

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/42



## ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

### A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

#### 1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

<b>Šifra projekta</b>	L4-2400
<b>Naslov projekta</b>	Raziskave mehanizmov razvoja nekroz na gomoljih krompirja po okužbi z Y virusom
<b>Vodja projekta</b>	5667 Vladimir Meglič
<b>Tip projekta</b>	L Aplikativni projekt
<b>Obseg raziskovalnih ur</b>	4650
<b>Cenovni razred</b>	B
<b>Trajanje projekta</b>	05.2009 - 04.2012
<b>Nosilna raziskovalna organizacija</b>	401 Kmetijski inštitut Slovenije
<b>Raziskovalne organizacije - soizvajalke</b>	
<b>Raziskovalno področje po šifrantu ARRS</b>	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 Kmetijske rastline
<b>Družbeno-ekonomski cilj</b>	13.04 Kmetijske vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)

#### 2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS<sup>1</sup>

<b>Šifra</b>	4.01
<b>- Veda</b>	4 Kmetijske vede
<b>- Področje</b>	4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

### B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

#### 3. Povzetek raziskovalnega projekta<sup>2</sup>

SLO

Krompir (*Solanum tuberosum* L.) je ena najpomembnejših kmetijskih rastlin, ki se uporablja za prehrano ljudi. Pomembno vlogo pri zmanjšanju pridelka krompirja imajo virusi. Najpomembnejši je krompirjev virus Y (PVY), katerega različki lahko povzročijo izgube pridelka od 10 do 90%. Različek PVYNTN, ki povzroča nekroze na gomoljih, je najbolj agresiven. V

srednje evropskih državah se je pojavil po letu 1980 in se do konca stoletja hitro razširil po vsej Evropi. Virus povzroča nekrotične znake po celotni rastlini, največ škode pa povzroči na gomoljih občutljivih sort, ki so zato neprimerni za trženje. Slovenska sorta Igor je ena najbolj občutljivejših, saj se močni nekrotični znaki pojavljajo na večini okuženih gomoljev. Dosedanje ugotovitve o vplivu visokih temperatur na pojavljanje nekroz na gomoljih smo nadgradili z novimi spoznanji o trajni inhibiciji pojavljanja nekroz zaradi vpliva dalj trajajočih nizkih temperatur. Kljub številnim raziskavam genoma virusa znanstveniki doslej niso uspeli pojasniti nastanka nekroz in mehanizmov, ki potekajo pri njihovem pojavljanju. V projektu smo tovrstne raziskave prenesli na nivo interakcije gostitelj-patogen-okolje (krompir-PVY-temperatura) in pokazali, da način in obseg pojavljanja nekrotičnih znakov na gomoljih ni odvisen le od virusnega izolata, temveč tudi od genotipa krompirja in njunih interakcij z okoljem. Ti rezultati so pomembni tudi za karakterizacijo različkov PVY, ki smo jo opravili po doslej uveljavljenih metodah, saj se je pokazalo, da bi bilo nujno pri razvrščanju različkov v postavljen sistem klasifikacije upoštevati še njihovo odzivnost na različno občutljive sorte krompirja. Zbrani podatki, ki vključujejo karakterizacijo virusa, preučitev genotipa krompirjevih sort, interakcij krompir-PVY in okoljskih dejavnikov bodo podlaga za izdelavo modela za ugotavljanje občutljivosti sort na pojav nekrotičnih znakov na gomoljih po okužbi s krompirjevim virusom Y. Hitra in zanesljiva metoda za ugotavljanje občutljivosti krompirja na nekroze na gomoljih in vitro bo pomembno orodje v raziskavah kompleksa različkov PVYNTN. Med številnimi posledicami virusne okužbe je tudi spremenjen vzorec izražanja gostiteljevih genov. Identifikacija gostiteljevih genov s spremenjenim transkripcijskim profilom mRNA ter pojasnjevanje načinov in vzrokov sprememb v izražanju predstavljajo glavne izzive za raziskovalce. Nova spoznanja obetajo nadaljnje raziskovanje funkcij genov s spremenjenim profilom izražanja v interakcijah med rastlino in virusom. Raziskave bodo pripomogle k identifikaciji novih kandidatnih genov, ki bodo omogočali žlahtnjenje na nekroze tolerantnih in/ali odpornih sort. Rezultati raziskave predstavljajo nova znanstvena spoznanja, ki so pomembna tako za razvoj znanosti kot za razvoj našega raziskovalnega področja agrobiodiverzitete.

ANG

Potato (*Solanum tuberosum* L.) is one of the most important crops in the world grown for human consumption. Virus infections represent serious threat for its production. The most important one is Potato virus Y (PVY), which can cause yield losses from 10 to 90%. Among various PVY strains, tuber necrotic strain (PVYNTN) is the most aggressive one. It appeared in central European countries after 1980 and spread across the Europe by the end of the 20th century, causing large crop losses in several countries, including Slovenia. It is mostly responsible for development of necrotic symptoms on tubers. Symptoms may develop on different parts of potato plant, but those which develop on potato tubers of sensitive potato cultivars make them unmarketable. Slovenian cultivar Igor was proven to be one of the most susceptible and sensitive ones and severe necrotic symptoms are visible on most of the infected tubers. The knowledge about the influence of high temperatures on tuber necrosis development were upgraded with new data about the permanent inhibition of necrosis appearance due to influence of long term low temperatures. Despite extensive research on virus genom scientists couldn't explain the enigma of necrosis appearance and physiological mechanisms behind. In the project, the research has been shifted to plant-pathogen-environment interactions (potato-PVY-temperatures) and we have showed the importance of those interactions and not only of the virus isolates. The results suggests that for PVY isolate characterisation purposes the use of standard characterization methods is not sufficient for virus classification, so the introduction of potato plant-virus bioassay of necrosis appearance is necessary. The acquired data which include virus characterization, study of potato genotype-PVY interaction and environmental conditions will serve as a basis for a model for determination of sensitivity of potato genotypes to the development of tuber necroses after the infection with PVY. Proposed model will enable the study of interactions between potato genome and Potato virus Y on level of necroses expression. Fast and reliable in vitro method for determination of sensitivity to appearance of tuber necrosis will serve as an important tool in further PVYNTN research. One of the consequences of viral infection is the altered expression of host genes. A major challenge has been to identify host genes with altered mRNA transcription profiles and to decipher how and why the changes are initiated. The ultimate goal is to use this information to investigate the functions of genes with altered expression profiles in plant-virus interactions. We expect that these investigations will contribute to the identification of novel candidate genes that can advance potato breeding for virus tolerance and/or resistance. The results will also be important for our future research work in the field of agrobiodiversity.

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

Virusi imajo pomembno vlogo pri zmanjšanju pridelka krompirja. Najpomembnejši je krompirjev virus Y (PVY), katerega različki lahko povzročijo izgube pridelka do 90%. Različek PVYNTN, ki povzroča nekroze na gomoljih, je najbolj agresiven. Virus povzroča nekrotične znake po celotni rastlini, največ škode pa povzroči na gomoljih občutljivih sort, ki so zaradi nekroz neprimerni za trženje. Slovenska sorta Igor je ena najbolj občutljivejših, saj se močni nekrotični znaki pojavljajo na večini okuženih gomoljev. Doslej so že bile razvite metode za razločevanje različkov N in NTN, medtem ko še ni zanesljive metode za ugotavljanje občutljivosti sort na pojav nekroz na gomoljih. Ugotovljeno je bilo le, da visoke temperature pospešujejo pojavljanje nekroz na gomoljih. S številnimi raziskavami na nivoju genoma virusa prav tako niso uspeli pojasniti nastanka in mehanizmov, ki potekajo pri pojavljanju nekroz. V projektu smo tovrstne raziskave prenesli na nivo interakcije gostitelj-patogen-okolje (krompir-PVY-temperatura), saj so petnajstletni rezultati strokovnega dela na Kmetijskem inštitutu Slovenije (preskušanja sort krompirja na občutljivost na PVYNTN) kazali, da način in obseg pojavljanja nekrotičnih znakov na gomoljih ni odvisen le od virusnega izolata, temveč tudi od genotipa krompirja in njunih interakcij z okoljem.

Zato smo v okviru projekta zastavili dva zaporedna poskusa, pri katerih smo med skladiščenjem spremljali vpliv različnih temperatur na pojavljanje nekroz na gomoljih, v nadaljevanju pa smo za proučevanje izražanja genov ob pojavu nekrotičnih znakov na gomoljih povezanih z okužbo s PVYNTN uporabili tehniko mikromrež. Prvi poskus s PVYNTN okuženo sorto Igor je potekal v letu 2009. Izhodni material smo dobili tako, da smo brezvirusne gomolje sorte Igor izpostavili naravni okužbi s PVY na polju. Naslednje leto smo iz gomoljev sorte Igor, ki so kazali znake okužbe s PVYNTN virusom, pridelali gomolje za poskus skladiščenja.

Pridelane gomolje smo pobrali v začetku avgusta, jih razporedili glede na velikost v skupine po približno 30 gomoljev ter skupine naključno razporedili za skladiščenje pri različnih temperaturah. Izbrali smo le gomolje, ki niso kazali nekroz na gomoljih. Skladiščenje je potekalo od septembra 2009 do sredine leta 2010. Izbrali smo tri stalne temperature skladiščenja: 4oC, 12 oC in 25oC ter dva spremenljiva načina: začetno skladiščenje na 4oC in na 12 oC, nato pa prenos vzorcev na 25oC. Vzorce smo na višjo temperaturo prenesli po enem, dveh, treh in štirih tednih ter po dveh, štirih in šestih mesecih skladiščenja na 4oC, pri 12 oC pa le v prvih štirih terminih. Za kontrolo smo uporabili brezvirusne gomolje sorte Igor. Na podlagi rezultatov prvega poskusa skladiščenja, smo zasnovali drugi poskus. Uporabili smo štiri občutljive sorte krompirja (Igor, Hermes, Nicola in Donald) ter tri virusne izolate (PVY<sub>o</sub> - slovenski izolat KIS 110/4, PVYN - klasični N švicarski izolat(N605) pridobljen pred pojavom nekrotičnega različka virusa in PVYNTN - slovenski izolat KIS 55/1). V in vitro razmerah smo preskušane sorte okužili z vsemi izolati, pri čemer vse kombinacije okužb niso bile uspešne. V drugem preskusu smo tako preskušali naslednja obravnavanja: Igor NTN, Nicola NTN, Hermes NTN, Igor N, Nicola N, Donald N, Hermes O, Nicola O ter zdravi gomolji vseh štirih sort. Uspešno okužene in vitro rastline smo namnožili, prenesli v rastlinjak in nato v mrežnik ter pridelali izhodiščni material za drugi poskus skladiščenja. Zaradi racionalizacije obsega poskusa smo glede na rezultate prvega poskusa izbrali stalni temperaturi 4oC in 25oC, ter prestavljali vzorce na višjo temperaturo po enem tednu ter po enem, dveh, štirih in šestih mesecih skladiščenja. Ocena nekroz na gomoljih je potekala sprva dnevno, po prenehanju pojavljanja nekroz pa tedensko pri vseh vzorcih na vseh gomoljih. Vsi gomolji so bili v celoti pregledani, označili smo že začetek pojavljanja nekroze. Vsi gomolji z nekrozami so bili označeni tako, da je bilo jasno vidno, kdaj so se nekroze pojavile: pred prestavitvijo na višjo temperaturo ali po njej.

Pri prvem poskusu pri različnih režimih skladiščenja smo ugotovili od 0 do 100% gomoljev z nekrotičnimi znaki. Višja temperatura (24 oC) je pospeševala razvoj nekroz na gomoljih. Ugotovili smo tudi negativen učinek nizkih temperatur na razvoj nekroz na gomoljih. Ko so bili gomolji skladiščeni na 4oC, se na večini gomoljev tudi po 35 tednih skladiščenja niso razvili nekrotični znaki. Pri skladiščenju na 13oC je bilo število gomoljev z nekrozami med obema prej navedenima skrajnostima. Pri obravnavanjih s skladiščenjem gomoljev pri 4oC v začetnem obdobju in nato njihovim prenosom na 24oC po vnaprej določenih razmikih, je podaljševanje skladiščenja na nizki temperaturi povzročilo zakasnitev razvoja nekrotičnih znakov, hkrati pa se je zmanjšal tudi delež gomoljev z nekrozami. Tako se je delež gomoljev z nekrozami induciranimi po prenosu na 24oC zmanjšal od 100% po enem, dveh in štirih tednih skladiščenja pri 4oC na do 60% pri šestih, osmih in dvanajstih tednih skladiščenja pri 4oC. Skladiščenje gomoljev na 4oC je po 21 in 29 tednih popolnoma inhibiralo nastanek nekrotičnih znakov na gomoljih, kljub temu, da smo jih prenesli na optimalno temperaturo (24oC) za njihov razvoj. Po prenosu gomoljev na višjo temperaturo se je odstotek gomoljev z nekrozami povečeval do četrtega tedna po prenosu, nato se ni več spreminjal. Podobno inhibiranje in zakasnitev pojavljanja nekroz smo ugotovili pri drugem poskusu, pri čemer smo ugotovili pojav nekroz tudi pri sicer nenekrotičnem različku PVYN pri sorti Nicola, posebno močno pa pri sorti Igor. Pokazalo se je, da je sorta Igor najbolj občutljivejša za pojav nekrotičnih znakov na gomoljih pri različnih izolatih PVY. Nasprotno je sorta Donald pri izolatu PVYNTN reagirala z največ nekrozami, medtem ko pri klasičnem PVYN nismo ugotovili nekroz.

Za raziskave genov in metabolnih poti, ki so vpletene v razvoja nekroz na gomoljih krompirja po okužbi s PVY, smo uporabili transkriptomski pristop z analizo mikromrež POCI (Agilent). Pri zgoraj opisanem biološkem poskusu skladiščenja gomoljev pri različnih temperaturah smo za ta namen odvzeli 382 vzorcev različnega tkiva krompirjevih gomoljev in iz njih izolirali RNA. Na okuženih krompirjih smo vzorčili nekrotično tkivo, tkivo ob nekrozi (1-3 mm stran od nekroze) ter neprizadeto tkivo, na neokuženih kontrolnih gomoljih krompirja pa smo vzorčili zdravo tkivo. Za študijo z mikromrežami smo izbrali 60 vzorcev. Vzorci so bili hibridizirani v podjetju IMG Laboratories GmbH (Nemčija) na mikromreže POCI (Agilent). Najprej smo opravili testno/pilotno analizo dveh vzorcev v dvojnikih, torej analizo štirih mikromrež, nato je sledil poskus s 56 vzorci, kjer so vzorci štirih bioloških ponovitev pripadali 14 skupinam z različnim obravnavanjem v poskusu. Glede na različna obravnavanja smo preverili vpliv desetih neodvisnih parametrov na diferencialno izražanje genov pri krompirju, pri čemer smo ugotovili naslednje število DE genov:

1. T1 - prvo časovno obdobje skladiščenja gomoljev (september 2009 – november 2009) - 509
2. T2 - drugo časovno obdobje skladiščenja gomoljev (november 2009 – marec 2010) - 566
3. Temp - temperatura skladiščenja (4 ali 25°C) - 4239
4. T1xtemp – interakcija prvega časovnega obdobja in temperature skladiščenja - 370
5. T2xtemp – interakcija drugega časovnega obdobja in temperature skladiščenja - 982
6. Infect – status okužbe (neokužen ali s PVY okužen krompir) - 191
7. T1xinfect – interakcija prvega časovnega obdobja in statusa okužbe - 8
8. T2xinfect – interakcija drugega časovnega obdobja in statusa okužbe - 0
9. Tuber – status gomolja (zdrav, nenekrotičen gomolj ali gomolj z nekrozo) - 78
10. Tissue – tip tkiva (zdravo ali nekrotično tkivo) - 2237

Skupno smo našli 9180 DE genov. Nastanek nekroze na okuženem gomolju je verjetno posledica hipersenzitivnega odgovora rastline gostiteljice na okužbo s PVY. Pri tem v številnih procesih, ki pripeljejo do celične smrti sodeluje izjemno veliko genov. V iskanju odgovora na najpomembnejše zastavljeno vprašanje v poskusu je bilo ob strožjih kriterijih skupno izraženih kar 2.237 genov (tissue), ki so bili razporejeni po vseh funkcionalnih skupinah. V večjem obsegu so se DE geni pojavljali v 15 funkcionalnih skupinah ter skupini genov z nedoločeno funkcijo:

1. fotosinteza: 11 genov
2. glavni metabolizem ogljikovih hidratov: 23 genov
3. stranski metabolizem ogljikovih hidratov: 14 genov
4. fermentacija: 4 (2) gena
5. celična stena: 56 genov
6. metabolizem lipidov: 33 genov
7. metabolizem amino kislin: 48 genov
8. kovine: 18 genov
9. sekundarni metabolizem: 86 genov
10. metabolizem hormonov: 87 genov
11. stres: 132 genov
12. redoks: 23 genov
13. RNA: 133 genov
14. proteini: 151 genov
15. signalne molekule: 106 genov
16. celica: 18 genov
17. razvoj: 37 genov
18. transport: 109 genov
19. geni z različnimi funkcijami: 197 genov
20. skupina z neznano funkcijo genov: 924.

Za študij vpliva interakcije krompir- virusni izolat-okolje na izražanje nekroz na gomoljih, je nujna čim natančnejša preučitev uporabljenih virusnih izolatov. Za karakterizacijo različkov PVY so na voljo številne metode, vendar za razločevanje med različki nimamo na voljo jasnih kriterijev. Vedno znova se namreč pojavljajo deviantni različki, ki ne pašejo v sistem. Rezultati analize in karakterizacije izolatov PVY kažejo, da imamo v zbirki 13 izolatov NTN, 1 izolat O, 1 izolat, pri katerem gre verjetno za mešano okužbo NTN in N ter 4 izolate, pri katerih gre verjetno za mešano okužbo NTN in O. Vsi izolati so bili pridobljeni iz gomoljev z nekrozami, za katere je bil najverjetnejši vzrok okužba s PVYNTN, samim ali v mešani okužbi. Serološki test loči samo med izolati tipa O in tipa N (kar vključuje N in NTN izolate), v kombinaciji z rezultati qPCR pa lahko izolate natančneje opredelimo.

Mikrogomolji so miniaturni semenski gomolji, ki jih gojimo v in vitro razmerah. V projektu smo želeli razviti metodo ugotavljanja občutljivosti sort na PVYNTN in vitro na mikrogomoljih. V postopke mikrotuberizacije smo vključili sorte Igor, Nicola, Hermes in Donald in sicer zdrave rastline ter rastline okužene z različnimi izolati virusa YNTN: izolat 55/1, izolat 56/5 in izolat Kus. Postavljeni so bili trije različni poskusi kjer smo preučevali vpliv različnih gojišč na proces mikrotuberizacije pri okuženih rastlinah. V vseh poskusih smo mikrogomolje gojili v temi pri

temperaturi 25°C. Najvišje število mikrogomoljev smo dobili v primeru, ko smo celotne rastline položili v tekoče MS gojišče z 80g/l sladkorja in pH vrednostjo 5,8. Število in kakovost mikrogomoljev je bila najvišja pri zdravih kontrolnih rastlinah, medtem ko je bilo število gomoljev in njihova velikost pri rastlinah okuženih z različnimi izolati PVY manjša. Pokazalo se je, da je metoda ugotavljanja občutljivosti sort na PVYNTN z metodo mikrotuberizacije manj primerna, saj pri zelo agresivnih izolatih PVY rastline in vitro oblikujejo premajhne mikrogomolje. Zato pa je v in vitro mogoče okuževanje z različnimi izolati virusa, kar smo s pridom izkoristili pri zasnovi drugega skladiščnega poskusa.

Poleg znanstvenega imajo dobljeni rezultati projekta tudi povsem praktični pomen. Številni pridelovalci zaradi zahtev potrošnikov pridelujejo sorte krompirja občutljive na PVYNTN. Pri tem se vsako leto znova srečujejo s problemom pojavljanja nekroz na površini gomoljev ob okužbi s PVYNTN. Rezultati preskusov kažejo, da pri zgodnji porabi krompirja zadovoljive in takojšnje rezultate lahko dosežemo s prenosom pridelka na čim nižjo temperaturo. Še pomembnejše je pravilno skladiščenje občutljivih sort krompirja za ozimnico. Tu glede na rezultate preskusa priporočamo skladiščenje pri nizki temperaturi vsaj 20 tednov, nato lahko temperaturo skladiščenja zvišamo brez posledic za kakovost krompirja.

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

Rezultati pojavljanja nekroz zaradi okužbe s PVYNTN med skladiščenjem jasno potrjujejo postavljeno hipotezo, torej da temperatura različno vpliva na pojavljanje nekroz na gomoljih. Potrdili smo že znano dejstvo, da visoka temperatura pospešuje pojavljanje nekroz na gomoljih. Hkrati pa smo ugotovili, da po daljšem skladiščenju tega učinka ni več. Dokazali smo celo nasprotno, da daljša izpostavljenost nizkim temperaturam prepreči nastanek nekroz, kljub temu, da gomolje potem prestavimo na višjo temperaturo. To smo ugotovili v prvem poskusu skladiščenja na sorti Igor naravno okuženi z PVY, potrdili pa v drugem poskusu na več sortah okuženih z različnimi izolati PVY. Ugotovili smo, da je sorta Igor od vseh preskušanih občutljivih sort, ki se v tujini uporabljajo za določevanje občutljivosti na PVYNTN, dejansko najprimernejša, saj je reagirala z močnimi nekrozami pri zelo različnih izolatih tega virusa. Nasprotno je bila sorta Donald zelo specifična in je na YNTN izjemno močno reagirala, ob okužbi s PVYNTN pa nismo opazili nekroz na gomoljih. Ti rezultati so pomembni tudi za karakterizacijo različkov PVY, ki smo jo opravili po doslej uveljavljenih metodah, saj se je pokazalo, da bi bilo nujno pri razvrščanju različkov v postavljen sistem klasifikacije upoštevati še njihovo odzivnost na različno občutljivih sortah krompirja. Pokazalo se je tudi, da je ugotavljanje občutljivosti sort na PVYNTN z metodo mikrotuberizacije manj primerna, saj pri zelo agresivnih izolatih PVY rastline in vitro oblikujejo premajhne mikrogomolje.

Za raziskave genov in metabolnih poti, ki so vpletene v razvoja nekroz na gomoljih krompirja sorte Igor po okužbi s PVY, smo uporabili transkriptomski pristop z analizo mikromrež POCI (Agilent). Ocenili smo vpliv desetih neodvisnih parametrov na različno izražanje genov v gomoljih krompirja s pomočjo mikromrež. Različno izražene gene smo določili s pomočjo programskega jezika R, paketa Bioconductor in knjižice Limma. Opravljena je bila normalizacija podatkov, implementiran linearni model, verjetnost različnega izražanja pa ovrednotena z statistiko B. Izkazalo se je, da določeni parametri, kot je npr. temperatura skladiščenja, tip tkiva (nekrotično : zdravo) in čas skladiščenja, pa tudi interakcije med temi parametri vplivajo na veliko število genov, ki so razporejeni v večje število funkcionalnih skupin. Po drugi strani sam status okužbe in pojavnost nekroze na gomoljih vplivajo na manjše število genov, ki so močno izraženi, saj se rastlina ciljno bori proti patogenu.

Zastavljeni program je bil v celoti realiziran in zastavljeni cilji doseženi.

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

Ni bilo sprememb.

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

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3597928	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Dolgoročno skladiščenje zavira razvoj nekrotičnih znakov, ki jih na gomoljih povzroča PVY-NTN
		<i>ANG</i>	Long-term cold storage suppress the development of tuber necrosis caused

		by PVY-NTN
Opis	SLO	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv različnih temperatur skladiščenja in fiziološke starosti gomoljev na razvoj nekrotičnih znakov, ki jih na gomoljih povzroča krompirjev virus Y NTN . Okuženi gomolji sorte Igor dveh različnih fizioloških starosti in neokuženi gomolji so bili naključno razporejeni v dvanajst režimov skladiščenja. Kontrolni tretmaji so bili skladiščeni pri konstantnih temperaturah 4, 13 in 24 oC. Gomolji v preostalih devetih tretmajih so bili na začetku preskusa skladiščeni pri 4 oC in po 1 do 29 tednih po spravilu prenešeni na 24 oC. Visoke temperature skladiščenja so spodbudile nastanek nekroz na gomoljih. Podaljšanje skladiščenja pri nizkih temperaturah je povzročilo zamik nastajanja nekroz na gomoljih in zmanjšalo število gomoljev z nekrozami. Če so bili gomolji skladiščeni na nizki temperaturi vsaj 21 tednov, po njihovi prestatitvi na visoko temperaturo na površini nismo našli nekroz. V poskusu nismo mogli potrditi učinka fiziološke starosti gomoljev na pojavljanje nekroz na gomoljih.
	ANG	The aim of this work was to determine the influence of different storage temperatures and tuber maturity on development of tuber necrosis caused by Potato virus Y NTN . Infected tubers of the cultivar Igor of two different maturity groups and non-infected tubers were randomly distributed into 12 storage regimes. Control treatments were stored at constant temperatures of 4, 13 and 24°C. Tubers in the other nine treatments were stored at 4°C at the beginning of experiment and transferred to 24°C after 1 to 29 weeks after harvest. High storage temperatures enhanced the development of tuber necrosis. Prolongation of low temperature storage delayed the development of necrosis and reduced the number of tubers with necrosis. When tubers were stored at low temperature for 21 weeks or more, no necrosis developed after transfer to high temperature. We could not confirm the effect of maturity on development of necrosis caused by PVYNTN.
Objavljeno v	The Association; American journal of potato research; 2011; Issue 4, Vol. 88; str. 318-323; Impact Factor: 1.234; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.225; WoS: AM; Avtorji / Authors: Dolničar Peter, Mavrič Pleško Irena, Meglič Vladimir	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

### 8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine<sup>2</sup>

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	3617384 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Študija različnega izražanja genov s krompirjevim virusom Y okuženih gomoljev krompirja hranjenega pri različnih temperaturah
	ANG	A study of diverse gene expression in potato virus Y infected potato tubers stored in different regimes
Opis	SLO	Krompirjev virus Y je eden izmed virusov, ki pri krompirju povzročajo največ škode. Pokazali smo, da temperatura skladiščenja gomoljev vpliva na razvoj nekroz pri okuženih gomoljih. Skladiščenje pri nizkih temperaturah vodi v nižje izražanje velikega števila genov. Okužba zviša izražanje nekaterih genov, ki so predvidoma vključeni v odziv na biotični stres in mnogih genov povezanih s fotosintezo.
	ANG	Potato virus Y is currently considered to be the most harmful virus in cultivated potatoes. We have shown that potato tuber storage temperature affects tuber necrosis development. Storage at low temperature down-regulates a large number of genes. On the other hand, infection up-regulates some of the genes with putative involvement in biotic stress and

		many genes associated with photosynthesis.
Šifra	F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj
Objavljeno v	Faculty of Medicine; From arrays to understanding diseases and pharmacogenomics of individual drug therapy; 2011; str. 59; Avtorji / Authors: Gerič Stare Barbara, Mavrič Pleško Irena, Dolničar Peter, Šuštar Vozlič Jelka, Rudolf Piliš Katarina, Meglič Vladimir	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
2.	COBISS ID	3914088 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta krompirja ( <i>Solanum tuberosum</i> L.), z odobrenim imenom KIS Krka
	ANG	Inscription of the new potato ( <i>Solanum tuberosum</i> L.) variety in the Variety list of Slovenia with the approved name KIS Krka
Opis	SLO	Vzgoja kakovostnih našim rastnim razmeram prilagojenih sort prispeva k izboljšanju kakovosti kmetijskih pridelkov, zmanjšana uporaba kemičnih sredstev pri pridelavi pa omogoča pridelovalcem večjo konkurenčnost na domačem in svetovnem trgu, potrošnikom pa ponudbo bolj zdrave hrane. Vzgojenih je bilo pet novih sort krompirja: KIS Kokra, KIS Sotla, KIS Mura, KIS Krka, KIS Vipava. Nove sorte so bile vzgojene s klasičnim žlahtnjenjem novih sort krompirja in preskušena za slovensko tržišče. Uporaba lastnih kakovostnih in odpornih sort omogoča ohranitev slovenskega semenarstva in s tem preprečuje dolgoročno škodljivo popolno odvisnost od tujih dobaviteljev semena kmetijskih rastlin. Zaradi vseh navedenih razlogov so rezultati projekta pomembni tudi za sofinancerja.
	ANG	Breeding of new high quality potato cultivars adapted to Slovenian conditions enhance the quality of agricultural products on our market, which provides better foundation to our farmers to compete on domestic and international market. An important benefit is also healthier food for consumers. Five new Slovenian cultivars have been developed: KIS Kokra, KIS Sotla, KIS Mura, KIS Krka, KIS Vipava. New Slovenian cultivars have been bred and tested for Slovenian market. The use of new domestic cultivars is the only way to maintain the existing seed production system in Slovenia in the future and prevent the complete dependence on the imported seed. For these reasons the results are of great importance for the co-funders of the project.
Šifra	F.06	Razvoj novega izdelka
Objavljeno v	Fitosanitarna uprava RS; 2012; 2 str.; A": 1;A': 1; Avtorji / Authors: Dolničar Peter, Meglič Vladimir, Mavrič Pleško Irena	
Tipologija	2.22 Nova sorta	
3.	COBISS ID	3762280 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Sortni izbor krompirja v letu 2012
	ANG	Review of potato varieties in 2012
Opis	SLO	Sortni izbor krompirja je namenjen pridelovalcem krompirja v Sloveniji in je opravljen na podlagi sortnega preskušanja sort. Na podlagi rezultatov projekta smo optimizirali metodiko spremljanja občutljivosti na PVYNTN na gomoljih v sortnih preskusih.
	ANG	Review of potato varieties is prepared for potato producers in Slovenia on the basis of potato variety trials. On the basis of the results the project, the method for evaluation of sensitivity to PVYNTN on tubers in variety trials was optimized.
Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
Objavljeno v	Kmečki glas; Kmečki glas; 2012; Letn. 69, št. 4; str. 8-10; Avtorji /	

		Authors: Dolničar Peter	
	Tipologija	1.04 Strokovni članek	
4.	COBISS ID	245700608	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO 19 EUCARPIA Konferenca	
		ANG 19th EUCARPIA Conference	
	Opis	SLO Organizirali smo evropsko konferenco združenja za žlahtnjenje rastlin, sekcije za genske vire, ki se jo je udeležilo 150 raziskovalcev in strokovnjakov iz Evrope, Amerike in Azije.	
		ANG We have organized 19th EUCARPIA Conference, Genetic Resources Section with participation of 150 researchers and professionals from Europe, Americas and Asia.	
	Šifra	B.01 Organizator znanstvenega srečanja	
	Objavljeno v	Kmetijski inštitut Slovenije; 2009; 101 str.; Avtorji / Authors: Meglič Vladimir, Bastar Manja-Tina	
	Tipologija	2.25 Druge monografije in druga zaključena dela	
5.	COBISS ID	4017768	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Vpliv temperature skladiščenja na kakovost jedilnega krompirja sort, občutljivih na krompirjev virus Yntn	
		ANG The influence of storage temperatures on quality of ware potato varieties susceptible to PVYntn	
	Opis	SLO Krompirjev virus Y je eden izmed virusov, ki pri krompirju povzročajo največ škode. Pokazali smo, da temperatura skladiščenja gomoljev vpliva na razvoj nekroz pri okuženih gomoljih. Skladiščenje pri nizkih temperaturah vodi v preprečevanje razvoja nekroz na gomoljih, kar je pomembno pri pridelovanju občutljivih sort krompirja.	
		ANG Potato virus Y is currently considered to be the most harmful virus in cultivated potatoes. We have shown that low temperature during potato tuber storage inhibits the necrosis development, which is important in potato production of susceptible cultivars.	
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Slovensko agronomsko društvo; Novi izzivi v agronomiji 2013; 2013; Str. 304-308; Avtorji / Authors: Dolničar Peter, Mavrič Pleško Irena, Meglič Vladimir	
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci	

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

Dobljeni rezultati projekta imajo povsem praktični pomen za pridelovanje krompirja v Sloveniji in tujini. Številni pridelovalci zaradi zahtev potrošnikov pridelujejo sorte krompirja občutljive na PVYNTN (Kresnik, Hermes, Nicola, Mona Lisa...). Pri tem se vsako leto znova srečujejo s problemom pojavljanja nekroz na površini gomoljev ob okužbi s PVYNTN, saj je PVY virus, ki okužuje številne kulturne in avtohtone rastline, zato se okužbi kljub sajenju kvalitetnega semenskega krompirja ni možno izogniti. Rezultati projekta kažejo, da pri zgodnji porabi krompirja zadovoljive in takojšnje rezultate lahko dosežemo s prenosom pridelka na čim nižjo temperaturo. Še pomembnejše je pravilno skladiščenje občutljivih sort krompirja za ozimnico. Tu glede na rezultate preskusa priporočamo skladiščenje pri nizki temperaturi vsaj 20 tednov, nato lahko temperaturo skladiščenja zvišamo brez posledic na kakovost krompirja.

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



**10.1.Pomen za razvoj znanosti<sup>10</sup>**

SLO

Rezultati raziskave s področja preučevanja krompirjevega virusa Y in pojavljanja nekroz na okuženih gomoljih zaradi kompleksnosti obravnave (genetski, virološki, ekofiziološki vidik, uporaba biotehnologije) predstavljajo novost na tem področju in nadgrajujejo raziskave, ki trenutno potekajo v Evropi in svetu. Dosedanje ugotovitve o vplivu visokih temperatur na pojavljanje nekroz na gomoljih smo nadgradili z novimi spoznanji o trajni inhibiciji pojavljanja nekroz zaradi vpliva dalj časa trajajočih nizkih temperatur. Kljub številnim raziskavam genoma virusa znanstveniki doslej niso uspeli pojasniti nastanka nekroz in mehanizmov, ki potekajo pri njihovem pojavljanju. V projektu smo tovrstne raziskave prenesli na nivo interakcije gostitelj-patogen-okolje (krompir-PVY-temperatura) in pokazali, da način in obseg pojavljanja nekrotičnih znakov na gomoljih ni odvisen le od virusnega izolata, temveč tudi od genotipa krompirja in njunih interakcij z okoljem. Ti rezultati so pomembni tudi za karakterizacijo različkov PVY, ki smo jo opravili po doslej uveljavljenih metodah, saj se je pokazalo, da bi bilo nujno pri razvrščanju različkov v postavljen sistem klasifikacije upoštevati še njihovo odzivnost na različno občutljivih sortah krompirja. Zbrani podatki, ki vključujejo karakterizacijo virusa, preučitev genotipa krompirjevih sort, interakcij krompir-PVY in okoljskih dejavnikov bodo podlaga za izdelavo modela za ugotavljanje občutljivosti sort na pojav nekrotičnih znakov na gomoljih po okužbi s PV Y. Med številnimi posledicami virusne okužbe je tudi spremenjen vzorec izražanja gostiteljevih genov. Identifikacija gostiteljevih genov s spremenjenim transkripcijskim profilom mRNA ter pojasnjevanje načinov in vzrokov sprememb v izražanju predstavljajo glavne izzive za raziskovalce. Nova spoznanja obetajo nadaljnje raziskovanje funkcij genov s spremenjenim profilom izražanja v interakcijah med rastlino in virusom. Raziskave bodo pripomogle k identifikaciji novih kandidatnih genov, ki bodo omogočali žlahtnjenje na nekroze tolerantnih in/ali odpornih sort. Rezultati raziskave predstavljajo nova znanstvena spoznanja, ki so pomembna tako za razvoj znanosti kot za razvoj našega raziskovalnega področja agrobiodiverzitete.

ANG

Due to the complexity of the research project, that took into account genetic, virological, ecophysiological point of view and use of biotechnology, the results of the project will contribute to new scientific knowledge in the Potato virus Y (PVY) research and resolve problems with potato tuber necrosis. It will complement the research that is currently conducted in this area on the European and world wide level. The knowledge about the influence of high temperatures on tuber necrosis development were upgraded with new data about the permanent inhibition of necrosis appearance due to influence of long term low temperatures. Despite extensive research on virus genome scientists coldn't explain the enigma of necrosis appearance and physiological mechanisms behind it. In the project, the research has been shifted to plant-pathogen-environment interactions (potato-PVY-temperature) and we have showed the importance of those interactions and not only of the virus isolates. The results suggest that standard characterization methods for characterisation of PVY isolates are not sufficient for virus classification, so the introduction of potato plant-virus bioassay of necrosis appearance is necessary. The acquired data which include virus characterization, study of potato genotype-PVY interaction and environmental conditions will serve as a basis for a model for determination of sensitivity of potato genotypes to the development of tuber necroses after the infection with PVY. Proposed model will enable the study of interactions between potato genome and PV Y on level of necroses expression. One of the consequences of viral infection is the altered expression of host genes. A major challenge has been to identify host genes with altered mRNA transcription profiles and to decipher how and why the changes are initiated. The ultimate goal is to use this information to investigate the functions of genes with altered expression profiles in plant-virus interactions. We expect that these investigations will contribute to the identification of novel candidate genes that can advance potato breeding for virus tolerance and/or resistance. The results will also be important for our future research work in the field of agrobiodiversity.

**10.2.Pomen za razvoj Slovenije<sup>11</sup>**

SLO

Zaradi prilagajanja prostemu trgu EU je obseg pridelave krompirja v zadnjih petnajst letih padal in se v zadnjih treh letih ustalil. Raziskave povezane z različnimi boleznimi in škodljivci nam

omogočajo boljši nadzor nad njimi, pogosto se zmanjšuje tudi uporaba kemičnih sredstev za njihovo zatiranje in s tem onesnaževanje okolja. Izboljšanje kakovosti kmetijskih pridelkov in zmanjšana uporaba kemičnih sredstev pri pridelavi pa omogoča pridelovalcem večjo konkurenčnost na domačem in svetovnem trgu, potrošnikom pa ponudbo bolj zdrave hrane. V raziskavi sodeluje skupina raziskovalcev, ki izvaja tudi klasično žlahtnjenje novih sort krompirja in preskušanje primernosti sort krompirja za slovensko tržišče. Raziskava omogoča dolgoročno stabilnost in obogatitev obstoječega programa žlahtnjenja krompirja ter izboljšanje sistema preskušanja tujih sort krompirja, ki so na voljo slovenskim potrošnikom. Uporaba lastnih kakovostnih in odpornih sort omogoča ohranitev slovenskega semenarstva in s tem preprečuje dolgoročno škodljivo popolno odvisnost od tujih dobaviteljev semena kmetijskih rastlin. Zaradi vseh navedenih razlogov bodo rezultati projekta pomembni tudi za sofinancerja. Raziskave projektne skupine na področju genetike, virologije in ekofiziologije že sedaj potekajo tudi v okviru neformalnih mednarodnih sodelovanj in projektov. Ker opisane raziskave predstavljajo nadgradnjo že obstoječih raziskav na področju PVY v Evropi in svetu, pričakujemo, da bomo s tem še povečali možnost mednarodnega sodelovanja na skupnih projektih. V Evropi slovenski prostor na tem področju v zadnjih dvajsetih letih zaradi pojava novega različka PVY, ki je zaradi občutljivosti sorte Igor domala uničil slovensko pridelovanje krompirja, predstavlja specifiko, ki zahteva dodatne raziskave, s predstavitvijo rezultatov tega dela pa prispevamo tudi k promociji Slovenije in njenega znanja.

ANG

Due to the adjustment to EU market the potato production dropped in Slovenia in the last fifteen years, but it started to show a steady growth in the last three years. The research of different pests and diseases increase our ability to control them. We could also decrease the use of pesticides and prevent the pollution of the environment. Consequently, quality of agricultural products is higher, which provides better foundation to our farmers to compete on domestic and international market. An important benefit is also healthier food for consumers. A group of scientist who breed new cultivars and test them for Slovenian market is also a part of research team. The breeding program will benefit from proposed research work with improvement and diversification of breeding tools and procedures yielding better new potato varieties. Potato cultivar testing programme will also benefit with improved system of testing. The use of new domestic cultivars is the only way to maintain the existing seed production system in Slovenia in the future and prevent the complete dependence of the country on imported seed. For all this reasons the results will also be of great importance for the co-funders of the project.

The research of the project group on genetics, virology and ecophysiology is already being conducted in the frame of informal international cooperation and collaboration within different European projects. Since the research results upgrade the current studies on PVY that are conducted on the EU level, there are many possibilities for increasing the collaboration with different research groups outside Slovenia either through joint research projects or multilateral collaboration. Slovenia is unique due to the appearance of the new PVY strain in the last twenty years, which completely destroyed slovenian potato production that was based on susceptible cultivar Igor. This situation called for the need of specific and advanced research. The results of the proposed study will lead to the recognition and promotion of slovenian research in this area and to the promotion of Slovenia as well.

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

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

Cilj	
<b>F.01</b>	<b>Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat <input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov <input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.02</b>	<b>Pridobitev novih znanstvenih spoznanj</b>
	Zastavljen cilj <input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE

	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.03 Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.04 Dvig tehnološke ravni</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
<b>F.05 Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.06 Razvoj novega izdelka</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
<b>F.07 Izboljšanje obstoječega izdelka</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.08 Razvoj in izdelava prototipa</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
<b>F.10 Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
<b>F.11 Razvoj nove storitve</b>		

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

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

	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.29 Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.30 Strokovna ocena stanja</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.31 Razvoj standardov</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.32 Mednarodni patent</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.33 Patent v Sloveniji</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
<b>F.34 Svetovalna dejavnost</b>		
	Zastavljen cilj	<input checked="" type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text" value="Dosežen"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text" value="V celoti"/>
<b>F.35 Drugo</b>		
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input checked="" type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

**Komentar**


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

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
<b>G.01</b>	<b>Razvoj visokošolskega izobraževanja</b>					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.02</b>	<b>Gospodarski razvoj</b>					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.03</b>	<b>Tehnološki razvoj</b>					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" 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 type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.04</b>	<b>Družbeni razvoj</b>					
G.04.01	Dvig kvalitete življenja	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input 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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.05.</b>	<b>Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete</b>					
<b>G.06.</b>	<b>Varovanje okolja in trajnostni razvoj</b>					
<b>G.07</b>	<b>Razvoj družbene infrastrukture</b>					
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"/>	
<b>G.08.</b>	<b>Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva</b>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
<b>G.09.</b>	<b>Drugo:</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

**Komentar**

--

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

	Sofinancer			
1.	Naziv	Ministrstvo za kmetijstvo in okolje		
	Naslov	Dunajska 22, 1000 Ljubljana		
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	52.885,82	EUR	
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	100	%	
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra	
		1. Študija različnega izražanja genov s krompirjevim virusom Y okuženih gomoljev krompirja hranjenega pri različnih temperaturah	F.02	
		2. Pridobitev novih znanj na področju genomike	F.01	
		3. Razvoj in žlahtnjenje novih sort krompirja	F.06	
		4. Prenos tehnologij skladiščenja krompirja v prakso	F.17	
		5. Posredovanje novih znanj in informacij neposrednim uporabnikom na konferencah, kmetijskih sejnih, predavanjih za kmete	F.18	
	Komentar			
	Ocena	Projekt je v celoti zaključen v skladu s pričakovanji sofinancerja.		

**14. Izjemni dosežek v letu 2012<sup>13</sup>****14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

Dosežek 1 v priponki.
-----------------------

**14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek**

Dosežek 2 v priponki.
-----------------------

**C. IZJAVE**

Podpisani izjavljam/o, da:

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



- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

**Podpisi:**

*zastopnik oz. pooblaščen oseba  
raziskovalne organizacije:*

in

*vodja raziskovalnega projekta:*

Kmetijski inštitut Slovenije

Vladimir Meglič

---

**ŽIG**

Kraj in datum: 

Ljubljana	14.3.2013
-----------	-----------

**Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/42**

---

<sup>1</sup> Opredelite raziskovalno področje po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science). Prevajalna tabela med raziskovalnimi področji po klasifikaciji ARRS ter po klasifikaciji FOS 2007 (Fields of Science) s kategorijami WOS (Web of Science) kot podpodročji je dostopna na spletni strani agencije (<http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/sifranti/preslik-vpp-fos-wos.asp>). [Nazaj](#)

<sup>2</sup> Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)

<sup>3</sup> Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>4</sup> Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)

<sup>5</sup> V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)

<sup>6</sup> Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)

<sup>7</sup> Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.

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

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

<sup>8</sup> 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. ker se ga v sistemu COBISS ne vodi). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)

<sup>9</sup> Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)

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

<sup>11</sup> Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

<sup>12</sup> Rubrike izpolnite / prepisite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)

<sup>13</sup> Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2013 v1.00

29-DB-83-4B-D2-B1-E6-2C-18-DF-61-76-68-94-F2-FF-EB-FA-F7-8F

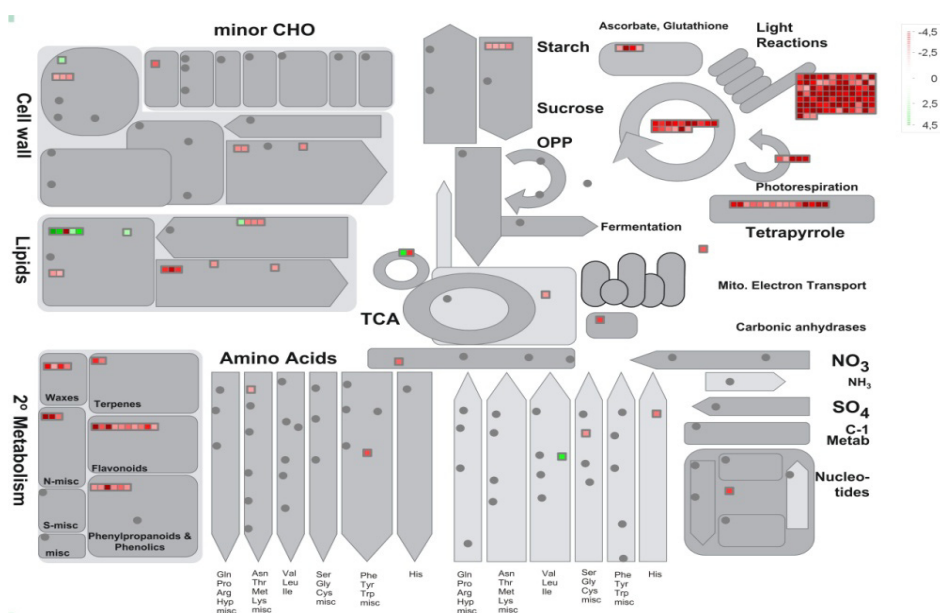
# BIOTEHNIKA

## Področje: 4.03 – Rastlinska produkcija in predelava

### Dosežek 1: A study of diverse gene expression in potato virus Y infected potato tubers stored in different regimes.

Vir: Gerič Stare B., Mavrič Pleško I., Dolničar P., Šuštaršič Vozlič J., Rudolf Piliš K., Meglič V. 2011. V: Juvan P. (ur.), Debeljak N. (ur.). *From arrays to understanding diseases and pharmacogenomics of individual drug therapy*. Ljubljana: Faculty of Medicine, str. 59.

kratica parametra	opis parametra	št. različno izraženih genov
T1	prvo časovno obdobje skladiščenja gomoljev (sept. 2009 – nov. 2009)	509
T2	drugo časovno obdobje skladiščenja gomoljev (nov. 2009 – mar. 2010)	566
temp	temperatura skladiščenja (4 ali 25°C)	4.239
T1xtemp	interakcija prvega časovnega obdobja in temperature skladiščenja	370
T2xtemp	interakcija drugega časovnega obdobja in temperature skladiščenja	982
infect	status okužbe (neokužen ali s PVY okužen krompir)	191
T1xinfect	interakcija prvega časovnega obdobja in statusa okužbe	8
T2xinfect	interakcija drugega časovnega obdobja in statusa okužbe	0
tuber	status gomolja (zdrav, nenekrotičen gomolj ali gomolj z nekrozo)	78
tissue	tip tkiva (zdravo ali nekrotično tkivo)	2.237



Shematski pregled metabolizma za različno izražene gene v gomoljih krompirja pri proučevanju vpliva daljšega časa skladiščenja gomoljev. Z barvnimi kvadrati je prikazano  $\log_2$  razmerje med izražanjem pri skladiščenih gomoljih in neskladiščenimi gomolji za posamezen gen (rdeča barva – zmanjšano izražanje, zelena – povečano izražanje po daljšem času skladiščenja).

Ovrednotili smo vpliv desetih neodvisnih parametrov na različno izražanje genov v gomoljih krompirja s pomočjo mikromrež POCI (Agilent). Temperatura in čas skladiščenja gomoljev krompirjev namreč vplivata na razvoj nekroz na gomoljih zaradi okužbe z virusom PVY. Medtem ko okužba s PVY<sup>NTN</sup> povzroči večje izražanje velikega števila genov za fotosintezo, pa daljši čas skladiščenja in nizka temperatura skladiščenja zmanjšata izražanje genov te skupine, kar je lahko razlog, da po določenem času skladiščenja pri nizki temperaturi okuženi gomolji ne razvijejo nekroz tudi po prenosu na višjo temperaturo.

# BIOTEHNIKA

Področje: 4.03 – Rastlinska produkcija in predelava

## Dosežek 2: Nove sorte krompirja KIS Kokra, KIS Sotla, KIS Mura, KIS Krka, KIS Vipava

Vir: DOLNIČAR, Peter, MEGLIČ, Vladimir, MAVRIČ PLEŠKO, Irena. V sortno listo Republike Slovenije se vpiše sorta krompirja (*Solanum tuberosum* L.), z odobrenim imenom KIS Krka : registrska številka sorte SOT204 : odločba RS Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava RS, 3432-70/2009/8, 24.08.2012. Ljubljana, 2012: Fitosanitarna uprava RS. 2 str. (podobno za ostale 4 sorte)

Kis Vipava in KIS Kokra sta primerni za ekološko in bolj ekstenzivno pridelovanje



KIS Krka je tolerantna na sušne razmere in zato primerna za plitva peščena tla



KIS Mura se dobro skladišči do pozne pomladi



KIS Sotla  
Je kakovostna večnamenska sorta prilagojena okusu slovenskih potrošnikov.



Odpornost proti plesni in PVY<sup>NTN</sup>

### Nove sorte krompirja in njihova odpornost

Nove sorte so rezultat dolgoletnega žlahtniteljskega dela na Kmetijskem inštitutu Slovenije in dopolnjujejo sortiment, prilagojen slovenskim ekopedološkim razmeram. Vse so ekstremno odporne proti krompirjevemu virusu Y<sup>NTN</sup> (vir odpornosti *Solanum stoloniferum*) nekatere so odporne proti krompirjevi plesni na listih, proti krompirjevim cistotvornim ogorčicam ter krompirjevemu raku.

### Postopek žlahtnjenja novih sort krompirja

Postopek žlahtnjenja novih sort krompirja zajema vrednotenje in odbiro starševskih lastnosti sort ter klonov. Sledijo križanja v mrežniku z vzpodbujanjem cvetenja s tehniko saditve na opeko. Po škropljenju sejancev s PVY opravimo negativno odbiro na odpornost proti virusu Y in tolerantnost na herbicid metribuzin. Nato sledi 8 do 10 letna odbira na izbranih kvalitativnih in kvantitativnih ter agronomskih lastnosti. Spremljanje primernosti za uporabo poteka od tretjega leta saditve na polju. Pred uvrstitvijo najboljših križancev v sortne preskuse naredimo prvi opis morfoloških lastnosti (rastline, gomolji, svetlobni kaliči). Sortni poskusi potekajo v ponovitvah in najboljši kloni so uvrščeni v uradno preskušanje. Ko križanec uspešno opravi še preskušanje RIN, je potrjen v novo sorto.