

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2013/201



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J4-2228
Naslov projekta	Pristopi sistemske biologije za analizo interakcije med rastlino in patogenom
Vodja projekta	12688 Kristina Gruden
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	4173
Cenovni razred	C
Trajanje projekta	05.2009 - 04.2012
Nosilna raziskovalna organizacija	105 Nacionalni inštitut za biologijo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.06 Biotehnologija 4.06.05 Rastlinska biotehnologija
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo

2. Raziskovalno področje po šifrantu FOS¹

Šifra	1.06
- Veda	1 Naravoslovne vede
- Področje	1.06 Biologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta²

SLO

V projektu smo proučevali odziv rastlin na virusno okužbo pri rastlinah krompirja (*Solanum tuberosum* L.) okuženih s krompirjevim virusom Y^{NTN} (PVY^{NTN}). Ta virus povzroča hudo bolezen imenovano prstanasta nekroza gomoljev krompirja. Ključni mehanizmi odpornosti oziroma občutljivosti rastlin na virusno okužbo so slabo poznani. Namen projekta je bil pridobiti

nova znanja o interakciji med rastlinami in virusi s pristopom sistemske biologije in integracije podatkov. Pri tem igra pomembno vlogo kombinacija uporabe modernih pristopov molekularne biologije in informacijskih tehnologij. Prvi omogočajo pridobivanje kvantitativnih podatkov o biološkem sistemu, ki ga proučujemo, drugi pa omogočajo integracijo podatkov iz različnih virov in eksperimentov. S pomočjo modeliranja pa take kompleksne podatke lahko združimo v nova znanja o raziskovanem sistemu. V okviru projekta smo izvedli več bioloških poskusov, v katerih smo s pomočjo netačnih orodij preučevali odziv krompirja na okužbo. Ugotovili smo, da je za uspešno obrambo pred patogenom bistvena dinamika obrambnega odziva. To je prvi pomemben dosežek tega projekta. Le-to pa se najlažje proučuje s pomočjo dinamičnega modeliranja. Ozko grlo v sistemske biologiji so trenutno biološki podatki, ki bi dobro opisali dinamiko sistema. Mi smo v okviru tega projekta prvi pridobili podatke o transkriptomskem odzivu rastline na napad virusa v daljši časovni vrsti, kar je osnova za nadaljnja modeliranja odziva. Za boljše razumevanje interakcije med rastlino in patogenom smo v okviru projekta razvili tudi nekaj bioinformatičnih orodij oz. orodij podatkovnega rudarjenja. Podatkovna baza GoMapMan omogoča integracijo znanja iz različnih baz znanja preko različnih rastlinskih vrst. Metoda PlantBioMine omogoča vizualizacijo eksperimentalnih rezultatov transkriptomskih ali proteomskih študij v obstoječem znanju. Metoda RelSets se je izkazala kot uporabna za iskanje genov, ki določajo skupino vzorcev in tako z njo lahko dopolnujemo klasičen statističen analitski pristop, ki nam kot rezultat da listo genov, ki najbolj razlikujejo skupine vzorcev. Orodje Bio3Graph pa omogoča iskanje znanja v tekstovnih bazah podatkov. Najpomembnejši dosežek projekta pa je model rastlinske obrambne signalizacije. Sestavljen je iz 175 komponent in 524 reakcij med njimi in je trenutno najboljše model, ki povezuje signalizacijo hormonov salicilne kisline, jasmonske kisline in etilena. Model smo v njegovi kvalitativni verziji že uporabili kot generator hipotez, ki jih sedaj testiramo v laboratoriju. Prav tako model omogoča simulacije in enostavne kvantitativne analize kar predstavlja osnovo za nadaljnjo poglobljeno analizo obrambne signalizacije pri rastlinah.

ANG

Within this project we have studied interaction between potato (*Solanum tuberosum* L.) and potato virus Y (PVY^{NTN}). This virus causes severe disease of potato, Potato Tuber Ring Necrosis Disease, causing severe tuber quality loss and yield reduction. Potato genotypes are differently susceptible to the virus but the underlying molecular mechanisms of interaction are largely unknown. The aim of the project was to extend the knowledge on biology of plant virus interaction using systems biology approach. Thus we needed to combine both modern molecular biology as well as information technology approaches. The first require acquirement of quantitative data describing biological system and for the second data integration from various sources and experimental setups. Such complex data can be best biologically understood if a mathematical model of the system is set. We have performed several biological experiments to study the response of potato to viral infection in a non-targeted manner. We have concluded that dynamics of the defence response is crucial for the outcome of the interaction, either disease or resistance to the pathogen, which we consider a first important outcome of the project. One of the bottlenecks in systems biology is currently the availability of data that would describe the dynamics of the system. A longer time series dataset describing transcriptomics responses of plant after viral infection was first acquired within this project and represent a basis for further modelling of plant defence signalling. We have in addition developed several bioinformatics and data mining tools to assist in biological interpretation of experimental data. GoMapMan database integrates knowledge from different sources across different plant species. PlantBioMine enables visualisation of transcriptomics and proteomics experimental data in existing knowledge. Methodology RelSets proved useful for identification of genes that determine sample group and can be applied to complement statistical analysis. Bio3Graph methodology is a text mining tool that extracts information in a format suitable for model construction. The most important outcome of the project is however the model of plant defence signalling. It consists of 175 components and 524 reactions and is currently the most detailed model of salicylic acid, jasmonic acid and ethylene related signalling pathways available. The qualitative model was already used as hypothesis generator, two hypotheses are now being tested in the lab. The model also enables simulations and simple quantitative analysis which represents the basis for further more comprehensive analysis of plant defence signalling.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu³

V okviru projekta smo proučevali odziv rastlin na virusno okužbo pri rastlinah krompirja (*Solanum tuberosum* L.) okuženih s krompirjevim virusom Y^{NTN} (PVY^{NTN}). Ta virus povzroča hudo bolezen imenovano prstanasta nekroza gomoljev krompirja. Ključni mehanizmi

odpornosti oziroma občutljivosti rastlin na virusno okužbo so slabo poznani. Namen projekta je bil pridobiti nova znanja o interakciji med rastlinami in virusi s pristopom sistemske biologije in integracije podatkov. Pri tem igra pomembno vlogo kombinacija uporabe modernih pristopov molekularne biologije in informacijskih tehnologij. Prvi omogočajo pridobivanje kvantitativnih podatkov o biološkem sistemu, ki ga proučujemo, drugi po omogočajo integracijo podatkov iz različnih virov in eksperimentov. S pomočjo modeliranja pa take kompleksne podatke lahko združimo v nova znanja o raziskovanem sistemu.

Znanje o interakciji med krompirjem in PVY^{NTN} smo v okviru tega projekta nadgradili z več eksperimenti. Primerjali smo hitre odzive občutljive sorte Igor in rezistentne sorte Sante z integracijo eksperimentalnih podatkov mikromrež z obstoječim znanjem na osnovi orodja MapMan (Baebler et al. 'PVYNTN elicits a diverse gene expression response in different potato genotypes in the first 12 h after inoculation.' *Mol. plant pathol.*, 2009). V drugem letu trajanja projekta, smo se posvetili obdelavi podatkov DNA mikromrež za primerjavo odziva krompirja na mili in agresivni izolat virusa PVY (Kogovšek et al., 'Aggressive and mild Potato virus Y isolates trigger different specific responses in susceptible potato plants.' *Plant Pathol.*, 2010). Ugotovili smo, da se razlike pojavljajo v genih povezanih z akumulacijo sladkorjev in učinkovitostjo fotosinteze. Nekateri geni povezani z obrambnimi odgovori pa so se po okužbi z agresivnim izolatom aktivirali kasneje. To delo smo izvedli v sodelovanju s skupino dr. Boonhama iz velike Britanije.

Za razumevanje dinamike procesov v interakciji smo pridobili dodatne genotipe krompirja (pridobljene s klasično vzgojo ali pa s transformacijo) od partnerjev iz *Institute of Plant Biochemistry*, Halle, Germany in *Institute of Biochemistry and Biophysics PAS*, Varšava, Poljska in v sodelovanju z njimi zastavili preliminarne poskuse. Izbrali smo sedem različnih časovnih točk po okužbi rastline z virusom. Vzorce spodnjih inokuliranih listov in zgornjih neinokuliranih listov smo analizirali s PCR v realnem času. Za analizo podatkov te časovne vrste smo razvili nove statistične modele. Spremljali smo aktivnost fotosinteze namnoževanje virusa ter širjenje virusa po rastlini. Vzorce pa smo shranili tudi za nadaljnje transkriptomske, metabolne in proteomske analize. Aktivnost patogena smo s statističnimi analizami povezali z odgovorom na nivoju izražanja genov v krompirju. Ugotovili smo, da je za učinkovito obrambo bistvena dinamika odziva. Tako pri občutljivih kot pri rezistentnih genotipih, se odzove podoben set obrambnih molekul, a odziv je hitrejši pri rezistentnih genotipih krompirja (Baebler et al., 'Dynamics of responses in compatible potato - potato virus Y interaction are modulated by salicylic acid.' *PLoS one*, 2011).

Ukvarjali smo se tudi z razvojem nove metodologije za odkrivanje znanja v transkriptomskih podatkih (Rotter et al., 'Gene expression data analysis using closed itemset mining for labeled data.' *Omics* (Larchmt. N.Y.), 2010). Metoda RelSets se je izkazala kot uporabna za iskanje genov, ki določajo skupino vzorcev in tako z njo lahko dopolnujemo klasičen statističen analitski pristop, ki nam kot rezultat da listo genov, ki najbolj razlikujejo skupine vzorcev.

Identificirali pa smo tudi različne vire znanja o rastlinskih metabolnih in signalizacijskih poteh, ki nam predstavljajo osnovo za pripravo novih orodij za proučevanje biologije rastlin osnovanih na tehnologijah znanja. Med najpomembnejšimi viri znanja so KeggPlant – baza, ki povezuje proteine z metabolnimi potmi, Genevestigator – baza vseh zanesljivih ekspresijskih študij pri rastlinah, NASCArrays – baza rezultatov hibridizacij Affymetixovih mikročipov za *Arabidopsis* in nekatere druge rastline, Reactome – baza znanj o bioloških poteh ter AtPID (*Arabidopsis thaliana* Protein Interactome Database) – baza rezultatov eksperimentov interakcij med proteini in geni. Proučili smo tudi z rastlinami povezane informacije, ki so dostopne v splošnih podatkovnih bazah NCBI in EBI. Ker je za rastline splošna genska ontologija GO relativno nepopolna, smo razvili relacijsko bazo ontologij za različne rastlinske vrste, ki temelji na manualno pripravljenem sistemu ontologij MapMan. Bazo smo poimenovali GOMapMan in je dostopna na <http://www.gomapman.org/>. V bazi GOMapMan smo pripravili skripte za

enostaven vnos dodatnih rastlinskih vrst. Osredotočili smo se na bližnje sorodnike krompirja, ker nam znanje skrito v podatkovnih setih pridobljenih na teh rastlinah, lahko dopolni razumevanje odziva krompirja. Poleg tega smo vzpostavili sistem avtomatskega popraviljanja ontologije genov med različnimi rastlinskimi vrstami s pomočjo ontologije rastlinskih ortologov. Vzpostavili pa smo tudi način za povezavo podatkov dostopnih v javnih bazah podatkov (PFAM, SMART, gene-gene interaction, KEGG, uniprot) z orodjem Biomine. Tako imamo na voljo prvo verzijo PlantBiomine, orodja za odkrivanje znanja, ki omogoča tudi analizo krompirjevih transkriptomskih podatkovnih setov. Pripravili smo tudi metodologijo za implementacijo protokolov analiz za odkrivanje znanja (npr SegMine ali PlantBioMine) v Orange4WS (Podpečan et al., 'Orange4WS environment for service-oriented data mining.' Comput. j., 2012).

Vzporedno smo pripravljali model interakcije med rastlino in virusnim patogenom. Proučili smo različne možnosti za pripravo modela interakcije ter se odločili za model, ki temelji na kontinuiranih hibridnih Petri mrežah. Na tak način smo uspešno simulirali osnove signalizacijske poti kot so kaskadno ojačanje signala, negativna povratna zanka in pozitivna kaskadna zanka na primeru signalizacije preko hormona salicilne kisline. Strukturo modela signalizacije odgovora rastlin na okužbo z virusi smo nadgradili z uporabo Bio3Graph orodja. To orodje je namenjeno iskanju tripletov v tekstovnih podatkih, ki ustrezajo povezavam v bioloških modelih. S pomočjo Bio3Grapha smo preiskali bazo podatkov znanstvene literature PubMed Central in dopolnili model rastlinske obrambne signalizacije. Omrežje rastlinske obrambne signalizacije trenutno vsebuje 175 komponent (genov, proteinov, proteinskih kompleksov oziroma metabolitov) in 524 reakcij oz. povezav med komponentami. Nadgradili smo tudi dinamični model signalizacije odziva rastline na napad virusa, tako da omogoča simulacije v splošnih orodjih kot so MatLab in Phyton. Delo povezano s razvojem orodja Bio3Graph in postavitvijo modela rastlinske obrambne signalizacije smo tudi že publicirali (Miljković et al., Network Construction for Modelling Plant Defence Response. PLoS ONE 2012).

5. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev⁴

Specifične cilje projekta smo realizirali po zastavljenem planu. Dosegli smo vse mejnike in glavne rezultate projekta:

6. mesec: Identifikacija različnih podatkovnih virov vezanih na raziskave rastlin, ki bodo vključene v nadaljnje delo:
Podatkovni viri identificirani in predstavljajo osnovo za postavitve baze GOMapMan ter PlantSegMine

12. mesec: Pripravljena relacijska baza za različne tipe eksperimentalnih podatkov
Relacijsko bazo GOMapMan smo vzpostavili tako, da povezuje gene, proteine in metabolite (različne tipe eksperimentalnih podatkov) v krompirju in modelni rastlini Arabidopsisu.

18. mesec: Orodje Biomine razširjeno za uporabo v rastlinskih znanostih:
Osnovna oblika orodja PlantBioMine implementirana v okolju Orange4WS.

24. mesec: Strukturni model interakcije med krompirjem in virusom PVYNTN:
Strukturni model signalizacije obrambnega mehanizma modelne rastline Arabidopsis pripravljen, vključuje 175 elementov in 387 povezav med njimi. Članek objavljen.

30. mesec: Podatki o časovnem in prostorskem poteku interakcije med krompirjem in virusom PVYNTN v divjih in transgenih genotipih: S primernimi metodami statistične analize smo analizirali časovno prostorski odziv krompirja na virus PVY^{NTN} pri treh različnih krompirjevih genotipih. Dva članka objavljena.

36. mesec: Enostaven dinamičen model interakcije med krompirjem in virusom PVY^{NTN}:
Na osnovi strukturnega modela signalizacije v okoljih MatLab in CellIllustrator izvedene osnovne simulacije in dinamične analize sistema. Kongresna publikacija.

6. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁵

Pri raziskovalnem projektu ni prišlo do sprememb v programu.

7. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁶

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	26363431	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Priprava modela signalizacije obrambnega odgovora rastlin
		ANG	Signalling network construction for modelling plant defence response
	Opis	SLO	Pripravili smo model signalizacije obrambnega odgovora rastlin. Sestavljen je iz 175 komponent in 524 reakcij med njimi in je trenutno najboljše obstoječ model, ki povezuje signalizacijo hormonov salicilne kisline, jasmonske kisline in etilena. Model smo v njegovi kvalitativni verziji že uporabili kot generator hipotez, ki jih sedaj testiramo v laboratoriju. Prav tako model omogoča simulacije in enostavne kvantitativne analize kar predstavlja osnovo za nadaljnjo poglobljeno analizo obrambne signalizacije pri rastlinah.
		ANG	We have built a model of plant defence signalling response. It consists of 175 components and 524 reactions and is currently the most detailed model of salicylic acid, jasmonic acid and ethylene related signalling pathways available. The qualitative model was already used as hypothesis generator, two hypotheses are now being tested in the lab. The model also enables simulations and simple quantitative analysis which represents the basis for further more comprehensive analysis of plant defence signalling.
	Objavljeno v	Public Library of Science; PloS one; 2012; Vol. 7, no. 12; str. e51822-1e51822-18; Impact Factor: 4.092; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.096; A': 1; WoS: CU; Avtorji / Authors: Miljković Dragana, Stare Tjaša, Mozetič Igor, Podpečan Vid, Petek Marko, Witek Kamil, Dermastia Marina, Lavrač Nada, Gruden Kristina	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	2492751	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Dinamika obrambnega odgovora v kompatibilni interakciji med krompirjem in virusom PVY
		ANG	Dynamics of responses in compatible potato - potato virus Y interaction are modulated by salicylic acid
	Opis	SLO	V okviru dela smo proučevali odgovor rastlin na napad patogena na nivoju izražanja genov. Uporabljali smo tako DNA mikromreže kot tudi kvantitativni PCR v realnem času. Rezultati so nam dali boljši vpogled v fiziologijo interakcije krompirja z agronomsko najpomembnejšim virusom (PVYNTN). Potrdili smo kar nekaj že obstoječih hipotez, zaradi sistemskega pristopa pa smo dobili celotno sliko vpliva patogenov na porabo zaloge energije kot tudi na sosledje samih obrambnih mehanizmov v rastlini. (Baebler et. al 2011 in KOGOVSĚK, et al. Aggressive and mild Potato virus Y isolates trigger different specific responses in susceptible potato plants. Plant Pathol., 2010 [COBISS.SI-ID 2254415], JCR IF: 2.237)
			We have studied plant responses to pathogen attack on the level of gene expression using both DNA microarrays and quantitative real-time PCR. The results of these studies gave new insights into the physiology of interactions of potato with its agronomically most important virus (PVYNTN). We have confirmed several existing hypotheses and owing to

		ANG	systems biology approach we also got the overall picture of pathogen's influence on energy equilibrium as well as on the dynamics of defence mechanisms in plant (Baebler et. al 2011 and KOGOVŠEK, et al. Aggressive and mild Potato virus Y isolates trigger different specific responses in susceptible potato plants. Plant Pathol., 2010 [COBISS.SI-ID 2254415], JCR IF: 2.237)
	Objavljeno v		Public Library of Science; PloS one; 2011; Vol. 6, issue 12; str. 1-12; Impact Factor: 4.092; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.096; A': 1; WoS: CU; Avtorji / Authors: Baebler Špela, Stare Katja, Kovač Maja, Blejec Andrej, Prezelj Nina, Stare Tjaša, Kogovšek Polona, Pompe Novak Maruša, Rosahl S., Ravnikar Maja, Gruden Kristina
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	27756761	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Bioinformatika in integracija podatkov
		ANG	Bioinformatics and data integration
	Opis	SLO	Vzpostavili smo sistem za zanesljivo analizo transkriptomskih podatkov pridobljenih na osnovi poskusov z DNA mikromrežami, kar omogoča pravilno biološko interpretacijo 'omskih' rezultatov . Poleg tega smo tudi izboljšali orodje za vizualizacijo transkriptomskih podatkov v kontekstu metabolnih poti za interpretacijo rezultatov povezanih z biološkim stresom. Metoda podatkovnega rudarjenja RelSets je bila uporabljena za komplementacijo rezultatov standardne statistične analize (Rotter et al., 2010, COBISS.SI-ID 2210383).
		ANG	A robust system for reliable analysis of transcriptomics data was developed using data from our own DNA-microarray results and will enable correct interpretation of omics data. Moreover tool for transcriptome data visualisation in the context of biological pathways was improved and adapted for our experimental systems. Data mining tool RelSets was also applied to complement standard statistical analysis tools (Rotter et al., 2010, COBISS.SI-ID 2210383).
	Objavljeno v		Springer; Methodologies and results in grapevine research; 2010; Str. 335-342; Avtorji / Authors: Rotter Ana, Hren Matjaž, Usadel Björn, Gruden Kristina
	Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji
4.	COBISS ID	25940263	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Modeliranje bioloskega sistema: izdelava bioloske mreže z ekstrakcijo trojk iz bioloske literature
		ANG	Modelling a Biological System: Network Creation by Triplet Extraction from Biological Literature
	Opis	SLO	V clanku predlagamo pristop za avtomatizirano modeliranje odziva rastline na napad patogena. Navadno take modele naredimo ročno, na osnovi znanja ekspertov, rezultatov eksperimentov in poznavanja literature, kar pa je zelo zamuden proces. Ročni pristop pa lahko dopolnimo z avtomatskim pregledom in ekstrakcijo modela iz bioloske literature. Opisujemo pristop avtomatske ekstrakcije trojk oblike subjekt-predikat-objekt, ki jih nato uporabimo za avtomatsko konstrukcijo bioloske mreže z orodjem Biomine. Pristop smo evalvirali s primerjavo avtomatsko generirane mreže z ročno konstruiranim Petri net modelom rastlinskega odziva na virusni napad. Raziskali smo tudi potencial nasega pristopa v kontekstu bisociativnega sklepanja. Povdarek ni toliko kreativenemu odkrivanju znanja, temveč na prehodu med mejami znanja individualnih raziskovalcev. Rezultati so uporabni za modeliranje znanja virtualnih raziskovalnih konzorcijev.

	ANG	We propose an approach to support modelling of plant defence response to pathogen attacks. Such models are currently built manually from expert knowledge, experimental results, and literature search, which is a very time consuming process. Manual model construction can be effectively complemented by automated model extraction from biological literature. This work focuses on the construction of triplets in the form of subject-predicate-object extracted from scientific papers, which are used by the Biomine automated graph construction and visualisation engine to create the biological model. The approach was evaluated by comparing the automatically generated graph with a manually developed Petri net model of plant defence. This approach to automated model creation was explored also in a bisociative setting. The emphasis is not on creative knowledge discovery, but rather on specifying and crossing the boundaries of knowledge of individual scientists. This could be used to model the expertise of virtual scientific consortia.
Objavljeno v		Springer; Bisociative knowledge discovery; 2012; Str. 427-437; Avtorji / Authors: Miljković Dragana, Podpečan Vid, Grčar Miha, Gruden Kristina, Stare Tjaša, Petek Marko, Mozetič Igor, Lavrač Nada
Tipologija		1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji

8. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁷

	Družbeno-ekonomski dosežek	
1.	COBISS ID	2229327 Vir: vpis v poročilo
	Naslov	SLO Uporaba pristopov systemske biologije v industriji ANG Implementation of system biology approaches in industrial applications
	Opis	SLO V okviru projekta smo vzpostavili metodologijo za celostno proučevanje bioloških sistemov. Ta obsega poleg analiz transkriptoma, tudi analize proteoma in metaboloma. Za kvalitetno analizo in integracijo podatkov pa razvijamo metode biostatistike in bioinformatike. Za tak pristop v bioloških raziskavah je veliko zanimanje tudi v industriji, saj imamo s farmacevtsko industrijo sklenjenih več pogodb za vrednotenje proizvodnje zdravil in odkrivanje novih zdravilnih učinkovin. Kot član Centra kompetenčnosti KC-BRIN s pomočjo orodij systemske biologije podpiramo razvoj slovenske biotehnoške industrije. ANG In the framework of the project we have implemented paradigm of systems biology for studying of biological process. Besides analyses on transcriptome, proteome and metabolome, biostatistical and bioinformatical tools are being developed to facilitate analysis and integration of data. Systems biology approach has a substantial interest in the industry thus several contracts have been signed with pharmaceutical industry dealing with evaluation of drug production process and drug discovery. We are also members of Centre of competence KC-BRIN, offering the systems biology support to Slovenian biotech companies.
	Šifra	F.17 Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	PETEK, Marko, BAEBLER, Špela, KUZMAN, Drago, ROTTER, Ana, PODLESEK, Zdravko, GRUDEN, Kristina, RAVNIKAR, Maja, URLEB, Uroš. Revealing fosfomycin primary effect on Staphylococcus aureus transcriptome: modulation of cell envelope biosynthesis and phosphoenolpyruvate induced starvation. BMC Microbiol, 2010, vol. 10, no. 159, 28, [7] str
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek

2.	COBISS ID	2363215	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Ustanovitev spin-out podjetja Biosistemika d.o.o.	
		<i>ANG</i> Founding of spin-out company Biosistemika d.o.o.	
	Opis	<i>SLO</i> Z namenom komercializacije in razvoja znanja s področja sodobnih molekularnih tehnik v biotehnologiji in sistemski biologiji, ki izhajajo iz Nacionalnega inštituta za biologijo, smo v letu 2010 ustanovili spin-out podjetje Biosistemika d.o.o. Podjetje je usmerjeno k zagotavljanju celostnih rešitev za uporabnike zahtevnih laboratorijskih analiz s področja molekularne biologije. Od ustanovitve podjetje sodeluje z NIB na področju organizacije delavnic s področja PCR v realnem času in razvoja produktov za molekularno diagnostiko.	
		<i>ANG</i> With the purpose of commercializing and developing knowledge in the area of modern molecular techniques in biotechnology and systems biology coming out of the National Institute of Biology, a spin-out company, Biosistemika d.o.o. was founded in 2010. Company's services and products are aimed at providing complete solutions for users of complex laboratory analyses in the field of molecular biology. Since its establishment, NIB is collaborating with the company by organizing common qPCR workshops (COBISS.SI-ID 29465561) and joint development of molecular diagnostic products.	
	Šifra	F.20 Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Objavljeno v	Javna agencija Republike Slovenije za podjetništvo in tuje investicije; Imamo rešitve!; 2010; str. 16; Avtorji / Authors: Zupančič Klemen, Ravnikar Maja, Urlep Mateja, Gruden Kristina, Baebler Špela, Knežević Miomir, Hren Matjaž	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
3.	COBISS ID	562248	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Sistemska biologija - popularizacija znanosti	
		<i>ANG</i> Systems biology - Popularization of Science	
	Opis	<i>SLO</i> Projektna skupina je bistveno prispevala k popularizaciji znanosti z objavo članka v slovenskem jeziku v reviji, ki dosega širok krog bralcev [COBISS.SI-ID 562248]. Poleg tega so sodelovali v več radijskih oddajah [COBISS.SI-ID 27882201, COBISS.SI-ID 29507801, COBISS.SI-ID 28366297 in COBISS.SI-ID 29507545] in pri pripravi razstave [COBISS.SI-ID 25092569]. Sodelovali so tudi pri izvedbi dogodkov za popularizacijo znanosti, s predavanji in predstavitvijo raziskovalnega del na 17. Festivalu znanosti (Ljubljana, 4.-6.10.2011) in v okviru Mednarodnega dneva Očarljivih rastlin (Botanični vrt Ljubljana, 18.5.2012).	
		<i>ANG</i> Project group has made a great contribution to the popularization of science through publishing in the national language in the journal targeting the broad spectrum of the population [COBISS.SI-ID 562248, taking part in several radio broadcasts [COBISS.SI-ID 27882201, COBISS.SI-ID 29507801, COBISS.SI-ID 28366297 and COBISS.SI-ID 29507545] and 1 exhibition [COBISS.SI-ID 25092569]. Moreover they have actively participated in science popularization events at 17th Science festival (Ljubljana, October, 4-6 2011) and Plant Fascination Day (May 18th 2012).	
	Šifra	F.18 Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Objavljeno v	Tehniška založba Slovenije; Življenje in tehnika; 2009; Letn. 60, [št.] 10; str. 54-59; Avtorji / Authors: Baebler Špela, Gruden Kristina	
	Tipologija	1.04 Strokovni članek	
4.	COBISS ID	2483279	Vir: COBISS.SI

	Naslov	SLO	Uporaba glikozidaz in glikoziltransferaz za povečano proizvodnjo proteinov
		ANG	Use of glycosidases and glycosyltransferases for enhanced protein production
	Opis	SLO	Metoda za povečano proizvodnjo rekombinantnih proteinov v rastlinah ali rastlinskih celic rešuje problem kompleksne proizvodnje beljakovin s hitro, zanesljivo in ekonomsko upravičeno rešitvijo. V rastline <i>N. tabacum</i> (ali druge) je potrebno vstaviti vsaj en protein, ki ga sestavlja zaporedje za beljakovino, ki se proizvaja, in vsaj en protein, sestavljen iz zaporedja vsaj eno dodatno beljakovino ali poliribonukleotid, ki poveča celično prepustnost, po možnosti iz skupine glikozidaz, ali če je uveden vsaj en protein, ki zajema zaporedje želenega proteina in zaporedje za povečanje prepustnosti ciljnih celic, po možnosti iz skupine glikozidaz. Zaporedja po možnosti izhajajo iz rastlinskih virusov, po možnosti TMV in / ali PVX.
		ANG	Method for enhanced production of recombinant proteins in plants or plant cells solves a problem of complex protein production with fast, reliable and economically viable solution. Preferably in <i>N. tabacum</i> plants it is introduced at least one polynucleotide comprising a sequence coding a protein to be produced, and at least one polynucleotide comprising a sequence for at least one further modulating protein or polyribonucleotide which increases the cell-cell permeability of the target cells, preferably from group of glycosidases, or it is introduced at least one polynucleotide which comprises the sequence for protein of interest and a sequence increasing the cell-cell permeability of the target cells, preferably from group of glycosidases. Polynucleotide sequences preferably originate from plant viruses, preferably TMV and/or PVX.
	Šifra	F.33	Patent v Sloveniji
	Objavljeno v	Urad RS za intelektualno lastnino; 2011; 11 str.; Avtorji / Authors: Dobnik David, Baebler Špela, Žel Jana, Gruden Kristina, Štebih Dejan	
	Tipologija	2.24 Patent	
5.	COBISS ID	25004071	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Okolje Orange4WS za servisno orientirano rudarjenje podatkov
		ANG	Orange4WS environment for service-oriented data mining
	Opis	SLO	Razvili smo novo servisno orientirano okolje za rudarjenje podatkov ter referenčno implementacijo Orange4WS (Orange for Web Services). Orange4WS temelji na obstoječem programskem paketu za rudarjenje podatkov Orange ter njegovi komponenti za vizualno programiranje, ki omogoča ročno gradnjo delotokov. Predstavljeno okolje Orange4WS dodaja naslednje razširitve. (1) Uporaba spletnih servisov kot gradnikov delotokov za podatkovno rudarjenje. (2) Uporaba algoritmov za relacijsko rudarjenje podatkov v delotokih. (3) Ontologija področja odkrivanja znanja, ki opisuje komponente delotoka (podatki, znanje ter spletni servisi za podatkovno rudarjenje) na abstrakten način, ki omogoča strojno interpretacijo. Ontologija je uporabljena tudi za avtomatsko gradnjo delotokov s pomočjo planerja. Vse predstavljene razširitve so prikazane na treh realnih primerih uporabe.
		ANG	and its implementation in a serviceoriented data mining environment Orange4WS (Orange for Web Services), based on the existing Orange data mining toolbox and its visual programming environment, which enables manual composition of data mining workflows. The new serviceoriented data mining environment Orange4WS includes the following new features: simple use of web services as remote components that can be included into a data mining workflow; simple incorporation of relational data mining algorithms; a knowledge discovery ontology to

		describe workflow components (data, knowledge and data mining services) in an abstract and machineinterpretable way, and its use by a planner that enables automated composition of data mining workflows. These new features are showcased in three realworld scenarios.
Šifra	F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin
Objavljeno v	Cambridge university press;The journals department; The Computer journal; 2012; Vol. 55, no. 1; str. 82-98; Impact Factor: 0.785;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.96; WoS: ES, ET, EW, EX; Avtorji / Authors: Podpečan Vid, Žáková Monika, Lavrač Nada	
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁸

--

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁹

10.1. Pomen za razvoj znanosti¹⁰

SLO

Kompleksne biološke procese, kot je na primer signalizacija in metabolne mreže, lahko razumemo le, če preučujemo vse komponente sistema hkrati. V zadnjih desetletjih je napredek v tehnikah molekularne biologije in drugih ved o življenju omogočil pridobivanje ogromne količine podatkov o bioloških sistemih. Jasno pa je, da kljub veliki količini razpoložljivih informacij, trenutno biološko znanje zajema le delček potencialnega znanja. Sistemsko biološko modeliranje se je izkazalo kot uspešen pristop za študij kompleksnih bioloških procesov. Prvi korak je integracija podatkov, ki so na voljo v različnih formatih iz različnih nivojev abstrakcije bioloških komponent. Nato je potrebno dinamični model sestaviti, da nam lahko pomaga razvozlati funkcijo in delovanje biološkega sistema. Za spopadanje s trenutnimi izzivi systemske biologije smo sestavili interdisciplinarno ekipo, ki povezuje dognanja iz računalniških ved (Institut Jožef Stefan), biostatistike in ved o življenju (Nacionalni inštitut za biologijo), povezali pa smo se tudi z odličnimi raziskovalci iz Leibnitz Institute of Plant Physiology (Nemčija), Poljske Akademije Znanosti ter Univerzama v Helsinkih in na Dunaju. V okviru tega projekta smo tako združili inovativne pristope molekularne biologije in računalniško modeliranje za odkrivanje ključnih komponent oziroma elementov omrežja signalizacije v obrambnem odgovoru rastlin. Razvita metodologija študij systemske biologije je relevantna in koristna tudi na drugih področjih raziskav. In nenazadnje, vsa dognanja projekta so javno dostopna za prihodnje raziskave po vsem svetu, saj so bili ključni članki objavljeni v prostodostopnih revijah, prav tako pa so prosto dostopna razvita orodja kot je www.gomapman.org in Orange4WS.

ANG

Complex biological processes, like signaling or metabolic networks, can only be understood if studying all components of the system simultaneously. In recent decades, new techniques in molecular biology and other life sciences have generated a tremendous amount of data on biological systems yet. It is clear that despite the large amount of information available, current biological knowledge only represents a tiny fraction of what potentially can be discovered. Systems biology modeling has been proven a successful approach to study such complex biological processes. The first step forward is integration of data available in different formats and from different abstraction levels of biological components. Secondly, dynamic models of the system need to be assembled that can provide clues to decipher the overall function and behavior of biological systems. Addressing current challenges of plant systems biology, we built an interdisciplinary team which allowed association of disciplines from computer sciences (Jozef Stefan Institute), biostatistics and life sciences (National Institute of Biology) but have also fruitfully collaborated with research groups from Leibnitz Institute of Plant Physiology (Germany), Polish Academy of Sciences (Poland), Helsinki University (Finland) and Vienna

University (Austria). Within this project we have merged innovative approaches in molecular biology, informatics and mathematics to build up both structural and dynamic models of plant-pathogen interaction. The developed methodology is relevant and beneficial also in other areas of research. Moreover, all outputs of the project are publicly available for future studies worldwide; papers are published in Open Access journals and developed tools www.gomapman.org and Orange 4WS are publicly available

10.2.Pomen za razvoj Slovenije¹¹

SLO

Čeprav v Sloveniji predelava krompirja (kot tudi ostalih poljščin) upada, je še vedno ena najpomembnejših slovenskih poljščin. Razumevanje odgovora rastlin na povzročitelje bolezni pa je ključno za učinkovito agronomsko prakso. Izsledke raziskav smo predstavili v poljudnih revijah, radijski oddajah in na dogodkih, namenjeni strokovni javnosti, kot sta bila 17. festival znanosti (2011) in Dan očarljivih rastlin (2012), ter tako prispevali k splošni ozaveščenosti o problemih pridelave krompirja in o možnih rešitvah, ki jih lahko dosežemo z orodji systemske biologije. Dodatni vidik predlagane raziskave je razvoj novih tehnologij za razumevanje kompleksnih bioloških sistemov. Vzpostavljeni metodološki principi so enostavno prenosljivi tudi na raziskave drugih bioloških sistemov, kar se je izkazalo v industrijskih projektih, ki jih projektna skupina izvaja za podjetje Lek Sandoz in Krka ter v okviru Kompetenčnega centra BRIN. V projekt je bilo vključenih 5 doktorskih študentov in dva dodiplomska študenta, kar je prispevalo k izobraževanju na področju systemske biologije v Sloveniji.

ANG

Even though potato production is decreasing in Slovenia, potato is still one of the most important crops in Slovenian agriculture. Understanding of plant – pathogen interaction is however crucial for efficient agricultural management. The outcome of research performed within this project was published in magazines for general public, presented on radio and on other public events, like Science festival (2011) or Plant Fascination Day (2012). This was our contribution to awareness and better understanding of principles of systems biology and problematics related to agriculture in general for the general public. In addition the methodological principles are easily transferable to other biological systems, which we have proven to work really well in our project with pharmaceutical industry Lek Sandoz and Krka and within Center of competence BRIN. Two undergraduate and 5 PhD students collaborated on the project which shows great impact for systems biology related education in Slovenia.

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		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 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 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>

F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljaljskih rešitev	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>
	Uporaba rezultatov	<input type="text"/>
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	<input type="radio"/> DA <input 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 type="radio"/> NE
	Rezultat	<input type="text"/>

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

Komentar

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

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.01.03.	Drugo: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02	Gospodarski razvoj					

G.02.01.	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.07.	Večji delež izvoza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.08.	Povečanje dobička	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.09.	Nova delovna mesta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.11.	Nov investicijski zagon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.02.12.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.03.04.	Drugo:	<input type="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 type="radio"/>	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.04.06.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.07.04.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.09.	Drugo:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Komentar

--

13. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹²

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

14. Izjemni dosežek v letu 2012¹³**14.1. Izjemni znanstveni dosežek**

Model signalizacije obrambnega odgovora rastlin

Pripravili smo model signalizacije obrambnega odgovora rastlin. Sestavljen je iz 175 komponent in 524 reakcij med njimi in je trenutno najobsežnejši obstoječ model, ki povezuje signalizacijo hormonov salicilne kisline, jasmonske kisline in etilena. Model smo v njegovi kvalitativni verziji že uporabili kot generator hipotez, ki jih sedaj testiramo v laboratoriju. Prav tako model omogoča simulacije in enostavne kvantitativne analize kar predstavlja osnovo za nadaljnjo poglobljeno analizo obrambne signalizacije pri rastlinah. Pridobili smo tudi eksperimentalne podatke, ki opisujejo dinamiko odgovora krompirja na okužbo z virusom PVY s pomočjo katerih bomo optimizirali parametre dinamičnega modela signalizacije.

Znanstveni članki

COBISS.SI-ID 2492751

COBISS.SI-ID 26363431

Poglavje v knjigi

COBISS.SI-ID 25940263

14.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Uporaba pristopov sistemske biologije v industriji

V okviru projekta smo vzpostavili metodologijo za celostno proučevanje bioloških sistemov. Ta obsega poleg analiz transkriptoma, tudi analize proteoma in metaboloma. Za kvalitetno analizo in integracijo podatkov pa razvijamo metode biostatistike in bioinformatike. Za tak pristop v bioloških raziskavah je veliko zanimanje tudi v industriji, saj imamo s farmacevtsko industrijo sklenjenih več pogodb za vrednotenje proizvodnje zdravil in odkrivanje novih zdravilnih učinkovin. Kot član Centra kompetenčnosti KC-BRIN s pomočjo orodij sistemske biologije podpiramo razvoj slovenske biotehnološke industrije.

COBISS.SI-ID: 2229327

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:

Nacionalni inštitut za biologijo

Kristina Gruden

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana

14.3.2013

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2013/201

¹ 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](#)

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

³ 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](#)

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

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

⁷ 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](#)

⁸ 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](#)

⁹ 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](#)

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

¹¹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)

¹² 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](#)

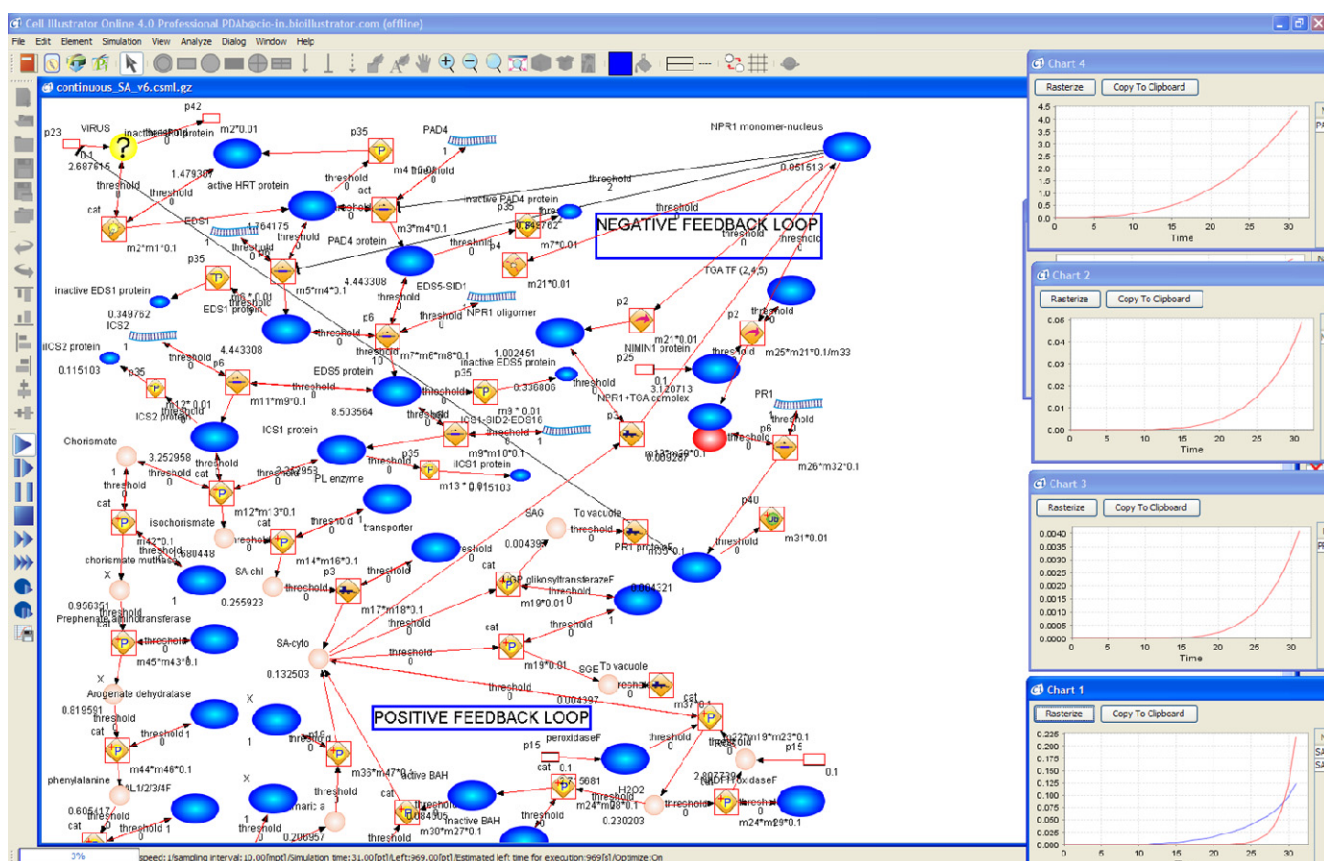
¹³ Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v letu 2012 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, 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
45-D0-04-F2-F0-28-C3-24-DB-6A-83-08-89-10-7C-5A-94-8F-00-2A

VEDA: 4 Biotehnika

Področje: 4.06 Biotehnologija

Dosežek 1: Model signalizacije obrambnega odgovora rastlin , Vir: COBISS.SI-ID: 2492751, COBISS.SI-ID 26363431

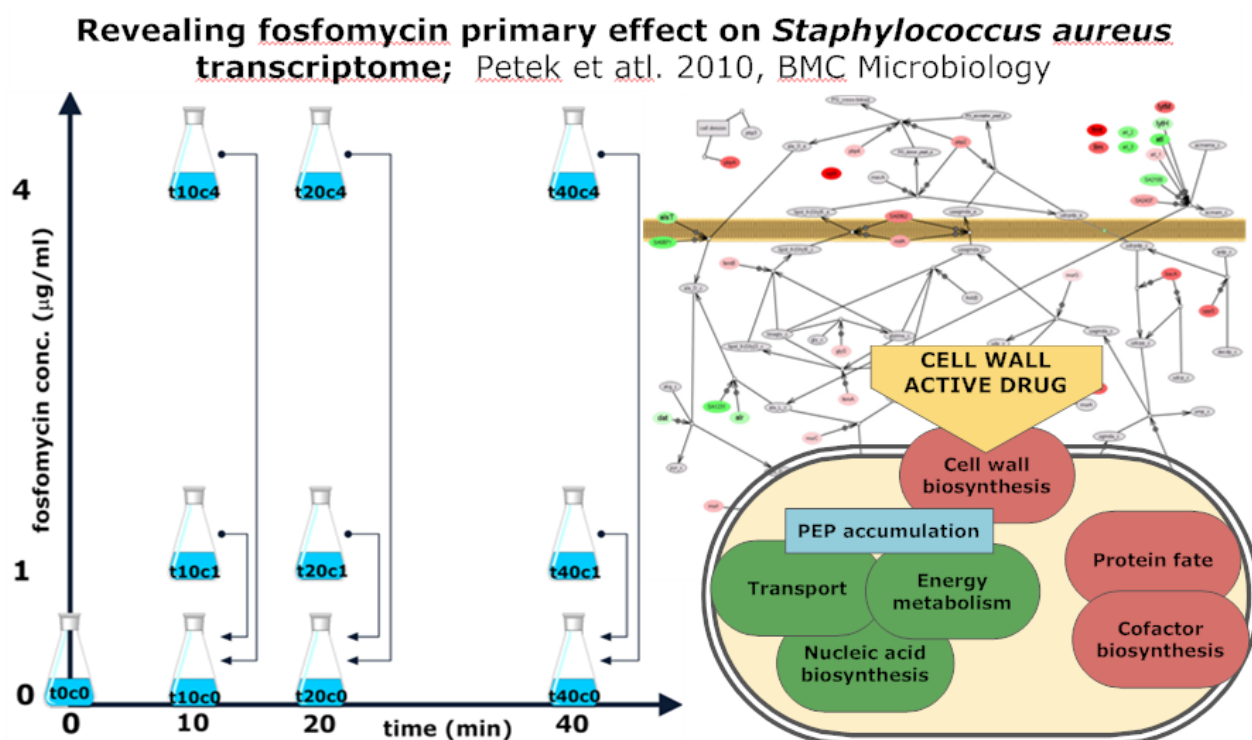


Pripravili smo model signalizacije obrambnega odgovora rastlin. Sestavljen je iz 175 komponent in 524 reakcij med njimi in je trenutno najboljše obstoječ model, ki povezuje signalizacijo hormonov salicilne kisline, jasmonske kisline in etilena. Model smo v njegovi kvalitativni verziji že uporabili kot generator hipotez, ki jih sedaj testiramo v laboratoriju. Prav tako model omogoča simulacije in enostavne kvantitativne analize kar predstavlja osnovo za nadaljnjo poglobljeno analizo obrambne signalizacije pri rastlinah. Pridobili smo tudi eksperimentalne podatke, ki opisujejo dinamiko odgovora krompirja na okužbo z virusom PVY s pomočjo katerih bomo optimizirali parametre dinamičnega modela signalizacije.

VEDA: 4 Biotehnika

Področje: 4.06 Biotehnologija

Dosežek 1: Uporaba pristopov sistemske biologije v industriji, Vir: COBISS.SI-ID: 2229327



V okviru projekta smo vzpostavili metodologijo za celostno proučevanje bioloških sistemov. Ta obsega poleg analiz transkriptoma, tudi analize proteoma in metaboloma. Za kvalitetno analizo in integracijo podatkov pa razvijamo metode biostatistike in bioinformatike. Za tak pristop v bioloških raziskavah je veliko zanimanje tudi v industriji, saj imamo s farmacevtsko industrijo sklenjenih več pogodb za vrednotenje proizvodnje zdravil in odkrivanje novih zdravilnih učinkovin. Kot član Centra kompetenčnosti KC-BRIN s pomočjo orodij sistemske biologije podpiramo razvoj slovenske biotehnoške industrije.