida. Pri vseh testiranih insekticidih je učinkovitost po šestih dneh padla pod 45 %. V sezoni 2018 smo izvedli primerjavo učinkovitosti med 100 % in 300 % odmerkom in prišli do podobnih zaključkov kot v letu 2017. Učinkovitost testiranih insekticidov je občutno nižja, kot je bila pred leti, ko smo jih pričeli uporabljati, kljub temu pa ne moremo trditi, da je testirana populacija repičarja in kljunotaja razvila odpornost na testirane insekticide. V našem poskusu ugotovljena učinkovitost insekticidov ne zagotavlja več ustreznega nivoja preprečevanja nastajanja izgub pridelka oljne ogrščice. Tudi ta raziskava je objavljena v Zborniku referatov DVRS.

V okviru preučevanja pojavov odpornosti pri škodljivih vrtnih je bila izvedena raziskava učinkovitosti insekticidov za zatiranje tobakovega resarja (*Thrips tabaci*) v čebuli.

V poljskem poskusu smo preučevali učinkovitost insekticidov na podlagi snovi deltametrin, spinosad, spirotetramat in dimetoat za zatiranje tobakovega resarja v nasadu čebule. Insekticidi so bili naneseni v 100 % in 300 % odmerku trikrat zapored (23. 5., 1. 6. in 21. 6.). Preučevali smo tudi učinek dodajanja biostimulatorja Cirkon® (izločki *Echinacea purpurea*) pri obravnavanjih s 100 % odmerkom insekticida. S štetjem števila osebkov na 10 cm² površine lista pod lupo pri naključno izbranih rastlinah smo izvedli oceno velikosti populacije 7 dni po nanosu insekticida in še dvakrat pozneje. Za izračun učinkovitosti smo uporabili Abbotovo formulo. Pri snoveh deltametrin in spirotetramat povečanje odmerka iz 100 na 300 % ni značilno povečalo učinkovitosti. Pri snoveh spinosad in dimetoat je povečanje odmerka imelo značilen učinek na učinkovitost. Dodajanje pripravka Cirkon je povečalo učinkovitost insekticidov za 8 do 20 odstotkov. Učinek dodajanja je bil pri vseh testiranih insekticidih podoben in domnevamo, da ima sredstvo repelentni učinek. Pri vseh pripravkih je prišlo do občutnega padca učinkovitosti pri tretjem zaporednem nanosu (-30 %). Rezultati poskusa kažejo

na popuščanje učinkovitosti testiranih insekticidov, ki pri večkratni uporabi ne presežejo praga učinkovitosti 60 %. Raziskava je objavljena v Zborniku referatov DVRS 2019.

3.6 Preučevanje odpornosti ŠO iz skupine plevelov v trajnih nasadih, poljščinah in vrtninah ter na nekmetijskih zemljiščih

V okviru preučevanja odpornosti ŠO iz skupine plevelov v trajnih nasadih, vrtninah in poljščinah ter na nekmetijskih zemljiščih bomo na podlagi literaturnih virov ter razpoložljivih podatkov stanja na terenu v raziskavo vključili tiste plevelne vrste, ki jih danes pogosto opažamo na tretiranih površinah kljub uporabi herbicidov. Tako bomo v okviru poljedelskega kolobarja v žitih preverili odpornost navadnega srakoperca in jetičnika, glede na rezultate DS 1 pa bomo v raziskavo po potrebi vključili še katerega izmed drugih plevelov, npr. v pšenici zelo konkurenčno plezajočo lakoto. Med pozno kalečimi spomladanskimi pleveli, ki so redni spremljevalci pridelave koruze in drugih okopavin, smo v raziskavo vključili belo metliko, ščire, divji sirek, proso, navadna kostrebo ter muhviče in navadno srakonjo.

V trajnih nasadih v zadnjih letih prav tako opažamo plevela, ki preživijo škropljenje z različnimi herbicidi, kljub temu, da v zadnjih letih v trajnih nasadih uporabljamo predvsem pripravke na podlagi glifosata. Zato smo v okviru te raziskave preverili predvsem odpornost nekaterih plevelnih vrst kot je npr. navadna regačica (*Aegopodium*) ali vrbovec (*Epilobium*) oziroma plevelne vrste, ki smo jih v okviru DS 1 ocenili kot vrste z največjim tveganjem za razvoj odpornosti pri nas.

V raziskavo smo vključili tudi nekmetijske površine, saj je glede na biologijo in ekologijo plevelov tam pojavlja kar nekaj takšnih, ki jih lahko najdemo tako na kmetijskih kot tudi nekmetijskih zemljiščih. Ena izmed najbolj izpostavljenih je prav gotovo pelinolistna ambrozija, ki se v zadnjih letih močno širi po Sloveniji predvsem preko nekmetijskih zemljišč (ob cestah) ter s premiki različne opreme za košnjo nekmetijskih zemljišč kot tudi opreme za obdelavo tal ter oskrbo kmetijskih zemljišč.

Za preučitev obsega odpornosti posameznih ŠO iz skupine plevelov na posamezne FFS v okviru DS 6 smo raziskave izvedli v okviru terenskih poskusov na njivah, v sadovnjakih in vinogradih kot tudi na nekmetijskih zemljiščih. Lokacije poskusov smo izbrali glede na podatke o večjih težavah z zatiranjem posameznih plevelnih vrst. FFS smo uporabili v priporočenih odmerkih ter jih primerjali s povečanimi koncentracijami. Aplikacija FFS je bila izvedena v skladu z dobro poskusno prakso (GEP), kar vključuje kakovostno aplikacijsko tehniko ter optimalno izvedbo aplikacije glede na razvojni stadij gojene rastline in ŠO. Oceno učinkovitosti smo izvedli po standardnih EPPO protokolih za posamezno plevelno vrsto. Drug način preverjanja odpornosti pa je bil vezan na lončne poskuse v zavarovanih prostorih, v okviru katerega smo nabrali seme ali dele plevela (npr. rizomi pri divjem sirku) na terenu pri pridelovalcih, kjer je izražen upravičen sum na odpornost. Tudi pri teh poskusih smo izvajali raziskave v skladu z GEP, ob upoštevanju metodik EPPO in HRAC.

V letih med 1995 in 2010 smo opravili tudi več kot 20 mikro in makro poskusov na strniščih ter na železnici, kjer smo preiskovali različne pripravke na podlagi glifosata v različnih odmerkih ter v kombinaciji z drugimi aktivnimi snovmi ter različnimi močili. Zaradi preobširnih podatkov le-teh tukaj ne moremo predstaviti. Na splošno lahko rečemo, da je bila učinkovitost glifosata zelo dobra. Pri zatiranju večletnih plevelov smo v večini poskusov najboljše rezultate dosegli pri uporabi 1,5 do 2 % koncentraciji glifosata in porabi vode vsaj 200 l/ha. V zvezi s tem je potrebno poudariti, da za to vrsto uporabe glifosat zaenkrat nima prave konkurence, tako glede učinkovitosti kot tudi ekološke sprejemljivosti.

V letih 2017 in 2018 pa smo v okviru projekta opravili tudi po en poskus v sadovnjaku (2017) in vinogradu (2018) z namenom ugotavljanja morebitne odpornosti plevelov, ki se najpogosteje

pojavnijo v trajnih nasadih. Raziskavo smo izvedli na lokacijah, kjer glifosat uporabljajo že vsaj 5 let in se pritožujejo, da je delovanje slabo.

V okviru preučevanja odpornosti plevelov smo posebej preučevali herbicid glifosat. V letu 2017 in 2018 smo z glifosatom tretirali zemljišče ob železniških tirih (Žalec, Celje), kjer smo preverjali učinkovitost na neketijskih zemljiščih.

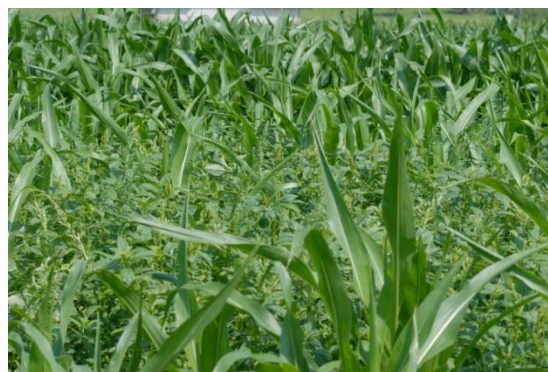
V okviru raziskave v trajnih nasadih kot tudi na železnici smo ugotovili, da glifosat še vedno dobro deluje na veliko večino enoletnih in večletnih plevelov. Zato na omenjenih lokacijah ne moremo govoriti o pojavu odpornosti. Po pričakovanju pa smo ugotovili slabše delovanje predvsem na nekatere večletne plevelne vrste, za katere je znano, da glifosat nanje deluje nekoliko slabše, npr pleveli iz rodov *Aegopodium*, *Convolvulus*, *Conyza*, *Cynodon*, *Cyperus*, *Equisetum*, *Geranium*, *Rubus* in še nekatere.

Preglednica 5: Seznam 30 pomembnejših rastlinskih – plevelnih vrst v Sloveniji

Zap. št.	Latinsko ime plevela	Slovensko ime plevela	Rastišče - Eko sistem	Domača / vnešena
1	<i>Chenopodium album</i>	bela metlika	poljščine, vrtnine	D
2	<i>Amaranthus retroflexus</i>	srhkodlakavi ščir	poljščine, vrtnine	D
3	<i>Reynoutria japonica</i>	japonski dresnik	neketijska zemljišča, travinje, poljščine	V
4	<i>Echinochloa crus galli</i>	navadna kostreba	poljščine, vrtnine	D
5	<i>Polygonum persicaria</i>	breskolistna dresen	poljščine, vrtnine	D
6	<i>Digitaria sanguinalis</i>	krvavordeča srakonja	poljščine, vrtnine, travinje	D
7	<i>Helianthus tuberosus</i>	topinambur	neketijska zemljišča, poljščine	V
8	<i>Setaria</i> spp.	muhviči	poljščine, vrtnine	D
9	<i>Panicum</i> spp.	prosa	poljščine, vrtnine	V
10	<i>Convolvulus arvensis</i>	navadni njivski slak	poljščine	D
11	<i>Veronica</i> spp.	jetičniki	poljščine, vrtnine, travinje	D
12	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	pelinolistna ambrozija	neketijska zemljišča, poljščine	V
13	<i>Cirsium arvense</i>	njivski osat	poljščine, vrtnine	D
14	<i>Equisetum arvense</i>	njivska preslica	poljščine, travinje, neketijska zemljišča	D
15	<i>Elymus repens</i>	pazeča pirnica	poljščine, vrtnine, travinje	D
16	<i>Sorghum halepense</i>	divji sirek	poljščine, vrtnine	V
17	<i>Abutilon theophrasti</i>	baržunasti oslez	poljščine	V
18	<i>Stellaria media</i>	navadna zvezdica	poljščine, vrtnine	D
19	<i>Rudbeckia laciniata</i>	deljenolistna rudbekija	neketijska zemljišča, poljščine	V
20	<i>Galium aparine</i>	plezajoča lakota	poljščine – žita	D
21	<i>Galinsoga parviflora</i>	drobnocvetni rogovilček	Vrtnine, poljščine	D
22	<i>Apera spica venti</i>	navadni srakoperec	poljščine – žita	D
23	<i>Rumex</i> spp.	kislice	travinje, poljščine, neketijska zemljišča	D
24	<i>Aegopodium podagraria</i>	navadna regačica	poljščine, travinje, neketijska zemljišča	D
25	<i>Avena</i> sp.	oves	poljščine, travinje, neketijska zemljišča	D
26	<i>Bromus</i> spp.	stoklase	poljščine, vrtnine, neketijska zemljišča	D
27	<i>Taraxacum officinale</i>	navadni regrat	travinje,	D
28	<i>Erigeron annuus</i>	enoletna suholetnica	sadovnjaki, vinogradi, neketijska zemljišča	D
29	<i>Cirsium arvense</i>	njivski osat	poljščine, travinje,	D
30	<i>Cyperus</i> spp.	ostrice	poljščine, neketijska zemljišča	V

V poljskem poskusu smo na FKBV UM testirali učinkovitost aktivnih snovi tienkarbazon-metil, foramsulfuron, mezotrion, S-metolaklor, dimetenamid-P in nikosulfuron za zatiranje prosastih trav. Herbicidi so bili naneseni na populacije rastlin, ki smo jih na poskusnem polju koruze ustvarili s setvijo semen, ki smo jih nabrali na različnih območjih Slovenije (Mursko polje, Dravsko in Ptujsko polje, Krško polje, Savinska in Vipavska dolina). Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri zatiranju. Preučevali smo naslednje vrste: *Panicum dichotomiflorum*, *P. capillare*, *P. miliaceum*, *Setaria faberi*, *S. glauca*, *S. viridis*, *Echinochloa crus-galii* in *Sorghum halepense*. Pri več populacijah smo ugotovili občutno znižanje učinkovitosti herbicidov na raven med 60 do 80 %, vendar o odpornosti preučevanih trav na preučevane herbicide ne moremo govoriti. Na več območjih Slovenije se kažejo znaki segregacije tolerantnih populacij. Ker so semenske banke preučevanih plevelov velike, kljub srednje visoki učinkovitosti herbicidov že prihaja do velikih izgub pridelkov koruze, še posebej v sušnih razmerah. Raziskava je objavljena v Zborniku referatov DVRS 2019.

Izveden je bil še en poskus za preučevanje učinkovitosti herbicidov za zatiranje srakoperca v pšenici. V poljskem poskusu smo testirali učinkovitost pripravkov na podlagi kombinacij aktivnih snovi tienkarbazon-metil, idosulfuron, mezosulfuron, pinoksaden, piroksulam, duflufenikan, klorotoluron in pendimetalin za zatiranje srakoperca v pšenici. Herbicidi so bili naneseni na populacije rastlin, ki smo jih na poskusnem polju ustvarili s setvijo semen, nabranih na 20 območjih v severovzhodni in vzhodni Sloveniji. Semena smo nabirali na njivah, kjer so bili neuspešni pri zatiranju in se je razvilo nad 100 rastlin na m². Učinkovitosti herbicidov so se gibale od 50 do 95 %. Na večini lokacij in pri večini testiranih herbicidov je učinkovitost znašala med 75 in 90 %. Rezultati raziskave ne kažejo na odpornost srakoperca na herbicide. Ugotovljena je nekoliko znižana učinkovitost, ki v primeru velike gostote plevela, napak glede izbire termina za nanos herbicida in slabe aplikacijske tehnike povzroči veliko zapleveljenost s srakopercem (pogosto nad 150 rastlin na m²). Močno zapleveljene njive so pogosto rezultat uporabe herbicidov, ki niso učinkoviti in ne odpornosti na herbicide, ki imajo deklarirano učinkovitost na ta plevel. Razpoložljivi registrirani herbicidi nudijo dober nivo zatiranja (90-95 %), dokler semenske banke niso prevelike in ne naredimo napak pri nanosu. Raziskava je objavljena v Zborniku referatov DVRS 2019.



Slika 2 (levo): Poskus v posevku koruze v Libeličah pri Dravogradu, kjer smo ugotovili prisotnost odporne bele srhkodlakavega ščira na atrazin
Slika 3 (desno): Poskus v posevku koruze v Libeličah pri Dravogradu, kjer smo ugotovili prisotnost odporne srhkodlakavega ščira na atrazin

3.7 Izdelava/dopolnitev seznama ŠO z ugotovljeno odpornostjo ŠO na FFS, ki bo dostopen v obliki izdelane spletne strani na spletu

V okviru DS 7 smo izdelali seznam gojenih rastlin z najpomembnejšimi ŠO, ki otežujejo njihovo pridelavo. Za vse ŠO smo pripravili oceno glede stanja odpornosti, ki temelji na podlagi rezultatov DS 1 ter rezultatov DS 2 do DS 6. Dodatne uporabne podatke smo v času trajanja projekta pridobili tudi od sodelavcev, ki so vključeni v izvajanje naloge NAP za doseganje trajnostne rabe FFS za obdobje 2012-2022.

Seznam ŠO z ugotovljeno odpornostjo je bil izdelan v okviru strokovne naloge NAP-IVR. Dopolnili smo ga z izsledki, pridobljenimi v okviru projekta. Seznam bomo dodali na spletno stran IVR.

Preglednica 7: Seznam škodljivih organizmov z ugotovljeno odpornostjov Sloveniji

Aktivna snov	Vrsta FFS	Škodljivi organizem	Odpornost	Vir informacije
tiofanat metil	fungicid	<i>Monilinia fructicola</i>	da	Poročilo o strokovni nalogi, KIS, 2016
metalaxil/mefanoxam	fungicid	<i>Phytophthora infestans</i>	da	Žerjav, 2016
imidaklopid	insekticid	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	da	Kavčič, 2011
klorpirifos	insekticid	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	da	Urbančič-Zemljič, 2014
lambda cihalotrin	insekticid	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	da	Urbančič-Zemljič, 2014
lambda cihalotrin	insekticid	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	da	Kavčič, 2011
tiametoksam	insekticid	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	da	Kavčič, 2011
tiametoksam	insekticid	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	da	Kavčič, 2011
ciprodinil	fungicid	<i>Monilinia laxa</i>	zmanjšana učinkovitost	CRP, 2009
ciprodinil	fungicid	<i>Monilinia fructigena</i>	zmanjšana učinkovitost	CRP, 2009
tiofanat metil	fungicid	<i>Monilinia laxa</i>	zmanjšana učinkovitost	Poročilo o strokovni nalogi, KIS, 2016
pimetrozin	insekticid	<i>Phorodon humuli</i>	zmanjšana učinkovitost	CRP, 2009
ciprodinil	fungicid	<i>Monilinia fructicola</i>	ne	Poročilo o strokovni nalogi, KIS, 2016
fenheksamid	fungicid	<i>Monilinia fructicola</i>	ne	Poročilo o strokovni nalogi, KIS, 2016
fenheksamid	fungicid	<i>Monilinia laxa</i>	ne	CRP, 2009
fenheksamid	fungicid	<i>Monilinia fructigena</i>	ne	CRP, 2009
iprodition	fungicid	<i>Monilinia fructicola</i>	ne	Poročilo o strokovni nalogi, KIS, 2016
iprodition	fungicid	<i>Monilinia laxa</i>	ne	CRP, 2009
iprodition	fungicid	<i>Monilinia fructigena</i>	ne	CRP, 2009
tebukonazol	fungicid	<i>Monilinia fructicola</i>	ne	Poročilo o strokovni nalogi, KIS, 2016
azoksistrobin	fungicid	<i>Uncinula necator</i>	ne	CRP, 2009
miklobutanil	fungicid	<i>Uncinula necator</i>	ne	CRP, 2009
penkonazol	fungicid	<i>Uncinula necator</i>	ne	CRP, 2009
imidaklopid	insekticid	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	ne	Urbančič-Zemljič, 2014
imidaklopid	insekticid	<i>Phorodon humuli</i>	ne	CRP, 2009

lambda cihalotrin	insekticid	<i>Phorodon humuli</i>	ne	CRP, 2009
beta ciflutrin	insekticid	<i>Oulema melanopus</i>	ne	Gorjup, 2009
deltametrin	insekticid	<i>Oulema melanopus</i>	zmanjšana učinkovitost	Gorjup, 2009
lambda cihalotrin	insekticid	<i>Oulema melanopus</i>	zmanjšana učinkovitost	Gorjup, 2009
metalaksil	fungicid	<i>Peronospora destructor</i>	ne	CRP V4-1601, 2018
tiametoksam	insekticid	<i>Leptinotarsa decemlineata</i>	ne	CRP V4-1602, 2018
lambda cihalotrin	insekticid	<i>Meligethes aeneus</i>	zmanjšana učinkovitost	Posvet DVRS o varstvu rastlin, 2019 (CRP V4-1602, 2018)
difenokonazol	fungicid	<i>Botrytis sp.</i>	da	Posvet DVRS o varstvu rastlin, 2019 (CRP V4-1602, 2018)
ciprodinil	fungicid	<i>Botrytis sp.</i>	da	Posvet DVRS o varstvu rastlin, 2019 (CRP V4-1602, 2018)
fenheksamid	fungicid	<i>Botrytis sp.</i>	da	Posvet DVRS o varstvu rastlin, 2019 (CRP V4-1602, 2018)

3.8 Dopolnjena tehnološka navodila z ozirom na preprečevanje odpornosti ŠO v okviru IVR

NAP za doseganje trajnostne rabe FFS za obdobje 2012-2022 vključuje program razvoja integriranega varstva rastlin. Eden osnovnih gradnikov IVR, o kateri pišejo Barzman in sod. (2015) in predstavlja stališče EU, je tudi antirezistenčna strategija, ki ob vseh ostalih dejavnikih v veliki meri pripomore k učinkovitemu in okolju prijaznemu pridelovanju gojenih rastlin, ki ne sloni prvenstveno na FFS. Glede na številne avtorje danes prav pojav odpornosti ŠO na številne FFS precej omejuje kmetijsko pridelavo, hkrati pa tudi onemogoča učinkovitejše izvajanje IVR. Izsledke našega projekta bomo zato poskušali v kar največji meri in čim prej vključiti v tehnološka navodila za pridelovanj posameznih gojenih rastlin, ki se bodo pripravljala v okviru NAP.

4. Sklepi

Strategija slovenskega kmetijstva teži k vzpostavitvi in zagotavljanju konkurenčne kmetijske pridelave ob sočasni skrbi za okolje in zdravje ljudi. V okviru obvladovanja ŠO vključno s pleveli in v skladu z Direktivo 2009/128/ES se je Slovenija skupaj z drugimi državami EU obvezala, da bo skrbela za racionalno rabo in zmanjševanje tveganj in vplivov rabe FFS na zdravje ljudi in okolje (površinske in podtalne vodne vire, zemljo, zrak, neciljne organizme). Pri tem je zelo pomembno tudi področje pojava odpornosti ŠO na FFS. Znano je namreč, da ima pojav odpornosti številne negativne učinke, tako neposredne kot tudi posredne.

Statistike trenutno kažejo, da je poraba FFS v Sloveniji precej stabilna, z manjšimi letnimi nihanji. Med fungicidi, ki predstavljajo več kot 2/3 vseh uporabljenih FFS, imajo največji delež anorganski fungicidi. Vzrok za veliko porabo anorganskih fungicidov je v prvi vrsti velik delež trajnih nasadov, kjer se ta sredstva največ uporabljajo, nadalje njihova sorazmerno nizka cena in splošno prepričanje, da so ta sredstva najmanj nevarna okolju. Anorganski fungicidi predstavljajo tudi temelj varstva rastlin pred povzročitelji bolezni pri ekološkem kmetovanju. Pri rabi herbicidov je opazen trend zmanjševanja uporabe. Vzrokov za to je več, od uporabe novejših skupin pripravkov z manjšim odmerkom aktivne snovi na hektar (ha) do precejšnjih sprememb v setveni strukturi. Poraba insekticidov pa se v zadnjih

petih letih najmanj spreminja in predstavlja zgolj približno 7 % delež vseh uporabljenih FFS. V posameznih letih se poraba sicer nekoliko spreminja, kar je odvisno predvsem od vremenskih razmer. V kolikor želimo, da bomo količino FFS ter število škropljenj še nadalje zmanjševali, je potrebno imeti čim boljši nadzor na stanjem škodljivih organizmov, kar nam omogoča učinkovite in okolju prijazne ukrepe varstva proti njim.

Cilj projekta je bil preučitev stanja na področju odpornosti ŠO ter možnost uporabe rezultatov pri pripravi ustreznih tehnologij varstva rastlin ter pridelovanja najpomembnejših gojenih rastlin z namenom učinkovitega varstva rastlin ob hkratnem preprečevanju negativnih vplivov na okolje. Pričakovani rezultati projekta so povezani s cilji, ki smo si jih zadali znotraj posameznih vsebinskih sklopov. Na podlagi le-teh upravičeno pričakujemo, da bomo lahko pripomogli k učinkovitemu izvajanju NAP, integriran sistem pridelovanja koruze vključno z varstvom pred pleveli na okoljsko občutljivih območjih v Sloveniji, ki bodo imeli za posledico izboljšanje stanja podzemnih vod v Sloveniji kot posledica kmetijske dejavnosti. Na podlagi raziskav, ki smo jih izvedli raziskovalci v okviru sodelujočih institucij, so rezultati predstavljeni v nadaljevanju v okviru štirih sklopov:

Prenos rezultatov v prakso

ŠO v veliki meri vplivajo na količino in kakovost pridelka, zato predstavljajo ukrepi varstva rastlin enega izmed najpogostejših tehnoloških ukrepov pri večini gojenih rastlin. V okviru projekta smo izdelali oceno tveganja za odpornost večine najpomembnejših ŠO na FFS ter za nekatere izmed njih tudi konkretno ugotovili stanje v naravi pri nas. Skupaj z drugimi izvajalci nalog na področju NAP in zdravstvenega varstva rastlin bomo poskušali čim prej vzpostaviti sistematično spremljanje uporabe FFS in ugotavljanje ter ocenjevanje razvoja odpornosti na registriran FFS v Sloveniji. Zaradi pomembnosti rezultatov pri svetovanju v okviru varstva rastlin za pridelovalce kot tudi zaradi izvajanja NAP za doseganje trajnostne rabe FFS smo na podlagi sprotih rezultatov kot tudi končnih rezultatov projekta z različnimi ukrepi izobraževanja, svetovanja, ozaveščanja in obveščanja pridelovalcev kot tudi drugih relevantnih ciljnih skupin (npr. kmetijska svetovalna služba, trgovci in svetovalci na področju FFS), ki sodelujejo v sistemu pridelovanja hrane, poskušali poskrbeti za čim prejšnje in čim bolj učinkovito uveljavljanje splošnih načel antirezistenčne strategije kot tudi izvajanje konkretnih ukrepov pri pridelovanju posameznih gojenih rastlin za preprečevanje pojavov odpornosti ŠO na FFS.

Raziskava je bila izvedena na raziskovalnih institucijah v obliki preučevanja literature kot tudi laboratorijskih in lončnih poskusov v zavarovanih prostorih. Hkrati smo preverjanje stanja odpornosti izvajali tudi na terenu, na zelenjadarskih, poljedelskih, sadjarskih in vinogradniških kmetijah in podjetjih, kjer je izkazan interes za tovrstne rezultate oziroma se soočajo s tovrstnimi težavami in so pri tem pripravljeni sodelovati.

Izsledki projekta bodo služili za izdelavo oz. dopolnitev priporočil za varstvo rastlin v skladu z najnovejšimi spoznanji. Del priporočil za integrirano varstvo bodo navodila za preprečevanje razvoja rezistence. Kmetijskim pridelovalcem kot tudi svetovalcem bodo tudi v bodoče posredovana prek različnih medijev, obvestil opazovalno-napovedovalne službe za varstvo rastlin, izobraževanj, predavanj, Ob tem bomo rezultate raziskave tudi v bodoče ustrezno predstavili na terenu v obliki javnih predstavitev in ogledov poskusov, zimskih predavanj, v okviru pedagoškega procesa na kmetijskih srednjih in višjih šolah ter fakultetah, kot tudi v različnih medijih, kar vse zagotavlja neposreden in hiter prenos aktualnih informacij in znanja v prakso.

Pomen za razvoj znanosti

Zaradi velikega gospodarskega in okoljskega pomena pojava odpornosti se s tem področjem ukvarjajo širom sveta. Na spletnih straneh (www.frac.info; www.irac-online.org,

www.hracglobal.com) lahko celovito preverimo globalno problematiko in dinamiko pojava odpornosti pri posameznih ŠO v različnih delih sveta, ki jih strokovnjaki uporabljajo pri svojem delu po vsem svetu. Slovenija do sedaj v te baze ni prispevala veliko podatkov, smo pa vse razpoložljive podatke redno spremljali z namenom priprave in izvajanja ukrepov varstva rastlin pri nas, s katerimi smo želeli preprečevati pojav odpornosti ŠO. Osnovni prispevek k znanosti v okviru predlaganega projekta bi bil v prvi vrsti ugotovitev stanja glede tega področja pri nas ter dopolnitev regionalnih in globalnih podatkovnih baz o vrstah odpornih ŠO ter aktivnih snovi, na katere so ti ŠO razvili odpornost. Ti podatki so zelo pomembni pri nadaljnjem preučevanju odpornosti ŠO kot tudi pri pripravi antirezistenčnih strategij na globalnem kot tudi lokalnem nivoju v Sloveniji.

Razvoj odpornosti je zaradi številnih dejavnikov v vsakem lokalnem okolju specifičen, kljub temu, da nanj teoretično gledano vplivajo enaki dejavniki (npr. pogostnost uporabe aktivnih snovi, število generacij ŠO letno, splošna pestrost nekemičnih zatiralnih metod, način kombiniranja aktivnih snovi, obseg premeščanja in križanja populacij ŠO v prostoru, razmerje med kmetijskimi in nekmetijskimi površinami, ...). Slovenija je glede intenzivnosti kmetovanja precej raznolika, saj se po vsej Sloveniji prepletajo intenzivne pridelovalne površine s povečanim vnosom FFS in na drugi strani dokaj ekstenzivne površine z zelo majhnim vnosom FFS. To omogoča velik obseg križanja med populacijami, ki so izpostavljene velikemu pritisku FFS in tistih, ki niso. To dejstvo v Sloveniji v precejšnji meri blaži hitrost pojava odpornosti. Koliko, gledano s stališča znanosti ne vemo. S stališča znanosti je pri nas v realnem sistemu možno preveriti nekatere alternativne modele za napovedovanje pojavov odpornosti pri različnih ŠO. V projektu smo prilagodili modele in se dodatno usposobili za ocenjevanje pojavov odpornosti in možnost preverjanja, kako razmerja med površinami z različnimi načini pridelave preko populacijske dinamike ŠO vplivajo na pojav odpornosti. Z našo raziskavo bomo prispevali k razvoju znanstvenih metod za opredeljevanje hitrosti razvoja odpornosti na nivoju nacionalnega gospodarstva kot celote. V okviru projekta smo skušali dokazati, da je vpliv enakih dejavnikov na razvoj odpornosti pri plevelih, žuželkah ali glivah lahko v različnih okoljih precej različen. It tega izhaja, da potrebujemo za različne ŠO specifično prilagojene različne preventivne pristope za preprečevanje pojavov odpornosti in ni dovolj razpolagati le z nekimi splošnimi priporočili.

Pomen za gospodarstvo

Rezultati izvedenega projekta imajo največji vpliv prav na gospodarstvo oziroma pridelovalce. Na podlagi rezultatov projekta bomo z različnimi ukrepi izobraževanja, svetovanja, ozaveščanja in obveščanja pridelovalcev kot tudi drugih relevantnih ciljnih skupin (npr. kmetijska svetovalna služba, trgovci in svetovalci na področju FFS), ki sodelujejo v sistemu pridelovanja hrane, poskrbeli za čim bolj učinkovito uveljavljanje splošnih načel antirezistenčne strategije kot tudi izvajanje konkretnih ukrepov pri pridelovanju posameznih gojenih rastlin za preprečevanje pojavov odpornosti ŠO na FFS. Znano je, da lahko ŠO v veliki meri vplivajo na količino in kakovost pridelka, zato predstavljajo ukrepi varstva rastlin enega izmed najpogostejših tehnoloških ukrepov pri večini gojenih rastlin. Kot takšni pa ti ukrepi predstavljajo tudi pomemben dejavnik pri ekonomiki pridelave. V kolikor imamo opraviti s slabšim delovanjem FFS, ki je posledica razvoja odpornosti ŠO na FFS, se nam pričenjajo pojavljati težave glede kakovosti kot tudi količine pridelka, kar lahko posledično pomeni tudi precejšen negativen ekonomski vpliv za pridelovalce. S pojavom odpornosti se občutno povečajo stroški zatiranja ŠO in paritetni delež le-teh v celotnih stroških pridelave neke gojene rastline. Dodatno je ekonomski rezultat slabši zaradi povečanih izgub in slabše kakovosti pridelka. Posredni negativni učinki se lahko pokažejo tudi v povečanem številu in koncentracijah ostankov aktivnih snovi FFS v pridelkih, kar se lahko negativno odraza v smislu marketinške kakovosti, ki lahko posledično vpliva na znižanje cen pridelkov. Ob tem pa ne smemo nikakor pozabiti na povečano obremenitev okolja in neciljnih organizmov, kar vse povzroči povečana poraba FFS zaradi pojava odpornosti.

Pomen za družbo

V kolikor bomo kmetijske pridelovalce usposobili za prepoznavanje pojavov odpornosti z namenom čim prejšnjega zaznavanja ter jih ozaveščali ter svetovali glede ukrepov za preprečevanje odpornosti, bomo s tem najprej vplivali na njihov ekonomski rezultat in tudi na konkurenčnost, kar pa se posredno odraža tudi v celotni družbi. Konkurenčni pridelovalci so namreč pogoj za vzdrževanje in razvoj kmetijstva pri nas. Višji in kakovostnejši pridelki bodo pripomogli tudi k večji samooskrbi oziroma prehranski varnosti, kar je tudi pomembno predvsem za družbo oziroma državo. Prehranska varnost in stopnja samooskrbe s hrano je za Slovenijo in njeno politiko izjemno pomembna (Resolucija, 2011; NAP, 2012; Strategija, 2014). Žal pa je zlasti na področju pridelave poljščin in vrtnin Slovenija močno odvisna od uvoza. Stopnja samooskrbe je le 48 % pri sveži in predelani zelenjavi ter 36 % pri sveži zelenjavi. Poraba zelenjave je v porastu, saj smo jo v letih med 2011 in 2015 porabili v povprečju 25 % več v primerjavi z obdobjem 2001–2005 (Zagorc in sod., 2015; Zagorc in sod., 2016). Ohranjanje delovnih mest na kmetijah pa pomeni tudi skladen regionalen razvoj in poseljenost podeželja, kar je prav tako eden izmed pomembnih ciljev večjih področnih strategij razvoja Slovenije. Ob tem pa ne smemo pozabiti še manjših vplivov na okolje. Ustrezne tehnologije, ki bodo vključevale antirezistenčne strategije bodo v veliki meri pripomogle k manjši obremenitvi okolja s FFS, hkrati pa bomo zaradi višjih pridelkov pripomogli tudi k večji samooskrbi oziroma prehranski varnosti, kar je pomembno predvsem za družbo kot celoto.

Zaradi navedenega je poznavanje strategij omejevanja odpornosti na nivoju nacionalnega gospodarstva zelo pomembno tudi za ostale deležnike v naši družbi, od tistih, ki se ukvarjajo s trženjem FFS, strokovnim svetovanjem varstva rastlin, registracijo FFS in razvojem sistemov kmetijskih okoljskih podpor ter varovanjem okolja. Za kvalitetno delo teh skupin deležnikov, oziroma za njihovo kreiranje ter usmerjanje razvoja kmetijstva in pridelovalnih sistemov, je potrebno imeti tudi znanja o omejevanju pojavov odpornosti, ki lahko skupaj z drugimi znanji in informacijami nudijo ustrezno podlago za nacionalno trajnostno strategijo kmetijske pridelave.

5. Spisek citirane in uporabljene literature

Alyokhin A., Baker M., Mota-Sanchez D., Dively G., Grafius E. 2008. Colorado potato beetle resistance to insecticides. *American Journal of Potato Research*, 85: 395-413
Arthropod pesticide resistance database. <http://www.pesticideresistance.com/>

Bardin M., Ajouz S., Comby M., Lopez-Ferber M., Graillot B., Siegwart M., Nicot C. 2015. Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides? *Frontiers in the Plant Science*, 6, 1-14 (doi: 10.3389/fpls.2015.00566).

Barzman M., Bàrberi P., Birch ANE., Boonekamp P., Dachbrodt-Saaydeh S., Graf B., Hommel B., Jensen JE., Kiss J., Kudsk P., Lamichhane JR., Messéan A., Moonen AC., Ratnadass A., Ricci P., Sarah JL., Sattin M., 2015. Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* (2015) 35:1199–1215. DOI 10.1007/s13593-015-0327-9.

Bellinger R.G. 1996. Pest resistance to pesticides. Department of Entomology. Clemson University. ipm.ncsu.edu/safety/factsheets/resistan.pdf

Brent K.J. in Hollomon D. 2007. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed. *FRAC Monograph 1*, 60 s.

Devine J.G., Denholm I. 2003. Insecticide and acaricide resistance. V: *Encyclopedia of*

insects. Resh V.H. in Carde R.T.(eds.). Academic Press: 569-576

Dolinar M., 1996: Odpornost hmeljeve peronospre na ridomil in monitoring rezistence. Hmeljar 65/3-4. 43-46.

Fungicide resistance action committee (FRAC). www.frac.info

Gisi U., Sierotzki H. 2008. Fungicide modes of action and resistance in downy mildews. European Journal of Plant Pathology, 122: 157-167

Gisi U. 1992. FRAC methods for monitoring the sensitivity of fungal pathogens to phenylamide fungicides developed by the Phenylamide Fungicide Resistance Action Committee (PA-FRAC) of GIFAP. EPPO Bulletin, 22, 2: 297-322

Gisi U., Cohen Y. 1996. Resistance to phenylamide fungicides: A case study with *Phytophthora infestans* involving mating type and race structure. Annual Revue of Phytopathology, 34: 549-572
FRAC. Fungicide Resistance Action Committee. Monitoring methods.
<http://www.frac.info/monitoring-methods>

Heap IM, 2014. Global herbicide resistance challenge Pest Manag Sci, 70: 1305

Heap IM, 2013. International Survey of Herbicide-Resistant Weeds.

<http://www.weedscience.org>

Herbicide resistance action committee (HRAC). www.hracglobal.com/

Hellwig, K., Kremheller, H. T., and Agerer, R.1991. Untersuchen zur resistenz von *Pseudoperonospora humuli* (Miy. & Tak.)Wilson gegenüber metalaxyl. Gesunde Pflanz. 43:400404.

Hrzič A. 1967. Pokusi sa lindanskim preparatima na ličinke krumpirove zlatice. Letno poročilo. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 18 str.

Insecticide resistance action committee (IRAC): Resistance management for sustainable agriculture and improved public health.

<http://www.irc-online.org/>

Jutsum AR, Heaney SP., Perrin BM in Wege PJ 1998. Pesticide resistance: Assessment of risk and the development and implementation of effective management strategies, Pesticide Science 54(4):435 – 446.

Karagac U.S. 2012. Insecticide resistance. V: Insecticides – advances in integrated pest management. Perveen F. (ur.). Rijeka, InTech: 469-478

<http://www.interchopen.com/books/insecticides-advances-in-integrated-pest-management/insecticide-resistance>

Klein, R. E. 1994. Occurrence and incidence of metalaxyl resistance in *Pseudoperonospora humuli* in the Pacific Northwest. Plant Dis.78:161-163.

Lešnik, M., Paušič, A., Vincek, K., Vajs, S. 2019. Ocena stopnje učinkovitosti insekticidov za zatiranje repičarja in ogrščičnega kljunotaja = Assessment of insecticide efficacy in controlling canola and rape stem weevil. V: Trdan, S. (ur.). Izvlečki referatov = Abstract volume, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019 = 14th Slovenian conference on plant protection, Maribor,

Slovenija, March 5th-6th, 2019. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia. 2019, str. 17-18. [COBISS.SI-ID 4548396]

Lešnik, M., Vajs, S., Paušič, A., 2019. Testiranje prosastih plevelnih trav glede tolerantnosti na nekatere herbicide = Testing panicod grass weeds for herbicide tolerance. V: Trdan, S. (ur.). Izvlečki referatov = Abstract volume, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019 = 14th Slovenian conference on plant protection, Maribor, Slovenija, March 5th-6th, 2019. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia. 2019, str. 23. [COBISS.SI-ID 4548652]

Lešnik, M., Vajs, S., Paušič, A., 2019. Preučevanje učinkovitosti insekticidov za zatiranje tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Linderman) v čebuli = Assessment of insecticide efficacy in controlling tobacco trips. V: Trdan, S. (ur.). Izvlečki referatov = Abstract volume, 14. Slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, Maribor, 5.- 6. marec 2019 = 14th Slovenian conference on plant protection, Maribor, Slovenija, March 5th-6th, 2019. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia. 2019, str. 58-59. [COBISS.SI-ID 4549164]

NAP, 2012. Nacionalni akcijski program za doseganje trajnostne rabe fitofarmacevtskih sredstev za obdobje 2012-2022. 38 pp.

Nelson, M. E., Eastwell, K. C., Grove, G. G., Barbour, J. D., Ocamb, C. M., and Alldredge, J. R. 2004. Sensitivity of *Pseudoperonospora humuli* (the causal agent of hop downy mildew) from Washington, Idaho, and Oregon to fosetyl-Al (Aliette). Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2004-0811-01-RS.

Nicastro RL, Sato ME, da Silva MZ, 2010. Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Selection, stability and cross-resistance to abamectin. Exp. Appl. Acarol. 50, 231–241.

Pravilnik o integriranem varstvu rastlin pred škodljivimi organizmi, 2014. Uradni list Republike Slovenije, številka 43, 2014.

PRP, 2016. Program razvoja podeželja RS za obdobje 2014-2020, Prva sprememba. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Direktorat za kmetijstvo, Ljubljana, Slovenija. 21.3.2016. 973 pp.

RAC: The facts – History & overview of resistance.

<http://www.irc-online.org/content/uploads/Resistance-The-Facts.pdf>

Rak Cizej, M., Radišek, S., Leskošek, G., Čeh, B., Oset Luskar, M., Čerenak, A. 2018. Smernice integriranega varstva hmelja : verzija 1/18. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, 2018. 29 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 921975]

Rak Cizej, M. 2017. Two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, has developed resistances to chemical acaricides in Slovenian hop gardens. V: WEIHRAUCH, Florian (ur.). Proceedings of the Scientific Commission [of the] International Hop Growers` Convention, St. Stefan am Walde, Austria, 25-29 June 2017. Wolnzach, Germany: Scientific-Technical Commission, I.H.G.C., 2017. Str. 58. Proceedings of the Scientific Commission (International Hop Growers' Convention. ISSN 2512-3785. [COBISS.SI-ID 751756]

Resolucija, 2011. Resolucija o strateških usmeritvah razvoja slovenskega kmetijstva in živilstva do leta 2020 –»Zagotovimo si hrano za jutri«. Uradni list RS št. 25/11 z dne 4. 4. 2011. 23 pp.

Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev (FFS). Republika Slovenija. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Fitosanitarna uprava Republike Slovenije. <http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm>, [20 junij 2016].

Simončič A., 1997. Pojav in pomen odpornosti bele metlike (*Chenopodium album*) na atrazin v Sloveniji. V: Maček, J.(ur.). Zbornik predavanj in referatov 3. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 4. do 5. Marca 1997. Ljubljana, DVRS, 1997, str. 243-248.

Simončič, A., 2001. Odpornost srhkodlakavega ščira na atrazin v Sloveniji. V: Maček, J. (ur.). Zbornik predavanj in referatov 5. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Čatežu ob Savi od 6. do 8. marca 2001. Ljubljana, DVRS, 2001, str. 403.

Simončič A., 2008. Pleveli v koruzi in njihovo zatiranje. V: Čergan, Z.(ur.). Koruza. Ljubljana, Kmečki glas, 2008, str. 87-106.

Strategija, 2014. Strategija za izvajanje resolucije o strateških usmeritvah razvoja slovenskega kmetijstva in živilstva do leta 2020. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, 2014. 172 pp.

Sparks, T.C. & Nauen, R. 2015. IRAC: Mode of action classification and insecticide resistance management. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 122-128.

Siegwart M., Lopez C.B., Besse S., Bardin M., Nicot C., Lopez-Ferber M. 2015. Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review. *Front Plant Sci.* 6: 381. (10.3389/fpls.2015.00381)

Unuk, T. (avtor, urednik), Lešnik, M., Rozman, Č., Hudina, M., Stopar, M., Zlatič, E., Donik Purgaj, B., Mrzlič, D., Tojnko, S. 2018. Tehnološka navodila za izvedbo nekaterih ukrepov v pridelavi hrušk in češenj. 1. izd. Maribor: Univerzitetna založba Univerze, 2018. 87 str., 23 cm. ISBN 978-961-286-149-0. <http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/328>. [COBISS.SI-ID 94217473]

Unuk, T. (avtor, urednik), Lešnik, M., Rozman, Č., Hudina, M., Stopar, M., Zlatič, E., Donik Purgaj, B., Mrzlič, D., Tojnko, S. 2018. Tehnološka navodila za izvedbo nekaterih ukrepov v pridelavi hrušk in češenj. 1. izd. Maribor: Univerzitetna založba Univerze, 2018. ISBN 978-961-286-148-3. <http://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/328>, doi: 10.18690/978-961-286-148-3. [COBISS.SI-ID 94217985]

Urek G., Bolčič Tavčar M., Fras R., Jejčič V., Per M., Persolja J., Šarc L., Urbančič Zemljič M., Žerjav M. 2013. Temeljna načela dobre kmetijske prakse varstva rastlin in varne rabe fitofarmacevtskih sredstev. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin, Sektor za fitofarmacevtska sredstva. Kmetijski inštitut Slovenije: 265 str.

Wright P.J. 2004. Resistance of *Peronospora destructor* (onion downy mildew) to metalaxyl fungicides. *Proceedings of New Zealand Plant Protection Conference*, 57, 347

Zagorc B., Moljk B., Pintar M. (avtor, urednik), Brečko J., 2016. Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva v letu 2015. Pregled po kmetijskih trgih (v pripravi).

Zagorc B., Moljk B., Pintar M. (avtor, urednik). 2015. Poročilo o stanju kmetijstva, živilstva, gozdarstva in ribištva v letu 2014. Pregled po kmetijskih trgih, (KIS - Poročila o strokovnih nalogah, 170). Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo in okolje: Kmetijski inštitut Slovenije, 2015. 129 str.

Urbančič Zemljič, M. 2014. Odpornost populacij koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say], Coleoptera, Chrysomelidae) v Sloveniji na izbrane insekticide. Magistrsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 2014, 84 str.

Žerjav M. Značilnosti populacije krompirjeve plesni (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) v Sloveniji v obdobju med 2002 in 2015. Magistrsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 2016, 73 str.

Žolnir, M. Monitoring odpornosti škodljivih organizmov na fitofarmacevtske pripravke v hmeljiščih. Zaključno poročilo za MZT in Hmeljarsko družbo Slovenije, 1996.

Žolnir, M.: Odpornost bolezni in škodljivcev na fitofarmacevtska sredstva v hmeljskih nasadih, Varstvo hmeljnih nasadov: V: Čerenak, Andreja (ur.), Friškovec, Irena (ur.). 39 seminar o hmeljarstvu, Portorož, 25. in 26. januar 2001, Slovenija: povzetki prispevkov. Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, 2001, str. 28-29.