

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/50



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	J4-4126
Naslov projekta	Odziv navadnega fižola (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) na vodni stres: analiza proteoma in kvantitativno kartiranje lokusov
Vodja projekta	5667 Vladimir Meglič
Tip projekta	J Temeljni projekt
Obseg raziskovalnih ur	8430
Cenovni razred	
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2014
Nosilna raziskovalna organizacija	401 Kmetijski inštitut Slovenije
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	106 Institut "Jožef Stefan"
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.01 Kmetijske rastline
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	4 Kmetijske vede 4.04 Kmetijska biotehnologija

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Suša je eden glavnih stresnih dejavnikov, ki pri navadnem fižolu (*Phaseolus vulgaris*) vpliva na zmanjšanje količine in kakovosti pridelka. Raziskovanje mehanizmov odziva rastlin na sušo je ključnega pomena za identifikacijo lastnosti, uporabnih pri žlahtnjenju na tolerantnost na sušo. Zato smo v sklopu projekta zasnovali obsežno raziskavo, kjer

smo proučili odziv fižola na sušni stres na morfološki, fiziološki, biokemijski in genetski ravni pri tolerantni sorti Tiber in občutljivi sorti Starozagorski čern. Izdelali smo genetsko karto, ki smo jo uporabili v QTL analizi za tolerantnost fižola na sušni stres.

Morfološke in fiziološke parametre smo pri obeh sortah ocenjevali v poskusih v zaprtih kontroliranih razmerah. Identificirali smo številne morfološke znake, ki razločujejo sorti. Fiziološke meritve stresiranih in kontrolnih rastlin so zajemale fotosintezo, vodni potencial, fluorescenco in vsebnost vode v listih. Razlike med sortama so se izrazile predvsem v kasnejši fazi suše. **Odpornost sort na fižolov ožig** smo preverili z okuževanjem s štirimi slovenskimi rasami glive *Colletotrichum lindemuthianum*. Zaradi visoke občutljivosti obeh sort lastnosti nismo uporabili pri mapiranju.

Opravili smo **proteomsko analizo**, kjer smo analizirali odziv obeh sort na sušo na ravni celokupnih proteinov in glikoproteinov v listih in steblih. Suša je vplivala na vsebnost proteinov, povezanih s fotosintezo, energijskim metabolizmom, stresom, sintezo, proteolizo in zvižanjem proteinov. Prisotnost različnih tipov N-glikanov v steblih in listih pri Tibru v suši nakazuje na velik vpliv sušnega stresa na biokemijski metabolizem v celičnih stenah. Sklepamo, da so določeni proteini uporabni kot markerji v selekcijskem procesu na toleranco na sušo.

Ugotovili smo, da je v odziv navadnega fižola na sušni stres vpleteno več **proteaz**, podrobneje pa smo okarakterizirali eno serinsko endopeptidazo in pet aminopeptidaz. Le-te so aktivne v listih obeh sort, na nivoje njihovih aktivnosti vpliva pomanjkanje vode, vzorec odziva pa je različen.

V PCR smo uporabili DNA obeh sort za namnoževanje **markerjev SRAP in RGAP**. Z gelsko elektroforezo smo določili 42 polimorfni markerjev, vendar na ravni transkriptov nismo identificirali polimorfnih EST-RGA markerjev, povezanih z odzivom na sušo.

Za potrebe izdelave **genetske karte** smo iz potomstva križanja Tiber x Starozagorski čern vzgojili 82 rekombinantnih inbridiranih linij generacije F8, pri katerih smo ocenili morfološke in fiziološke parametre. Pri starševskih sortah smo odkrili 134 polimorfnih DNA markerjev, ki smo jih na genetski karti razvrstili v 11 skupin. Razporeditev markerjev smo skupaj z morfološki znaki analizirali s programom Cartographer in pridobili genetsko karto kvantitativnih lastnosti (QTL) navadnega fižola. Najmočnejšo povezanost smo zasledili v vezanih skupinah 1 in 9 med markerji in QTL za število dni do cvetenja ter maso enega semena.

ANG

Drought is one of the main abiotic stressors that reduce quantity and quality of yield in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Investigation of mechanisms of plant response to drought could lead to identification of useful traits for selection of drought tolerant plants. This motivated us to devise a comprehensive study of common bean drought response on morphological, physiological, biochemical and genetic level. Tolerant variety Tiber and susceptible variety Starozagorski čern were used. Genetic map of common bean genome was created and used in QTL analysis for tolerance to drought.

Morphological and physiological parameters of both varieties were evaluated in trials in glasshouse under controlled conditions. The main morphological differences between varieties were identified. Physiological measurements of plants under drought stress and control plants included photosynthesis, water potential, fluorescence and leaf water content. Differences between varieties were expressed primarily at the later phases of drought. Resistance to bean anthracnose was evaluated by inoculation with four Slovenian races of the fungus *Colletotrichum lindemuthianum*. Both varieties were highly susceptible therefore were not used for mapping.

Proteomic approach was used to analyze drought response of both varieties on the level of total proteins and glycoproteins in leaves and stems. Drought affected the abundance of proteins involved in photosynthesis, energy metabolism, stress, synthesis, proteolysis and protein folding. The presence of various N-glycan types in stems and leaves of Tiber suggested that drought affected the biochemical metabolism in the cell wall. Certain identified proteins could be used as markers in the selection process for drought tolerance in common bean.

Several **proteases** were found to be involved in response to drought stress. Among them one serine endopeptidase and five aminopeptidases were characterised in more detail. They are active in leaves of both studied varieties, and the levels of activities are influenced by water deficit. The pattern of response is characteristic for the variety.

Using PCR approach DNA of both varieties was used for amplification of **SRAP and RGAP markers**. We detected 42 polymorphic DNA markers, however, no polymorphic EST-RGA markers associated with drought response were identified among the transcripts.

Genetic map was constructed for population of 82 recombinant inbred lines, derived from the crossing Tiber x Starozagorski čern. Lines were monitored for morphological and physiological parameters and screened for 134 DNA markers which showed polymorphisms in parental lines. Linkage analysis distributed markers into 11 groups (LGs). The revealed marker distribution was combined with morphological data in Cartographer to obtain genetic map of quantitative traits (QTL). The strongest linkage was observed in LGs 1 and 9 between markers and QTL for number of days to flowering and one seed mass.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V Sloveniji in širše se zaradi podnebnih sprememb pojavljajo obdobja suše, ki imajo velik vpliv na kmetijstvo. Navadni fižol je s prehranskega vidika zelo pomembna stročnica, pri kateri suša povzroča pomembno zmanjšanje rasti in pridelka. Več raziskav, vključno z našimi, je izpostavilo, da suša povzroča velike spremembe v izražanju genov in nivoju proteinov, vendar mehanizmi odziva pri fižolu še niso dovolj dobro raziskani zaradi genetske kompleksnosti in ne dovolj izrazitih razlik fenotipskih odzivov. Namen raziskave je bila pridobitev podrobnejšega vpogleda v molekularne in morfo-fiziološke mehanizme odziva fižola na sušo. V raziskavo smo vključili na sušo tolerantno sorto Tiber in občutljivo sorto Starozagorski čern, ki smo ju uporabili tudi kot starševski liniji pri vzgoji 82 rekombinantnih inbridiranih linij (RIL) generacije F8. V času trajanja projekta smo sorti in delno tudi F8 potomstvo skupaj z opazovanjem fenotipskih lastnosti proučili na genomski in proteomski ravni.

Vrednotenje morfoloških in fizioloških parametrov in odpornosti na fižolov ožig

V sklopu vrednotenja fizioloških parametrov smo izvedli dva sušna poskusa na sortah Tiber in Starozagorski čern. V preliminarnem poskusu v rastlinjaku smo v treh sušnih obdobjih, tj. 11., 14. in 17. dan od zadnjega zalivanja, analizirali relativno vsebnost vode v listih kontrolnih in tretiranih rastlin. Ugotovili smo, da relativna vsebnost vode pri Starozagorskem černu hitreje upada s trajanjem suše kot pri Tibru. Fotosintetsko aktivnost rastlin v suši smo izmerili s PAM fluorometrom; izračunali smo parametre Fv/Fm, fotokemično dušenje, nefotokemično dušenje ter izkoristek fotosinteze. Meritve so potrdile diferencialno fiziološko odzivnost sort na sušni stres.

Drugi poskus je potekal v rastni komori na Institutu »Jožef Stefan«. Identificirali smo morfološke znake, ki razločujejo sorti (barva cveta in semena, tip rasti, število dni do prvega cvetenja in oblikovanja strokov). Opravili smo meritve fotosintetskih parametrov

(neto fotosinteza, prevodnost listnih rež, respiracija), vodnega potenciala, fluorescence in vsebnosti vode v listih. Meritve smo opravili v štirih fazah: pred začetkom sušnega stresa, takoj po vzpostavitvi suše, v kasnejši fazi suše in v rehidraciji. Rezultati so potrdili razlike v aktivnosti fotosintetskega aparata, prevodnosti listnih rež, vsebnosti vode v listih in vodnem potencialu med stresiranimi in kontrolnimi rastlinami. Prav tako so se pokazale razlike med sortama, a predvsem v kasnejši fazi suše. Tiber je začel veneti kasneje, rehidracija je bila pri njem uspešnejša. Starozagorski črn je imel v drugi fazi suše manjšo vsebnost vode v listih in nižji vodni potencial kot Tiber. Pri Tibru, pri katerem je izkoristek fotosinteze v fazi suše upadel manj kot pri Starozagorskem, se je le-ta v fazi rehidracije za razliko od Starozagorskega povrnil na kontrolni nivo.

Z namenom umestitve odpornosti na fižolov ožig na genetsko karto smo preverili **odpornost obeh sort** v laboratoriju in na poskusnem polju, kjer smo ju okuževali z izolati štirih v Sloveniji identificiranih ras glive *Colletotrichum lindemuthianum*. Obe sorti sta se izkazali za zelo občutljivi. Jakost okužbe smo namreč na 10-stopenjski lestvici ocenili z 8-9, kar pomeni, da so testne rastline zaradi številnih nekroz na listni ploskvi, pecljih in stebelu tekom poskusa propadle. Zaradi nediferenciranega odziva sort na okužbo z glivo, odpornosti na ožig ni bilo mogoče umestiti na genetsko karto.

Proteomska analiza

Raziskave odziva fižola na sušni stres s proteomsko analizo smo izvedli v sodelovanju z dvema raziskovalnima inštitucijama na Norveškem, inštitutom Nofima v Aasu in skupino z Oddelka za molekularne bioznanosti Univerze v Oslu.

Za identifikacijo s sušo povezanih proteinov pri Tibru in Starozagorskem smo v prvem delu raziskave uporabili 2D-DIGE pristop. Primerjali smo razlike v vsebnosti proteinov med kontrolnimi rastlinami in rastlinami v sušnem stresu. Z LC-MS/MS smo identificirali 58 proteinov s spremenjenimi vsebnostmi pri Tibru in 64 pri Starozagorskem črnu. Glede na njihove funkcije smo največ proteinov razvrstili v skupino energijskega metabolizma, fotosinteze, ATP pretvorbe, sinteze proteinov, proteolize ter v skupino proteinov povezanih z obrambo in stresom. Negativni vpliv suše je najmočnejše deloval na vsebnost ključnih fotosintetskih proteinov, še posebej pa je bil izrazit pri sorti Starogazorski. Na podlagi rezultatov sklepamo, da so določeni proteini uporabni kot markerji pri selekcijskem procesu. V drugem delu proteomske analize smo pri Tibru analizirali odziv na sušo na ravni glikoproteinov. Glikoproteine iz listov in stebel smo izolirali z lektinsko afinitetno kromatografijo, jih ločili na NaDS-PAGE, gel razrezali na rezine ter peptide analizirali z LC-MS/MS. S programom MaxQuant smo identificirali 35 glikoproteinov s spremenjenimi vsebnostmi v sušnih razmerah pri listih ter 23 glikoproteinov pri steblih. Glikoproteine smo razvrstili v funkcionalne skupine, največ v skupino povezano s procesi v celičnih stenah, proteolizo, stresom in obrambo proti stresu. Ti rezultati nakazujejo na možnost, da ima sušni stres velik vpliv na biokemijski metabolizem v celičnih stenah. Večjih razlik v identificiranih skupinah proteinov med stebli in listi nismo zasledili. Z ročno analizo spektrov smo zasledili visokomanozne, kompleksne in hibridne tipe N-glikanov. Zasledili smo številne MS/MS spektre, ki so ustrezali N-glikopeptidom, vendar nam jih je uspelo identificirati le manjše število.

S proteomsko analizo smo ugotovili, da so identificirani proteini iz listov in glikoproteini iz listov in stebel fižola v sušnem stresu udeleženi pri številnih molekularnih mehanizmih. Predstavljeni rezultati so uporabni za nadaljnje proučevanje molekularnih mehanizmov odziva na sušo.

Proteaze, vpletene v odziv na sušo

Identificirali smo več proteaz, ki so vpletene v odziv navadnega fižola na sušni stres. Podrobneje smo okarakterizirali eno serinsko endopeptidazo in pet aminopeptidaz. Ugotovili smo, da so le-te aktivne v listih obeh sort, da se nivoji njihovih aktivnosti v rastlinah podvrženih suši razlikujejo od tistih v normalno zalivanih rastlinah, vzorec odziva sort pa je različen. Osredotočili smo se na doslej neznano serinsko endopeptidazo, ki smo jo poimenovali *PvSLP2*. Celotno zaporedje gena in cDNA smo določili na osnovi delnega aminokislinskega zaporedja izolirane proteaze. Prevedeno aminokislinsko zaporedje kaže značilnosti rastlinskih subtilaz, uvrščenih v družino S8 klana SB. Raven njene proteolitične aktivnosti je odvisna od starosti in/ali položaja listov ter od intenzitete suše. Rezultati kažejo, da so te spremembe, kakor tudi tiste v izražanju gena *pvs1p2*, odvisne od odpornosti sorte na pomanjkanje vode, pri čemer so bolj izražene pri občutljivejši sorti. Proučevali smo tudi proteaze iz družine stročnic za katera je bilo objavljeno, da na njihovo izražanje vpliva suša. Osredotočili smo se na serinsko endopeptidazo iz *Arachis hypogaea* in na nivoju gena v fižolu identificirali podobno (domnevno) subtilazo, ki smo jo poimenovali *PvSLP1* in spada v isto družino kot *PvSLP2*. Med njima je le 33% identičnosti. Analize izražanja transkripta *PvSLP1* kažejo zmanjšano transkripcijo pod vplivom pomanjkanja vode v listih Starozagorskega oz. nespremenjeno v listih Tibra.

S cimografsko analizo smo s substratom Phe-*p*-NA v fižolovih listih zaznali pet aminopeptidaz, na katerih aktivnost vpliva suša. Ugotovili smo, da je vzorec aktivnosti v listih normalno zalivanih rastlin pri sortah tak, kot je značilen za *P. vulgaris*, a drugačen kot pri drugih vrstah rodu *Phaseolus* in drugih stročnicah. Ugotovili smo, da se aktivnosti petih aminopeptidaz v listih pod vplivom stresa spreminjajo istočasno, vendar na različen način pri posamezni sorti. Delno smo jih okarakterizirali in pokazali njihovo relativno široko substratno specifičnost. Podrobna analiza je pokazala, da lahko dve od petih aminopeptidaz z veliko verjetnostjo razvrstimo med serinske proteaze, tri pa so metalopeptidaze.

Vpletenost proučevanih proteaz v odziv na sušo smo potrdili pri modelni rastlini *Ramonda serbica*.

Genomske analize

V sklopu genomskih analiz oz. identifikacije genov, udeleženih v odziv na sušni stres, smo iz listov stresiranih in kontrolnih rastlin sort Tiber in Starozagorski izolirali celokupno RNA, genomsko DNA pa le iz listov kontrolnih rastlin. V PCR smo uporabili DNA obeh sort za namnoževanje markerjev SRAP (30 kombinacij začetnih oligonukleotidov) in RGAP (72 kombinacij). Z gelsko elektroforezo smo določili 42 polimorfni markerjev med sortama. Izolirano RNA smo prevedli v cDNA z reverzno transkripcijo. Le-to smo uporabili za namnoževanje RGAP markerjev pri obeh sortah v različnih fazah sušnega stresa, vendar z izbranimi markerji nismo odkrili polimorfnih EST-RGA markerjev, povezanih z izražanjem v suši.

Proučevali smo tudi aquaporinska nukleotidna zaporedja in sicer s PCR namnoževanjem, kjer smo uporabili 31 kombinacij degeneriranih začetnih oligonukleotidov. S tremi kombinacijami smo namnožili PCR produkte različnih dolžin. Z BLAST iskalnim orodjem in algoritmi smo nukleotidna zaporedja na podlagi primerjave z drugimi rastlinskimi aquaporini opredelili kot člane PIP (plasma membrane intrinsic proteins) in TIP (tonoplast intrinsic proteins), ki imajo ohranjene motive (npr. NPA box). Filogenetske analize so pokazale manj kot 24% podobnosti med poddružinama PIP in TIP in drugimi skupinami znotraj poddružin. Aminokislinska raznolikost aquaporin genom podobnih sekvenc fižola je bila višja znotraj skupine PIP. V tej študiji smo okarakterizirali nove aquaporinske sekvence fižola, ki so pomembne za razvoj markerjev kot pomoč pri žlahtnjenju fižola tolerantnega na sušo.

Izdelava genetske karte in QTL analiza za odpornost na sušni stres

V sklopu priprave genetske karte ter QTL analize smo opravili karakterizacijo starševskih in 82 RIL s pomočjo morfoloških in fizioloških parametrov ter z molekulskimi markerji. V ta namen smo v rastlinjaku zasnovali obsežna poskusa z 82-imi RIL navadnega fižola, pridobljenih s križanjem sort Tiber in Starozagorski čern, iz katerega smo v naslednjih letih pridobili F8 potomstvo. Skozi celotno rastno dobo smo pri RIL spremljali različne morfološke parametre na način, kot je bilo to predhodno opravljeno pri starševskih sortah. V treh terminih (pred sušo in v dveh fazah suše) smo opravili meritve vodnega potenciala in fluorescence ter za izolacijo DNA povzorčili listno tkivo vseh 82 RIL. Razlike med linijami smo zabeležili pri barvi cveta, žilnatosti jadra, številu dni do cvetenja in do pojava strokov, barvi stroka in stebela rastline, povprečni masi nadzemnega dela, številu in teži strokov ter številu in teži semen. Starševski liniji kot tudi posamezne RIL so se močno razlikovale v fotosintetskih parametrih že v prvi fazi suše. Po izolaciji DNA iz listnega tkiva smo mikrosatelitne in AFLP markerje, ki so se izkazali kot polimorfni, namnožili tudi pri RIL. V analizo je bilo vključenih 732 markerjev, od katerih jih je bilo 134 polimorfnih. Polimorfne markerje smo s pomočjo programov MapMaker in JoinMap razvrstili v 11 vezanih skupin s konsenzne genetske karte fižola ter 2 dodatni skupini. Razporeditev markerjev smo nato skupaj z 21 kvantitativnimi lastnostmi analizirali s programom Cartographer in pridobili genetsko karto kvantitativnih lastnosti (QTL). Najmočnejšo povezanost smo zasledili med markerji in QTL za število dni do cvetenja ter maso enega semena in sicer v vezanih skupinah 1 in 9.

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

V opravljeni raziskavi odziva navadnega fižola na sušni stres smo v izpolnili vse zastavljene cilje.

Na **morfološki** in **fiziološki** ravni smo v zaprtih kontroliranih razmerah temeljito okarakterizirali rastline, podvržene sušnemu stresu, in kontrolne rastline na sušo odporne (Tiber) in občutljive (Starozagorski čern) sorte. Identificirali smo številne morfološke znake ter fiziološke parametre, ki razločujeta sorti na ravni tolerance na sušni stres. V testiranju na odpornost na **fižolov ožig** sta se obe sorti izkazali kot izredno občutljivi, zaradi česar lastnosti ni bilo mogoče umestiti na genetsko karto.

Opravili smo **proteomsko analizo**, kjer smo analizirali odziv obeh sort na sušo na ravni celokupnih proteinov in glikoproteinov v listih in steblih. Suša je vplivala na vsebnost številnih proteinov iz različnih funkcionalnih skupin. Prisotnost različnih tipov N-glikanov v steblih in listih pri Tibru v suši je nakazala na velik vpliv sušnega stresa na biokemijski metabolizem v celičnih stenah. Nekateri med proteini bi bili potencialno uporabni tudi pri selekciji genotipov fižola na sušni stres.

Identificirali smo več proteolitičnih encimov oz. **proteaz**, udeleženih v odziv fižola na sušni stres, med njimi eno serinsko endopeptidazo in pet aminopeptidaz. Na nivoju gena, cDNA in proteina smo okarakterizirali doslej neznano serinsko endopeptidazo *PvSLP2*. Na nivoju gena smo identificirali tudi subtilazo *PvSLP1*, ki je bila predhodno identificirana v drugi vrsti.

Pri obeh sortah smo v PCR namoževali **SRAP in RGAP markerje**. Z gelsko elektroforezo smo določili 42 polimorfni markerjev, vendar na ravni transkriptov, nismo identificirali polimorfnih EST-RGA markerjev, povezanih z odzivom na sušo.

Za potrebe izdelave **genetske karte** smo iz potomstva križanja Tiber x Starozagorski čern vzgojili 82 rekombinantnih inbridiranih linij generacije F8, pri katerih smo ocenili morfološke in fiziološke parametre. Pri starševskih sortah smo odkrili 134 polimorfnih DNA markerjev, ki smo jih na genetski karti razvrstili v 11 vezanih skupin. Na osnovi genetske karte in morfološke karakterizacije smo opravili QTL analizo, kjer smo zasledili najmočnejšo povezanost med markerji in QTL za število dni do cvetenja ter maso enega semena v vezanih skupinah 1 in 9.

V opravljeni raziskavi smo z genetskimi, proteomskimi, morfološkimi in fiziološkimi pristopi pomembno prispevali k pojasnjevanju mehanizmov odziva navadnega fižola na sušni stres in k identifikaciji QTL, povezanih z odzivom na sušni stres. Nova odkritja imajo veliko potencialno vrednost v žlahtnjenju fižola na toleranco na sušni stres.

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

Tekom projekta je projektno skupino zapustila dr. Petra Kozjak, ki je odšla na novo delovno mesto.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	3924072	Vir: COBISS.SI
	Naslov	<i>SLO</i> Diferencialna proteomska analiza odziva listov navadnega fižola (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) na sušni stres	

	ANG	Differential proteomic analysis of drought stress response in leaves of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
Opis	SLO	Za analizo proteinov, udeleženih pri odzivu na sušo v listih fižola sort Tiber in Starozagorski čern, smo uporabili proteomsko analizo. Vzorce proteinskih ekstraktov smo ločili z 2DDIGE in določili proteinske lise, pri katerih se je izražanje spremenilo v sušnem stresu. Proteinske lise, pri katerih je prišlo do povečanega ali zmanjšane izražanja v stresnih razmerah glede na kontrolne, smo identificirali z LCMS/MS. Pri sorti Starozagorski čern smo tako identificirali 64 proteinov, pri sorti Tiber pa 58 proteinov. Ugotovili smo, da je največ identificiranih proteinov udeleženih v procesih energijskega metabolizma, v sintezi proteinov ali njihovi proteolizi, imajo zaščitno in detoksifikacijsko vlogo ali pa so udeleženi v procesih fotosinteze. Povezave med identificiranimi proteini, ki smo jih ponazorili z bioinformacijsko analizo, omogočajo kompleksnejši vpogled v biološke poti in molekulske funkcije, na katere vpliva sušni stres.
	ANG	A proteomic approach was used to identify droughtresponsive proteins in leaves of two cultivars of common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) differing in their response to drought, more sensitive Starozagorski čern and Tiber. 2DDIGE was used to compare differences in protein abundance between control and stressed plants. Fiftyeight proteins whose abundance changed significantly were identified by LCMS/MS in Tiber and 64 in Starozagorski čern. The majority of identified proteins were classified into functional categories that include energy metabolism, photosynthesis, ATP interconversion, protein synthesis and proteolysis, stress and defence related proteins. Details of the function of the identified proteins and their abundance profiles in Tiber and Starozagorski are discussed. Interactions between identified proteins were demonstrated by bioinformatics analysis, enabling a more complete insight into biological pathways and molecular functions affected by drought stress.
Objavljeno v		Elsevier; Journal of proteomics; 2013; Vol. 78; str. 254-272; Impact Factor: 3.929; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 3.066; A': 1; WoS: CO; Avtorji / Authors: Zadražnik Tanja, Hollung Kristin, Egge-Jacobsen Wolfgang, Meglič Vladimir, Šuštar Vožlič Jelka
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
2.	COBISS ID	26305831 Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Karakterizacija dveh novih subtilaz iz navadnega fižola (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) in njihov odziv na sušo
	ANG	Characterization of two novel subtilases from common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) and their responses to drought
Opis	SLO	Razgradnja proteinov, ki jo vršijo proteaze, je v osnovi odziva rastlin na abiotične strese. V rastlinah se nahaja veliko število genov, ki kodirajo proteaze ali pa domnevne proteaze. Samo nekaj med njimi, ki so vpletene v odziv na sušo, so okarakterizirali, njihovo regulacijo pa slabo poznamo. Mi smo v listih <i>Phaseolus vulgaris</i> L. sorte Zorin identificirali dve novi subtilazi, PvSLP1 in PvSLP2. PvSLP1 smo identificirali na genskem nivoju, z uporabo začetnih nukleotidov, načrtovanih na osnovi genskega zaporedja domnevne proteaze iz <i>Arachis hypogaea</i> L., katere izražanje se poveča pod vplivom suše. V <i>P. vulgaris</i> se pri pomanjkanju vode izražanje PvSLP1 transkripta ni spremenilo. PvSLP2 smo izolirali in okarakterizirali na proteinskem nivoju, skupaj s popolnima zaporedjema cDNA in gena. Izvedena aminokislinska zaporedja obeh, PvSLP1 in PvSLP2, sta značilna za rastlinske subtilaze iz družine S8 klana SB. Samo 33% zaporedja PvSLP2 je identično zaporedju PvSLP1. Izražanje transkripta PvSLP2 se pod vplivom pomanjkanja vode ni spremenilo, se

		je pa povečala njena proteolitična aktivnost v listih, odvisno od starosti in položaja lista. Še več, raven aktivnosti v starajočih se listih dobro zalivanih rastlin je bila višja kot v zrelih ali pa mladih listih. Ti rezultati, skupaj z dejstvom, da PvSLP2 cepi peptidne vezi po ostanku Arg, kažejo na regulacijo aktivnosti subtilaze PvSLP2 na translacijskem in/ali posttranslacijskem nivoju in na specifično vlogo v odzivu na sušo in senescenco.
	ANG	Protein breakdown by proteases is basic to the plant response to abiotic stresses such as drought. A large number of genes encoding proteases or putative proteases exist in plants. Only a few of those involved in the response to drought have been characterized, and their regulation is poorly understood. We have identified two new subtilases from leaves of Phaseolus vulgaris L. cultivar Zorin, PvSLP1 and PvSLP2. PvSLP1 was identified at the gene level, using primers based on the gene sequence of the putative drought induced serine protease from Arachis hypogaea L. In P. vulgaris, expression of the PvSLP1 transcript did not change on water withdrawal. PvSLP2 was isolated and characterized at the protein level, together with complete gene and cDNA sequences. The deduced amino acid sequences of both PvSLP1 and PvSLP2 are characteristic of plant subtilases of the S8 family of clan SB. PvSLP2 shows 33% sequence identity to PvSLP1. Expression of the PvSLP2 transcript did not change on withdrawal of water, but its proteolytic activity in leaves increased, depending on the age and position of the leaf. In addition, the level of activity in senescent leaves of well watered plants was higher than in mature or young leaves. These results, together with the fact that PvSLP2 cleaves peptide bonds following an Arg residue, point to regulation of PvSLP2 subtilase activity at translational and/or posttranslational levels and suggest a specific role in the response to drought and senescence.
	Objavljeno v	Gauthier-Villars;Centrale des revues; Plant physiology and biochemistry; 2013; Vol. 62; str. 79-87; Impact Factor: 2.352;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.988; WoS: DE; Avtorji / Authors: Budič Maruška, Sabotič Jerica, Meglič Vladimir, Kos Janko, Kidrič Marjetka
	Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	3815784 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Odziv rastlin na sušni stres: vloga dehidrinov, šaperonov, proteaz in proteaznih inhibitorjev pri ohranjanju celične funkcije proteinov
		ANG The response of plants to drought stress
	Opis	SLO Abiotični stres z dehidracijsko komponento (suša, zasoljenost, zmrzal) vključuje kot skupni pojav povečano število inaktiviranih proteinov – denaturiranih, agregiranih ali oksidativno poškodovanih. Ohranjanje proteinov v njihovi funkcionalni konformaciji, preprečevanje agregacije nenativnih proteinov, refolding denaturiranih proteinov v njihovo prvotno konformacijo in odstranjevanje nefunkcionalnih in potencialno škodljivih polipeptidov je vitalnega pomena za preživetje celic v pogojih dehidracijskega stresa. Da to dosežejo, se rastline odzovejo na stres s sintezo zaščitnih proteinov, kot so dehidrini in šaperoni, in z degradacijo ireverzibilno poškodovanih proteinov s proteazami. V poglavju je predstavljen pregled pomembnih celičnih funkcij dehidrinov, šaperonov, proteaz in proteaznih inhibitorjev, skupaj z njihovo vlogo v odzivu na sušo, zaradi česar lahko predstavljajo potencialne biomarkerje za ocenjevanje tolerance na sušo.
		Abiotic stresses with a dehydration component (drought, salt, and freezing) involve, as a common feature, increased numbers of inactive proteins – denatured, aggregated or oxidatively damaged. Maintaining proteins in their functional conformation, preventing aggregation of

			nonnative proteins, refolding of denatured proteins to their native conformation and removal of nonfunctional and potentially harmful polypeptides are all vital for cell survival under dehydration stress. To achieve this, plants respond to drought by synthesis of protective proteins such as dehydrins and chaperones and by degradation of irreversibly damaged proteins by proteases. Here we review the important cellular functions of dehydrins, chaperones, proteases and protease inhibitors, together with their role in the response to drought, that make them potential biochemical markers for assessing drought tolerance.
	Objavljeno v	Nova Publishers; Droughts; 2012; Str. 1-46; A': 1; Avtorji / Authors: Vaseva Irina, Sabotič Jerica, Šuštar Vozlič Jelka, Meglič Vladimir, Kidrič Marjetka, Demirevska Klimentina, Simova-Stoilova Lyudmila	
	Tipologija	1.16 Samostojni znanstveni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji	
4.	COBISS ID	27830823	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Proteaze in njihovi endogeni inhibitorji v odzivu rastlin na abiotični stres
		ANG	Proteases and their endogenous inhibitors in the plant response to abiotic stress
	Opis	SLO	Kontrolirana razgradnja proteinov je potrebna za rast in razvoj rastlin ter za njihovo preživetje pod pogoji abiotičnega in biotskega stresa. Nekonrolirana proteoliza, ki jo stres velikokrat sproži, pa je za rastline škodljiva. Razgradnjo proteinov omogočajo in regulirajo proteaze, te njihove funkcije pa regulirajo specifični endogeni inhibitorji proteaz. V članku je podan pregled splošnih informacij o proteazah in njihovih inhibitorjih, sledijo pa opisi nekaterih objav, ki se nanašajo na njihovo vpletenost v odziv rastlin na abiotični stres, zlasti na sušo. Vse bolj se kaže, da so nivoji proteaz povezani s stopnjo tolerance oz. občutljivosti na abiotični stres. Zato bo nadaljnja opredelitev vloge proteaz v rastlinskem stresu prispevala k vzpostavitvi nujnih temeljev za izboljšavo poljščin.
		ANG	Controlled protein degradation is required for the growth and development of plants and for them to survive abiotic and biotic stresses. Uncontrolled proteolysis, that is often induced by stress, is however deleterious for plants. Proteases are essential for carrying out and regulating protein breakdown, functions that are regulated by specific endogenous protein inhibitors. General information on proteases and their inhibitors is reviewed, followed by descriptions of some of the increasing numbers of reports on their involvement in the plant response to abiotic stress, particularly drought. Levels of proteases are increasingly seen to be associated with the degree of tolerance and sensitivity to abiotic stress. Further definition of the role of proteases in plant stress will thus contribute in establishing the necessary basis for crop improvement.
	Objavljeno v	Institute of Botany and Botanical Garden "Jevremovac", Faculty of Biology; Botanica Serbica; 2014; Vol. 38, no. 1; str. 139-158; Avtorji / Authors: Kidrič Marjetka, Kos Janko, Sabotič Jerica	
	Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek	
5.	COBISS ID	4208744	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Genska raznolikost in poti širitve fižola v srednji Evropi
		ANG	Genetic diversity and dissemination pathways of Common bean in Central Europe
			Genetsko raznolikost in populacijsko strukturo 167 akcesij navadnega fižola, razdeljenega v štiri skupine glede na geografski izvor (Slovenija in Avstrija) in časovna obdobja (pretekla in sedanja), smo ovrednotili s 14

Opis	SLO	SSR markerji. Ugotovili smo velik alelni polimorfizem v vseh štirih skupinah akcesij, kar nakazuje, da je bila slovenska in avstrijska dednina fižola v preteklosti zelo raznolika, kar se je ohranilo še do danes. S korespondenčno faktorsko analizo so se akcesije iz različnih področij združile skupaj, kar kaže na potencialni prenos genov med državama. Ugotovljena raznolikost se zelo dobro ujema z obema genskima skladoma (andskim in srednjeameriškim). Večina akcesij v vsaki posamezni skupini je pripadala andskemu genskemu skladu. Močna prevlada andskih genotipov uvršča Slovenijo med druge sredozemske države, kot sta Španija in Italija, odkoder naj bi se fižol razširil k nam in v Avstrijo. V Avstriji smo ugotovili precejšen delež srednjeameriške dednine (44%), na podlagi česar smo sklepali, da je v začetku preteklega stoletja prišlo tudi do introgresije fižola iz zahodnih in severnih predelov Evrope.
	ANG	Genetic diversity and the population structure of 167 common bean accessions divided into four groups according to geographical origin (Slovenia and Austria) and time periods (historical and present) was evaluated using 14 SSR markers. Great allelic polymorphism was detected in all four groups of examined accessions, indicating that Slovene and Austrian bean germplasm in the past possessed significant variation that has been well preserved until today. In factorial correspondence analysis, accessions from different groups clustered together indicating potential gene flow between countries. The uncovered diversity corresponded very well to the two recognized gene pools (Andean and Mesoamerican). The majority of accessions in every single group belonged to the Andean gene pool. Strong predominance of Andean genotypes classifies Slovenia among other Mediterranean countries, like Spain and Italy. The latter appears as a most probable source of first beans in Slovenia and Austria. We assumed that in the beginning of the previous century after very tight relationships between Slovenia and Austria loosened, introgression of genotypes from western and northern European countries took place in Austria, which resulted in a very high proportion of Mesoamerican genotypes that we found in the present Austrian germplasm (44%).
Objavljeno v	American Society for Horticultural Science; Journal of the American Society for Horticultural Science; 2013; Letn. 138, Iss. 4; str. 297-305; Impact Factor: 1.047; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.979; WoS: MU; Avtorji / Authors: Maras Marko, Šuštar Vozlič Jelka, Kainz Wolfgang, Meglič Vladimir	
Tipologija	1.01 Izvirni znanstveni članek	

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

Družbeno-ekonomski dosežek			
1.	COBISS ID	560268	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Razvoj metode za analizo odpornosti kmetijskih rastlin na sušni stres kot orodja v procesu žlahtnenja	
	ANG	Development of methods for determination of drought tolerance as a tool in plant breeding process	
Opis	SLO	S proučevanjem morfoloških, fizioloških in genetskih parametrov pri različnih sortah hmelja in fižola smo želeli razviti metodo določanja tolerance na sušni stres, ki bo uporabna tudi v žlahtniteljskih programih. Sušni stres lahko učinkovito ocenimo tudi z nespecifičnimi metodami, s katerimi zajamemo več parametrov in tako dobimo celostno sliko o fiziološkemu stanju rastlin. V raziskavi se je TRAP test, s katerim ocenimo odpornost na oksidativni stres oz. določimo celokupno antioksidativno	

		aktivnost preiskovanega vzorca, izkazal kot učinkovita metoda določanja tolerance na sušni stres, ki je lahko direktno uporabna kot selekcijskih metoda v procesu žlahtnjenja novih sort hmelja in fižola.
	ANG	Morphological, physiological and genetic parameters of different hop and common bean varieties were studied with the aim to develop a method for determination of drought tolerance that can be applied in breeding programs. Drought stress can be efficiently evaluated with nonspecific methods, where more parameters are considered and thus a comprehensive picture of the physiological status of plants is obtained. TRAP test is used to assess the resistance to oxidative stress or to determine the overall antioxidant activity of the sample examined. It proved to be an effective method for determination of drought tolerance, which can be directly used as a selection criteria in the breeding process of new hop and common beans varieties.
	Šifra	F.09 Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije
	Objavljeno v	Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo; Hmeljar; 2011; Letn. 73, št. 1/7; str. 27-29; Avtorji / Authors: Čerenak Andreja, Razinger Jaka, Drinovec Luka, Šuštar Vozlič Jelka, Čremožnik Bojan, Meglič Vladimir
	Tipologija	1.04 Strokovni članek
2.	COBISS ID	3698024 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Kompleksni pristop k odgovoru na sušo pri fižolu (<i>Phaseolus</i> sp.): molekularski, fiziološki, biokemijski in proteomski
		ANG A complex approach to drought response in bean (<i>Phaseolus</i> sp.): molecular, physiological, biochemical and proteomic
	Opis	SLO Toleranca na sušo je kompleksen pojav, zato ga obravnavamo z več vidikov. Na osnovi raziskav fizioloških parametrov smo ugotovili, da je sorta fižola Tiber bolj tolerantna na sušo kot sorta Starozagorski čern. Z biokemijskimi metodami smo identificirali pet endoin aminopeptidaz, katerih izražanje se spreminja v suši, s proteomskimi analizami pa smo identificirali 76 proteinskih pik na 2D elektroforetskem delu, ki se diferencialno izražajo v suši pri sorti Starozagorski čern. Za mapiranje QTL smo z molekularskimi markerji iskali polimorfizme v markerjih med sortama Starozagorski čern in Tiber.
		ANG The mechanism of drought tolerance is very complex; therefore different approaches for revealing the mechanism of drought tolerance in bean were used. Based on the results of physiological analyses better adaptation to drought stress was determined in cv. Tiber compared to cv. Starozagorski čern. Using biochemical methods, five aminoand endopeptidases differently expressed in drought were identified. Using proteomic analyses, 76 protein spots were differentially expressed in drought in cv. Starozagorski čern compared to the control, unstressed plants. Different molecular markers were amplified in cvs. Tiber and Starozagorski čern for the use in QTL mapping.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	University of Plovdiv; Conference Molecular Basis of Plant Stress, Sunny Day Black Sea resort, Varna, Bulgaria, 21-23 September 2011; 2011; Str. 66; Avtorji / Authors: Kozjak Petra, Šuštar Vozlič Jelka, Kidrič Marjetka, Zadražnik Tanja, Maras Marko, Razinger Jaka, Čerenak Andreja, Meglič Vladimir
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
3.	COBISS ID	4320360 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Karakterizacija starševskih linij fižola (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) za nadaljnje genomske in transkriptomске analize

	ANG	Characterization of the common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) parent cultivars for further genomic and transcriptomic analyses
Opis	SLO	<p>Fižol je prehransko zelo pomembna stročnica rastlina, občutljivost na sušo, kar vpliva na rast in pridelek. Rastline so razvile mehanizme za prilagajanje na sušo, ki so izraženi kot spremembe izražanja genov in funkcionalne vsebnosti beljakovin ter z odzivi na fiziološki in morfološki ravni. Prepoznavanje sprememb v odzivu na sušo pri različnih vrstah bo pomagalo pridobiti markerje za opredelitev kandidatnih genotipov za MAS pri žlahtnjenju na toleranco na sušo. Da bi ugotovili razlike med rastlinami izpostavljenimi suši in kontrolnimi rastlinami fižola, sta bili starševski liniji odporni na sušo (sorta Tiber) in neodporni na sušo (sorta Starozagorski čern) vzgojeni v nadzorovanih pogojih. Rastline so bile zalite vsak dan na enako težo lonca. Po treh tednih je bila polovica rastlin podvržena sušnemu stresu. Meritve so bile opravljene na tretjem listu pri različnih stopnjah suše. Stanje hidracije listov je bilo določeno na osnovi RWC, vodnega potenciala (Ψ_w) in različnih parametrov fotosinteze. Vzorci listov so bili shranjeni pri 80°C za nadaljnje analize. Pri rastlinah podvrženih suši je RWC padla na 50% v primerjavi s kontrolnimi rastlinami. Zaradi zmanjšanja vodnega potenciala, je bilo trajanje zaprtja listnih rež povečano, kar je bilo potrjeno z meritvami fotosintetičnih in drugih fizioloških parametrov. S tem so bile potrjene razlike v odzivu na sušo med linijama, kar je osnova za nadaljnji študij genetske raznolikosti s pomočjo molekularnih markerjev in nadalje kartiranje lokusov, povezanih z kvantitativnimi lastnostmi.</p>
	ANG	<p>Common bean is nutritionally very important legume plant that exhibits sensitivity to drought which affects its growth and yield. Plants developed mechanisms in adapting to drought, which are expressed by changes of gene expression and functional protein content, together with responses at physiological and morphological levels. Identifying changes in responses to drought in different species will provide markers essential to characterize candidate genotypes for marker assisted selection in breeding for greater drought tolerance.</p> <p>To establish differences between plants subjected to water withdrawal and normally watered plants of common bean, the parental cultivars, drought tolerant Tiber and drought susceptible variety Starozagorski čern, were grown in a growth chamber under controlled environment conditions. Plants were watered daily to the same pot weight. After three weeks the half of plants were stressed by withholding irrigation. The measurements were taken at the different stage of drought at the third trifoliate leaves. The hydration state of leaves was defined by their relative water content (RWC), water potential (Ψ_w) and different photosynthetic parameters. Detached leaf samples are kept at 80°C for further analyses. In water stressed plants RWC dropped to 50% compared to control plants. Due to the reduction of water potential, the duration of the leaf stomata closure was increased as confirmed by the results of photosynthetic and other physiological parameters. In addition differences in response to drought between the cultivars were confirmed, which form the basis for a further study of genetic variation with molecular markers and mapping of loci linked to quantitative traits.</p>
Šifra	D.09 Mentorstvo doktorandom	
Objavljeno v	Genetic Society of Slovenia; Proceedings; 2013; Str. 82; Avtorji / Authors: Zupin Mateja, Maras Marko, Šuštar Vozlič Jelka, Kidrič Marjetka, Vodnik Dominik, Razinger Jaka, Meglič Vladimir	
Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
4. COBISS ID	4019560	Vir: COBISS.SI
Naslov	SLO	Raziskave sušnega stresa pri navadnem fižolu (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)

		ANG	Studies of drought resistance in common bean (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)
Opis		SLO	Suša je dejavnik, ki v spremenjenih podnebni razmerah vedno bolj vpliva na kmetijsko pridelavo. Izpostavljenost sušnemu stresu povzroči v rastlinah niz fizioloških sprememb in ima lahko uničujoč vpliv na številne celične funkcije. Do sprememb pride na različnih ravneh, tako na ravni genov, kot tudi na ravni proteinov. Navadni fižol je občutljiv na sušo, mehanizmi njegovega odziva na sušo pa še niso dovolj proučeni. V prispevku je podan pregled raziskav sušnega stresa pri fižolu, ki smo jih v zadnjem desetletju izvajali v Sloveniji. Odziv rastlin fižola na sušni stres smo proučevali na genetskem, genomskem in proteomskem nivoju. Prav tako smo proučili rastlinske proteaze, vključene v odziv na stres ter odgovor rastlin na fiziološkem nivoju. Eden od ciljev raziskav, ki jih izvajamo, je tudi identifikacija lokusov za kvantitativne lastnosti in izdelava genetske karte za pomoč v žlahtniteljskem procesu.
		ANG	With the anticipated climate change drought is foreseen as becoming one of the most serious constraints for agriculture production. Exposure of plants to drought stress causes various physiological changes and can have deleterious effect on different cell functions. Changes are detected on different levels, on genetic as well as on the level of proteins. Common bean is susceptible to drought, but the mechanism of its response is not well characterized yet. In the presented article a survey of the research of the bean response to drought, carried out in Slovenia in the last decade is presented. The response has been studied on several levels, from genetic and genomic analyses, proteomic studies and studies of plant proteases to physiological response of plants to drought stress. One of the goals is also identification of quantitative trait loci for drought tolerance and development of a linkage map to facilitate the common bean breeding process.
Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci		
Objavljeno v	Slovensko agronomsko društvo; Novi izzivi v agronomiji 2013; 2013; Str. 86-92; Avtorji / Authors: Šuštar Vozlič Jelka, Maras Marko, Zdražnik Tanja, Kidrič Marjetka, Razinger Jaka, Kozjak Petra, Meglič Vladimir		
Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci		
5.	COBISS ID	4522856	Vir: COBISS.SI
Opis	Naslov	SLO	Abiotični stres in kmetijske rastline: <i>Phaseolus</i> sp. in suša
		ANG	Abiotic stress in agricultural plants: <i>Phaseolus</i> sp. and drought
		SLO	V okviru vabljenega predavanja so bile predstavljene raziskave sušnega stresa, ki smo jih v zadnjih desetih letih izvajali na Kmetijskem inštitutu Slovenije, v sodelovanju s partnerji tako doma kot v tujini. Odziv fižola na sušni stres smo proučevali na morfološkem, fiziološkem, transkriptomskem in proteomskem nivoju. Podrobno smo proučili odziv na proteomskem nivoju pri dveh sortah, ki se razlikujeta v toleranci na sušo, Tiber (toleranten) in Starozagorski črn (občutljiv). Sorti smo uporabili tudi kot starševski liniji za vzgojo 82 rekombinantnih inbridiranih linij F8 generacije, ki smo jih ovrednotili s pomočjo morfoloških in fizioloških parametrov ter z molekulskimi markerji. Izdelali smo genetsko karto, ki smo jo uporabili v QTL analizi za tolerantnost fižola na sušni stres. Poznavanje mehanizmov odziva rastlin na sušo je ključnega pomena za identifikacijo lastnosti, uporabnih pri žlahtnjenju na tolerantnost na sušo.
			In the invited lecture the results of studies of drought stress response in common bean in the last ten years were presented with Slovene and partners abroad. These included studies on morphological, physiological, transcriptome and proteome level. In the last years the research was focused towards the studies of drought stress response in two cultivars

	ANG	differing in the response to drought, Tiber (tolerant) and Starozagorski čern (susceptible) using proteomics. The two cultivars were used for generation of 82 recombinant inbred lines of F8 generation. A genetic map for QTL analysis was developed. The knowledge of mechanisms of drought stress response is important for identification of traits used in common bean breeding for drought tolerance.
Šifra	B.04	Vabljeni predavanja
Objavljeno v	Slovensko društvo za biologijo rastlin = Slovenian Society of Plant Biology; Knjiga povzetkov; 2014; Str. 16; Avtorji / Authors: Šuštar Vozlič Jelka, Maras Marko, Zadražnik Tanja, Kidrič Marjetka, Zupin Mateja, Razinger Jaka, Vodnik Dominik, Meglič Vladimir	
Tipologija	1.10	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci (vabljeni predavanja)

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine²

--

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Razumevanje odziva na zunanje dražljaje na celičnem nivoju je pomembno za obstoj rastlin, posebej v primeru stresa povezanega s sušo. Mehanizmi odziva na sušo pri navadnem fižolu še niso dovolj raziskani. Razlogi za počasen napredek ležijo v genetski kompleksnosti povezani s kompleksnim mehanizmom tolerance na vodni stres. V sklopu raziskovalnega projekta smo zasnovali obsežno, večplastno študijo, kjer smo proučili odziv fižola na sušni stres na morfološki, fiziološki, biokemijski in genetski ravni pri tolerantni in občutljivi sorti Tiber in Starozagorski čern.

Pri sortah smo opredelili številne morfološke in fiziološke parametre, na katere je imela suša velik vpliv, za nekatere pa smo med sortama potrdili tudi diferencialni odziv.

V analizi proteoma smo pri sortah identificirali številne proteine, ki se odzivajo v sušnem stresu in so povezani s procesi fotosinteze, energijskega metabolizma, stresa, sinteze, proteolize in zvijanja proteinov. Povezave med identificiranimi proteini, ki smo jih ponazorili z bioinformacijsko analizo, omogočajo kompleksnejši vpogled v biološke poti in molekulske funkcije, na katere vpliva sušni stres.

Ugotovili smo, da je v odziv navadnega fižola na sušni stres vpleteno več proteaz, podrobneje smo okarakterizirali eno serinsko endopeptidazo in pet aminopeptidaz. Le-te so aktivne v listih obeh sort, na nivoje njihove aktivnosti vpliva pomanjkanje vode, vzorec odziva pa je različen. Za potrebe izdelave genetske karte smo iz potomstva križanja Tiber x Starozagorski čern vzgojili 82 rekombinantnih inbridiranih linij generacije F8, pri katerih smo ocenili morfološke in fiziološke parametre. Pri starševskih sortah smo odkrili 134 polimorfnih DNA markerjev, ki smo jih na genetski karti razvrstili v 11 skupin. Razporeditev markerjev smo skupaj z morfološkimi znaki analizirali s programom Cartographer in pridobili genetsko karto kvantitativnih lastnosti (QTL) navadnega fižola. Najmočnejšo povezanost smo zasledili v vezanih skupinah 1 in 9 med markerji in QTL za število dni do cvetenja ter maso enega semena.

Identificirane genetske in proteomske spremembe, kot posledica delovanja sušnega stresa, bodo podlaga za nadaljnje študije, povezane s sušo pri metuljnicah in drugih rastlinskih vrstah. Tovrstna integracija rezultatov prispeva k temeljnemu razumevanju odziva rastlin na abiotični stres, ki je po naravi fiziološko kompleksen, vendar pri navadnem fižolu manj proučevan kot biotska odpornost. Informativni molekularni markerji, identificirani v QTL analizi, bodo omogočili z markerji podprto selekcijo (MAS) in bodo na ta način pomembno prispevali k učinkovitosti žlahtniteljskih programov povezanih s sušnim stresom.

ANG

Understanding of response to external stimuli at the cellular level is of fundamental importance
--

to the continuing existence of plants, particularly in the case of stress from adverse environmental conditions such as drought. The mechanism of response to drought stress in common bean is not well characterized. The reasons for slow improvement are genetic complexity coupled with the complex mechanism of water stress tolerance. A comprehensive study of drought response on morphological, physiological, biochemical and genetic level was carried out for two common bean varieties, drought tolerant variety Tiber and susceptible variety Starozagorski črn.

Several morphological differences between varieties were identified, including those that differentiated the two varieties according to drought tolerance.

A proteomic approach was used to identify drought responsive proteins in the two varieties. The majority of identified proteins were classified into functional categories that include photosynthesis, energy metabolism, stress, synthesis, proteolysis and protein folding.

Interactions between identified proteins were demonstrated by bioinformatics analysis, enabling a more complete insight into biological pathways and molecular functions affected by drought stress.

Several proteases were found to be involved in response to drought stress. Among them one serine endopeptidase and five aminopeptidases were characterised in more detail. They are active in leaves of both studied varieties, and the levels of activities are influenced by water deficit. The pattern of response is characteristic for the variety.

Genetic map was constructed for population of 82 recombinant inbred lines, derived from the crossing Tiber x Starozagorski črn. Lines were monitored for morphological and physiological parameters and screened for 134 DNA markers which showed polymorphisms in parental lines. Linkage analysis distributed markers into 11 groups (LGs). The revealed marker distribution was combined with morphological data in Cartographer to obtain genetic map of quantitative traits (QTL). The strongest linkage was observed in LGs 1 and 9 between markers and QTL for number of days to flowering and one seed mass.

The genetic and proteomic changes resulting from drought stress will be directly applicable in further studies of drought in different species of legume and other families. Such an integration of results contributes significantly to understanding of the plant response to abiotic stress that is by nature more complex physiologically but less well studied than biotic stress resistance in common bean.

Informative molecular markers obtained by QTL analysis offer the potential to tag actual determinants and enable marker assisted selection (MAS) in common bean raising the efficiency of breeding programs for drought tolerance.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

V Strategiji razvoja slovenskega kmetijstva in drugih razvojnih dokumentih je opredeljena usmeritev v stabilno pridelavo kakovostne in čim cenejše hrane ter zagotavljanje prehranske varnosti Slovenije. Okolju prijazni načini pridelave se odražajo v ohranjanju rodovitnosti tal, varovanju okolja, ohranjanju biotske raznovrstnosti in tradicionalne podeželske krajine. Pridelava fižola v Sloveniji je med zelenjadnicami na drugem mestu s 661 ha v primerjavi s pridelavo zelja (838 ha). Suša ima na splošno ekstremno negativen vpliv na kmetijstvo ter posredno na družbo (neobdelana tla, zaraščanje, ...). Kakovosten sortiment, ki mora biti prilagojen na lokalne razmere, hkrati pa mora tudi ustrezati okusu domačega potrošnika, predstavlja osnovo za konkurenčno in trajnostno pridelovanje katerekoli kmetijske rastline. Ker so potrebe po novih, izboljšanih sortah kmetijskih rastlin stalno prisotne, je potrebno sprotno prilagajanje sortimenta.

Genomsko kartiranje kompleksnih lastnosti bo prineslo žlahtniteljem fižola nove strategije pri njihovem delu. Inkorporacija genomske informacije bo pripomogla k boljšem razumevanju interakcij med okoljem in genotipom ter ponudila platformo za študij ekonomsko pomembnih lastnosti. Genetsko izboljšanje kvalitativnih in kvantitativnih lastnosti kmetijskih rastlin je kontinuiran in trajen proces. Le trajni in dolgoročni žlahtniteljski programi omogočajo vzgojo novih sort kmetijskih rastlin, ki se bodo bolje prilagajale na spremembe v okolju (npr. pogoste suše), bodo odporne na bolezni in škodljivce ter s tem zmanjšale potrebo po uporabi fitofarmaceutskih pripravkov in bodo pridelovalcem zagotavljale kakovosten in visok pridelek.

Naši rezultati prispevajo k aktivnemu vključevanju Slovenije v mednarodno delitev dela na

raziskovalnem področju, predvsem na področju rasti rastlin in kmetijstva. Na področju raziskav sušnega stresa smo vzpostavili sodelovanje z nekaterimi tujimi institucijami (npr. projekti mednarodnega bilateralnega znanstvenega sodelovanja z Norveško, Bolgarijo in Srbijo, projekt z Norveško v okviru Slovenskega štipendijskega sklada). To je pomembno ne samo za doseganje mednarodno primerljive kakovosti našega dela in dostop do sodobnih tehnik in aparatov, temveč tudi za predstavitev dejavnosti slovenskih znanstvenikov preko objav in znanstvenih srečanj skupaj z znanstveniki iz drugih držav. Izolirane sekvence genov in markerjev kot tudi proteinske sekvence vlagamo v javno dostopne podatkovne baze, kjer so na voljo za nadaljnjo karakterizacijo v različnih genomskih študijah povsod po svetu. Vse rezultate projekta objavljamo v znanstvenih člankih in predstavili na različnih znanstvenih srečanjih. Raziskave v okviru projekta in njegovi rezultati so pomemben dejavnik pri vzgoji in stimulaciji mladih kadrov, usmerjenih v temeljne in aplikativne raziskave. Le-ti, kakor tudi tisti raziskovalci in strokovnjaki, ki so že vključeni v žlahtnjenje rastlin v Sloveniji, imajo koristi od našega sodelovanja v mednarodno pomembnih raziskavah na področju rastlinske biologije (fiziologija odziva na sušni stres, proteomske in genetske analize) in kmetijstva (žlahtnjenje, vzgoja odpornih sort). Na področju raziskav sušnega stresa se na Kmetijskem inštitutu Slovenije izobražuje mlada raziskovalka. Rezultati projekta bodo prav tako neposredno uporabni pri upravljanju genskih bank rodu *Phaseolus*.

ANG

In the strategy for and documentation on development of Slovene agriculture, the direction is defined as creating sustainable production of quality, affordable foodstuffs. Environmentally sound methods of production ensure preservation of soil fertility, protection of the environment, conservation of biotic diversity and preservation of traditional country land. This project is concerned with the quality and quantity of production of a nutritionally, economically and, thus socially important crop. In Slovenia, common bean production is second among vegetables (661 ha) only to that of cabbage (838 ha). Drought stress has an extremely serious effect on agriculture in general, but has also a damaging indirect effect on human communities (uncultivated land, forestification,..). Quality assortment, which should be adapted to local conditions and at the same time adapted to the taste of the local consumer, is the basis for competitive and sustainable production of any agricultural crop. Since the need for new, improved crop cultivars is always present, the simultaneous adaptation of assortment is necessary. For this reason genetic improvement of the quality and quantity of crop yield has to be a continual process.

Genomic mapping of complex traits should help common bean breeders to devise more effective selection strategies. Incorporation of genomic information will provide an appropriate platform for studying traits of economic importance. It may also help breeders to better understand the basis of genotype – environment interactions.

Only continual, long-term programmes of breeding and selection can enable the cultivation of new crop cultivars that are resistant to diseases and pests, thus reducing the need for phytopharmaceuticals and ensuring quality and high yields.

Our results contribute to the recognition and active participation of Slovenia in international scientific research, specifically in the field of plant growth and agriculture. Several collaborations with foreign institutions have been established and functioning in the field of research on drought stress – bilateral scientific collaborations with Norway, Bulgaria and Serbia; a project with Norway in the frame of the Slovene scholarships fund. These not only strengthen the international quality of our scientific output by enabling access to state of the art methods and equipment, but also publically mark the activity of Slovene scientists, in publications and meetings, alongside scientists from other countries. Newly isolated gene, marker and protein sequences are being logged in international databases and made available for further characterization of diverse genomic studies by the international scientific community. All results are to be published in international journals and meetings.

The research activities and results of the project are important in the education and stimulation of young researchers entering careers in fundamental and applied research. They, and those already involved in plant breeding in Slovenia, benefit from the fact that their training is in the context of internationally significant research in the fields of plant biology (physiology of response to drought stress, proteome and genetic analysis) and agriculture (breeding, development of tolerant varieties). In the field of drought stress a PhD student has been trained as a young researcher at the Agricultural Institute of Slovenia. The results will also be directly

applicable for the management of the Phaseolus plant gene banks.
--

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 <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 upravljavskih 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 upravljavskih 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

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	<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="text"/>	<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="text"/>	<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="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete					
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj					
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	<input 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

--

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**

V prilogi: Znan dos 2015 J4-4126

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

V prilogi: Soc Ekon dos 2015 J4-4126

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

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

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Kmetijski inštitut Slovenije

Vladimir Meglič

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	13.3.2015
-----------	-----------

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2015/50

- 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](#)

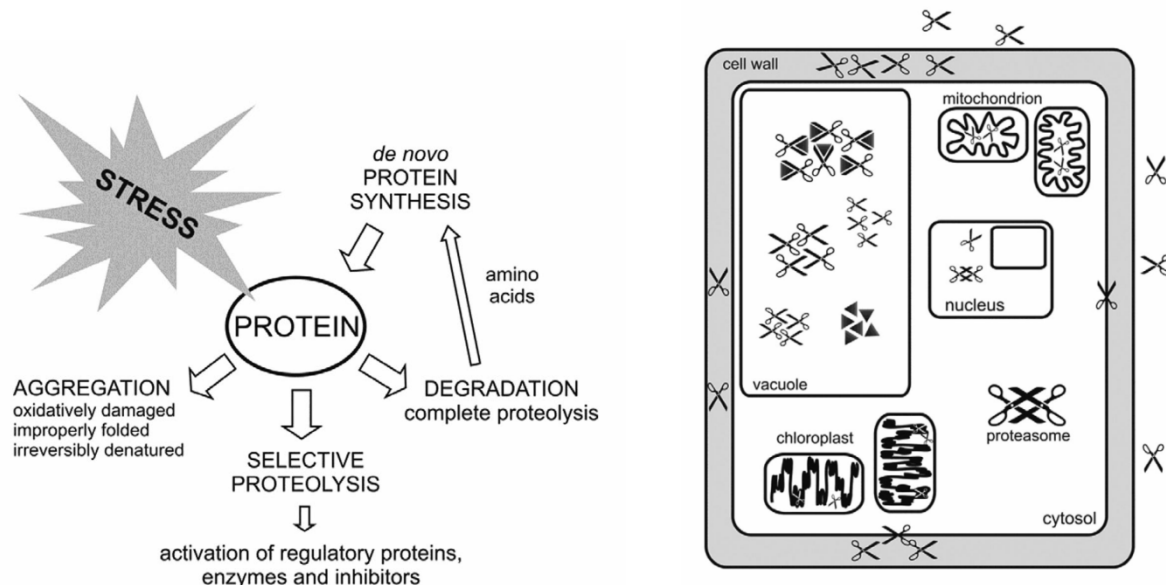
Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2015 v1.00a
6C-11-4B-FE-85-A4-AE-64-43-94-11-34-7A-A5-8B-3D-C1-64-FD-E0

Priloga 1

BIOTEHNIKA

Področje: 4.03 – Rastlinska produkcija in predelava

•Dosežek: Pregled rastlinskih proteaz in njihovih endogenih inhibitorjev: vpletenost v odziv rastlin na sušo. Vir: KIDRIČ, Marjetka, KOS, Janko, SABOTIČ, Jerica. Proteaze in endogeni inhibitorji proteaz v odzivu rastlin na abiotični stres. *Botanica Serbica*, 2014, vol. 38, no. 1, str. 139-158.



Proteini pod stresom. Proteaze in inhibitorji proteaz so bistveni za vzdrževanje proteinske homeostaze.

Lokalizacija proteaz v rastlinski celici. Proteaze so pokazane s škarpami, njihovi inhibitorji pa s trikotniki.

Podali smo pregled splošnih informacij o proteazah in njihovih inhibitorjih, ki so glavni dejavniki v kontrolirani razgradnji proteinov, ki je potrebna za rast in razvoj rastlin ter za njihovo preživetje pod pogoji abiotičnega in biotičnega stresa. Ravno tako pa povzročajo nekontrolirano proteolizo, ki jo stres velikokrat sproži, za rastline pa je škodljiva. Osredotočili smo se na objave, ki se nanašajo na njihovo vpletenost v odziv rastlin na sušo. Med njimi so tudi naše študije, ki smo jih izvedli na navadnem fižolu in na modelni rastlini *Ramonda serbica*. Opisali smo več primerov, pri katerih spremembe v genski ekspresiji, zastopanost in/ali spremembe v aktivnosti proteaz ali njihovih inhibitorjev korelirajo s stopnjo tolerance oz. občutljivosti rastline na abiotični stres. Izpostavili smo možno aplikacijo proteaz in inhibitorjev kot biokemijskih markerjev za toleranco na sušo in v konvencionalnem žlahtnenju, za produkcijo kultivarjev, pri katerih je nekontrolirana proteoliza zavrta, povečana pa regulirana, koristna proteoliza. Navedli smo tudi možnost uporabe njihovih genov kot kandidatov za karakterizacijo QTLov in saturacijsko kartiranje QTL področji. Zato bo nadaljna opredelitev vloge proteaz v rastlinskem stresu prispevala k uspostavitvi nujnih temeljev za izboljšavo poljščin.

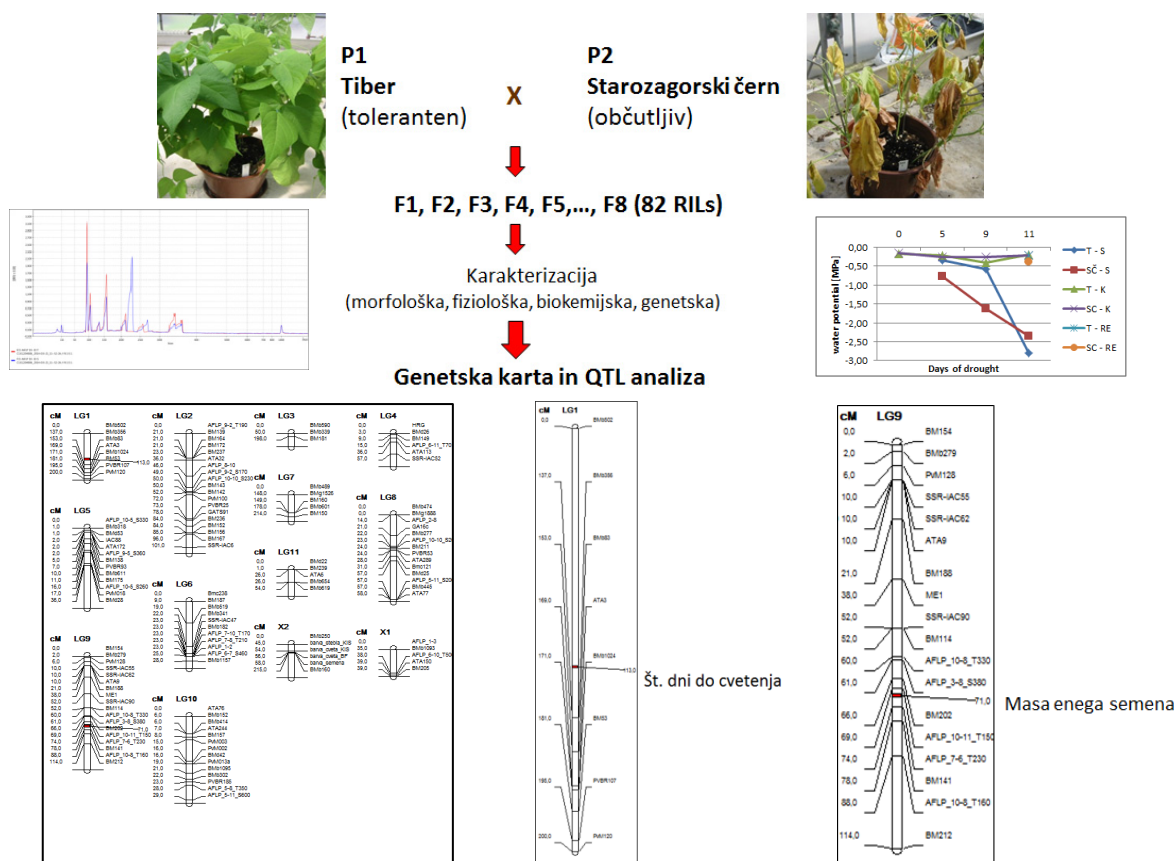
Priloga 2

BIOTEHNIKA

Področje: 4.03 – Rastlinska produkcija in predelava

Dosežek: Abiotic stress in agricultural plants: *Phaseolus* sp. and drought.

Vir: ŠUŠTAR VOZLIČ, Jelka, MARAS, Marko, ZADRAŽNIK, Tanja, KIDRIČ, Marjetka, ZUPIN, Mateja, RAZINGER, Jaka, VODNIK, Dominik, MEGLIČ, Vladimir. Vabljeni predavanje / Invited lecture, 6th Slovenian Symposium on Plant Biology with international participation, Hoče, Slovenia, 11.-12. september 2014



Suša je eden glavnih stresnih dejavnikov, ki pri navadnem fižolu (*Phaseolus vulgaris* L.) vpliva na zmanjšanje količine in kakovosti pridelka, mehanizmi odziva pa zaradi genetske kompleksnosti in ne dovolj izrazitih razlik fenotipskih odzivov še niso dovolj dobro raziskani. V okviru obsežnih raziskav smo proučili odziv fižola na sušni stres na morfološki, fiziološki, biokemijski in genetski ravni. Poudarek raziskav v zadnjih letih je bil na študiju odziva na proteomskem nivoju pri dveh sortah fižola, ki se razlikujeta v toleranci na sušo, Tiber (toleranten) in Starozagorski črn (občutljiv). Sorti smo uporabili tudi kot starševski liniji pri vzgoji rekombinantnih inbridiranih linij (RIL). Starševski sorti in 82 RIL F8 generacije smo ovrednotili s pomočjo morfoloških in fizioloških parametrov ter z molekulskimi markerji. Izdelali smo genetsko karto, ki smo jo uporabili v QTL analizi za tolerantnost fižola na sušni stres. Poznavanje mehanizmov odziva rastlin na sušo je ključnega pomena za identifikacijo lastnosti, uporabnih pri žlahtnjenju na tolerantnost na sušo.