

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/21



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1.Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J1-4117
Naslov projekta	RAZISKAVE IONOMA IZBRANIH MIKORIZNIH RASTLIN
Vodja projekta	12013 Marjana Regvar
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	7885
Cenovni razred	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	1 NARAVOSLOVJE 1.03 Biologija 1.03.04 Rastlinska fiziologija
Družbeno-ekonomski cilj	13.01 Naravoslovne vede - RiR financiran iz drugih virov (ne iz SUF)
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	1 Naravoslovne vede 1.06 Biologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2.Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Celotna sestava mineralov in elementov v sledih organizma, oziroma rastlinskih tkiv, se odraža v ionomu oz. anorganski komponenti organizmov. Ionom vsebuje informacije o funkcionalnem stanju organizma, kot posledici vplivov različnih biotskih in abiotskih dejavnikov. V predlaganem projektu smo se tako osredotočili na raziskave ionoma pri izbranih komercialno pomembnih kulturnih mikoriznih rastlinah, s skupnim ciljem raziskati mehanizme interakcij mineralnih hranil in neesencialnih kovin z rastlinami in

glivami, za izboljšanje pridelave varne in kvalitetne hrane.

Projekt je bil razdeljen na tri delovne sklope, povezane z raziskavo kvalitete in varnosti rastlinske hrane, kot pomembnimi področji ionomike z namenom: i) **raziskati učinkovitejše tehnologije za biofortifikacijo esencialnih elementov pri žitih, s poudarkom na študijah privzema in porazdeljevanja elementov pri izbranih mikoriznih rastlinskih vrstah (DS1);** ii) **določiti dejavnike, ki vplivajo na privzem esencialnih in neesencialnih elementov pri vinski trti, s poudarkom na vlogi koristnih glivnih simbiontov (DS2)** in iii) **izboljšati razumevanje mehanizmov tekmovanja kovin z esencialnimi elementi ter imobilizacije neželenih kovin v rastlinskih tkivih hiperakumulacijskih rastlin, s poudarkom na študijah povezave med porazdeljevanjem pomembnejših strukturnih in funkcionalnih bioloških molekul in kovin v tkivih in celicah (DS3).**

Pri raziskavah smo uporabili tehnološko zahtevne analizne tehnike za ugotavljanje, prepoznavanje in spremljanje dejavnikov, ki vplivajo na privzem, transport, porazdeljevanje in kemijsko obliko elementov v rastlinskih organih, tkivih in celicah. Poleg standardnih tehnik za kvantitativno analizo elementne sestave vzorcev tal in rastlinskega materiala, kot so energijsko disperzijska rentgensko fluorescenčna spektroskopija (EDXRF) in rentgensko fluorescenčno spektroskopijo s popolnim odbojem (TXRF), smo za študije lokalizacije in porazdeljevanja elementov v tkivih ter kemijskega stanja kovin, uporabili tehnološko napredne lokalizacijske tehnike na osnovi rentgenske fluorescenčne in absorpcijske spektroskopije, kot so mikro-protonsko inducirana emisija rentgenskih žarkov (mikro-PIXE) na Inštitutu Jožef Stefan. Sinhrotronska mikro-rentgensko fluorescenčna spektroskopija (SR mikro-XRF), sinhrotronska rentgenska absorpcijska spektroskopija (SR XAS) in lokalizacija glavnih strukturnih in funkcionalni biomolekul v rastlinskih tkivih s sinhrotronsko Fourier transformirano Infrardečo spektroskopijo (SR FTIR) so bile opravljene na sinhrotronih Elettra, Trst, Desy, Hamburg in ESRF Grenoble. Analize smo opravili v sodelovanju s prof. Stanleyem Luttzem, Univerza v Louvainu, Belgija, Prof. Petrom Schroederjem, Helmholtz Zentrum Minhen, Nemčija in Prof. Flavio Navari-Izzo, Department of Biology of Crop plants, Univerza v Pisi, Italija.

ANG

The complete mineral nutrient and trace element composition of an organism or tissue is represented by the ionome, the inorganic component of organisms. As such it has the ability to reflect information about the functional state of an organism as a consequence of changes driven by different biotic and abiotic factors. In the present proposal, studies of the ionome were applied to the selected commercially important mycorrhizal plant species with the common aim to elucidate and modify the underlying mechanisms of interactions between mineral nutrients and non-essential elements, plants and fungi for the benefits in the areas of production of safe and high quality food.

The project was divided into three work packages related to plant food quality and safety as important fields in ionomics aiming:

i) to find more efficient technological solutions for biofortification of cereal/pseudocereal crops, with emphasis on studies of elemental uptake and distribution in selected mycorrhizal cereal/pseudocereal crops (WP1), ii) to determine the factors contributing to essential nutrient and unwanted metal contaminant uptake in wines, with stress on the role of beneficial fungal symbionts (WP2), iii) to improve our understanding of mechanisms of metal competition with essential nutrients and unwanted metal immobilization within plant tissues and cells of metal hyperaccumulating plants, with emphasis on the studies of the relations between distribution of the main structural and functional biomolecules and metals (WP3).

High-through output analysis technologies to systematically detect and monitor factors affecting uptake, transport, distribution and chemical state of elements within plants were applied. In addition to quantitative analysis of elements with energy dispersive X-ray spectroscopy (EDXRF) and total reflection X-ray spectroscopy (TXRF) of soil and plant tissues, technically advanced X-ray fluorescence and absorption based techniques, such as micro-proton induced X ray emission (micro-PIXE) at Jožef Stefan Institute were used. Synchrotron radiation micro X-ray fluorescence (SR mikro-XRF) and synchrotron radiation X-ray absorption spectroscopy (SR XAS) were employed for element localization and determination of the metal chemical state studies, while in the studies of localization and distribution of the main structural and

functional biomolecules, synchrotron radiation Fourier transform Infrared spectroscopy (SR FTIR) were used in the frame of beamtimes at the Synchrotron facilities Elettra, Trieste, Desy, Hamburg and ESRF Grenoble. The analyses were conducted in collaboration with the laboratory of prof. Stanley Luttz, University of Louvain, Belgium, prof. Peter Schroeder, Helmholtz Zentrum Munich, Germany and prof. Flavia Navari-Izzo, Department of Biology of Crop plants, University of Pisa, Italy.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

DS1: Elementna sestava izbranih rastlin in pomen gliv za biofortifikacijo: Cilji tega delovnega sklopa so bili: i) karakterizirati elementno in biokemijsko sestavo semen z več-elementnimi in biokemijskimi tehnikami, ii) slediti privzemu in transportu mineralnih hranil in neželenih kovin od tal do semen, iii) identificirati dejavnike, ki vplivajo na elementno sestavo semen, iv) oceniti vpliv kolonizacije z glivnimi endofiti na elementno sestavo rastlin in semen ter v) primerjati učinke kolonizacije z avtohtonimi in neavtohtonimi glivnimi kolonizatorji na gostiteljske rastline. Rezultate poskusov smo uporabili pri oblikovanju smernic za uporabo simbiotskih gliv za izboljšanje tehnik pridelave. Raziskali smo vpliv sestave tal na mineralno sestavo pšenice (*Triticum aestivum*), navadne ajde (*Fagopyrum esculentum*) in tatarske ajde (*Fagopyrum tataricum*) vzgojenih na polju s konvencionalno pridelavo. Elemente v tleh in zrnju smo analizirali z energijsko disperzijsko rentgensko fluorescenčno spektroskopijo (EDXRF) oziroma z rentgensko fluorescenčno spektroskopijo s popolnim odbojem (TXRF). Zrnje pšenice je vsebovalo večje koncentracije elementov od zrnja navadne in tatarske ajde, v zrnju pa so bile prisotne tudi velike koncentracije nezaželenih kovin (npr. Ni, Cr, Br). Zrnje navadne in tatarske ajde je vsebovalo manj nezaželenih kovin od pšenice (Orožen *et al.*, 2012). Med najpomembnejšimi dejavniki, ki določajo elementno sestavo semen so biokemijska in strukturna sestava celic in tkiv v semenu, mehanizmi privzema in vsebnost elementov v tleh. Razporeditev elementov v zrnju pšenice smo določili z rentgensko fluorescenčno nizkih energij (LEXRF) in mikrofotografijo opravljeno na sinhrotronu v Trstu (Regvar *et al.*, 2011), kjer smo uspeli pokazati, da se številni elementi kot Fe, Zn, Mg, pa tudi Al skladiščijo v alevronski plasti skupaj s P. Ti minerali se kopičijo v specializiranih globoidnih proteinskih vakuolah s specifično strukturo, ki prispeva k funkciji skladiščenja in omejuje mobilizacijo. S tehniko protonsko inducirane emisije X-žarkov s fokusiranim žarkom (micro-PIXE) smo uspeli opraviti analize prehranske pomembnih elementov v zrnju navadne ajde (Pongrac *et al.*, 2011). Za namen prehrane uporabljamo zrnje ajde brez zunanjih ovojnic (perikarp), v različnih tipih moke pa predvsem pretežno škrobni endosperm in otrobe (testa in deli embria). Z natančno lokalizacijo elementov v posameznih tipih tkiv tako lahko predvidimo izgube prehranske pomembnih elementov med predelavo. Z analizami smo potrdili prisotnost Mg, P, S, K, Fe in Zn, pa tudi Ni in Cu v embrijih, med tem ko z luščenjem izgubimo predvsem Ca in Fe akumulirana v perikarpu. Vsebnosti elementov v škrobnem endospermu so zelo nizke. Do podobnih spoznanj smo prišli pri raziskavah elementne sestave v zrnju Tatarske ajde (Pongrac *et al.*, 2013b). Rezultati razkrivajo pomembno determiniranost razporeditve elementov s strukturo in tipom tkiva znotraj semen. Pomembni dejavnik je tudi sestava tal. Dodatek Zn v tla prispeva k povečanju koncentracije Zn in njegovi prerazporeditvi, pa tudi na druge elemente v zrnju. Biološka dostopnost elementov pa določa tudi možnosti biofortifikacije. Pšenico smo vzajali v tleh s kmetijskih zemljišč in dognojevali s Zn in Se (Germ *et al.*, 2013). Dognojevanje s Zn je povečalo tudi vsebnosti nekaterih drugih elementov v zrnju pšenice, predvsem Ca in Mo. Foliarno tretiranje s Se je povečalo vsebnosti Se v zrnju, sočasna aplikacija Zn in Se pa se je izkazala celo kot bolj učinkovita za biofortifikacijo zrnja s Se od foliarnega tretiranja. Karakterizirali smo elementno sestavo pšenice vzgojene v onesnaženih tleh iz Žerjava (Pongrac *et al.*, 2013a). Uporabljeni domači kultivar pšenice Reska se je izkazal za zelo odpornega na kovine. Glede na povečane koncentracije Cd, Zn in Pb v tleh (12, 720 in 530 mg/kg) ni presenetljivo, da je zrnje vsebovalo presežene vrednosti za Cd in Pb in kot tako ni primerno za prehrano ljudi. S pomočjo sinhrotronske rentgensko fluorescenčne in absorpcijske spektroskopije (mikro-XRF, XANES) in mikro-PIXE smo analizirali porazdelitev, speciacijo in vezavne oblike železa v zrnjih pri 3 genotipih pšenice z različno sposobnostjo akumulacije železa (Singh *et al.*, 2013). Ugotovili smo, da je cca 80% železa v zrnjih v Fe³⁺ obliki, vezanega na fitat oz. sulfat, 20% pa v Fe²⁺ obliki, vezanega na fitat. Porazdelitev Fe v zrnjih se med divjimi in kultiviranimi tipi razlikuje na nivoju glavne žile, po kateri v seme pritekajo hranilne snovi iz materinske rastline. Pri divjih genotipih ostaja Fe vezan na področju pigmentne pege, medtem, ko se pri kultiviranih genotipih lokalizacija premakne na nivo alevronskih celic. Raziskave pomenijo pomemben prispevek k razumevanju mehanizmov akumulacije elementov pri semenih pšenice in ajde. Hkrati pa nakazujejo tudi potrebo po simultanjem spremljanju celotnega rastlinskega ionoma, saj dokazujejo pomembne prerazporeditve elementov med posameznimi tkivi, ki posledično vplivajo na kvaliteto prehranskih produktov. Raziskali smo vpliv mikoriznih gliv in gnojenja z organskimi gnojili na mineralno sestavo pšenice, navadne in Tatarske ajde po opustitvi konvencionalne pridelave. Inokulacija

rastlin s komercialnim inokulumom arbuskularno mikoriznih gliv je v pri navadni ajdi povzročila zmanjšane vsebnosti makronutrientov P, S, K in Ca v zrnu, pri ostalih dveh vrstah pa učinki niso bili opaženi. Glivni endofiti pozitivno vplivajo tudi na koncentracije nekaterih flavonoidov v semenih ajde (Regvar *et al.*, 2012) zato so interakcije z glivami potencialno pomembne za funkcionalne lastnosti produktov iz moke. Ugotovili smo, da korenine kolonizirajo tudi avtohtone glive. Rezultati nakazujejo da dodani komercialni glivni sevi niso bili dovolj kompetitivni v danem okolju, zato je bila stopnja kolonizacije z arbuskuli pri rastlinah nizka. V prihodnje bi bilo potrebno z identifikacijo in izolacijo avtohtonih glivnih simbiotov najti seve, ki bi imeli večje pozitivne učinke na pridelavo semen in njihovo mineralno sestavo.

DS2: Pomembnost lastnosti tal za elementno sestavo vinske trte: Cilji tega delovnega sklopa so bili: i) analizirati sestavo mineralnih hranil in kovinski onesnažil v produkcijskih vinogradih na Krasu, ii) slediti privzemu in transportu mineralnih hranil in neželenih kovin od tal do grozdja in vina, iii) identificirati dejavnike, ki vplivajo na elementno sestavo, iv) identificirati glivne kolonizatorje korenin vinske trte in v) primerjati združbe glivnih endofitov med vinogradi na Krasu. Rezultate analiz bomo uporabili pri oblikovanju smernic za uporabo simbiotskih gliv za izboljšanje poljedelskih tehnik v produkcijskih vinogradih. V raziskavah kovinskih onesnažil smo v večini primerov opazili povišano obremenjenost z Cu, ponekod tudi Cd, ki sta verjetno posledica uporabe škropiv. Razlike lastnosti tal izvirajo iz načina obdelave vinogradov, saj se zatravljeni predeli po količini organske snovi pomembno razlikujejo od nezatravljenih (Likar *et al.*, 2015). Obdelava tudi značilno vpliva na kolonizacijo mikoriznih simbiotov v koreninah. Glive prispevajo k izboljšanju mineralne prehrane in preskrbe z vodo ter tolerance rastlin na stres. Vsebnosti mineralnih hranil v rastlinah in grozdnem soku so sezonsko odvisne, trte v izbranih vinogradih pa se med seboj razlikujejo tudi po vsebnosti sladkorjev in fenolnih snovi. Z identifikacijo glivnih kolonizatorjev vinske trte in primerjavo združb glivnih endofitov v produkcijskih vinogradih na krasu vzdolž Jadranske obale (Likar *et al.*, 2013) smo ugotovili, da so trte v produkcijskih vinogradih vzdolž Jadrana relativno stabilno kolonizirane z mikoriznimi glivami, opazili pa smo tudi temne septirane endofite. Združbe gliv smo analizirali z gelsko elektroforozo v temperaturnem gradientu in sekvenciranjem 18S in ITS regije rDNA. Sestava glivnih združb je relativno stabilna. Nekatere spremembe združb smo lahko pripisali okoljskim dejavnikom (rastlinam dostopne vsebnosti P), nekatere pa lokacijam. Glivni endofiti so se izkazali kot pomemben dejavnik za mineralno prehrano vinske trte v komercialnih vinogradih. Pridobljeni rezultati nakazujejo možnost pridelave grozdja s pomočjo mikoriznih gliv ob predpostavki sonaravnega upravljanja s produkcijskimi vinogradi. Dejavniki, ki pomembno vplivajo na diverzitetu in obseg kolonizacije korenin trte s simbiotskimi glivami so sestava tal, način rabe tal, zatravljenost vinogradov in uporaba škropiv. V trajnostnih sistemih se priporoča visoka zatravljenost vinogradov in zmanjševanje uporabe škropiv.

DS3: Pomen strukturnih in biokemičnih komponent za transport in porazdeljevanje elementov: Cilji tega delovnega sklopa so bili: i) določiti porazdelitev glavnih strukturnih in funkcionalnih bioloških molekul (proteinov, ogljikovih hidratov, lipidov in različnih sekundarnih metabolitov) v tkivih, ii) povezati vzorce porazdelitev bioloških molekul z vzorci porazdelitve mineralnih hranil oziroma kovin; iii) raziskati pomen žvepla za mehanizme privzema, transporta in akumulacije Cd, iv) določiti vezavne oblike oz. potencialne ligande za Cd. Hiperakumulacija kovin pri rastlini rani mošnjak (*Thlaspi praecox*) ima tudi pomembne posledice za metabolizem, ki je ob zelo veliki akumulaciji Cd precej moten. Z uporabo dveh komplementarnih tehnik na istih celicah listov (LEXRF in biokemijsko karakterizacijo z infrardečo mikrospektroskopijo z Fourierjevo transformacijo- FTIR), smo potrdili domnevo, da strukturne biokemijske komponente listov pripomorejo k razstrupljanju kovin v rastlinskih tkivih (Regvar *et al.*, 2013). Analize kažejo na pomembno akumulacijo pektinskih molekul v stenah epidermalnih celic listov bogatih s Zn, kjer verjetno pripomorejo k imobilizaciji kovin v stenah. Te celice imajo tudi povečano lignifikacijo sten, ki sodelujejo pri imobilizaciji kovin in s tem preprečujejo njihovo uhajanje v fotosintezno aktivne, mnogo bolj občutljive, mezofilne celice. Do podobnih spoznanj smo prišli v raziskavah lokalizacije Al v listih čajevca (*Camellia sinesis*) (Tolrà *et al.*, 2011). Večji del Al v listih te hiperakumulacijske vrste se nahaja v celičnih stenah, kjer se imobilizira in tako ni dostopen za same celice. Objave predstavljajo nov pristop k razumevanju tolerance hiperakumulacijskih rastlin na visoke vsebnosti kovin v tkivih. V raziskavah pomena žvepla za privzem, transport in akumulacijo Cd (Koren *et al.*, 2013) smo potrdili pomen kemijske oblike žvepla za razporejanje Cd v rastlinah, pri čemer klorid spodbuja kopičenje Cd v vakuolah, kjer se veže pretežno na kisikove ligande, sulfat pa spodbuja njegovo kopičenje v celični steni, kjer se pretežno veže na žveplene ligande. Rezultati nakazujejo, da je razporejanje Cd med apoplastom in simplastom mezofilnih celic odvisno od vrste Cd soli in njene koncentracije. Raziskave pomembno prispevajo k razumevanju razporejanja Cd v rastlinskih tkivih. Zanimalo nas je tudi, kakšne so interakcije med posameznimi kovinami v primeru multielementnega onesnaženja s Cd, As in Pb (Lyubenova *et al.*, 2013). Rezultati potrjujejo pomembne interakcije med strupenimi kovinami v tleh. Kompleksnost teh interakcij je potrebno upoštevati pri načrtovanju in modeliranju uspešnosti fitoremediacijskih tehnologij, saj ekstrakcija teh kovin iz tal ni

linearna. Zaradi velike površine korenin in rizomov je rastlina potencialno zanimiva za fitoremediacijo Pb v onesnaženih tleh in vodah (Lyubenova *et al.*, 2012). Raziskave lokalizacije Cu v koreninah in listih rastline *Brassica carinata* v odvisnosti od različnih koncentracij Cu in od prisotnosti kelatorske molekule (S,S)-N,N'-ethylenediamine disuccinic acid (EDDS) so nakazale, da rastline v prisotnosti EDDS privzemale več Cu, ki se je v listih pretežno zadrževal v žilah. S tem je rastlina omejila transport v fotosintezna tkiva. Omenjeni rezultati imajo velik aplikativni pomen, saj kažejo, da uporaba EDDS pri fitoekstrakciji Cu znatno izboljša učinkovitost ekstrakcije in ščiti rastlino pred poškodbami (Cestone *et al.*, 2012).

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

Projekt je potekal v skladu s pričakovanji. V prvem letu je bil poudarek na vzgoji rastlin in vzorčenju, v drugem letu je bil poudarek na elementnih analizah, pri katerih smo bili pogosto odvisni od razpoložljivosti analizne opreme in razpoložljivih časov dodeljenih na sinhrotronih Elettra v Trstu in ESRF v Grenoblu, ter v okviru bilateralnega sodelovanja z laboratorijem prof. Stanleya Lutza v Belgiji. Zadnje leto smo posvetili zaključevanju analiznega dela, predstavitvam rezultatov in pripravi publikacij.

V okviru projekta smo objavili več kot 30 znanstvenih člankov s pomembnim dejavnikom vpliva, vključno s 3 izjemnimi dosežki, rezultati pa so bili predstavljeni tudi v okviru številnih znanstvenih konferenc. V delo na projektu so bili vključeni številni diplomski, magistrski in doktorski študentje.

	Aktivnost	1. leto	2. leto	3. leto
	Elementna in biokem. karakterizacija semen			
DS1	Vzgoja mikoriznih rastlin in vzorčenje			
	Elementne analize vzorcev			
	Interpretacija in objave rezultatov			
	Vzorčenje rastlin in tal			
DS2	Elementne analize vzorcev			
	Molekularna identifikacija simbiotov			
	Interpretacija in objave rezultatov			
	Vzgoja hiperakumulacijskih rastlin in vzorčenje			
DS3	Elementne, biokem. in morfol. analize			
	Interpretacija in objave rezultatov			

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Med projektom spremembe programa niso bile potrebne. Za namen povečanega obsega vzorčenja v letu 2012 pa smo na projekt dodatno razporedili dr. Jožeta Bavcona, raziskovalko Matejo Potisek in tehnično sodelavko Tinkaro Rozina. V letu 2013 smo zaprosili za črtanje prof. dr. Ivana Krefta iz raziskovalne skupine zaradi upokojitve, raziskovalne ure pa smo dodlelili dr. Špeli Koren, ki je bila prej mlada raziskovalka. Z delom na projektu je v tem letu zaključila tehnična sodelavka Tinkara Rozina. V letu 2014 so zaradi zaključevanja projekta z delom zaključili prof. dr. Alenka Gaberščik, prof. dr. Mateja Germ, dr. Jože Bavcon in dr. Špela Koren.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

	Znanstveni dosežek		
1.	COBISS ID	6626169	Vir: COBISS.SI
	Naslov	Nova spoznanja o globoidih vakuol z rezervnimi proteini v alevronu pšenice pridobljena s sinhrotronsko mikroskopijo X-žarkov New insights into globoids of protein storage vacuoles in wheat aleurone	
	SLO		

			using synchrotron soft X-ray microscopy
		ANG	New insights into globoids of protein storage vacuoles in wheat aleurone using synchrotron soft X-ray microscopy
	Opis	SLO	Seme je fiziološko in biokemično prilagojeno shranjevanju nitrientov kot so škrob, proteini, olja in minerali. Sestava in porazdelitev elementov v alevronskih celicah je posledica njihove biogeneze, strukturnih karakteristik in fizioloških funkcij. Razumevanje mehanizmov akumulacije, razporejanja, shranjevanja in biodostopnosti kovin v sub-celičnih organelih alevrona je zato primarnega pomena za biofortifikacijo. Uporabili smo spektromikroskopijo s sinhrotronsko radiacijo X-žarkov nizkih energij v slikovnem načinu (full-field imaging mode FFIM) in fluorescenčno X-žarkov nizkih energij (LEXRF) za karakterizacijo strukturnih posebnosti in subceličnih porazdelitev fiziološko pomembnih elementov (Zn, Fe, Na, Mg, Al, Si in P). Obe slikovni metodi odkrivata vzorce akumulacije med apoplastom in simplastom ter osvetljujejo pomen globoidov s fitati in stene kot periferne strukture. Kemične porazdelitve C, N in O so povezane s strukturnim skeletom rastlin. Zn, Fe, Na, Mg, Al in P pa so vezani na globoide znotraj vakuol z rezervnimi proteini in se do neke mere lokalizirajo. Razporejanje Si je netipično, saj se nahaja tudi v apoplastu in simplastu alevronskih celic, kar poleg strukture nakazuje tudi njegovo fiziološko vlogo poleg strukturne. Rezultati nakazujejo imobilizacijo kovin znotraj endomembranskih struktur, ki predstavljajo tako strukturno kot tudi funkcionalno bariero in vplivajo na biodostopnost. Kombinacija prostorskih in kemičnih mikroskopij X-žarkov tako osvetljuje pomen in situ analize za prispevek k razumevanju kompleksnosti alevronske plasti pšenice, katere natančna biokemijska sestava, morfologija in strukturne značilnosti še vedno niso povsem pojasnjene.
		ANG	The elemental composition of specific fractions of cereal and pseudocereal grains can be roughly estimated after milling. Alternatively, the elemental localization of cross-sectioned grains can be quantitatively analyzed by microproton induced X-ray emission (micro-PIXE), taking advantage of high elemental sensitivity and low lateral resolution. We present a micro-PIXE study on buckwheat (<i>Fagopyrum esculentum</i>) grain, with a detailed description of the elemental distributions. Elements such as Mg, P, S, K, Fe, Ni, Cu, and Zn were preferentially localized in the cotyledons and embryonic axis; however, significant amounts of K and Fe were also found in the pericarp. The aleurone layer covering the cotyledons was especially enriched in S and P, while testa, a thin layer above the aleurone did not show any significant element enrichments. The highest concentrations of Al, Si, Cl, Ca, and Ti were found in the pericarp. A detailed element localization study of pericarp layers revealed that the inner layer was enriched in K, Mn, Ca, and Fe, while the outer layer showed enrichments in Na, Mg, P, S, and Al. On the basis of the data obtained, milling techniques can be adapted to obtain milling fractions with targeted nutritional values.
	Objavljeno v		Clarendon Press; Journal of Experimental Botany; 2011; Vol. 62, No. 11; str. 3929-3939; Impact Factor: 5.364; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.964; A': 1; WoS: DE; Avtorji / Authors: Regvar Marjana, Eichert Diane, Kaulich Burkhard, Gianoncelli Alessandra, Pongrac Paula, Vogel-Mikuš Katarina, Kreft Ivan
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
	2. COBISS ID		7578745 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pomen kvantitativnih raziskav elementnih profilov v zrnu pšenice (<i>Triticum aestivum</i>) za prehrano
		ANG	Relevance for food sciences of quantitative spatially resolved element profile investigations in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) grain

Opis	SLO	Raziskovali smo tkivne vsebnosti elementov in njihovo prostorsko razporeditev v zrnju pšenice (<i>Triticum aestivum</i>), vzgojene v tleh bogatih s Zn. Analize koncentracij elementov smo opravili z masno in optično emisijsko spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo, mikro-protonsko inducirano emisijo X-žarkov pa smo uporabili za dvodimenzionalno lokalizacijo elementov. Dodatek Zn v tla ni značilno vplival na donos semen. Opazili pa smo povečanje koncentracij Ca, Fe in Zn, ter znižanje koncentracij Na, P in Mo v zrnju; med tem ko so koncentracije Mg, S, K, Mn, Cu, Cd in Pb ostale nespremenjene. Spremembe v koncentracijah elementov se odražajo v tkivno-specifičnih prerazporeditvah elementov v zrnju in razkrivajo, da dodatek Zn v tleh lahko pomembno vpliva na prerazporeditve elementov in s tem vpliva na kvaliteto mlevskih frakcij. Prostorske raziskave elementnih koncentracij v tkivih so zato izjemnega pomena za napovedovanje izgub elementov med mletjem in poliranjem zrnja.	
	ANG	Bulk element concentrations of whole grain and element spatial distributions at the tissue level were investigated in wheat (<i>Triticum aestivum</i>) grain grown in Zn-enriched soil. Inductively coupled plasma mass spectrometry and inductively coupled plasma optical emission spectrometry were used for bulk analysis, whereas micro-proton-induced X-ray emission was used to resolve the two-dimensional localization of the elements. Soil Zn application did not significantly affect the grain yield, but did significantly increase the grain Ca, Fe and Zn concentrations, and decrease the grain Na, P and Mo concentrations; bulk Mg, S, K, Mn, Cu, Cd and Pb concentrations remained unchanged. These changes observed in bulk element concentrations are the reflection of tissue-specific variations within the grain, revealing that Zn application to soil can lead to considerable alterations in the element distributions within the grain, which might ultimately influence the quality of the milling fractions. Spatially resolved investigations into the partitioning of the element concentrations identified the tissues with the highest element concentrations, which is of utmost importance for accurate prediction of element losses during the grain milling and polishing processes.	
	Objavljeno v	The Royal Society; Journal of the Royal Society interface; 2013; Vol. 10, no. 84; str. 1742-5662; Impact Factor: 3.856;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.663; A': 1; WoS: RO; Avtorji / Authors: Pongrac Paula, Kreft Ivan, Vogel-Mikuš Katarina, Regvar Marjana, Germ Mateja, Vavpetič Primož, Grlj Nataša, Jeromel Luka, Eichert Diane, Budič Bojan, Pelicon Primož	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
3.	COBISS ID	2740303	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Usoda arzena, kadmija in svinca pri vrsti <i>Typha latifolia</i>
		ANG	The fate of arsenic, cadmium and lead in <i>Typha latifolia</i>
		SLO	Razumevanje privzema, skladiščenja in razporejanja strupenih elementov v rastlinah je ključnega pomena za načrtovanje fitoremedijacijskih strategij, še posebno v pogojih mnogoelementnega onesnaženja v telh. Z uporabo mikro-protonsko inducirane emisije X-žarkov smo raziskali prostorsko razporeditev Na, Mg, Al, Si, P,S, Cl, K, Ca,Mn, Fe, Zn, As, Br, Rb, Sr, Cd and Pb v koreninah in rizomih obligatne močvirske rastline <i>Typha latifolia</i> . Največje koncentracije As, Cd in Pb so bile opažene v koreninah, s tkivno-specifično razporeditvijo. As se nahaja v rizodermu korenine, v rizomu pa je večina As v žilnih tkivih, ki omogočajo njegovo mobilnost po rastlini. Cd se nahaja v eksodermu korenine ter v epidermu in žilah rizoma. Največje koncentracije Pb smo zaznali v rizodermu in eksodermu korenine ter v epidermu rizoma. Rezultati predstavljajo pomemen napredek v razumevanju osnovnih principov rastlinske ionomike.

		ANG	Understanding the uptake, accumulation and distribution of toxic elements in plants is crucial to the design of effective phytoremediation strategies, especially in the case of complex multi-element pollution. Using micro-proton induced X-ray emission, the spatial distribution of Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Mn, Fe, Zn, As, Br, Rb, Sr, Cd and Pb have been quantitatively resolved in roots and rhizomes of an obligate wetland plant species, <i>Typha latifolia</i> , treated with a mixture of 100 M each of As, Cd and Pb, together. The highest concentrations of As, Cd and Pb were found in the roots of the <i>T. latifolia</i> , with tissue-specific distributions. The As was detected in the root rhizodermis, and in the rhizome the majority of the As was within the vascular tissues, which indicates the high mobility of As within <i>T. latifolia</i> . The Cd was detected in the root exodermis, and in the vascular bundle and epidermis of the rhizome. The highest Pb concentrations were detected in the root rhizodermis and exodermis, and in the epidermis of the rhizome. These data represent an essential step in the resolution of fundamental questions in plant ionomics.
	Objavljeno v		Elsevier Scientific Publ. Co.; Journal of hazardous materials; 2013; Vol. 248/249; str. 371-378; Impact Factor: 4.331; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.11; A'': 1; A': 1; WoS: IH, IM, JA; Avtorji / Authors: Lyubenova Lyudmila, Pongrac Paula, Vogel-Mikuš Katarina, Kukec Mezek Gašper, Vavpetič Primož, Grlj Nataša, Regvar Marjana, Pelicon Primož, Schröder Peter
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	2802767	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Biokemijska karakterizacija celičnih tipov listov hiperakumulacijske rastline <i>Noccaaea praecox</i> (Brassicaceae)
		ANG	Biochemical characterization of cell types within leaves of metal-hyperaccumulating <i>Noccaaea praecox</i> (Brassicaceae)
	Opis	SLO	V listih hiperakumulacijskih rastlin redno opažamo značilne vzorce razporeditev kovin, vloga ključnih strukturnih bioloških molekul pri njihovem razporejanju pa je popolnoma neraziskana. V vzorcih iz naravnega okolja smo raziskali prostorsko razporeditev glavnih makromolekulskih komponent listov Cd/Zn hiperakumulacijske rastline <i>Noccaaea praecox</i> in jih povezali z vzorci prostorske razporeditve kovin na tkivnem nivoju. Prostorsko sestavo biomolekul različnih tkiv listov (epidermis, subepidermis, mezofil) smo raziskali z uporabo infrardeče spektroskopije s Fourierjevo Transformacijo (FTIR) vzbujane s sinhrotronsko svetlobo, prostorsko razporeditev Zn pa smo raziskali s fluorescenčno mikrospektroskopijo X-žarkov nizkih energij (LEXRF) vzbujano s sinhrotronsko svetlobo. Epidermalne celice vsebujejo velik delež prostih karboksilnih, nitro in fosfatnih skupin, ki predstavljajo pektine, nitroaromate, fitično in ostale organske kisline. Celice mezofila pa imajo večji delež proteinov, ogljikovih hidratov in celuloze. Rezultati dokazujejo, da je pektin pomembna komponenta sten celic bogatih s Zn. Poleg tega povečana lignifikacija sten epidermalnih celic preprečuje uhajanje akumuliranih kovin v metabolno aktivnejše in občutljivejše celice mezofila. Razporeditev makromolekul, ki vežejo kovine v posameznih celičnih tipih/tkivih prispeva k prerazporeditvi kovin in toleranci listov.
			Distinct metal distribution patterns within leaves of metal hyperaccumulating plants are repeatedly observed however, the presumable role of key structural biochemical molecules in determining and regulating their allocation remains largely unknown. We aimed to characterise in a spatially resolved manner the distribution of the main biochemical components in leaves of field-collected Cd/Zn hyperaccumulating <i>Noccaaea praecox</i> in order to relate them to metal distribution patterns at tissue level. The biomolecular composition of the

		ANG	leaves was spatially analysed using synchrotron radiation Fourier Transform Infrared (FTIR) and the distribution of Zn with synchrotron radiation Low-Energy X-Ray Fluorescence (LEXRF) microspectroscopy was determined on the same tissues of interest (epidermis, subepidermis, mesophyll). In epidermal cells high proportion of freecarboxyl, nitro and phosphate groups standing for pectin, nitroaromatics, phytic and other organic acids were found. Adjacent mesophyll cells had higher proportions of proteins, carbohydrates and cellulosic compounds. Pectin compounds were indicated as important components of Zn enriched epidermal cell walls. In addition, intense lignification of epidermal cell walls might limit leakage of the trapped metals back to the metabolically active and thus more sensitive mesophyll. Distribution of metal-binding compounds in particular cell types/tissues may therefore predispose metal distribution patterns and tolerance in leaves.
	Objavljeno v		Springer; Plant and soil; 2013; Vol. 373, no. 1/2; str. 157-171; Impact Factor: 3.235; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.624; A': 1; WoS: AM, DE, XE; Avtorji / Authors: Regvar Marjana, Eichert Diane, Kaulich Burkhard, Gianoncelli Alessandra, Pongrac Paula, Vogel-Mikuš Katarina
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
5.	COBISS ID	2757711	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Porazdelitev in vrstna pestrost arbuskularno mikoriznih gliv v trtah s produkcijskih vinogradov vzdolž Jadranske obale
		ANG	Distribution and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in grapevines from production vineyards along the eastern Adriatic coast
	Opis	SLO	Raziskovali smo kolonizacijo in vrstno pestrost mikoriznih gliv (AMF) trte v vinogradih vzdolž Jadranske obale. Združbe AMF na koreninah smo analizirali z gelsko elektroforezo v temperaturnem gradientu in sekvenciranjem 18S in ITS regije rDNA operona. Kolonizacija vzdolž Jadranske obale je stabilna, pri 64-82% korenin. Primerjava združb AMF je pokazala primerljivo stopnjo variabilnosti znotraj vinogradov in med vinogradi. Razlike v kolonizaciji smo pripisali okoljskim dejavnikom (rastlinam dostopni P) in lokaciji vinograda, poleg ostalih neidentificiranih dejavnikov. S sekvenciranjem 18SrDNA regije smo identificirali 27 glivnih taksonov, vključno s taksoni rodu Glomus skupine B. Se kvenciranje ITS regije pa je omogočilo identifikacijo 30 taksonov, ki pripadajo osmim različnim taksonom znotraj rodu Glomus, vključno z Glomus sinosum in Glomus indicum. To je po našem poznavanju literaturnih podatkov prvo poročilo o kolonizaciji trte z vrsto Glomus indicum.
		ANG	The colonisation and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on roots of grapevines were investigated in production vineyards located along the coast of the Adriatic Sea. AMF communities on roots of grapevines were analysed using temporal temperature gel electrophoresis and sequencing of the 18S and ITS segments of the rDNA operon. The AMF colonisation of these grapevines roots was consistent along the whole of this east Adriatic karst region, at 64 to 82% of fine roots. The comparison of the AMF communities on the roots of these grapevines showed that the fungal community associated with grapevine roots seems to be relatively stable, with inter-vineyard variability comparable to intra-vineyard variability. Some of the changes in the fungal communities were attributed to environmental factors (plant-available P) and location of the vineyard, although the latter could also have been influenced by an unmeasured environmental factor. A total of 27 taxa of fungi were identified, including taxa from Glomus group B, based on the sequencing of 18SrDNA. Sequencing of the internal transcribed spacer rDNA yielded 30 different fungal taxa, which comprised eight different Glomeromycota taxa, including

		Glomus sinuosum and Glomus indicum. To our knowledge, this is the first report of grapevine colonisation by G. indicum.
Objavljeno v		Springer Internat.; Mycorrhiza; 2013; Vol. 23, no. 3; str. 209-219; Impact Factor: 2.985; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.395; A': 1; WoS: RQ; Avtorji / Authors: Likar Matevž, Hančević Katarina, Radić Tomislav, Regvar Marjana
Tipologija	1.01	Izvirni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	3238479	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Pomen tal in upravljanja z vinogradom za mineralno sestavo trte	
		ANG	Importance of soil and vineyard management in the determination of grapevine mineral composition
	Opis	SLO	Določili smo prostorsko porazdeljenost mineralne sestave trt v produkcijskih vinogradih vzdolž Jadranske obale. Primerjali smo vinograde v konvencionalni in trajnostni vzgoji. Z analizo grozdenja smo pokazali velike razlike v mineralni sestavi med posameznimi lokacijami. Med najpomembnejšimi dejavniki, ki vplivajo na porazdelitev sta K in P med makronutrienti in Mn med mikronutrienti. Na mineralno sestavo pomembno vplivajo biotske in abiotske lastnosti tal. Med temi so pomembne koncentracije K, Fe in Cu v tleh, količina organske snovi in kolonizacija korenin z vezikli. Opazili smo značilne razlike v mineralni sestavi med vinogradi v konvencionalni in trajnostni vzgoji. Trajnostni vinogradi imajo povečano bioakumulacijo P in K, intenzivni pa povišane koncentracije Zn. Podatki potrjujejo pomen tal in načina vzgoje za mineralno sestavo vinogradov. Opažena variabilnost nutrientov je posledica spremenjenih biotskih in abiotskih lastnosti tal.
		ANG	The spatial variability of the mineral composition of grapevines in production vineyards along the east Adriatic coast was determined and compared between conventional and sustainable vineyard management. Cluster analysis shows a high level of spatial variability even within the individual locations. Factors with strong impact on the mineral composition are for the macronutrients K and P and the micronutrient Mn. Important part of the variance of these three elements can be explained by abiotic and biotic soil parameters, with soil concentrations of K, Fe and Cu, organic matter content, and vesicular colonisation showing the strongest effects on the mineral composition of the grapevines. In addition, analysis of the mineral composition data shows significant differences between differently managed vineyards, with increased bioaccumulation of P and K in sustainable vineyards, while Zn bioaccumulation was increased in conventional vineyards. Our data confirm the importance of soil and vineyard management in the concept of terroir, and demonstrate the effects of sustainable management practices on the mineral nutrition of grapevines that result from modified nutrient availability related to changes in the abiotic and biotic characteristics of the soil.
	Šifra	F.04	Dvig tehnološke ravni
	Objavljeno v	Elsevier; Science of the total environment; 2015; Vol. 505; str. 724-731; Impact Factor: 3.163; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 2.143; A': 1; WoS: JA; Avtorji / Authors: Likar Matevž, Vogel-Mikuš Katarina, Potisek Mateja, Hančević Katarina, Radić Tomislav, Nečemer	

		Marijan, Regvar Marjana	
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	26322727	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Mikro-PIXE na bioloških vzorcih
		<i>ANG</i>	Micro-PIXE on biological tissues
	Opis	<i>SLO</i>	Metoda mikro-PIXE je tehnika izbora za elementno kartiranje bioloških vzorcev za katere je pomembna visoka občutljivost in prostorska resolucija, ki ju spremlja kvantitativna analiza elementov. Priprava bioloških vzorcev je zahtevna in v veliki meri zagotavlja pridobivanje rezultatov visoke zanesljivosti. Hipno zmrzovanje vzorcev in rezanje v zmrznjenem stanju ter liofilizacija tkiv se najpogosteje uporabljajo pri raziskavah kompleksnih organizmov. Predstavljeni bodo rezultati s področja rastlinske biologije, nanotoksikologije in ekologije, pridobljeni na JSI. Mapiranje hidriranih tkiv v zanjrnjenem stanju preprečuje poškodbe tkiv med pripravo vzorcev in tako pomembno vpliva na zanesljivost rezultatov, vendar pa tudi ta tehnika ni brez omejitev.
		<i>ANG</i>	Micro-PIXE became a technique of choice in tissue elemental mapping in the cases, where high elemental sensitivity and high lateral resolution need to be combined with a quantitative nature of the elemental analysis. Preparation of biological tissues for micro-PIXE analysis is a dedicated process, which dominantly determines the quality of the results. Shock-freezing, slicing and freeze-drying of the tissues are most frequently used in the research of processes in complex organisms. Recent results on research in a plant biology, nanotoxicology and ecology at JSI will be presented. In conclusion, mapping of frozen hydrated plant tissues with micro-PIXE offers significantly improved reliability of the results by avoiding freeze-drying related tissue distortion, but is not without obstacles.
	Šifra	B.04 Vabljen predavanje	
	Objavljeno v	s. n.]; Program and abstracts; 2011; Str. 43; Avtorji / Authors: Pelicon Primož, Vavpetič Primož, Grlj Nataša, Pongrac Paula, Vogel-Mikuš Katarina, Regvar Marjana	
	Tipologija	1.10 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljen predavanje)	
3.	COBISS ID	785783	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i>	Vpliv kadmija na mineralno prehrano in metabolizem ogljikovih hidratov pri ranem mošnjaku (<i>Thlaspi praecox</i> Wulf.)
		<i>ANG</i>	Vpliv kadmija na mineralno prehrano in metabolizem ogljikovih hidratov pri ranem mošnjaku (<i>Thlaspi praecox</i> Wulf.)
	Opis	<i>SLO</i>	Raziskave vpliva Cd na mineralno prehrano in metabolizem ogljikovih hidratov pri ranem mošnjaku so pokazale, da se rastlina različno odziva na različne koncentracije Cd in različne Cd soli, pri čemer večje koncentracije negativno vplivajo na rast rastlin in vsebnost fotosinteznih pigmentov. Različne Cd soli vplivajo predvsem na porazdelitev Cd na celičnem nivoju in na razmerje med O in S ligandi, pri čemer CdCl ₂ spodbuja kopičenje Cd v vakuolah mezofilnih celic, CdSO ₄ pa v celični steni. Privzem Cd je povzročil motnje v vsebnosti in porazdelitvi esencialnih nutrientov, predvsem je vplival na privzem mikronutrientov. Največje spremembe v ionomu rastline in rastnem odzivu smo ugotovili pri rastlinah, ki so rasle v pomanjkanju Ca in Fe ter ob dodatku Cd. Ob izpostavitvi rastlin Cd je tudi prišlo do sprememb v metabolizmu ogljikovih hidratov. Po akutni izpostavljenosti rastlin Cd smo opazili zadrževanje škroba v poganjkih in povečano razgradnjo v koreninah, po kronični izpostavljenosti pa smo opazili zadrževanje saharoze v koreninah in poganjkih, kar je sovpadalo z

			zmanjšano aktivnostjo encimov za razgradnjo saharoze. Na tkivnem nivoju smo opazili manjše in okroglejše celice palisadnega mezofila pri rastlinah, ki so bile izpostavljene Cd, v tem področju pa smo ugotovili povečanje prispevka skupnih ogljikovih hidratov, natančneje osnovnih strukturnih ogljikovih hidratov, kot so celuloza, hemiceluloze, pektini ter založnega ogljikovega hidrata, škroba.	
		ANG	The research of the impact of Cd on mineral nutrition and metabolism of carbohydrates at <i>Thlaspi praecox</i> has shown that the plant responds differently to different concentrations of Cd and various Cd salts, while higher concentrations impact negatively on plant growth and the content of photosynthetic pigments. Various Cd salts mainly affect the distribution of Cd at the cellular level and the relationship between O and S ligands. CdCl ₂ promotes accumulation of Cd in the vacuoles mesophilic cells and CdSO ₄ in the cell wall. Cd uptake caused disturbances in the content and distribution of essential nutrients, while it mainly affected micronutrients. The largest changes in plant ionome and vegetative response was observed in plants that were grown in the absence of Ca and Fe, and with the addition of Cd. Exposure of plants to Cd induced changes in carbohydrate metabolism. Acute exposure to Cd induced retention of starch in the shoots. Chronic exposure to Cd induced retention of sucrose in shoots and roots, which coincided with decreased activity of enzymes for the degradation of sucrose. At the tissue level, smaller and rounder palisade mesophyll cells in leaves of plants, which have been exposed to Cd, were noted. In this area, we also found an increase in the contribution of total carbohydrate, more specifically the basic structural carbohydrates such as cellulose, hemicellulose, pectins, and non-structural carbohydrate starch.	
		Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
		Objavljeno v	[Š. Koren]; 2013; XX f., 133 str., [11] f.; Avtorji / Authors: Koren Špela	
		Tipologija	2.08 Doktorska disertacija	
		COBISS ID	2862159	Vir: COBISS.SI
4.	Opis	Naslov	SLO Razkrivanje skrivnosti iz življenja rastlin	
			ANG Revealing the secret life of plants	
		SLO	Laboratorij za fiziologijo rastlin, Oddelka za Biologijo, Univerze v Ljubljani v Sloveniji je del mednarodnega konzorcija za raziskave sestave elementov v rastlinskih tkivih. V tej navdušujoči razpravi partnerji izpostavljajo najsodobnejše tehnologije, ki omogočajo napredek na tem izjemno zanimivem področju. S študijem strukture in sestave rastlin znanstveniki raziskujejo kako rastline delujejo. Z vrhunskimi slikovnimi tehnologijami odkrivajo prostorsko sestavo rastlin preko vizualizacije elementnih in molekulskih informacij, na vseh organizacijskih nivojih rastlin. Slikovne tehnike za biološke vzorce, ki jih je razvil konzorcij, se uporabljajo v aplikativnih rastlinskih raziskavah in prispevajo k izboljšavam agronomskih, živilskih in bioremedijacijskih tehnologij. Sposobnost združevanja elementne, molekulske in morfološke informacije članom konzorcija omogoča svetovanje drugim znanstvenikom, študentom, pa tudi privatnim in javnim družbam pri njihovem aplikativnem delu. Organizirajo tudi izobraževanja o najsodobnejših analiznih inštrumentih in raziskavah povezanih z nutrienti rastlin.	
			The Laboratory of Plant Physiology, at The Department of Biology, University of Ljubljana, Slovenia is part of an international consortium which seeks to reveal the secrets behind the composition of elements in plant tissue. In this fascinating discussion, the partners outline the cutting-edge technology propelling this exciting field forward. By studying the structure and constitution of plants, scientists try to understand how they work. State-of-the-art imaging technologies reveal	

			the spatial biochemical make-up of plants through visualising the elemental and molecular information present in plants at all levels of organisation. The bioimaging techniques developed by the consortium have applications in applied plant sciences, where it assists in the refinement of agricultural, food and bioremediation practices. Equipped with this ability to merge elemental, molecular and morphological information, the consortium is in a position to advise other scientists and students as well as public and private organisations about the applications of their work. As such, they hold regular multidisciplinary workshops to spread the latest news and information about cutting-edge instrumentation and plant nutrient related enquiries
	Šifra	F.11	Razvoj nove storitve
	Objavljeno v	Research Media; International innovation, Environment; 2013; str. 20-22; Avtorji / Authors: Regvar Marjana, Vogel-Mikuš Katarina, Pelicon Primož, Elteren Johannes Teun van, Gregoratti Luca, Pongrac Paula, Kreft Ivan, Eichert Diane	
	Tipologija	1.04	Strokovni članek
5.	COBISS ID	2977359	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Rastlinski ionom v sliki in besedi
		ANG	The ionome of plants in words and images
	Opis	SLO	Mapiranje rastlinskega ionoma omogoča raziskave povezav med genomom, ionomom in okoljem. Vzorci elementne sestave rastlin so zato vitalnega pomena za odkrivanje razvojnih sprememb rastlin kot posledice interakcij rastlin z biotskim in abiotskim okoljem. Analize izbranih rastlinskih vrst iz različnih okolij omogočajo identifikacijo mehanizmov, ki določajo sestavo elementov v rastlinah. Tako pridobljeno znanje nato lahko uporabimo pri načrtovanju pridelave rastlin z željeno mineralno sestavo, kot enim primarnih ciljev prehranskih in agronomskih ved. V prehodu iz konvencionalne v organsko upravljanje lahko pridelavo pomembno izboljšamo z uporabo koristnih mikroorganizmov tal. Pomembna je tudi predstavitev novih pristopov širši skupnosti, saj z njo izgrajujemo širše zavedanje in sprejemljivost novih pristopov v produkciji in pridelavi.
		ANG	Mapping plant ionome allows for the connection between plant genome, ionome and physical landscape. Signatures of elemental composition are therefore of vital importance for the studies of environmental and developmental changes in plants as a consequence of plant interactions with biotic or abiotic environment. The analyses of selected plant species from differing environments allows us to unravel underlying mechanisms that govern final element composition in plants. The acquired knowledge can then be used to produce plant species with desired elemental composition, as one of the primary goals of food and agricultural sciences. Trend is to shift from conventional to organic production of plants used for food, which can be substantially improved by introduction of beneficial soil microorganisms. It is also important to present this novel production approaches to non-scientific communities and build global public awareness and acceptability of the new approaches in plant production.
	Šifra	B.06	Drugo
	Objavljeno v	2013; Avtorji / Authors: Regvar Marjana	
	Tipologija	3.25	Druga izvedena dela

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Namen trajnostne pridelave je izboljšanje produktivnosti, zadovoljevanje globalnih potreb po hrani in krmi, ter zmanjševanje negativnih učinkov pridelave na okolje. Za uspešno združitev teh prizadevanj v skupni cilj smo raziskali mehanizme akumulacije elementov pri rastlinskih vrstah z izjemnimi akumulacijskimi sposobnostmi (hiperakumulacijske vrste). Tako pridobljena nova spoznanja smo nato uporabili v prizadevanjih za pridelavo zrnja prehranskih rastlin z izboljšano mineralno sestavo. Izjemnost projekta smo dosegli z združevanjem znanstvenikov različnih znanstvenih disciplin, poleg biologije, agronomije, fizike tudi kemije in strojništva, z različnih institucij po svetu, kar je razvidno tudi iz avtorstev publikacij raziskovalcev v raziskovalni skupini. Pomemben napredek v znanosti je dandanes mogoče doseči z uporabo zahtevnih in tehnološko naprednih tehnologij, ki so trenutno na voljo na Inštitutu Jožef Stefan, Kemijskem inštitutu in Sinhrotronih Elettra in Grenoble.

To nam je omogočilo odkritje nekaterih izjemnih novih spoznanj s področij biologije rastlin, biotehnologije, živilske in okoljskih znanosti, ki smo jih objavili tekom projekta. Skupno je bilo objavljenih več kot 30 izvirnih znanstvenih člankov z vseh treh delovnih skupin v revijah s pomembnim dejavnikom vpliva. Največjo citiranost je dosegel članek v reviji Journal of Experimental Botany (Regvar s sod. 2011) z 36 citati v tem trenutku (Web of Science). En članek je uvrščen med izjemne dosežke (A''), 11 med nadpovprečne dosežke (A'), in 20 pomembne dosežke (A1/2, SICRIS).

ANG

Sustainable crop production aims at improving productivity, satisfying global needs for food and minimizing environmental impact. Merging these objectives into one goal we have analysed the mechanisms of metal accumulation in plants with outstanding metal accumulation abilities (hyperaccumulating plants) and applied the acquired knowledge to improve elemental composition of plants used for food and feed. The excellency of the project was achieved by bringing together scientists from differing disciplines, including biology, agronomy, physics, chemistry and engineering, from diverse institutions all over the world, which is recognized by the authorships of the publications of research group. In order to make significant progress in the field state-of-the-art technology at hand at Jožef Stefan Institute and Synchrotron facilities Elettra and Grenoble was applied.

This allowed for novel insights into plant biology with some outstanding achievements in the fields of plant biology, biotechnology, food and environmental sciences, which were published in the course of the project. In total, more than 30 original scientific articles from all three workpackages were published in highly ranking journals. The most outstandingly cited is the article in Journal of Experimental Botany (Regvar et al. 2011) with current 36 citations (Web of Science). One of the articles is listed among the outstanding achievements (A''), 11 among highly relevant (A'), and 20 among important (A1/2, SICRIS).

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Ključna predpogoja za zagotavljanje prehranske varnosti Slovenije sta zagotavljanje zadostnih površin za kmetijska zemljišča in ohranjanje naravne rodnosti tal. Za doseg te ciljev je potrebno trajnostno upravljanje s kmetijskimi zemljišči. Na primeru pridelave zrnja prehranskih rastlin in vinske trte smo preverili učinkovitost uporabe različnih trajnostnih pristopov za zagotavljanje kvalitetnih in varnih prehranskih produktov. Za trajnostno naravnano pridelavo bo potrebno vzgojo iz intenzivne pridelave preusmeriti na organsko pridelavo. Seveda tovrstni prehod spremljajo številni problemi, od dovzetnosti za bolezni do nižjih donosov kmetijskih rastlin. Predpostavljamo, da so tovrstni problemi največji prav v prehodnem obdobju, saj se z leti po opustitvi intenzivnih posegov počasi začnejo vzpostavljati pogoji v tleh, ki omogočajo sonaravno vzgojo rastlin in zmanjšajo vnos pesticidov in težkih kovin v telo s hrano. Posebni poudarki bodo potrebni na remediaciji tal s talnimi mikroorganizmi, med njimi imajo posebno mesto avtohtone glive z mutualističnimi učinki. Poleg tega pa bo potrebno osveščanje prebivalstva o novejših tehnologijah pridelave bolj kakovostnejše hrane. Izsledki naših raziskav so bili predstavljeni v številnih domačih in tujih publikacijah ter na

številnih domačih in tujih znanstvenih in strokovnih srečanjih. Pomembno mesto ima tudi prenos pridobljenih znanj na številne rodove študentov biologije, biotehnologije in pedagoškega izobraževanja na vseh treh univerzitetnih stopnjah. Tekom projekta sta izobraževanje zaključili dve doktorandki, ena magistrantka in številni diplomski študentje.

ANG

Food quality and safety issues in Slovenia can be improved by providing sufficient areas dedicated to agricultural use and maintaining natural fertility of these lands. This can only be achieved by sustainable land management practice. On two examples, cereal and pseudocereal grain production and vineyard management, that sustainable approaches are feasible in the quality food and feed production. In particular, the transformation from conventional to organic land management practice may provide benefits in terms of high quality food and food products. However, this transition is not without drawbacks, that are commonly observed in terms of lower yields and high susceptibility to pests and diseases particularly severe during transition period. Particular care should be put on the remediation of soil with beneficial soil microorganisms. In addition, more efforts are needed to introduce novel technologies for healthier food production.

The results of our work were promoted in numerous local and international journals as well as on conferences, both scientific and professional. In addition, education of students of biology, biotechnology and education programmes on all three university levels are an important part of our achievements. Two PhD students, one MSc and numerous diploma students finished their work in the frame of the project.

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

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	

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

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30	Strokovna ocena stanja	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.31	Razvoj standardov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32	Mednarodni patent	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33	Patent v Sloveniji	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.34	Svetovalna dejavnost	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.35	Drugo	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☐ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

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

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

G.03.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja		☐	☐	☐	☐	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja		☐	☐	☐	☐	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave		☐	☐	☐	☐	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti		☐	☐	☐	☐	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe		☐	☐	☐	☐	
G.04.06.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete						
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj						
G.07	Razvoj družbene infrastrukture						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.02.	Prometna infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.03.	Energetska infrastruktura		☐	☐	☐	☐	
G.07.04.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva						
G.09.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	

Komentar

--

12.Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

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

13. Izjemni dosežek v letu 2014¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

Pri vzgoji vinske trte vedno bolj uveljavlja ekološka pridelava, pri kateri se zmanjšuje uporaba za okolje škodljivih snovi. V raziskavi smo primerjali razširjenost in diverziteto endofitskih gliv na koreninah trte v konvencionalnih in ekoloških vinogradih. Primerjava je pokazala povečan obseg mikorizne kolonizacije korenin vinske trte v ekoloških vinogradih. Prav tako smo opazili spremembe v združbi gliv, ki kolonizirajo korenine vinske trte kot tudi sestave spor v tleh. Naši rezultati potrjujejo, da ekološka pridelava vinske trte pozitivno vpliva na glivne združbe prisotne v tleh vinogradov, kar lahko močno izboljša uspevanje vinske trte. Izjemni dosežek RADIĆ T., s sod. Occurrence of root endophytic fungi in organic versus conventional vineyards on the Croatian coast. Agriculture, ecosystems & environment, 2014, 192, 115-121 skupaj z objavami prejšnjih let predstavlja celovito študijo o pomenu glivnih interakcij za pridelavo in sestavo produktov trte (grozdje, sok in vino).

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Zaradi preobčutljivosti jagode na talne patogene se pri vzgoji uporablja razkuževanje tal. Po prepovedi metil bromida v letu 2005 se spodbujajo trajnostne alternative kemičnim metodam (solarizacija, zeleni podor, vnos bioloških kontrolnih agensov). Učinke teh smo primerjali s kemičnim razkuževanjem tal z dazometom. Dazomet je imel največji inhibitorski vpliv na mikorizno kolonizacijo korenin jagode. Tudi rastline zelenega podora, razen Eruca sativa, so inhibirale mikorizno kolonizacijo in diverziteto gliv. Inokulacija rastlin z mikoriznimi glivami je zmanjšala negativne učinke dezinfekcije tal. Največje število plodov so imele jagode iz zelenega podora. Uporabljene tehnologije predstavljajo alternativne pristope k dezinfekciji tal, ki bi jo morali uporabiti v trajnostni proizvodnji jagode. KORON, D. s sod. Effects of non-chemical soil fumigant treatments on root colonisation with arbuscular mycorrhizal fungi and strawberry fruit production. Crop protection, 2014, 35-41.

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška
fakulteta

Marjana Regvar

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana,

10.3.2015

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/21

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

² 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](#)

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

⁴ 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](#)

⁵ 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](#)

⁶ 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](#)

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

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

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

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

¹¹ Rubrike izpolnite / prepišite 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](#)

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

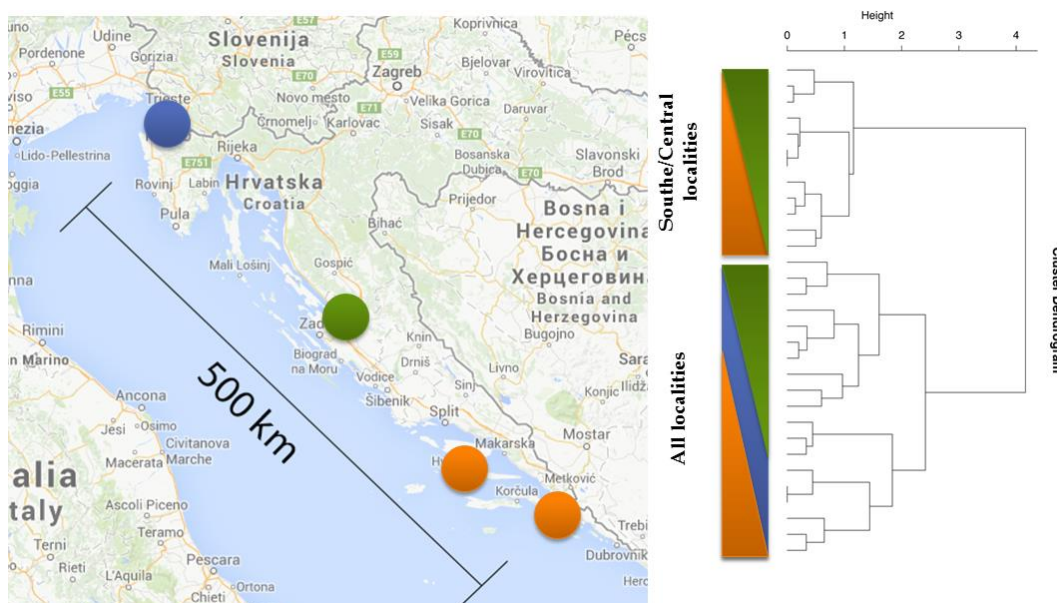
Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
FD-24-6B-85-22-86-63-03-54-0A-62-C7-14-31-AE-61-3D-AF-55-FE

Priloga 1

Področje: 1.03.02 Biologija

Znanstveni dosežek: **Raziskave pogostosti in raznolikosti endofitskih gliv za namen izboljšave smernic za vzgojo vinske trte**

Vir: RADIĆ, Tomislav, LIKAR, Matevž, HANČEVIĆ, Katarina, BOGDANOVIĆ, Irena, PASKOVIĆ, Igor.
Occurrence of root endophytic fungi in organic versus conventional vineyards on the Croatian coast.
Agriculture, ecosystems & environment, ISSN 0167-8809. [Print ed.], 2014, vol. 192, str. 115-121.
http://ac.els-cdn.com/S0167880914002059/1-s2.0-S0167880914002059-main.pdf?_tid=57a3b43c-ec97-11e3-8bc8-00000aacb361&acdnat=1401962230_9546e778969cea4ff1bc891426e8ca1d, doi:
[10.1016/j.agee.2014.04.008](https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.04.008). [COBISS.SI-ID 3146831]



Slika 1: Glivna kolonizacija korenin vinske trte v ekoloških in konvencionalnih vinogradih na različnih lokacijah.

Pri vzgoji vinske trte vedno bolj uveljavlja ekološka pridelava, pri kateri se zmanjšuje uporaba za okolje škodljivih snovi. V raziskavi smo primerjali razširjenost in diverziteto endofitskih gliv na koreninah trte v konvencionalnih in ekoloških vinogradih. Primerjava je pokazala povečan obseg mikorizne kolonizacije korenin vinske trte v ekoloških vinogradih. Prav tako smo opazili spremembe v združbi gliv, ki kolonizirajo korenine vinske trte kot tudi sestave spor v tleh. Naši rezultati potrjujejo, da ekološka pridelava vinske trte pozitivno vpliva na glivne združbe prisotne v tleh vinogradov, kar lahko močno izboljša uspevanje vinske trte. Izjemni dosežek skupaj z objavami prejšnjih let predstavlja celovito študijo o pomenu glivnih interakcij za pridelavo in sestavo produktov trte (grozdje, sok in vino).

Priloga 2

NARAVOSLOVJE

Področje: 1.03 – Biologija

Dosežek 2

Vir: KORON, Darinka, SONJAK, Silva, REGVAR, Marjana.

Effects of non-chemical soil fumigant treatments on root colonisation with arbuscular mycorrhizal fungi and strawberry fruit production. *Crop protection*, 2014, 35-41. [COBISS.SI-ID [2971727](#)].



Jagoda (*Fragaria ananassa* Duch.) sodi med sadne rastline z najintenzivnejšo pridelavo. Zaradi preobčutljivosti na talne patogene se pri vzgoji uporablja razkuževanje tal. Po prepovedi metil bromida v letu 2005 zaradi negativnih učinkov na okolje se spodbujajo trajnostne alternative kemičnim metodam. Te vključujejo obdelovalne prakse s solarizacijo (prekrivanje s folijo), zelenim podorom (vnos križnic) in vnosom bioloških kontrolnih agensov (koristnih organizmov). Jagoda je mikorizno odvisna rastlinska vrsta. Učinke alternativnih tehnologij vzgoje smo primerjali s kemičnim razkuževanjem tal z dazometom.

Dazomet je imel največji inhibitorni vpliv na mikorizno kolonizacijo korenin jagode. Tudi rastline zelenega podora, razen *Eruca sativa*, so inhibirale mikorizno kolonizacijo. Zmanjšana je bila tudi prisotnost mikoriznih gliv. Inokulacija rastlin z mikoriznimi glivami je zmanjšala negativne učinke dezinfekcije tal. Kljub manjši mikorizni kolonizaciji so imele največje število plodov jagode iz zelenega podora. Uporabljene tehnologije predstavljajo alternativne pristope k dezinfekciji tal, ki bi jo morali uporabiti v trajnostni proizvodnji jagode.