



2023.

Agrobioraznolikost – mjere za prilagodbu klimatskim promjenama u poljoprivrednom sektoru

Smiljana Goreta Ban
Nenad Jasprica
Branka Salopek Sondi
Nataša Bauer
Mirta Tkalec
Snježana Kereša
Snježana Bolarić
Boris Lazarević
Milan Oplanić
Ana Čehić Marić
Nikola Major
Nina Išić

2023.

Agrobioraznolikost – mjere za prilagodbu klimatskim promjenama u poljoprivrednom sektoru

Smiljana Goreta Ban
Nenad Jasprica
Branka Salopek Sondi
Nataša Bauer
Mirta Tkalec
Snježana Kereša
Snježana Bolarić
Boris Lazarević
Milan Oplanić
Ana Čehić Marić
Nikola Major
Nina Išić

IZDAVAČ:

Institut za poljoprivredu i turizam

ZA IZDAVAČA:

Dr. sc. Dean Ban

AUTORI:

Smiljana Goreta Ban

Nenad Jasprica

Branka Salopek Sondi

Nataša Bauer

Mirta Tkalec

Snježana Kereša

Snježana Bolarić

Boris Lazarević

Milan Oplanić

Ana Čehić Marić

Nikola Major

Nina Išić

LEKTURA I KOREKTURA:

OBLIKOVANJE I PRIPREMA ZA TISAK:

Tiskara Zelina d.d., Sveti Ivan Zelina

NAKLADA: 300 primjeraka

ISBN: 978-953-7296-35-3



Podaci iznijeti u ovoj knjizi rezultat su provedbe projekta „Agrobioraznolikost – osnova za prilagodbu i ublažavanje posljedica klimatskih promjena u poljoprivredi“ KK.05.1.1.02.0005 financiranog iz Europskog fonda za regionalni razvoj i Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost u sklopu poziva Shema za jačanje primijenjenih istraživanja za mjere prilagodbe klimatskih promjena KK.05.1.1.02.0005.

Nositelj projekta/Korisnik: Institut za poljoprivredu i turizam

Karla Huguesa 8, 52440 Poreč

052/408-300

<http://www.iptpo.hr>

Voditeljica projekta: dr. sc. Smiljana Goreta Ban

Za više informacija o EU fondovima: www.strukturnifondovi.hr

„Sadržaj publikacije/emitiranog materijala isključiva je odgovornost Instituta za poljoprivredu i turizam.”

SADRŽAJ:

1. UVOD	3
2. Bioraznolikost lukova i kupusnjača Jadranske hrvatske	6
2.1 Identifikacija problema.....	6
2.2 Pristup rješavanju problema	8
2.3 Doprinos pokazatelju.....	10
3. Tradicijski kultivari kao izvor genetske varijabilnosti za prilagodbu klimatskim promjenama i mehanizmi tolerantnosti u funkciji otpornosti i prilagodbe klimatskim promjenama.....	15
3.1 Identifikacija problema.....	15
3.2 Pristup rješavanju problema	21
3.3 Doprinos pokazatelju.....	21
3.3.1 Pokus u komorama rasta.....	21
3.3.2 Pokus u plasteniku.....	26
3.3.3 Poljski pokus	29
3.3.4 Češnjak	35
4. Invitro selekcija lukova	40
4.1 Identifikacija problema.....	40
4.2 Pristup rješavanju problema	41
4.3 Doprinos pokazatelju.....	44
5. Stavovi nositelja poljoprivrednih gospodarstava i dionika službi u poljoprivredi	47
5.1 Identifikacija problema.....	47
5.2 Pristup rješavanju problema	48
5.3 Doprinos pokazatelju.....	50
6. Diseminacija rezultata tijekom provedbe projekta.....	57

6.1 Organizacija radionica.....	58
6.2 Gostovanja na radio i TV programima, te novinski članci.....	60
6.3 Dijeljenje informacija putem službene web stanice projekta i društvenih mreža.....	62
6.4 Publiciranje znanstvenih radova u časopisima otvorenog pristupa.....	62
7. Doprinos projekta definiram mjerama prilagodbe klimatskim promjenama.....	66
8. LITERATURA	70
POPIS SLIKA	71
POPIS GRAFIKONA.....	72
POPIS TABLICA	73
ZAHVALA.....	74

Predgovor

U ovoj brošuri predstavljen je dio rezultata ostvarenih provedbom projekta Agrobioraznolikost – osnova za prilagodbu i ublažavanje posljedica klimatskih promjena u poljoprivredi (broj KK.05.1.1.02.0005). Kroz poglavlja brošure možemo pratiti svih sedam aktivnosti koje su bile ključne za ostvarenje ciljeva definiranih projektnim prijedlogom.

Provedene aktivnosti predstavljaju interdisciplinarni spoj bioloških, agronomskih, molekularnih i društvenih aspekata utjecaja klimatskih promjena na eko sustave odnosno biološku raznolikost, poljoprivrednu proizvodnju, kao i utjecaj na društvo s posebnim osvrtom na dionike u poljoprivredi. U provedenim istraživanjima fokus je bio na rodovima *Allium* i *Brassica*, njihovim staništima, adaptabilnosti različitim klimatskim stresorima, istraživanjima istih u poljskim i laboratorijskim pokusima, te prikupljanju podataka na uzorku nositelja poljoprivrednih gospodarstava i predstavnika službi u poljoprivredi.

U izradi brošure aktivno su sudjelovali suradnici na projektu sa sljedećih institucija: Institut za poljoprivredu i turizam, Institut Ruđer Bošković, Prirodoslovno – matematički fakultet, Agronomski fakultet, Institut za more i priobalje.

Ključni cilj brošure je jačanje svijesti šire javnosti o klimatskim promjenama i prilagodba klimatskim promjenama. Sama izrada brošure dio je aktivnosti namijenjenih diseminaciji projektnih rezultata. Brošura je pisana na popularan način kako bi šira javnost mogla pratiti sadržaj, te dobiti važne informacije o nužnosti prilagodbe klimatskim promjenama i očuvanju prirodnih ekosustava. Tiskanu verziju brošure moguće je dobiti na institucijama čiji su znanstvenici sudjelovali u izradi iste, dok je digitalnu verziju brošure moguće preuzeti na službenoj web stranici projekta.

Klimatske promjene su dio našeg svakodnevnog života, važno je imati pravodobne informacije koje će poslužiti za uspješnu prilagodbu i ublažavanje posljedica istih.

1. Uvod

U nedavnom izvješću Europske agencije za okoliš (EEA) procjenjuje se da će biljna proizvodnja i proizvodnja stoke pasti, te će ih možda trebati napustiti u dijelovima južnih europskih zemalja i mediteranske regije zbog povećanih negativnih utjecaja klimatskih promjena. Studija kaže da prilagođavanje klimatskim promjenama mora biti glavni prioritet za poljoprivredni sektor EU ukoliko se želi poboljšati otpornost na ekstremne događaje poput suše, toplotnih valova i poplava. Klima na Zemlji varira kao posljedica prirodnih i ljudskih utjecaja. Prema procjeni agencija iz SAD-a proizlazi da je 2017. godina bila najtoplija od početka sustavnih meteoroloških mjerenja te je srednja globalna temperatura za 2017. godinu bila 0,46 °C iznad višegodišnjeg prosjeka od 1981. do 2010. godine. Opis opaženih klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj (RH), preuzet iz Šestog nacionalnog izvješća RH, govori kako tijekom nedavnog 50-godišnjeg razdoblja (1961.-2010.) trendovi temperature zraka pokazuju zatopljenje u cijeloj RH.

Prema projekciji Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (NN 46/2020), temperatura će rasti u odnosu na referentno razdoblje 1971.–2000. god. Također očekuje se i porast zimskih te smanjenje ljetnih količina oborina na čitavom području RH. Ovakve projekcije promjena klime na globalnoj razini predstavljaju izazove na mnogim područjima ljudskog djelovanja, a osobito ozbiljne negativne posljedice mogu zahvatiti sektor proizvodnje hrane zbog suša, ekstremnih visokih ljetnih te niskih zimskih temperatura, porasta slanosti tla, i drugo. Nadalje, utjecaj promjene klime posebno bi mogao biti razoran za biljna staništa i divlje biljne vrste koje su izvor genetske varijabilnosti. Gubitak pojedinih gena ili genskih kompleksa iz prirodnih staništa dovodi do gubitka varijabilnosti i fleksibilnosti populacija, ali i izvora gena za poljoprivrednu proizvodnju hrane te se definira kao genetska erozija. Kontinuirani gubitak genetske raznolikosti u poljoprivredi je proces koji dodatno otežava prilagodbu proizvodnje na klimatske promje-

ne. U potrazi za odgovarajućim odgovorima, treba uzeti u obzir da su genetski resursi ključni za suočavanje s klimatskim promjenama (Umweltbundesamt, 2002.). Biljke i životinje koje do sada nisu imale ekonomsku vrijednost mogu postati važne i bit će potrebno razviti nove kultivare koji će bolje podnositi abiotičke i biotičke stresove uzrokovane promjenama u okolišu.

Cilj projekta u sklopu kojeg je pripremljena ova publikacija bio je provesti primijenjena istraživanja u ranjivim sektorima poljoprivrede te prirodnih ekosustava i bioraznolikosti (bioraznolikost) kako bi se razvile smjernice za uspješniju prilagodbu klimatskim promjena ova dva ranjiva sektora.

U sektoru poljoprivrede procjenjivan je utjecaj klimatskih promjena s agronomskog, ekološkog, ekonomskog i sociološkog motrišta te ispitivana učinkovitost agro-tehničkih mjera prilagodbe. U sektoru bioraznolikosti u projektu su identificirane vrste, stanišni tipovi i područja koji su osjetljivija na klimatske promjene te analiziran povećani negativni utjecaj sektorskih pritisaka u sinergiji s klimatskim promjenama na bioraznolikost. Tijekom projekta intenzivno se radilo na identifi-

ciranju genotipova raštike, divljih kupusa i češnjaka, tolerantnih na abiotički stres, jer izvor tolerantnih genotipova mogu biti kultivari koji su već u proizvodnji ili se tradicijski uzgajaju kao i divlje svojte kultiviranih vrsta.

Kupusnjače i lukovi značajno su zastupljeni u našoj poljoprivrednoj proizvodnji, a izbor kultivara tolerantnih na abiotičke stresove te njihovo širenje u proizvodnji smanjio bi rizike i gubitke koji se pojavljuju zbog nepovoljnih vremenskih prilika. S druge strane na našem južnom jadranskom području rastu pojedine vrste divljih svojti kupusnjača i lukova koje su ugrožene klimatskim promjenama, ali i ljudskom djelatnošću. S klimatskim promjenama agrobioraznolikost postaje jedan od važnijih pravača koji bi mogli doprinijeti boljoj prilagodbi biljne proizvodnje na ekstremne promjene u okolišu. Niz mjera u navedenim sektorima je definiran na osnovi istraživačkih aktivnosti projektnog prijedloga kroz suradnju nekoliko javnih znanstvenih i akademskih institucija, uključenje dionika (stručnih i znanstvenih društava, udruga te gospodarskih subjekata kao krajnjih korisnika mjera prilagodbe klimatskim promjenama).

Istraživački tim činili su znanstvenici s Instituta za poljoprivredu i turizam (IPTPO)-prijavitelj, te slijedeći partneri: Institut Ruđer Bošković (IRB), Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku (UNIDU), Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu (AFZG), Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu (PMFZG).

Partneri su proveli sedam aktivnosti u cilju ispunjenja zadanog cilja. Aktivnost 1 uključuje mapiranje staništa i prikupljanje sjemena divljih svojti kupusnjača i lukova od kojih su neke endemi i stenoendemi te su u projekciji klimatskih promjena posebno ugrožene. U okviru aktivnosti 2 provedena su istraživanja u svrhu odabira genotipova otpornijih na abiotičke stresore (suša i/ili visoke temperature). U aktivnosti 3, istražuju se mehanizmi tolerancije tradicionalnih vrsta i divljih svojti. U sklopu aktivnosti 4, na modelnoj biljci češnjaku provodi se biotehnološki postupak s ciljem razvoja genetske varijabilnosti u „in vitro“ uvjetima na tolerantnost na sušu. Aktivnost 5 odnosi se na društveno-ekonomske aspekte prilagodbe i jačanje otpornosti poljoprivrednog sektora na klimatske promjene posebice u području

Jadranske regije. Aktivnosti 6 i 7 obavljaju svi članovi tima, a koncentriraju se na jačanje svijesti šire javnosti o klimatskim promjenama, te mogućnostima i mjerama prilagodbe u sektorima poljoprivrede, bioraznolikosti i turizma. U skladu s navedenim aktivnostima razvijaju se mjere prilagodbe, a koje uključuju: definiranje ranjivih staništa i vrsta na klimatske promjene; očuvanje populacija vrsta osjetljivijih na klimatske promjene; definiranje tradicijskih kultivara tolerantnih na abiotički stres; prilagodba agro-tehničkih mjera; primjena suvremenih tehnika i alata u jačanju otpornosti biljaka na klimatske promjene; definiranje modelnih gospodarstava u hortikulturnoj proizvodnji prilagođenih aktualnom klimatskim promjenama te informiranje i educiranje dionika poljoprivrednog sektora o nužnosti jačanja otpornosti na klimatske promjene.

Ovaj projekt predstavlja multidisciplinarno istraživanje u području klimatskih promjena u ranjivim sektorima poljoprivrede, prirodni ekosustavi i bioraznolikost kako je definirano Strategijom te sukladno Sedmom nacionalnom izvješću i trećem dvogodišnjem izvješću Republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji (UNFCCC).

2. Bioraznolikost lukova i kupusnjača Jadranske hrvatske

2.1 Identifikacija problema

Ekosustavi su uslijed intenzivnog utjecaja čovjeka tijekom posljednjih 50 godina promijenjeni brže i opsežnije nego u bilo kojem usporedivom vremenskom razdoblju u ljudskoj povijesti, uglavnom radi zadovoljenja brzo rastućih zahtjeva za hranom, vodom, drvom, vlaknima i gorivom. To je dovelo do značajnog i uglavnom nepovratnog gubitka raznolikosti života na Zemlji. Iako su promjene u ekosustavima doprinijele neto-dobitcima, dobiti ljudi i gospodarskom razvoju, ti su dobitci postignuti uz rastuće troškove u obliku pogoršavanja ili gubljenja mnogih ekosustava i povećanje siromaštva nekih skupina ljudi. Općenito, ubrzani godišnji prirast svjetskog stanovništva, negativan utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu, onečišćenje površinskih voda, mora i dr. prepreke su razvoju društava. Već danas, uz uvjet da svi stanovnici na

Zemlji žive jednakim standardom tj. imaju stan, hranu, vodu, odjeću i drugo, nedostaje nam trećina prirodnih resursa. Podaci ukazuju da je već 24% kopnene površine preinačeno za poljoprivrednu proizvodnju s očekivanim porastom do čak 45% do 2050. godine (MEA 2005).

Glavni pokretači tih negativnih trendova preinake su staništa, negativan utjecaj na klimu, pretjerana eksploatacija, onečišćenja i učinak invazivnih vrsta. Vrste nestaju brže nego što ih znanost stigne uopće i opisati (CBD 2006). Trenutno je oko 15 000 biljnih vrsta i podvrsta u svijetu suočeno s neposrednim rizikom od izumiranja, a ta se procjena ugroženosti temelji na samo 3% poznatih vrsta i podvrsta (Nikolić i sur. 2015). U Europi rizik od izumiranja ima 1 826 vrsta i podvrsta, tj. oko 10% ukupne europske flore (Bilz i sur. 2011).

Flora Hrvatske nedjeljivi je dio svjetske bioraznolikosti. Prema trenutnim podacima flora Hrvatske sastoji se od 4650 biljnih vrsta i 1190 podvrsta rasprostranjenih unutar 56 000 km² kopnenog državnog teritorija (Nikolić 2005-2022).

Neposredno koristimo gotovo 1200 vrsta hrvatske flore za hranu, začine, lijekove i na brojne druge načine (Nikolić i Rešetnik 2007). Također, svakodnevno radimo barem nešto što tu raznolikost sma-

njuje na nacionalnom teritoriju, ponekada lokalno i dramatično. No, isto tako, brojne su inicijative, mjere i aktivnosti usmjerene k njezinu očuvanju (npr. Anonymous 2021).

Kako bi se smanjio pritisak na smanjenje bioraznolikosti te ublažio negativni utjecaj klimatskih promjena odabrane su dvije skupine biljaka: (i) kupusnjače (*Brassicaceae*) te (ii) lukovi (*Alliaceae*) s ciljem njihovog sakupljanja na prirodnim staništima i uzgojem u kulturi (ex-situ očuvanje). Unutar obje porodice, rodovi *Brassica* L. (kupus) i *Allium* L. (luk), uz samonikle vrste, imaju iznimno veliko značenje u ishrani i ekonomiji na Zemlji. Rod *Brassica* također je jedan od najraznolikijih i među endemima najbrojniji rod u Sredozemlju.

U flori Hrvatske je 24 svojti kupusa, a tri su svojte stenoendemične (Jasprica 2015). Lukova je u Hrvatskoj 54 svojti, od čega je pet endemičnih (Bogdanović 2015).

Otprije je poznato kako mnogi sredozemni otoci imaju svoju endemičnu vrstu kupusa. Istovremeno, primorski otočni dijelovi Hrvatske uvršteni u tzv. „vruća područja” za bioraznolikost unutar Sredozemlja od svjetskog značenja.

U svrhu projekta izabrane su lokalne stenoendemične vrste kupusa s dalmatinskih otoka te lukovi koji potencijalno mogu koristiti u prehrambene svrhe.

2.2 Pristup rješavanju problema

U svrhu utvrđivanja areala ciljanih rodova i vrsta u Hrvatskoj, proučena je sva dostupna domaća i strana literatura. Korišteni su, također, podaci iz baze podataka

Flora Croatica database (FCD, Nikolić 2005-2022) je nacionalno i međunarodno prepoznata kao relevantni izvor provjerenih podataka o nacionalnoj i regionalnoj flori (Nikolić 2020). FCD je u cijelosti web-orijentirana baza te u prikazu i analizi prostornih podataka sadrži snažnu podršku GIS alata koji omogućuju obradu i prikaz podataka o flori, npr. taksonomiju, nomenklaturu, rasprostranjenost, ugroženost, upotrebu, invazivnost, bibliografiju, zbirke i dr.

Nakon uvida u stupanj istraženosti i poznavanja svojti, pristupilo se određivanju područja koja će biti obuhvaćena terenskim istraživanjem.

Terenska istraživanja (aktivnosti) su imala za cilj:

- kartirati (mapirati) floru i staništa te
- prikupiti primke divljih svojti.

Odabrani lokaliteti nalaze se na otocima Visu, Sušcu, otočićima Kosoru, Obljaku i Stupi (otočna skupina Korčula), otocima Koločepu, Korčuli, poluotoku Pelješcu te na sjeverno-jadranskim otocima, zatim u priobalnoj zoni u širem području Šibenika i Dubrovnika kao i sjevernijih područja Jadrana (Istra).

Terenski dio istraživanja s ciljem inventarizacije flore proveden je sukladno standardiziranoj metodi za inventarizaciju i praćenje stanja flore (Nikolić 2006). Cjelovita informacija obuhvaća popis svojta (predmet kartiranja su biljne vrste i podvrste) i kartiranje flore tj. pridruživanje svojta prostorne informacije (podataka o njihovoj rasprostranjenosti), a zahtjevnost postupka je u korelaciji s veličinom područja koje se kartira, bogatstvu vrsta, pristupačnosti lokalitetu i sl. Rezultati kartiranja flore omogućuju cijeli niz složenijih analiza (procjenu ukupne florističke raznolikosti, određivanju područja od posebnog značenja, i dr.) i najvažniji su za održivo upravljanje raznolikošću.

Nadalje, terenski dio uključivao je određivanje i kartiranje (mapiranje) staništa na odabranim lokalitetima. U tu svrhu je korištena standardna fitosociološka metoda (Braun-Blanquet 1964, Westhoff i van der Maarel 1980) koja uključuje sljedeće postupke: izbor reprezentative i homogene plohe odgovarajuće veličine (od 4 m² za obalne ekosustave do 25 m² za travnjake, prema Chytrý i Otýpková 2003), utvrđivanje strukture fitocenoze temeljem florističkog sastava, utvrđivanje kvantitativnih odnosa vrsta u fitocenozi, utvrđivanje sintaksonomskog statusa zajednice te prikupljanje biljnog

materijala (sjemenki i sadnog materijala). U nekim slučajevima, ukoliko nije bilo moguće determinirati biljnu vrstu na terenu, biljke su sakupljene kao eksikat (*exsiccatum*) tj. herbarijski primjerak vrste s naznakom mjesta i vremena prikupljanja, autora zbirke i dr., korišten za taksonomska istraživanja. Endemi, svojte koje pripadaju kategorijama ugroženosti ili strogo zaštićene vrste nisu sakupljane za herbarijsku zbirku. Za determinaciju vrsta korišteni su standardni ključevi (vidi npr. Jeričević i sur. 2014). Pomoću fotoaparata izrađene su fotografije ciljanih vrsta i staništa.



Slika 1: Terenski dio istraživanja.

Arhiva: Nenad Jasprica

Tijekom laboratorijske faze, rezultati terenskog rada su sintetizirani u cilju određivanja fitocenološke pripadnosti snimljenih sastojina.

Laboratorijski rad odvijao se kroz sljedeće etape: determinacija biljnih vrsta gdje je to bilo neophodno, izradba fitocenoloških tablica, analiza prikupljenih podataka iz fitocenoloških tablica, određivanje ekoloških uvjeta staništa (temljem analize životnih oblika biljnih vrsta, flornih elemenata, Ellenbergovih indikatorskih vrijednosti vrsta, i dr.) određivanju ranjivih vrsta i staništa, sintaksonomskog statusa i pripadnosti istraživanih sastojina višim sintaksonomskim jedinicama, i dr. Radi usporedbe florističkog sastava i strukture sastojina, korišteno je dodatno nekoliko fitocenoloških snimki iz literature, isključivo za vrste roda *Allium*.

2.3 Doprinos pokazatelju

Na temelju provedenih terenskih istraživanja na odabranim lokalitetima od Istre na sjeveru do Kona-

vala na jugu, izvršena su kartiranja (mapiranja) vrsta i staništa vrsta rodova *Brassica* i *Allium*.

Među vrstama roda *Brassica*, istraživana su staništa i zajednice s *Brassica mollis* Vis. i *B. cazzae* Ginz. et Teyber.

Među svojcima roda *Allium*, to su bile: *Allium ampeloprasum* L., *A. carinatum* L. subsp. *carinatum*, *A. carinatum* subsp. *pulchellum* (G. Don) Bonnier et Layens, *A. commutatum* Guss., *A. flavum* L., *A. guttatum* Steven subsp. *sardoum* (Moris) Stearn, *A. guttatum* Steven subsp. *guttatum*, *A. guttatum* subsp. *dalmaticum* (A. Kern. ex Janch.) Stearn, *A. moschatum* L., *A. roseum* L., *A. rotundum* L., *A. sphaerocephalon* L. i *A. subhirsutum* L.



Slika 2: Svojte roda *Allium*.

Allium ampeloprasum L.

Allium sphaerocephalon L.

A. subhirsutum L.

Autor: Nenad Jasprica

Broj biljnih vrsta na staništima *Brassica* je između 8 i 16, vegetacijski pokrov je od 20-60%, zajednice se razvijaju na nagibima terena od 30-85°, uglavnom na južnim ekspozicijama (osim na Visu za *B. incana*) i nadmorskim visinama od 2-30 m. Izrazito su heliofilne vrste.



Slika 3: Staništa vrste *Brassica mollis* Vis. na obalnim stijenama u zoni prskanja mora na Kosoru (A), u šumi alepskog bora na Koločepu (B) te u makiji divlje masline na Kosoru (C)

Autor: Nenad Jasprica

Stanje populacija na terenu je zadovoljavajuće, sastojine su stabilne i nisu pod antropogenim utjecajem. Razvijaju se unutar vegetacije stijena uz morsku obalu (*Crithmo-Staticetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952), primorskih vazdazelenih šuma i makija (*Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. Bolós et O. de Bolòs in A. Bolòs y Vayreda 1950) i šuma alepskog bora (*Pinetea halepensis* Bonari et Chytrý in

Bonari et al. 2021). Na otoku Koločepu *B. mollis* naseljava okomitu stjenovitu obalu (strmce) pod halofitima (NKS F.4.1.1., NATURA, sveza *Limonion anfracti-cancellati* (Horvatić 1934) Mucina in Mucina et al. 2106) te rubne otvorene dijelove stenomediterranskih čistih vazdazelenih šuma i makija crnike (NKS E.8.2., NATURA, sveza *Oleo-Ceratonion siliquae* Br.-Bl. ex Guinochet et Drouineau 1944).

Na otočiću Kosoru (Korčulanski arhipelag) ulazi u sastav asocijacije *Plantagini-Staticetum cancellatae* Horvatić 1934 (NKS F.4.1.1.1., NATURA), a na Visu (navedena kao vrsta *B. incana* - taksonomski statusi naših endemičnih kupusnjača još uvijek nisu riješeni) je nađena unutar recentno opisane vegetacijske sveze *Capparo orientalis-Aurinion leucadeae* Lovrić ex Terzi et al. 2020 i asocijacije *Pimpinello lithophilae-Centaureetum lovricii* Jasprica et Terzi 2023 (Jasprica i Terzi 2023) (NATURA). Na Koločepu zauzima dijelove vegetacijske sveze *Anthyllidion barbae-jovis* S. Brullo et De Marco 1989 (NATURA) s nekoliko prisutnih endemičnih biljnih svojti. Neki autori imaju drugi pristup pa navedene svojte uključuju u sastav ruderalne vegetacije (NKS I.1.2.) na mekim plodnim tlima koja su nastala razgradnjom ptičjeg izmeta (guano) na policama klifova (strmaca).

Neki strani autori naše endemične kupuse (*B. botteri* Vis., *B. cazzae* Ginz. et Teyber i *B. mollis* Vis.) uključuju unutar svojte *B. incana* Ten. (v. Jasprica 2015, Jasprica i Stamenković 2023). Flora Europaea, također, u okviru *B. incana*,

navodi endemične svojte na jadranskim otocima s privremenim taksonomskim statusom vrsta. Potrebno je provesti sveobuhvatna morfološka, molekularna i ekološka istraživanja kako bismo utvrdili taksonomski položaj naših endemičnih svojti unutar roda *Brassica*.

Rezultati provedenih istraživanja pokazala su kako je broj biljnih vrsta na staništima *Allium* između 7 i 76, vegetacijski pokrov je od 50-100%, zajednice se razvijaju na ravnim terenima do površina s nagibima terena do 90° te nadmorskim visinama od obale mora do 880 m, ovisno o vrstama.

Ciljane vrste lukova naseljavaju različita staništa i ulaze u sastav više vegetacijskih tipova: (i) primorski travnjaci s prevlašću trajnica (*Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* Rivas-Mart. 1978), (ii) suhi bazofilni travnjaci (*Festuco-Brometea* Br.-Bl. et Tx. ex Soó 1947), (iii) primorski bušici (*Ononido-Rosmarinetea* Br.-Bl. in A. Bolòs y Vayreda 1950), (iv) vegetacija stijena uz morsku obalu

(*Crithmo-Staticetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952), (v) kontinentalna acidofilna jednogodišnja korovna vegetacija (*Papaveretea rhoeadis* S. Brullo et al. 2001), (vi) primorske sitine i halonitrofilni travnjaci (*Juncetea maritimi* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952), (vii) jednogodišnja ruderalna vegetacija (*Sisymbrietea* Gutte et Hilbig 1975, *Chenopodietea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1952) i ruderalna vegetacija visokih zeleni na suhim staništima (*Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951) i dr. Važno je napomenuti da istraživane svojte lukova, općenito, nisu abundantne/dominantne unutar asocijacija u navedenim vegetacijskim tipovima. Neki od navedenih ekosustava

dio su NATURA mreže te, prema tome, podliježu posebnom tretmanu u zaštiti i unaprijeđenu staništa. Dugoročni podaci iz literature pokazali su kako su anomalije u klimatskim podacima u posljednjih pola stoljeća već djelovale na fiziologiju, rasprostranjenost i fenologiju nekih vrsta u Europi na načine koji su u skladu s teorijskim predviđanjima (Thuiller i sur. 2005). Iako bi prirodne klimatske varijacije i neklimatski čimbenici poput prenamjene zemljišta mogli biti odgovorni za neke od tih trendova (npr. promjene biljne raznolikosti), klimatske promjene uzrokovane čovjekom i atmosferske promjene za mnoge su još nedovoljno objašnjenje.



Slika 4: Karta istraživanog područja u južnom Jadranu.

Autor: Nenad Jasprica

3. Tradicijski kultivari kao izvor genetske varijabilnosti za prilagodbu klimatskim promjenama i mehanizmi tolerantnosti u funkciji otpornosti i prilagodbe klimatskim promjenama

3.1 Identifikacija problema

Usljed klimatskih promjena uzrokovanih globalnim zatopljenjem povećava se vjerojatnost duljih perioda s visokim temperaturama i sušnih razdoblja što predstavlja ozbiljan problem za poljoprivrednu proizvodnju u cijeloj Hrvatskoj, a osobito u Jadranskoj regiji.

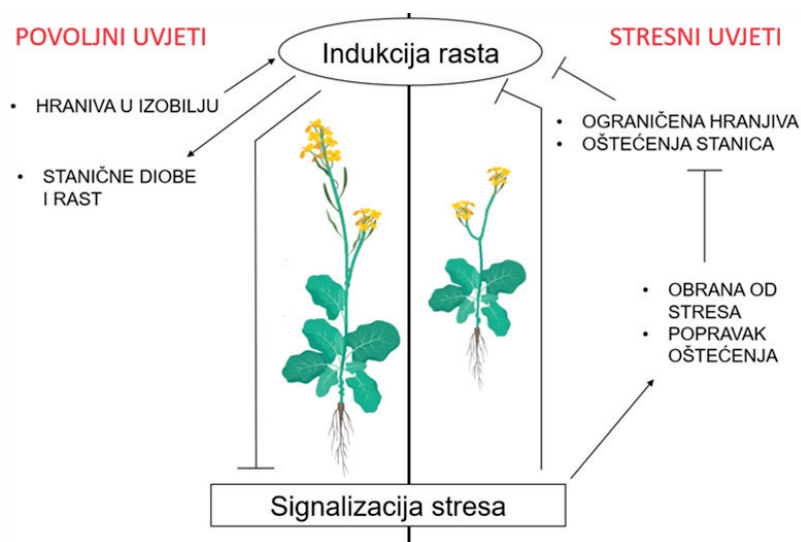
Dugotrajni periodi suše i visokih temperatura predstavljaju stres za biljku, remete normalan rast i razvoj, uzrokuju smanjenje prinosa, te u konačnici mogu dovesti i do sušenja i uginuća biljaka.

Biljke su nepokretni organizmi i ne mogu se skloniti od negativnih okolišnih uvjeta. Kako bi preživjele često nepredvidive i nepovoljne klimatske promjene, biljke su kroz evoluciju razvile brojne mehanizme obrane od stresa što je rezultiralo razvojem otpornijih sorti ili varijeteta mnogih biljnih kultura. Te sorte i varijeteti su od značajnog interesa kao materijal za križanja u oplemenjivanju i poljoprivrednoj proizvodnji. Stoga je vrlo važno napraviti selekciju sorti i varijeteta raznih poljoprivrednih kultura i definirati one koje su otpornije, odnosno osjetljivije na razne okolišne faktore (temperatura, nedostatak vode, povećani salinitet tla itd.). Nadalje znanstvenici

istražujući mehanizme otpornosti kod takvih sorata mogu dići do saznanja kako eventualno pomoći osjetljivijim sortama u obrani od nepovoljnih klimatskih uvjeta, npr. tretiranjem ekološki prihvatljivim prirodnim spojevima. U tim istraživanjima vrlo koristan materijal su i divlji srodnici raznih poljoprivrednih kultura koji prirodno rastu u područjima visokih temperatura, dugotrajnih suša ili zasoljenja.

Stres direktno ili indirektno dovodi do oštećenja stanica, stoga kad su biljke izložene stresnim uvjetima prestaju rasti i aktiviraju obrambene mehanizama koji mogu pridonijeti preživljavanju nepovoljnih uvjeta. Obrana od stresa i inhibicija rasta dvije su komplementarne strategije kojima biljke odgovaraju na nepovoljne uvjete okoliša (Slika 5).

Istraživanja mehanizama koji doprinose otpornosti biljaka na povišenu temperaturu i sušu od visokog su prioriteta i postaju sve važnija za bioraznolikost, proizvodnju hrane i održivi razvoj.



Slika 5: Nepovoljni uvjeti dovode do inhibicije rasta biljaka i aktiviranje procesa obrane od stresa.

Autorica: Nataša Bauer

Iako je koristan za preživljavanje biljaka, prestanak rasta je nepoželjan jer dovodi do smanjenja produktivnost usjeva. Prilikom izloženosti biljke stresnim uvjetima, naročito suši i povišenoj temperaturi smanjena je dostupnost vode, minerala i CO₂, te dolazi do promjena u staničnim strukturama što dovodi do poremećaja u procesima važnim za rast i razvoj biljaka. U stresnim uvjetima smanjuje se efikasnost fotosinteze odnosno primarna produkcija hranjivih tvari i energije.

Poznato je da se biljke mogu prilagoditi rastu u nepovoljnim uvjetima, ali je potrebno istražiti na koji način biljke osjete stres, kako potom aktiviraju obrambene mehanizme te utvrditi jesu li ti mehanizmi specifični za pojedine biljne vrste odnosno stresni čimbenik.

Kupusnjače (posebno rod *Brassica*), uključuje uljarice (repica, gorušica) i povrće (brokula, kupus, cvjetača, kelj, korabica) te se koriste u poljoprivredi na svim kontinentima. Osim u ljudskoj prehrani,

kupusnjače se od davnina koriste i u alternativnoj medicini za liječenje mnogobrojnih tegoba (upala, mamluka, probavnih smetnji itd.).

Kupusnjače obiluju zdravim spojevima kao što su karotenoidi, fenoli, glukozinolati i vitamini koji doprinose nutritivnoj vrijednosti te se kupusnjače u novije vrijeme razmatraju kao funkcionalna hrana tj. hrana s dodanom vrijednosti.

Ti zdravi spojevi osnova su za pozitivno zdravstveno djelovanje kupusnjača (antiupalno, antibakterijsko, antikancerogeno itd.). Mnogobrojna istraživanja usmjerena su upravo na pozitivno djelovanje spojeva iz kupusnjača na ljudsko zdravlje. Osim u ljudskoj prehrani kupusnjače se koriste i kao hrana za životinje, naročito ostaci uljarica nakon usitnjavanja, cijedenja i ekstrakcije ulja. Uz to ulje ima i tehničku primjenu u proizvodnji biogoriva, deterdženata, sapuna, itd.

Nepovoljni klimatski uvjeti djeluju na smanjenje kako prinosa tako i kvalitete povrća uključujući i kupusnjače. Stoga su naša istraži-

vanja bila usmjerena na selekciju otpornijih varijeteta te istraživanja mehanizama otpornosti u kupusnjača.

Kao objekt istraživanja odabrali smo raštiku (*Brassica oleracea* var. *acephala*), tradicionalnu kulturu kupusnjača koja nije dovoljno eksploatirana, a predstavlja izuzetno vrijedno povrće s mnogobrojnim pozitivnim karakteristikama.

Raštika se uzgaja u priobalju Hrvatske na malim obiteljskim gospodarstvima i s malim komercijalnim značajem. Uzgajivači sami proizvode, čuvaju i distribuiraju sjeme, što je razlogom velike biološke raznolikosti među populacijama.

Na Institutu za poljoprivredu i turizam u Poreču, tijekom prethodnih godina, prikupljena je kolekcija tradicijskih kultivara raštike i češnjaka. Posljednjih godina lokalnim, tradicijskim kultivarima polako raste popularnost, naročito zbog prilagodbe određenom podneblju. Takvi genotipovi se uz određene metode selekcije i oplemenjivanja

mogu unaprijediti te postati konkurentni uvoznom sortimentu. Obzirom da se radi o tradicionalnom sortimentu značajno se povećava vjerojatnost da će ih proizvođači i potrošači na određenom području prihvatiti.

Prethodnim istraživanjima na kolekciji utvrđena je varijabilnost u morfološkim i biokemijskim svojstvima kultivara raštika i češnjaka. S obzirom da su ove dvije kulture tradicionalno uzgajane na području Republike Hrvatske, potrebno je daljnjim istraživanjima utvrditi postoji li, i u kojoj mjeri, varijabilnost u otpornosti na abiotički stres izazvan prvenstveno nedostatkom vode i/ili visokim temperaturama. Izborom tolerantnih ekotipova za uzgoj na sušom i/ili visokim temperaturama pogođenim područjima moguće je ublažiti štetne posljedice klimatskih promjena na poljoprivredu.

Sjeme različitih primki (ekotipova) raštike koje je korišteno u ovim istraživanjima prikupljeno je duž cijelog priobalnog područja te u Dalmatinskoj zagori, kao i u južnom dijelu BiH (Slika 6).



Slika 6: Populacije raštike korištene u selekciji otpornijih varijeteta i istraživanjima mehanizama otpornosti na sušu i visoke temperature.

Autorica: Nataša Bauer

Raštika je općenito poznata kao kultura otpornija na sušu i povišenu temperaturu, a često se pojavljuje na popisima ‘najzdravije hrane’ ili ‘superhrane’. Naša istraživanja su pokazala da u usporedbi s drugim kupusnjačama npr. bijelim kupusom i kineskim kupusom, raštika uspije preživjeti duži period suše prije nego počinje pokazivati znakove venuća tj. stresa (Slika 7).

Kineski kupus

Bijeli kupus

Raštika



Slika 7: Biljke Kineskog kupusa, bijelog kupusa i raštike izložene suši u periodu od 7 dana.

Autorica: Branka Salopek Sondi

Uzgoj raštike nije zahtjevan a koristi se u mnogim tradicionalnim jelima, posebno u mediteranskoj regiji, te je postala vrlo popularna diljem svijeta. Sije se obično u svibnju te podnosi visoke temperature i sušu tijekom ljeta kao i niske temperature i snijeg tijekom zime. Zapravo, raštika je najukusnija na-

kon prvog mraza, tada dobije posebnu aromu. Slijedeće proljeće cvate i daje veliki broj sjemenki u komuškama (Slika 8).

Raštika je po svom izgledu vrlo slična i srodna divljem kupusu (*Brassica incana*, *Brassica molis* itd.) (Slika 9).



Slika 8: Jednogodišnja biljka raštike u vrtu pod snijegom (a) i dvogodišnja biljka s plodovima (komuške) i mnogobrojnim sjemenom.

Autorica: Branka Salopek Sondi



Slika 9: Jednogodišnja biljka divljeg kupusa *Brassica mollis* (a) i dvogodišnja biljka s razvijenim plodovima (komuškama) i mnogobrojnim sjemenkama u komuškama (b) na prirodnom staništu, otok Kosor.

Autorica: Branka Salopek Sondi

Divlje vrste kupusa (*B. incana*, *B. mollis* itd.) podnose ekstremne uvjete stresa te dobro uspijevaju na liticama izloženim visokim temperaturama koje nemilosrdno ispire more (Slika 5). U tim ekstremnim uvjetima divlje vrste kupusa dobro uspijevaju i mogu narasti do 1,5 m visine. Za razliku od raštike imaju sitne dlačice po listovima što im daje baršunastu teksturu.

S obzirom na njihovu otpornost prema visokim temperaturama, posolici i suši, u istraživanja mehanizama otpornosti uključili smo i različite populacije divljih kupusa čije je sjeme sakupljeno na otocima duž naše obale.

3.2 Pristup rješavanju problema

U okviru ovog projekta provedena su istraživanja u kontroliranim uvjetima (komore rasta, plastenik) te poljski pokusi u svrhu izdvajanja ekotipova raštike i češnjaka otpornijih na nedostatak vode i/ili visoke temperature. Slijedom navedenog, analizirali smo različite morfološke, biokemijske i fiziološke parametre kako bi utvrdili prilagodbu i toleranciju na stres

različitih populacija/primki raštike i koje se tradicionalno uzgajaju na području uz Jadransko more (Slika 2) te divljih vrsta kupusa.

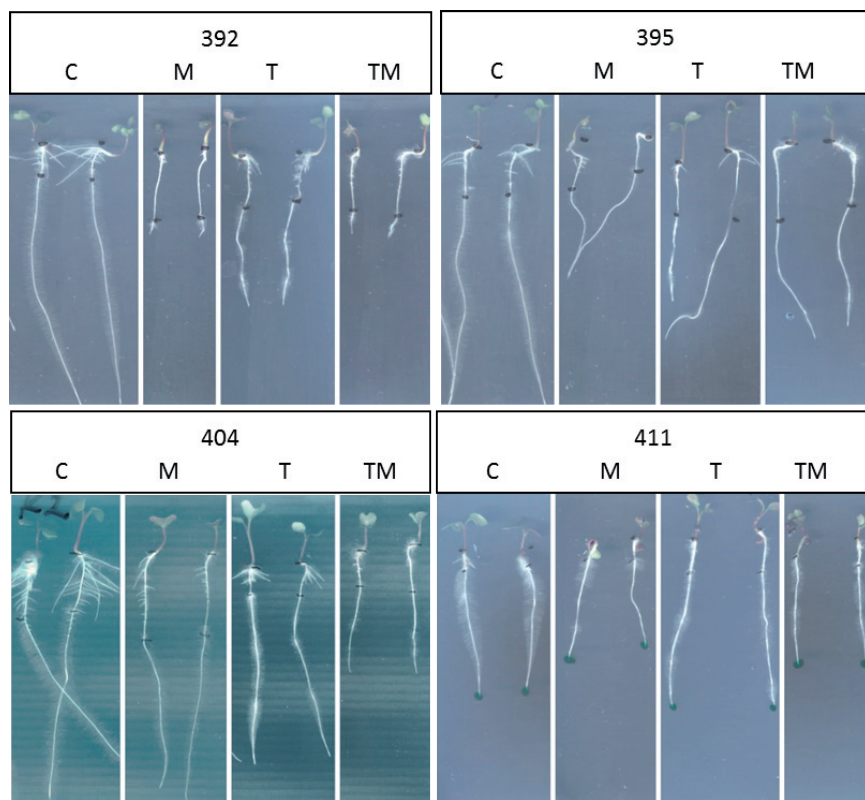
3.3 Doprinos pokazatelju

U nastavku su prikazane provedene aktivnosti koje su doprinjele ostvarenju pokazatelja.

3.3.1 Pokus u komorama rasta

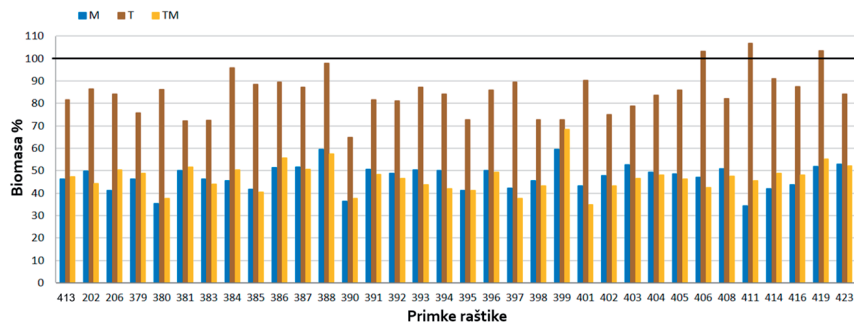
Koristeći sjeme divljeg kupusa sakupljeno na otocima Kosor, Sušac, Obljak i Stupe i 33 tradicionalna kultivara raštike, u laboratorijskim uvjetima uzgojene su biljke te izložene vodnom, toplotnom stresu i kombinaciji vodnog i toplotnog stresa.

Razvili smo jednostavni i brzi test rasta klijanaca u uvjetima stresa koji nam je omogućio selekciju navedenih varijeteta raštike i odabir otpornijih varijeteta. U tom testu mjerili smo korijen klijanaca u kontrolnim uvjetima i uvjetima stresa. Dobro razvijen korijen je izuzetno bitan za upijanje vode iz tla. Stoga su varijeteti otporniji na sušu i kombinirani stres bili u mogućnosti razviti bolji i duži korijen s obzirom na osjetljive varijetete. Primjer testa prikazan je na slici 10.



Slika 10: Brzi i jednostavan test rasta klijanaca u uvjetima stresa omogućuje probir otpornijih varijeteta (404 i 411) s obzirom na osjetljivije (392 i 395). Klijanci osjetljivijih varijeteta su više zakočeni u rastu u uvjetima stresa. c-kontrola bez primjenjenog stresa, M-tretman manitolom koji oponaša sušu, T-tretman visokom temperaturom (38 °C 5 sati), TM-kombinirani stres T+M.

Autorica: Branka Salopek Sondi

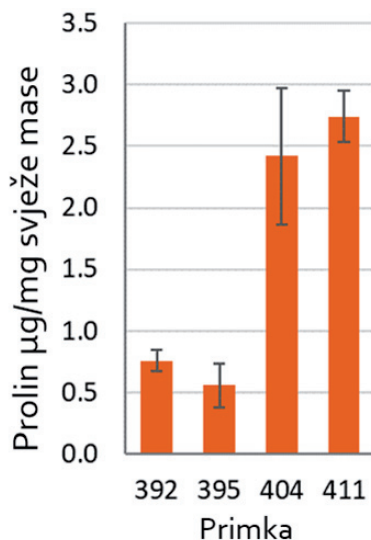


Grafikon 1: Biomasa klijanaca raznih varijeteta raštike u uvjetima stresa. Crta na 100% predstavlja biomasu u kontrolnim klijanacima koji nisu bili podvrgnuti stresu, M-manitol koji oponaša sušu, T-visoka temperatura, TM-kombinirani stres.

Autorica: Mirta Tkalec

Pored testa rasta klijanaca i mjerenja korijena, mjerili smo biomasu klijanaca kao dodatni parametar u procjeni otpornosti (Grafikon 1).

Dodatni parametar koji smo mjerili u procjeni otpornosti je prolin. Prolin je spoj koji biljke nakupljaju kao osmoprotektant u uvjetima stresa. Istraživanja su pokazala da se varijeteti koji imaju višu osnovnu razinu prolina mogu bolje prilagoditi nepovoljnim uvjetima. Primjer je prikazan na grafikonu 2, gdje su otporniji varijeteti IPT404 i IPT411 imali značajno viši sadržaj prolina od osjetljivijih varijeteta IPT392 i IPT395.



Grafikon 2: Sadržaj prolina kao pokazatelj otpornosti varijeteta raštike. Otporniji varijeteti IPT404 i IPT411 imali su viši sadržaj prolina od osjetljivijih IPT392 i IPT395. Prolin je izražen kao µg po mg suhe mase klijanaca.

Autorica: Nataša Bauer

Istraživanje je pokazalo da kultivari raštike IPT386 (Vrgorac), IPT388 (Topići, Baška voda), IPT411 (Otok Iž 1) i IPT414 (Srijane) pokazuju najbolju otpornost na povišenu temperaturu ili nedostatak vode kao i na kombinirani stres. Kultivari IPT3854 (Konavle, Povlje Brdo) i IPT406 (Babino polje, Otok Mljet) otporni su na povišenu temperaturu dok je kultivar IPT399 (Čarsko polje, Otok Korčula) otporan na nedostatak vode i kombinirani stres.

Na osnovu evaluacije rasta klijanaca, biomase i sadržaja prolina probrali smo i definirali otpornije odnosno osjetljivije varijetete raštike. Navedene metode mogu se predložiti i u selekciji ostalih biljnih kultura na otpornost na razne stresne faktore.

Kultivari IPT379 (Fuškulin), IPT390 (Otok Lošinj), IPT395 (Mostar) su osjetljivi na pojedinačni i kombinirani stres. Kultivar IPT394 (Oključina, Otok Vis) pokazuje osjetljivost na povišenu temperaturu, kultivar IPT401 (Zavlatica, Otok Korčula) na kombinirani stres, a kultivar IPT380 (Otok Iž 2) na nedostatak vode i kombinirani stres.

Naše istraživanje je jasno pokazalo da povišena temperatura u nekim ekopopulacijama/varijetetima može djelovati povoljno na rast (npr. IPT406, IPT411 i IPT419). Neke ekopopulacije su bile popri-

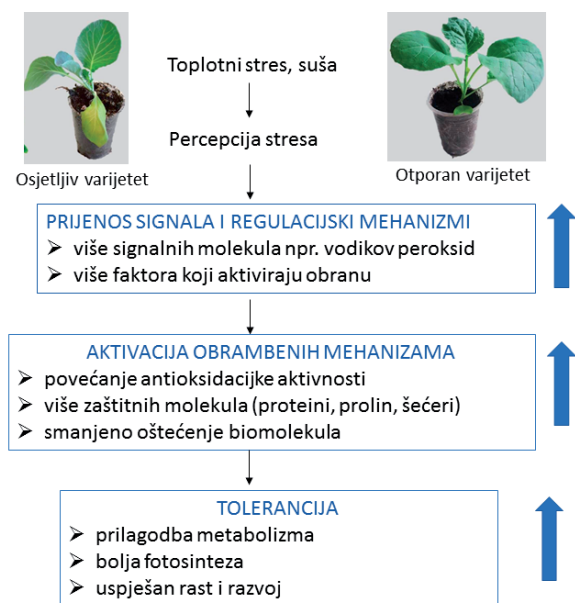
lično osjetljive (390) na povišenu temperaturu te su pokazale i do 30% smanjeni prirast biomase, dok je kod većine temperatura djelovala na 10-20%-tni pad prirasta biomase. Suša je imala značajniji učinak na smanjenje biomase, te je većina kultivara pokazala gotovo 50%-tno smanjenje biomase kod izloženosti suši. Slično je bilo i u kombiniranom stresu kod kojeg je većina raštika pokazivala jednaki pad u biomasi kao i u uvjetima suše.

Na dva tolerantna i dva osjetljiva kultivara raštike provedena su dodatna istraživanja kako bi se detaljnije proučili molekularni mehanizmi otpornosti na stres i kako bi se odredili biokemijski i molekularni markeri stresa povezani s prilagodbom na visoku temperaturu i sušu. Tolerantniji kultivari imali su višu bazalnu razinu aminokiseline prolina, ukupnih šećera i bioaktivnih spojeva (glukozinolati), a osjetljivi

kultivari visoku bazalnu razinu šećera na bazi fruktoze. U uvjetima stresa, za osjetljive kultivare utvrđeno je značajno smanjenje biomase, rasta korijena kao i sposobnosti fotosinteze što je povezano s velikom fluktuacijom razine šećera i regulatornih proteina. S druge strane, tolerantni kultivari tijekom stresa nemaju većih promjena u istraživanim parametrima što ukazuje na uravnotežen metabolizam tijekom stresa koji doprinosi uspješnoj prilagodbi na nepovoljne uvjete.

Na osnovu naših istraživanja možemo zaključiti da raštike mogu osjetiti povišenu temperaturu i sušu te

reagiraju mijenjajući metabolizam određenih spojeva (npr. povećava se količina signalnih molekula kao što je vodikov peroksid ili faktora koji pomažu aktivaciju metabolizma) (Slika 11). Biljke zatim aktiviraju obrambene mehanizme koji pomažu u zaštiti od većih oštećenja izazvanih stresom npr. sintetiziraju zaštitne spojeve poput prolina, raznih zaštitnih proteina, antioksidansa i dr. Tolerantnije populacije/varijeteti su u konačnici one koje imaju sposobnost bolje zaštite od stresa tj. u mogućnosti su održati nepromijenjen rast i razvoj u uvjetima nepovoljnih okolišnih uvjeta.



Slika 11: Shema percepcije stresa i odgovora biljaka na stres u svrhu prilagodbe na nepovoljne okolišne uvjete. Autorica: Mirta Tkalec

3.3.2 Pokus u plasteniku

Pokus u kontroliranim uvjetima postavljen je i u negrijanom plasteniku Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču (Slika 12). U pokusu je promatrano ukupno 38 ekotipova raštike. Ekotipovi su promatrani u dva tretmana: tretman sušom i tretman optimalnog navodnjavanja.



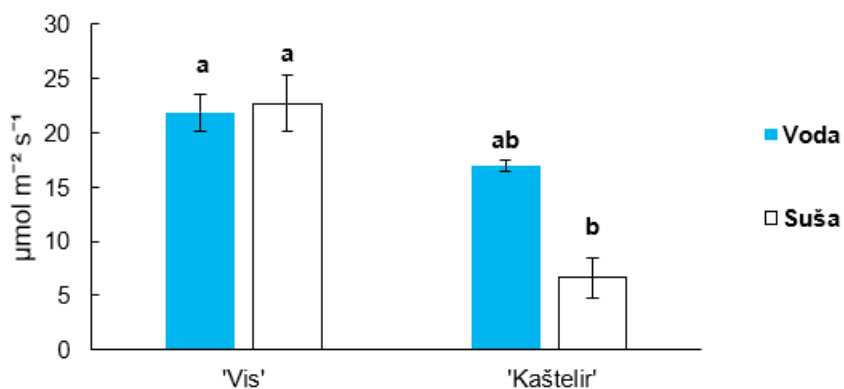
Slika 12: Ekotipovi raštike u plasteniku Instituta za poljoprivredu i turizam.

Autorica: Nina Išić

Tijekom pokusa praćeni su morfološki (broj listova, visina biljke, promjer stabljike, površina lista, svježa i suha tvar listova i stabljike) te fiziološki (sadržaj klorofila, intenzitet fotosinteze i dr.) parametri. Temeljem prikupljenih rezultata utvrđena je velika varijabilnost između ekotipova u odgovoru

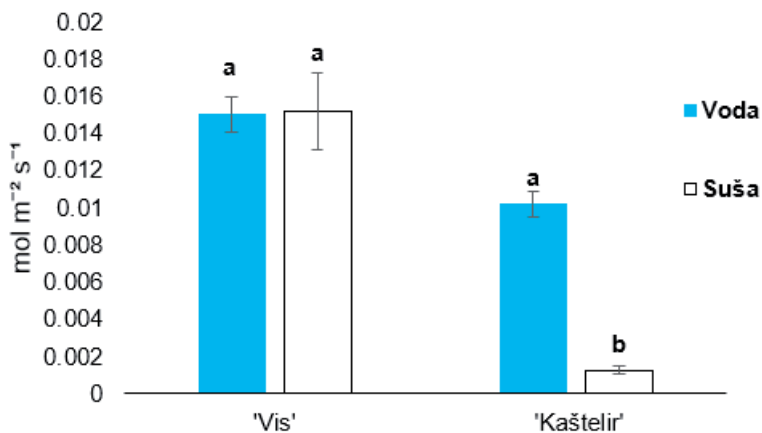
na sušu. Na sljedećim grafikonima prikazani su fotosintetski parametri (Grafikon 3 i 4) i razina prolina (Grafikon 5) dvaju ekotipova raštike s kontrastnim odgovorom na sušu. Izabrani ekotipovi raštike potječu s otoka Visa (IPT 394) i s područja Kaštelira oko Poreča (IPT 202).

Asimilacija

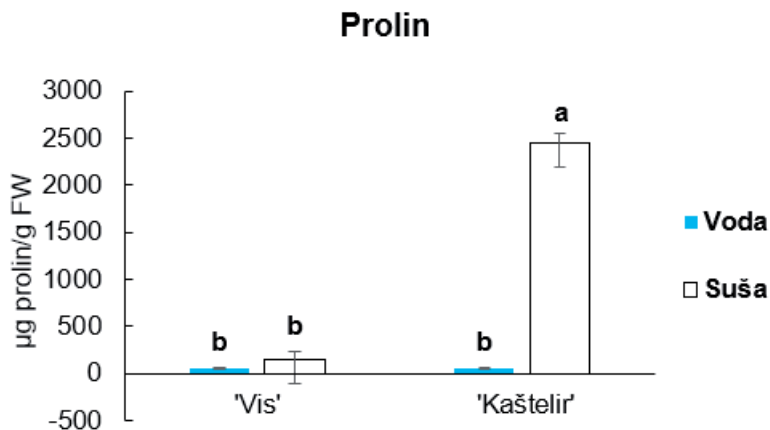


Grafikon 3: Intenzitet asimilacije dvaju ekotipova raštike. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

Transpiracija



Grafikon 4: Intenzitet transpiracije dvaju ekotipova raštike. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.



Grafikon 5: Sadržaj prolina u listovima dvaju ekotipova raštike.

Iz prethodnih grafikona vidljivo je kako je ekotip naziva „Vis“, prema promatranim parametrima fotosinteze, otporniji od ekotipa „Kaštelir“. Ekotip Vis u uvjetima suše je, u usporedbi s ekotipom Kaštelir u istim sušnim uvjetima, zadržao visoku razinu fotosintetske produktivnosti koju je ostvario i uvjetima optimalnog navodnjavanja (Grafikon 3). Za razliku od ekotipa Vis, Kaštelir je znatno smanjio transpiraciju u uvjetima suše, što je dovelo i do smanjene asimilacije, a posljedično i do smanjene produktivnosti (rasta) u sušnim uvjetima (Grafikon 4).

Razina prolina kod ekotipa „Kaštelir“ bila je znatno povećana pod uvjetima suše s obzirom na isti ekotip u uvjetima optimalnog navodnjavanja, ukazujući na slabiju otpornost tog ekotipa, dok ekotip Vis nije signifikantno izmijenio razinu prolina u sušnim uvjetima (Grafikon 5).

Analizirajući fotosintetske parametre i parametre prinosa (svježja i suha tvar) svih 38 ekotipova raštike iz pokusa u komorama rasta i plasteniku, za poljski pokus izabrano je ukupno 6 ekotipova. Tih 6 ekotipova svrstani su u tri razine prema otpornosti na sušni stres; otporni, osjetljivi i umjereno osjetljivi/otporni ekotipovi.

3.3.3 Poljski pokus

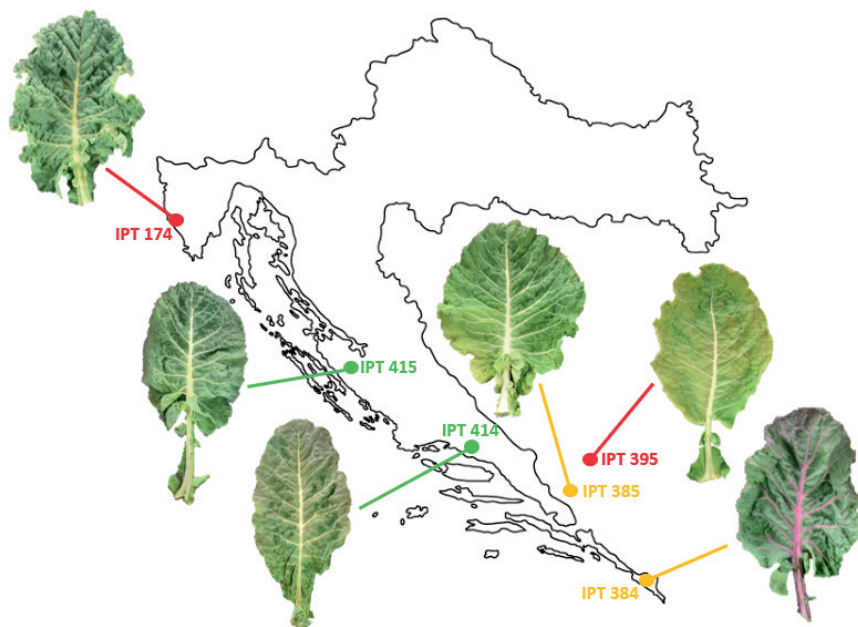
Jedna od najučinkovitijih mjera za ublažavanje abiotičkog stresa uvjetovanog klimatskim prilikama je odabir tolerantnih kultivara.

Štete od vremenskih nepogoda osim izborom kultivara mogu se ublažiti primjenom agro-tehničkih mjera (npr. navodnjavanje) te odabirom rokova sjetve (sadnje) čime se omogućava da biljke izbjegnu

moguće ekstremne uvjete u kritičnim fazama rasta i razvoja.

U dvogodišnji poljski pokus na ekotipovima raštike uključeno je 6 ekotipova iz prethodnog pokusa (Slika 13):

- Otporni: IPT415, IPT414
- Osjetljivi: IPT395, IPT174
- Umjereno otporni/osjetljivi: IPT384, IPT385.



Slika 13: Podrijetlo 6 ekotipova raštike korištenih u poljskom pokusu.

Autorica: Nina Išić

Odabrani ekotipovi posađeni su u tri roka sadnje:

1. Početkom lipnja
2. Početkom srpnja
3. Početkom kolovoza.

Također, kako odabrani ekotipovi reagiraju na sušni stres utvrđeno je pomoću 3 razine navodnjavanja:

1. Optimalno navodnjavanje (kontrola – do 100% poljskog vodnog kapaciteta - PKV)
2. Umjereni stres (navodnjavano do 50% PKV)
3. Sušni stres (bez navodnjavanja)

Razina vlage u tlu, a posljedično i razina stresa, određena je pomoću 24 Watermark senzora i uputa proizvođača senzora. Površina pokusa iznosila je 3 025 m² (Slika 14).



Slika 14: Ekotipovi raštike u poljskom pokusu.

Autorica: Nina Išić



Slika 15: Mjerenja u poljskom pokusu.

Autor: Matej Fabris



Slika 16: Berba raštike.

Autorica: Nina Išić

Berba i uzorkovanje listova raštike obavljani su uzastopno (Slike 15 i 16):

1. Sadnja početkom lipnja – berba početkom listopada
2. Sadnja početkom srpnja – berba početkom studenoga
3. Sadnja početkom kolovoza – berba početkom prosinca

Nakon berbe promatrani su sljedeći parametri prinosa: masa cijele biljke, masa tržišnih listova, broj tržišnih listova, masa stabljike (Tablica 1, 2 i 3). Biokemijskim analizama utvrđen je sadržaj glukozinolata u listovima raštike (Grafikoni 6 i 7).

Tablica 1: Parametri prinosa 6 ekotipova raštike. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

Ekotip	Masa biljke (g)	Masa tržišnih listova (g)	Broj tržišnih listova	Masa stabljike (g)
IPT415	1847 A	635 A	12 A	437 A
IPT414	1196 C	357 C	9 C	336 D
IPT395	1507 B	520 B	12 A	388 B
IPT174	1080 C	311 C	10 B	345 CD
IPT384	1574 B	469 B	7 D	384 BC
IPT385	1509 B	487 B	10 B	350 BCD

U Tablici 1 prikazane su komponente prinosa odabranih ekotipova uzgajanih u poljskom pokusu. Ekotip IPT415, izabran u prvom pokusu kao otporan, ostvario je u vanjskim uvjetima najbolji prinos u svim parametrima, iako je u broju tržišnih listova jednak ekotipu IPT395. Ekotip IPT414, izabran

kao otporan, u poljskim uvjetima ostvario je najmanji prinos, u rangu s osjetljivim ekotipom IPT174. IPT 395 je ostvario prinos približno jednak ekotipovima IPT384 i IPT385, koji su se u prošlom pokusu pokazali umjereno otpornim/osjetljivim na sušu.

Tablica 2: Utjecaj roka sadnje na parametre prinosa. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

Rok sadnje	Masa biljke (g)	Masa tržišnih listova (g)	Broj tržišnih listova	Masa stabljike (g)
1	1209 C	291 B	9 B	354 B
2	1685 A	606 A	11 A	408 A
3	1484 B	575 A	9 B	327 B

U Tablici 2 prikazan je utjecaj roka sadnje na komponente prinosa gdje je jasno vidljivo izdvajanje drugog roka sadnje, koji je u svim komponentama prinosa ostvario najveće vrijednosti. U slučaju mase tržišnih listova, rok sadnje 2 i 3 nisu se značajno razlikovali.

Najmanja masa biljke i masa tržišnih listova zabilježeni su u prvom roku sadnje, u kojemu su ekotipovi rasli i razvijali se kroz cijelo ljeto u

uvjetima visokih temperatura i nedostatka vlage u tlu (lipanj, srpanj, kolovoz) odnosno u 'najstresnijim' uvjetima. Međutim, broj tržišnih listova i masa stabljike bili su slični kod biljaka u prvom i trećem roku, što ukazuje da su niže temperature, u kojima su rasle biljke u trećem roku sadnje tijekom zadnjeg dijela vegetacije, također usporile rast (Tablica 2).

Tablica 3: Utjecaj razine stresa na parametre prinosa. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

Razina stresa	Masa biljke (g)	Masa tržišnih listova (g)	Broj trž. listova	Masa stabljike (g)
Suša	1286 B	424 B	10 A	321C
Umjereni stres	1452 A	424 B	10 A	375 B
Kontrola	1563 A	524 A	10 A	406 A

Što se tiče utjecaja razine stresa, kontrola, odnosno redovito zalijevane biljke, ostvarila je vidljivo najveću težinu cijele biljke, ali ne signifikantno različitu od težine biljke koja je uzgajana pod umjerenim stresom. Isto vrijedi za broj tržišnih listova, koji je isti u svim razinama stresa. Masa tržišnih listova bila je najveća pod kontrolom, dok se nije razlikovala u dvama preostalim razinama stresa. Masa stabljike kretala se od najveće pri redovitom zalijevanju, zatim najmanjom pod uvjetima stresa (Tablica 3).

Dakle, gledajući masu cijele biljke i broj tržišnih listova, biljke raštike uzgajane pod uvjetima umjerenog stresa i redovito zalijevane biljke

ostvarile su istu razinu prinosa, što ukazuje na mogućnost efikasnijeg korištenja vode za navodnjavanje (Tablica 3).

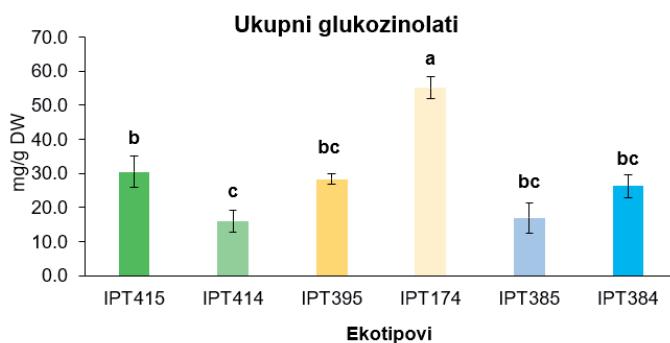
Raštika je, kao i druge vrste iz porodice kupusnjača, poznata po bogatstvu fitonutrijenata, među kojima su najvažniji glukozionlati. Ukupan sadržaj glukozinolata u biljci kao i njihov profil ovise o biljnoj vrsti, kultivaru, agrotehničkim mjerama, okolišnim uvjetima i dr. U našem istraživanju najviše ukupnih glukozinolata imali su listovi raštike kod biljaka posađenih početkom lipnja i ubranih početkom listopada. Sadržaj glukozinolata u listovima raštike posađene početkom srpnja i kolovoza nije se značajno razlikovao (Grafikon 6).

Povećana razina glukozionalata u prvom roku sadnje ukazuje na povećanje razine ukupnih glukozionalata u listovima raštike pod utjecajem povišene insolacije i temperature. Od ekotipova, ekotip IPT174, koji je ostvario najlošiji prinos, imao je najviše ukupnih

glukozinolata, a slijede ga ekotip IPT415 (najveći prinos), IPT395, IPT385 i IPT384. Najmanje ukupnih glukozinolata osvario je ekotip IPT414, ali opet u rangu s ekotipovima IPT384, IPT385 i IPT395 (Grafikon 7).



Grafikon 6: Utjecaj roka sadnje na ukupne glukozinolate. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.



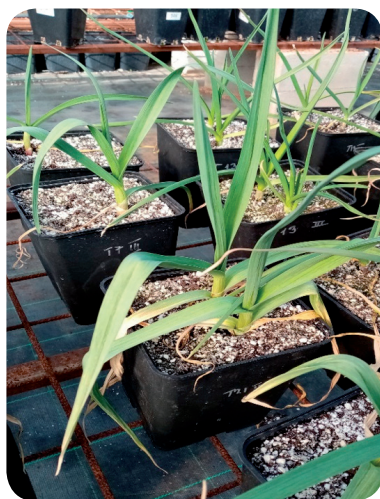
Grafikon 7: Razina ukupnih glukozinolata u ekotipovima raštike. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

Zaključno, ekotip IPT415 i rok sadnje početkom srpnja ostvarili su najveći prinos. Prinos pri dvama razinama navodnjavanja (navodnjavanje do 100% ili 50% PKV), nije se signifikantno razlikovao u masi cijele biljke i broju tržišnih listova, stoga se može zaključiti da se raštika, u vanjskim uvjetima, može uzgajati i pod umjerenim stresom bez negativnog učinka na spomenute parametre prinosa. Također, ukoliko je cilj uzgoja raštika s povećanom ili smanjenom razinom glukozinolata, to je moguće ostvariti kombinacijom ekotipa i roka sadnje.

3.3.4 Češnjak

Pokus u kontroliranim uvjetima postavljen je u negrijanom plasteniku Instituta za poljoprivredu i turizam u Poreču (Slika 17). U pokusu je promatrano ukupno 36 ekotipova češnjaka.

Ekotipovi češnjaka posađeni su u listopadu te uzgajani primjenom redovite agrotehnike (naovodnjavanje i prihrana). Nakon razvoja dovoljne lisne mase, tijekom ožujka slijedeće godine testirani su na

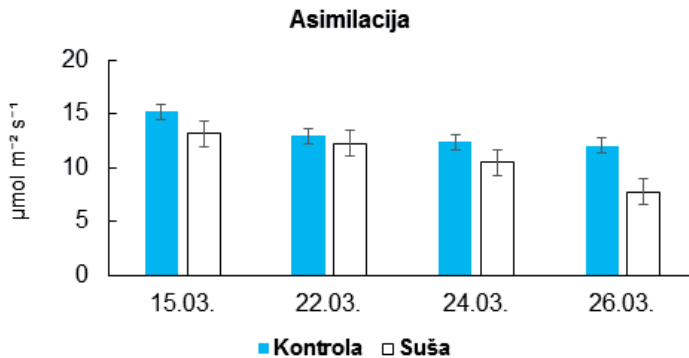


Slika 17: Ekotipovi češnjaka u plasteniku.

Autorica: Nina Išić

otpornost na sušu pri čemu su biljke podvrgnute dvjema razinama stresa: Kontrola (redovno zalijevane biljke) i Suša (navodnjavanje u potpunosti zaustavljeno). Nakon prestanka navodnjavanja, na 10% biljaka praćen je utjecaj nedostatka vode u supstratu na parametre fotosinteze. Mjerenja intenziteta fotosinteze na oba tretmana (Suša i Kontrola) provedena su svakih nekoliko dana pomoću uređaja LI-

COR 6800 (Grafikon 8). Nakon smanjenja fotosinteze u tretmanu sušom za 30% s obzirom na asimilaciju u uvjetima redovnog navodnjavanja (Kontrola), započela su slijedeća mjerenja na svim ekotipovima i biljkama uključenim u pokus: fotosintetski parametri (LI-COR 6800), morfološki i spektrološki parametri (PlantEye microscanner) te su uzeti uzorci lista za biokemijske analize.



Grafikon 8: Praćenje smanjenja asimilacije nakon prestanka navodnjavanja (15.03.2021.).

Tablica 4: Utjecaj kratkotrajnog zasušivanja na fotosintetske parametre 36 ekotipova češnjaka. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

Fotosintetski parametri				
	Asimilacija ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Transpiracija ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Stomatalna provodljivost ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Unutarstanični CO_2 ($\mu\text{mol mols}^{-1}$)
Kontrola	12,5 A	0,004 A	0.193 A	249.7 A
Suša	8,3 B	0,002 B	0.105 B	224.4 B

U Tablici 4 vidljivo je kako je transpiracija u tretmanu sušom pala za otprilike 50% s obzirom na kontrolne biljke, pa su i svi drugi parametri fotosinteze slijedili isti trend. Asimilacija se u suši smanjila za

35%, dok je provodljivost puči također smanjena oko 45%, dok je razina unutarstaničnog ugljičnog dioksida u biljkama koje nisu bile navodnjavana smanjena za oko 10%.

Tablica 5: Morfološki i spektralni parametri izmjereni uređajem PlantEye kod 36 ekotipova češnjaka nakon 9 dana zasušivanja. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

	PlantEye parametri				
	Visina (mm)	Kut lista (°)	Površina lista (cm ²)	Zelena boja	NDVI
Kontrola	330.862 A	54.8647 B	145635 B	0.001540 A	0.149405 A
Suša	316.357 B	57.7742 A	153736 A	- 0.011939 B	0.130886 B

Tablica 5 prikazuje morfološke (visina, kut lista, površina lista) i spektralne (zelena boja, NDVI) parametre dobivene uređajem PlantEye. Tretman sušom djelovao je signifikantno na sve morfološke parametre. Iz Tablice 5 vidljivo je kako su u uvjetima suše biljke češnjaka bile niže, ali su imale veću površinu lista. Nadalje, kut lista bio je veći pod sušom zbog gubitka vode u biljnim organima. Rezultati su posljedica specifične građe plojke češnjaka koja je uska i čiji rubovi su pod određenim kutom lagano uzdignuti te je kod suše došlo do gubitka turgora i 'izravnavanja'

plojke češnjaka. Slično se dogodilo i kod kuta lista jer su listovi pokazali znakove venuća i time doveli do većih otklona lista. Iz Tablice 5 također je vidljiva povećan intenzitet zelene boje kod kontrolnih biljaka te povećan NDVI, (vegetacijski indeks normalizirane razlike). Vrijednosti NDVI kreću se između -1 i 1, a više vrijednosti ukazuju na zdravu, zelenu vegetaciju. Što je broj manji, to je mjerenja vegetacija pod većim stresom ili nezdrava i u procesu gubitka klorofila. Iz promatranih spektralnih parametara vidljiv je znatan utjecaj stresa sušom na biljke češnjaka.

Tablica 6: Utjecaj kratkotrajnog zasušivanja na antioksidacijsku aktivnost i sadržaj prolina 36 ekotipova češnjaka. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$.

	TPC ¹ mg GAE/g FW	DPPH ² μmol TE/g FW	FRAP ³ μmol TE/g FW	ORAC ⁴ mmol TE/g FW	Prolin μmol/g FW	Lipid. perox. μmol MDA/g FW
Kontrola	1,12 B	1,69 A	2,00 A	12,4 B	0,42 B	39,5 B
Suša	1,16 A	1,68 A	1,97 A	19,5 A	0,49 A	41,3 A

¹TPC - total phenolic content / ukupni sadržaj fenola

²DPPH - redukcija umjetnog slobodnog radikala DPPH

³FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power / redukcija iona željeza iz Fe³⁺ u Fe²⁺ oblik

⁴ORAC - Oxygen Radical Absorbance Capacity - test pokazuje kapacitet apsorpcije radikalnih kisika

Iz Tablice 6 vidljivo je kako je uslijed nedostatka vode u supstratu te posljedično u biljci došlo do povećanja sadržaja ukupnih fenola (TPC) u listovima češnjaka, dok se povećanje antioksidacijske aktivnosti utvrdilo samo kod mjerenja primjenom ORAC metode. Sadržaj prolina i lipidne peroksidaze su također povećani pod utjecajem stresa sušom (Tablica 6).

Pojedini ekotipovi češnjaka su različito reagirali na stres sušom, što nam ukazuje na genetski potencijal za selekciju domaćih ekotipova prilagođenijih nepovoljnim klimatskim uvjetima.

Provedba aktivnosti doprinijela je ostvarenju pokazatelja: Preporuka

kultivara raštike tolerantnijih na vodni i/ili toplotni stres. Pokazatelj je rezultirao mjerama prilagodbe klimatskim promjenama nazvanim: Tolerantni kultivari i Primjena suvremenih tehnika i alata. Mjera Tolerantni kultivari omogućila je preporuku kultivara raštike koji su tolerantniji na vodni i/ili toplotni stres. Mjeru mogu koristiti proizvođači raštike bilo da se radi o trgovačkim društvima ili OPG-ovima. Zatim, komercijalne sjemenarske kuće koje ove kultivare mogu koristiti u oplemenjivačkim programima u svrhu razvoja kultivara otpornih na više stresova (višestruka otpornost). Putem druge mjere Primjena suvremenih tehnika i alata definirani su mehanizmi i

metaboliti potencijalno odgovorni za otpornost vrsta na faktore stresa (suša i temperatura). Iako nije bilo moguće u okviru trogodišnjeg projekta istražiti primjenu pojedinih metabolita u povećanju otpornosti osjetljivih vrsta, dobivene su polazne informacije za daljnja istraživanja koja bi podrazumijevala tretiranje biljaka određenim metabolitom ili koktelom metabolita u svrhu jačanja tolerancije na stresne faktore. Dionici su znanstvena zajednica npr. znanstvenici koji će dalje proučavati predložene mehanizme i koristiti ih za oplemenjivanje

vanje i/ili razvoj novih kultivara s novim vrijednostima. Sjemenarske kuće i institucije koje se bave biotehničkom djelatnošću koje mogu koristiti prikupljene informacije u kreiranju kultivara prilagođenih klimatskim promjenama. Također, dionik je i šira akademska zajednica koja će putem edukativnih programa (putem stručnih i znanstvenih društava) dalje prenositi nove spoznaje budućim generacijama znanstvenika i studenata. U konačnici, dionici ove mjere bi bili proizvođači kupusnjača koji će saditi otpornije genotipove.

4. Invitro selekcija lukova

4.1 Identifikacija problema

Suša i visoke temperature smanjuju prinose poljoprivrednih kultura pa tako i češnjaka. Stres suše utječe na češnjak smanjujući masu svježe i suhe tvari, broj, duljinu i promjer lukovica. Iako je sorta 'Istarski crveni' prilagođena nešto sušnijim uvjetima u području svog uzgoja (Istra), sve češći ekstremi nedostatka oborina u fazi rasta i razvoja negativno utječu na prinos i kod ove sorte.

U oplemenjivanju češnjaka se zato koristi metoda klonske selekcije temeljene na spontanom ili induciranim somatskim mutacijama u meristematskim stanicama što omogućuje vegetativno razmnožavanje novog mutanta. Iako su to relativno rijetki događaji, takve mutacije mogu dati vrijedna nova svojstva uz zadržavanje poželjne kvalitete matične biljke. Međutim, konvencionalni odabir povremenih spontanih mutacija u vegetativno razmnoženim nasadima zahtijeva velike površine, pozorna promatranja i slučajni pronalazak

Kultivirane sorte/ekotipovi češnjaka sterilne su tj. ne cvatu i ne proizvode sjeme. Zato je onemogućeno križanje, odnosno razvijanje nove genetske varijabilnosti za tolerantnost na sušu klasičnim načinom (križanje, selekcija među potomstvom).

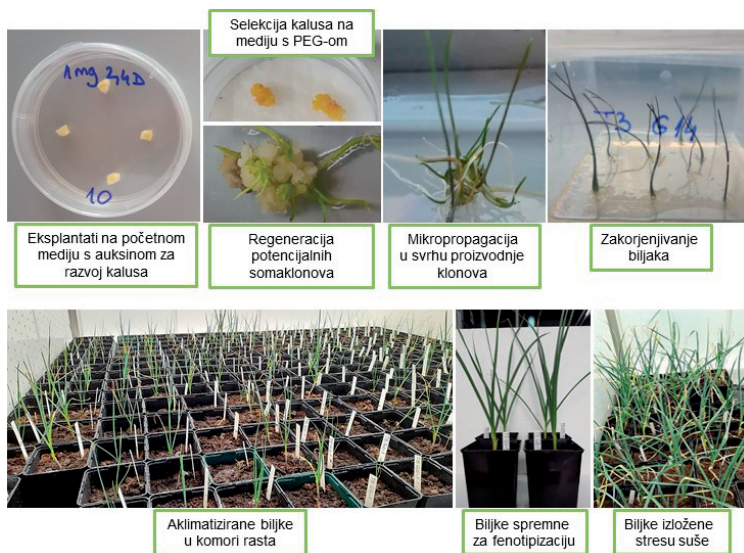
rijetkih događaja. Iz tog razloga genetsku varijabilnost kultura koje se, kao češnjak, razmnožavaju vegetativno, opravdano je razvijati biotehnološkim pristupom. Jedna od primjenjivih metoda je *in vitro* razvoj somaklonske varijabilnosti. Spontane mutacije za tolerantnost na sušu moguće je potaknuti te selekciju provesti uz pomoć selektivnog agensa polietilen glikola (PEG), a dio regeneriranih biljaka potencijalno može predstavljati somaklonove tolerantnije na sušu od izvorne sorte češnjaka.

Osim pravih genetskih promjena (mutacija), izvor varijabilnosti mogu biti i epigenetske promjene (mutacije epigenoma) koje dovode do promjena u ekspresiji gena, a koje se kod vegetativno razmnožavanih biljaka mogu trajno zadržati u potomstvu. Prave genetske promjene na razini DNA mogu se detektirati kao varijabilnost uz pomoć AFLP metode molekularnih markera (Polimorfizam dužine amplificiranih fragmenata), a epigenetske promjene, uzrokovane DNA metilacijom/demetilacijom, uz pomoć MSAP metode (Polimorfizam

amplificiranih fragmenata osjetljivih na metilaciju). Na fiziološkoj razini, varijabilnost za tolerantnost na stres suše moguće je detektirati multispektralnim analizama i analizom klorofilne fluorescencije.

4.2 Pristup rješavanju problema

Za *in vitro* razvoj somaklonske varijabilnosti potrebno je na sterilni hranidbeni medij postaviti sterilne eksplantate (komadiće) biljke u čijem tkivu se želi dobiti mutacija/



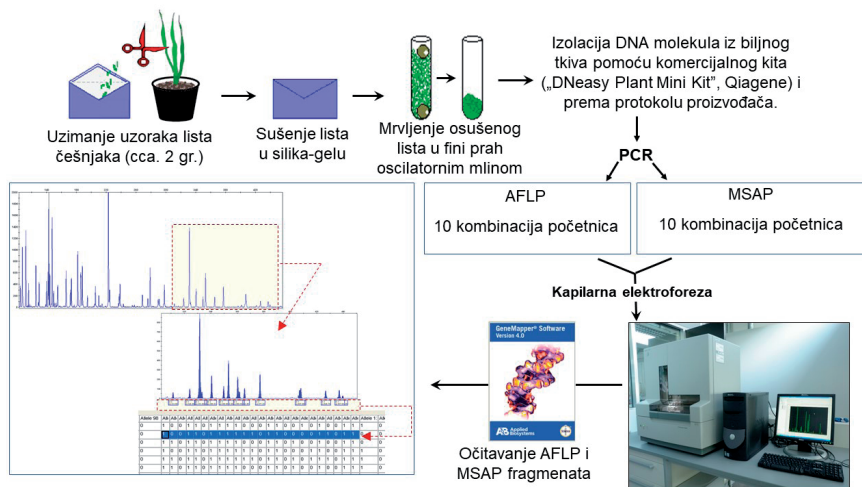
Slika 18: Razvoj potencijalnih somaklonova u *in vitro* kulturi i uzgoj do faze prikladne za fenotipizaciju.

Autorica: Snježana Kereša

epigenetska promjena te iz tako promijenjenih stanica regenerirati biljke potencijalno tolerantnije od polazne matične biljke. U tu svrhu kultura tkiva je započeta od eksplantata baze češnjeva sorte 'Istarski crveni' koji su potaknuti na kalusiranje na MS hranidbenom mediju uz dodatak auksina. Nakon razvoja kalusa, isti su premješteni na MS medij s dodatkom PEG-a za indukciju somaklonske varijabilnosti, a s ciljem kasnije regeneracije biljaka tolerantnijih na sušu. Presadene u supstrat biljke su uzgajane tri mjeseca do veličine pri-

kladne za fenotipizaciju i izlaganju stresu suše (Slika 18).

Jedan dio uzgojenih biljaka (iz istog klona) potom je korišten za uzimanje uzoraka listova za izolaciju DNA za provođenje molekularnih analiza u svrhu otkrivanja potencijalnih somaklonova na genotipskoj/epigenetskoj razini (Slika 19). Očitavanje fragmenata provedeno je pomoću programskog paketa GeneMapper Ver. 4.0 (Applied Biosystems). Razlike u pojavnosti „pikova“ ukazuju na razlike među biljkama na genetskoj/epigenetskoj razini.



Slika 19: Prikaz uzimanja uzoraka za izolaciju DNA, izolacije DNA, umnažanja AFLP- i MSAP-PCR fragmenata, razdvajanja PCR fragmenata kapilarnom elektroforezom, očitavanja i analize fragmenata pomoću softvera GeneMapper Ver. 4.0.

Autorica: Snježana Bolarić

Na preostalim biljkama su, u svrhu otkrivanja somaklonova na fenotipskoj/fiziološkoj razini provedene analize u vidljivom dijelu spektra, multispektralne analize i parametri klorofilne fluorescencije slikanjem biljaka pomoću CropReporter™ (PhenoVation B.V., Wageningen, The Netherlands) (Slika 20).



Slika 20: CropReporter™ uređaj za fenotipizaciju biljaka

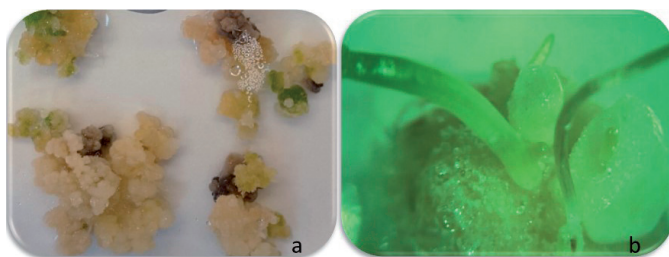
Autorica: Snježana Kereša

Mjerenje klorofilne fluorescencije provedeno je prema protokolu spore indukcije fluorescencije. Iz dobivenih podataka izračunati su slijedeći parametri klorofilne fluorescencije: maksimalna efikasnost PSII (F_v/F_m), efektivna (stvarna) kvantna efikasnost PSII (F_q'/F_m'), brzina transporta elektrona (ETR), nefotokemijsko čišćenje (NPQ), koeficijent fotokemijskog čišćenja (qP), koeficijent nefotokemijskog čišćenja (qN), procjena otvorenih rekacijskih centara na temelju lake modela (qL), prinos nereguliranog nefotokemijskog čišćenja u PSII (ϕ_{npq}), prinos reguliranog nefotokemijskog čišćenja (ϕ_{npq}). Fenotipizacija biljaka, tj. mjerenja u svrhu otkrivanja somaklonova provedena su: prije početka stresa suše (45 ± 5 % volumnog sadržaja vode u supstratu), pri 20-25 % volumnog sadržaja vode u supstratu, pri 10-15% volumnog sadržaja vode u supstratu te nakon ponovnog zalijevanja (45 ± 5 % volumnog sadržaja vode u supstratu). Tretman suše izazvan je prestankom navodnjavanja biljaka uz nastavak praćenja volumnog sadržaja vode u supstratu.

4.3 Doprinos pokazatelju

Prvi regeneranti *in vitro* (potencijalni somaklonovi) dobiveni su skoro godinu dana od uspostave istraživanja kako je prije opisano. Naime, kultivacija kalusa na mediju s PEG-om kao selektivnim agensom inhibirala je rast kalusa, dovodila do nekroze dijela kalusa i inhibirala regeneraciju biljaka na kalusima (Slika 21a). Regeneracija (po petrijevoj zdjelici) je bila značajno veća kad je u medij bio dodan citokinin 6-benzilaminopurin (BAP1+2,4-D0,1) (Slika 21b) u odnosu na medij bez regulatora rasta (HFM) (Tablica 7).

Dobiveno je ukupno 48 regenerata (iz različitih tretmana *in vitro* kultivacije) koji su dodatno mikropagirani kako bi se proizveli klonovi za daljnje analize. Uspješnost zakorjenjivanja bila je 65%, a uspješnost aklimatizacije biljaka posađenih u supstrat 50. dan od sadnje iznosila je 69%. Ukupno je aklimatizirano 170 biljaka. Jedna (ili nekoliko) biljaka od svakog klona analizirana je AFLP i MSAP molekularnim markerima kako bi se pronašla moguća novonastala genetska/epigenetska varijabilnost u odnosu na matične biljke čiji su eksplantati uvedeni u *in vitro* kulturu.



Slika 21: Nekroza dijela kalusa na selektivnom mediju (a); Embriogeni kalus i regeneracija biljaka na mediju s dodatkom citokinina (b).

Autorica: Snježana Kereša

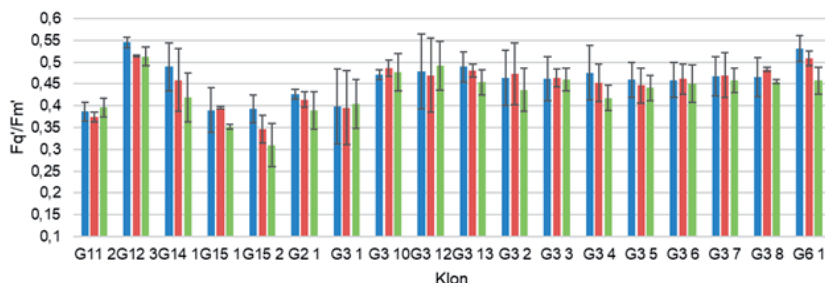
Tablica 7: Uspješnost regeneracije u ovisnosti o sadržaju citokinina u mediju za regeneraciju.

Medij za regeneraciju	Broj regeneranata
BAP1+2,4-D0,1	3,7 a
HFM	0,5 b

Rezultati genetskih analiza provedenih AFLP markerima nisu pokazali varijabilnost među regenerantima u odnosu na matične biljke, dok je MSAP markerima utvrđena značajna varijabilnost na epigenetskoj razini između i unutar majčinskih biljaka i njihovih regeneranata.

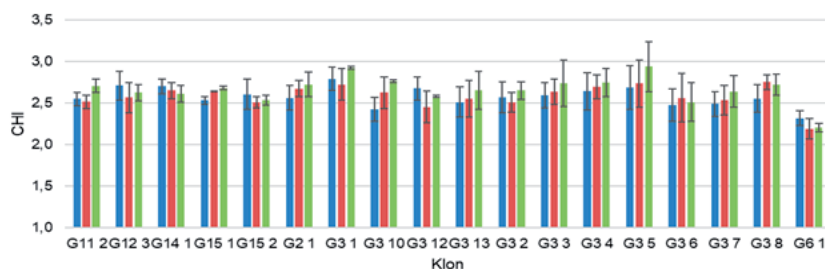
Epigenetska varijabilnost između majčinskih biljaka pokazuje da češnjak 'Istarski crveni' nije uniformna sorta, što je u skladu s očekivanjima kod starih sorata. Dio epigenetske varijabilnosti kod regeneranata, u odnosu na majčinske biljke, razvio se je kao posljedica selekcijskog postupka u kulturi tkiva *in vitro* i, budući da je češnjak kultura koja se razmnožava vegetativno, dio tih epigenetskih promjena može se u potomstvu zadržati duže vrijeme ili čak trajno.

Od ukupnog broja aklimatiziranih biljaka, njih 70 (nekoliko po klonu) iz različitih *in vitro* tretmana izabrano je i fenotipizirano pomoću CropReporterTM-a. Klorofilna fluorescencija jedna je od najšire korištenih nedestruktivnih metoda procjene i kvantifikacije stresa kod biljaka, a u kombinaciji s multipektralnim analizama daju informacije o fiziološkim promjenama tijekom stresa. Rezultati ovih analiza ukazuju na postojanje varijabilnosti svojstva tolerantnosti na stres suše kod izabranih klonova. Određeni parametri klorofilne fluorescencije kao što su ETR i Fq'/Fm' za koje je poznato da su osjetljiviji na stres suše ukazuju na postojanje na sušu tolerantnih klonova. U uvjetima stresa suše kod većine istraživanih klonova dolazi do redukcije ovih parametara, dok neki klonovi (G3 10, G3 12, G3 5, G3 6, G3 7 i G3 8) pokazuju stabilne vrijednosti ETR i Fq'/Fm' (Grafikon 9).



Grafikon 9: Srednje vrijednosti i standardne devijacije efektivne kvantne efikasnosti fotosustava dva (F_q'/F_m') kod klonova izlaganih stresu suše (plavi stupci – 20-25% volumnih vode u supstratu, crveni – 10-15% volumnih vode u supstratu i zeleni – oporavak nakon navodnjavanja).

Autor: Boris Lazarević



Grafikon 10: Srednje vrijednosti i standardne devijacije indeksa klorofila (CHI) kod klonova izlaganih stresu suše (plavi stupci – 20-25 % volumnih vode u supstratu, crveni – 10-15% volumnih vode u supstratu i zeleni – oporavak nakon navodnjavanja).

Autor: Boris Lazarević

Ove rezultate dodatno potkrepljuju multispektralne analize i iz njih izvedeni vegetacijski indeksi, kao što je indeks klorofila (CHI). CHI kod navedenih klonova pokazuje stalni porast tijekom perioda zasušivanja te nakon oporavka navodnjavanjem (Graf 2). Suprotno tome, kod osjetljivih klonova CHI, ali i brojni drugi vegetacijski in-

deksi, padaju te se oporavljaju tek nakon navodnjavanja.

Ako se varijabilnost utvrđena na epigenetskoj/fiziološkoj razini održi tj. pokaže stabilnom u vegetativnom potomstvu, klonovi s boljim svojstvima mogu se dalje koristiti za razvoj novog klonskog kultivara češnjaka 'Istarski crveni'.

5. Stavovi nositelja poljoprivrednih gospodarstava i dionika službi u poljoprivredi

5.1 Identifikacija problema

Prema podacima Europske agencije za okoliš (2012.) prosječna globalna temperatura, koja je trenutno oko 0,8 °C viša nego što je bila u predindustrijskom razdoblju, kontinuirano nastavlja rasti. Prosječna temperatura na europskom kontinentu tijekom desetljeća od 2002. do 2011. godine bila je za prosječno 1,3 °C iznad predindustrijske razine što znači da je porast temperature u Europi još izraženiji nego na globalnoj razini.

Jedan od važnijih čimbenika koji utječu na povećanje rizika u poljoprivrednoj proizvodnji i doprinosi smanjenju bioraznolikosti su klimatske promjene uvjetovane utjecajem prirode, a u zadnjih 100-tinjak godina i sve većim djelovanjem čovjeka.

Procjenjuje se da će se utjecaj klimatskih promjena u narednim desetljećima još i povećavati zbog naknadnih negativnih učinaka dosad akumuliranih emisija stakleničkih plinova. Značajne temperaturne oscilacije s učestalim toplinskim

udarima, neravnomjeran raspored oborina i oluje, suše i požari samo su neki od sve učestalijih pojava ekstremnih vremenskih prilika koje u značajnoj mjeri pogađaju poljoprivredu proizvodnju. Prema podacima Ministarstva financija RH (2008.), ekstremni vremenski događaji prosječno nanese 1,3 milijardi kuna šteta u hrvatskoj poljoprivredi godišnje. Zbog specifične veličine i strukture poljoprivrednih gospodarstava negativan utjecaj klimatskih promjena još je izraženiji u Jadranskoj Hrvatskoj. Pod-

ručje jadranske regije je specifično i s obzirom na svoje klimatsko-pedološke te društveno-ekonomske prilike.

U 2020. godini u Jadranskoj Hrvatskoj je bilo evidentirano 46.185 poljoprivrednih gospodarstava od kojih je manje od polovice njih bilo tržišno orijentirano (Ministarstvo poljoprivrede, 2021).

Prevladavaju mala, većinom staračka, gospodarstva koja proizvode pretežito za vlastite potrebe. S obzirom na strukturu korištenja poljoprivrednog zemljišta, najzastupljeniji su krški pašnjaci i livade (57%), oranice (21%), maslinici (10%) i vinogradi (5,5%). Jačanje otpornosti na klimatske promjene, koje podrazumijeva rješavanje niza tehnoloških, ekonomskih i društvenih izazova, od velikog je značaja za daljnji razvoj poljoprivrede, posebice u Jadranskoj Hrvatskoj gdje bi ugrožavanje opstojnosti većeg broja poljoprivrednih gospodarstava imalo dalekosežne, teško popravljive negativne posljedice na prostor i društvo u cjelini.

5.2 Pristup rješavanju problema

U okviru aktivnosti 5. projekta „Agrobioraznolikost - osnova za prilagodbu i ublažavanje posljedica klimatskih promjena u poljoprivredi“ istražena su društvena i ekonomska obilježja utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu u Jadranskoj Hrvatskoj te su ispitane učinkovitosti provedbe niza agrotehničkih mjera u cilju njihove prilagodbe tim promjenama. Istraživanjem, koje je provedeno na području Istarske, Primorsko – goranske, Zadarske, Šibensko – kninske, Splitsko – dalmatinske i Dubrovačko – neretvanske županije, obuhvaćene su dvije najvažnije skupine dionika poljoprivrednog sektora: poljoprivredna gospodarstva i službe za potporu poljoprivredi. Pored prikupljanja stavova i mišljenja ovih skupina dionika, ključnih za daljnji razvoj ukupne poljoprivredne djelatnosti u Jadranskoj Hrvatskoj, interakcijom njihovih odgovora utvrđen je stupanj njihove suglasnosti o pitanjima kao što su utjecaj i posljedice klimatskih promjena na poljoprivredu te važnosti i ograničenja u provedbi određenih mjera prilagodbe.

Istraživanje je provedeno na uzorku od 275 nositelja poljoprivrednih gospodarstava metodom ankete i na uzorku od 56 predstavnika službi za potporu u poljoprivredi metodom intervjua.

Ankete za nositelje poljoprivrednih gospodarstava (PG) i intervjui za predstavnike službi za potporu poljoprivredi sadržavali su iste tvrdnje temeljem kojih je izvršeno ocjenjivanje stupnja njihove suglasnosti o općoj promjeni klime u zadnjih 30-tak godine, o općem utjecaju i posljedicama klimatskih promjena na poljoprivredu, o nepogodama povezanim s klimatskim promjenama u poljoprivredi, mjerama prilagodbe, ograničavajućim čimbenicima u postupku prilagodbe i o zadovoljstvu s radom pojedinih službi u poljoprivredi. Temeljem toga, obavljeno je međusobno uspoređivanje rezultata dobivenih iz ankete i intervjua koji nam pokazuju razinu podudarnosti stavova nositelja poljoprivrednih gospodarstava i predstavnika službi za potporu u poljoprivredi o zajedničkim problemima utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu. Stavovi ispitanika obuhvaćenih

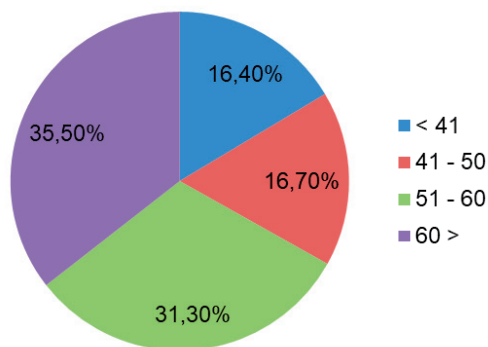
anketom i intervjuom prikupljeni su korištenjem Likertove skale pri čemu je svaka tvrdnja ocjenjivana na skali od 1 do 5. Prikupljeni podaci obrađeni su metodom deskriptivne statistike pri čemu su korištene frekvencije, prosjeci, rangiranje i postoci. Također, izvršene su statističke usporedbe između niza različitih varijabli, a statistički značajne razlike ispitivane su metodama t-testa i ANOVE (jednosmjerne analize variance). Obrada podataka otvorenog tipa prikupljenih intervjuom provedena je korištenjem tematske analize kroz koju su identificirane kategorije mišljenja ispitanika o utjecaju klimatskih promjena na poljoprivredu, aktivnosti koje službe za potporu poljoprivredi trenutno provode i koje planiraju provoditi ubuduće s ciljem smanjenja negativnog utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu. U izradi modela hortikulturnih gospodarstava korišteni su podaci iz godišnjih izvješća nekoliko državnih službi za praćenje stanja i kretanja u poljoprivredi RH. Prikazani su podaci za gospodarstva koja se bave povrćarskom, vinogradarskom i maslinarskom proizvodnjom na području prethodno navedenih šest županija Jadranske Hrvatske.

5.3 Doprinis pokazatelju

Istraživanjem na poljoprivrednim gospodarstvima na području Jadranske Hrvatske poljoprivreda je u većini slučajeva dopunski izvor prihoda što je i razumljivo s obzirom da je kod dvije trećine njih godišnji prihod od poljoprivrede manji od 80.000 kuna. S obzirom na dvostruko veći broj nositelja PG starijih od 60 godina u odnosu na one mlađe od 41 godine, može se ustvrditi da starosna struktura nositelja PG nije dobra.

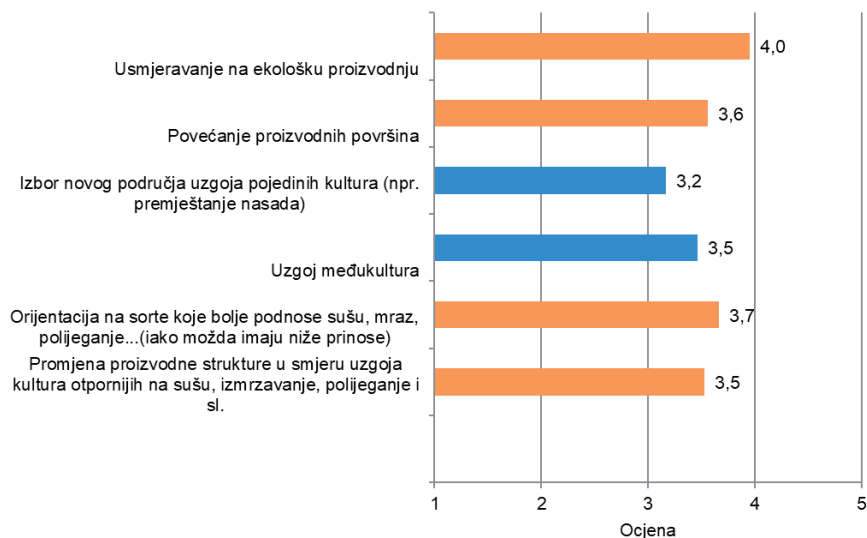
Pretežita proizvodnja na nešto manje od polovice gospodarstava je maslinarstvo, na četvrtini njih je to vinogradarstvo, a na skoro pe-

tini povrćarstvo. Većina nositelja gospodarstava primjećuje klimatske promjene koje se događaju u zadnjih 30-ak godina u vidu sve neravnomjernijeg rasporeda oborina i sve toplijih ljeta. Kao najveći problem u poljoprivredi ističu nedostatak oborina i sušu u razdoblju intenzivne vegetacije. U prilagodbi klimatskih promjena, nastoje se usmjeriti većinom na ekološku proizvodnju, ali primjenjuje i različite druge mjere prilagodbe strukture proizvodnje kao što su usmjeravanje na izdržljivije sorte i biljne vrste, uzgoj međukultura te primjena navodnjavanja.



Grafikon 11: Starosna struktura nositelja PG.

Izvor: Rezultati ankete na uzorku nositelja poljoprivrednih gospodarstava u Jadranskoj hrvatskoj



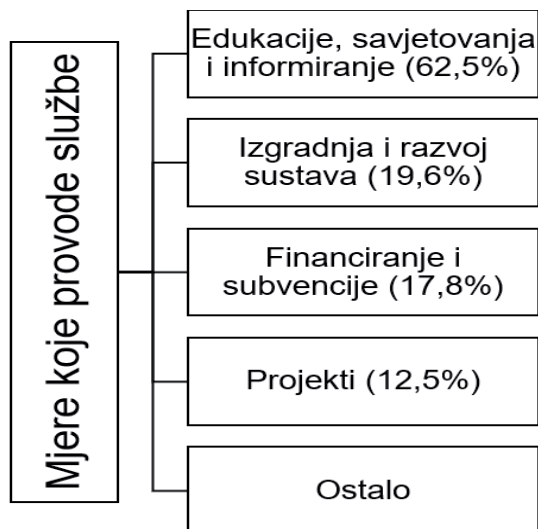
Grafikon 12: Važnost mjera prilagodbe strukture proizvodnje.

Izvor: Rezultati ankete na uzorku nositelja poljoprivrednih gospodarstava u Jadranskoj hrvatskoj

Kao najvažniju prepreku u borbi s klimatskim promjenama ističu nedostatak financijskih sredstava za provedbu mjera prilagodbe.

Istraživanjem stručnih službi u poljoprivredi identificirana je svojevrsna polarizacija ispitanika na jedne koji prihvaćaju postojanje klimatskih promjena i druge koji smatraju da je utjecaj klimatskih prilika na poljoprivredu uobičajen, kao i u prošlosti. Oni su mišljenja da štete u poljoprivredi nastaju zbog uzgoja kultura na područjima gdje se one tradicionalno nisu

uzgajale, zbog orijentacije na sorte većih prinosa, ali manje otpornosti na vanjske uvjete i slično. Unatoč ovoj polarizaciji odgovora, predstavnici službi smatraju da treba provoditi mjere prilagodbe u cilju ublažavanja šteta koje klimatske prilike u poljoprivredi uzrokuju. Najčešće mjere koje primjenjuju predstavnici službi jesu: redovite edukacije, savjetovanja i informiranje, nadalje izgradnja i razvoj sustava za navodnjavanje i ostalih alata namijenjenih praćenju vremenskih prilika poput meteorološ-



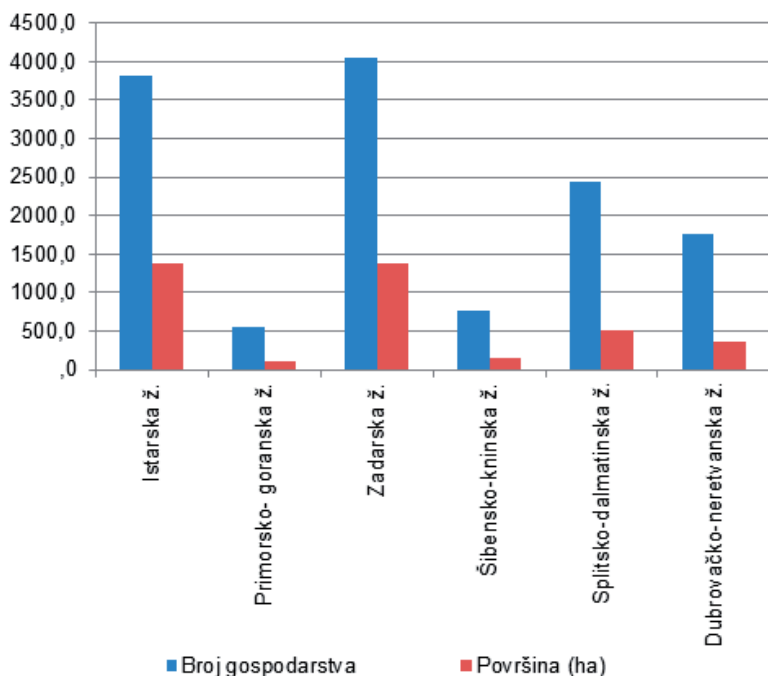
Slika 22: Mjere koje provode službe u poljoprivredi usmjerene na prilagodbu klimatskim promjenama.

Izvor: Rezultati intervjua na uzorku predstavnika službi u poljoprivredi na području Jadranske hrvatske

kih stanica, redovite subvencije i financije koje uključuju pokrivanje dijela police osiguranja, nabavku otpornijeg sadnog materijala, nadalje provođenje različitih razvojnih i istraživačkih projekta, te ostale mjere poput monitoringa, procjene štete, održavanje infrastrukture, i sl.

Daljnjom obradom prikupljenih podataka kreirani su modeli hortikulturnih gospodarstava kako bi se utvrdili neki društveni i ekonomski aspekti njihove prilagodbe klimatskim promjenama. Obuhvaćene su

povrćarska, vinogradarska i maslinarska proizvodnja koje su i najzastupljenije na području Jadranske Hrvatske. Na temelju podataka APPRRR za 2020. godinu, na području Jadranske Hrvatske proizvodnjom povrća bavilo se ukupno 13.401 gospodarstava (PovG) odnosno ova je proizvodnja bila prisutna na trećini od ukupnog broja gospodarstava upisanih u Upisnik. Povrćarska proizvodnja odvijala se je na ukupno 3.885 hektara što predstavlja 2,9% od ukupno korištenih poljoprivrednih površina.



Grafikon 13: Broj gospodarstava s povrćarskom proizvodnjom i površine pod povrćarskim kulturama po županijama u Jadranskoj Hrvatskoj.

Izvor: APPRRR, izvješća za 2020. godinu: <https://www.apprrr.hr/upisnik-poljoprivrednika/>, <https://www.apprrr.hr/arkod/>, <https://www.apprrr.hr/agronet/> (29.10.2021.)

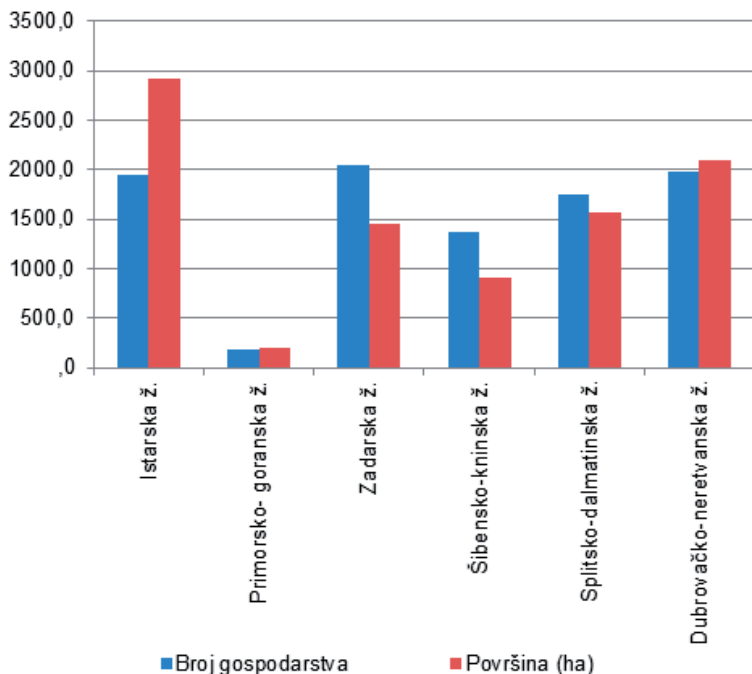
Prosječna površina pod povrćarskom proizvodnjom na PovG iznosila je 0,29 ha i kreće se u rasponu od 0,19 ha/PovG u Šibensko-kninskoj županiji do 0,36 ha/PovG u Istarskoj županiji. Najveći broj PovG nalazi se u Zadarskoj županiji dok je Istarska županija druga po broju PovG, ali prva s obzirom na udio PovG u ukupnom broju PG (63,14%) (Grafikon 13).

PovG koja uzgajaju povrće na otvorenom i oranicama, prema podacima i tipologiji FADN za 2018. godinu, ostvaruju bruto dohodak od 162.981 kuna. Najveći zabilježeni dohodak ostvaren je u Istarskoj županiji (251 tisuća kuna), a najniži u Primorsko-goranskoj županiji (43 tisuće kuna).

Vinogradarska proizvodnja bila je prisutna na 9.295 gospodarstava

(VinG), odnosno na 22,53% svih poljoprivrednih gospodarstava u Upisniku. Najveći broj gospodarstava bavi se vinogradarskom proizvodnjom u Zadarskoj županiji

(2.053), a slijede Dubrovačko-nere-tvanska županija (1.982) i Istarska županija (1.950) u kojoj je prisutan najveći udio VinG u ukupnom broju PG (32,16%) (Grafikon 14).



Grafikon 14: Broj gospodarstava s vinogradarskom proizvodnjom i površine pod vinogradima po županijama u Jadranskoj Hrvatskoj.

Izvor: APPRRR, izvješća za 2020. godinu: <https://www.apprrr.hr/upisnik-poljoprivrednika/>, <https://www.apprrr.hr/arkod/>, <https://www.apprrr.hr/agronet/> (29.10.2021.)

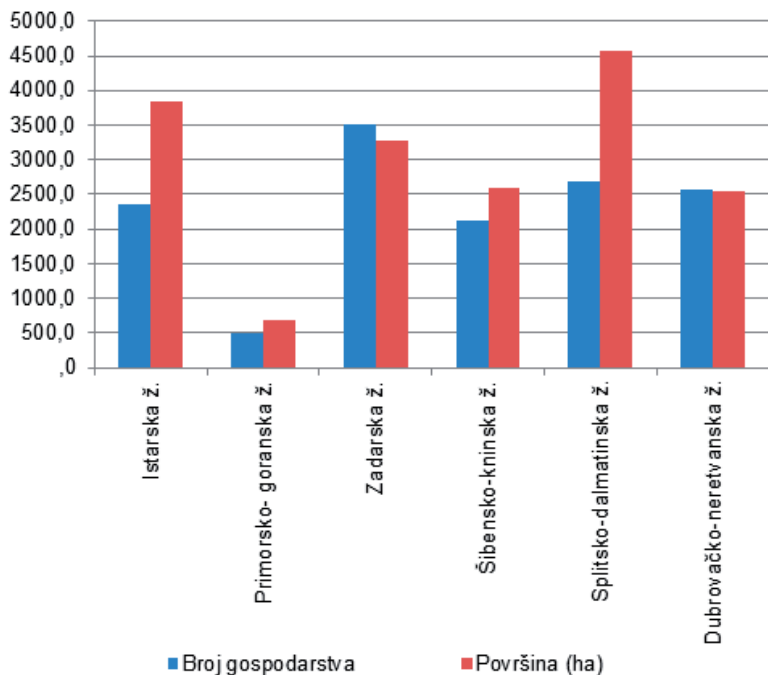
U prosjeku VinG ostvaruju bruto dohodak od 657 tisuća kuna. Razlike u dohotku među županijama su velike i kreću se od oko 1,3 milijuna kuna u Zadarskoj i Šiben-

sko-kninskoj do 179 tisuća kuna u Istarskoj županiji.

Maslinarskom proizvodnjom na području Jadranske Hrvatske bavi se ukupno 13.724 gospodarsta-

va što znači da je ona prisutna na 33,26% svih upisanih gospodarstava. Najviše gospodarstava s maslinarskom proizvodnjom (MasG)

ima na području Zadarske županije, a najmanje na području Primorsko-goranske županije u kojoj je evidentirano 504 MasG (Grafikon 15).



Grafikon 15. Broj gospodarstava s maslinarskom proizvodnjom i površine pod maslinicama po županijama u Jadranskoj Hrvatskoj.

Izvor: APPRRR, izvješća za 2020. godinu: <https://www.apprrr.hr/upisnik-poljoprivrednika/>, <https://www.apprrr.hr/arkod/>, <https://www.apprrr.hr/agronet/> (29.10.2021.)

MasG u Jadranskoj Hrvatskoj su ostvarila prosječni bruto dohodak u visini od 299 tisuća kuna pri čemu su primjetne vrlo velike razlike među županijama. Najviši bruto dohodak ostvarila su MasG u Istar-

skoj županiji (558 tisuća kuna), a najniži u Šibensko-kninskoj županiji (svega 40 tisuća kuna).

Za anketirana poljoprivredna gospodarstva u vinogradarskoj proizvodnji i maslinarstvu najvažnije

mjere prilagodbe uključuju izgradnju sustava za navodnjavanje i povoljnije police osiguranja (prosječna ocjena slaganja kod obje skupine ispitanika je 3,9). Za PovG to je ekološka proizvodnja s visokom ocjenom od 4,1), dok se na drugom mjestu navodi mogućnost navodnjavanja (4,0). Ekološka proizvodnja visoko je ocijenjena i kod VinG i MasG u nekoliko županija Jadranske Hrvatske. Promatrano po županijama, za VinG u Istarskoj županiji je najvažniji sustav za zaštitu od tuče, a u Dubrovačko-nerevtsanskoj županiji preveniranje šteta od niskih temperatura. Uz tehnološka rješenja (sustavi za zaštitu od mraza i tuče te pravilna agrotehnika), kod VinG je u nekoliko županija visoko ocijenjeno i pravovremeno informiranje. Kod PovG se osiguranje rijetko visoke ocjenjuje kao mjera prilagodbe što je vjerojatno posljedica slabo razvijene ponude osiguranja u sektoru povrćarstva. Kod PovG naglasak je na agrotehničkim mjerama (npr. izbor prikladnijeg sortimenta) u prilagodbi klimatskim promjenama. Predstavnici MasG u nekoliko županija (Istarska, Šibensko-kninska) kao vrlo važnu mjeru navode organizaciju sustava zaštite od tuče.

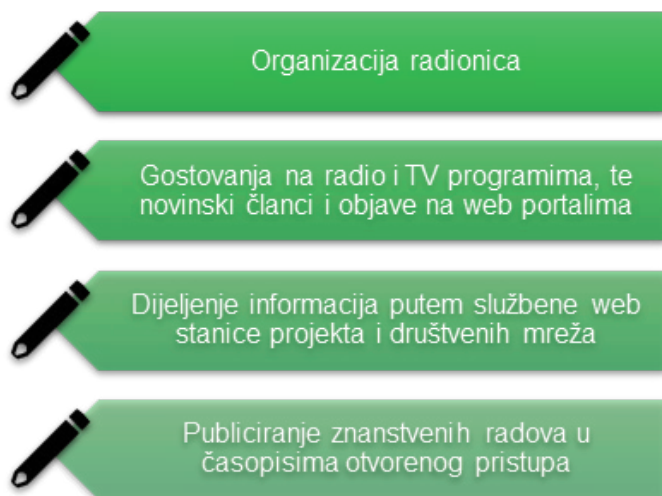
Na temelju podataka o strukturi i ekonomskim rezultatima poslovanja, možemo pretpostaviti kako će relativno mala i nespecijalizirana poljoprivredna gospodarstva imati teškoća prilagoditi se klimatskim promjenama. Stoga je potrebno intenzivirati aktivnosti koje će doprinijeti njihovoj prilagodbi, razvoju i održavanju u nepovoljnim situacijama uzrokovanim klimatskim promjenama. Potpore ulaganjima u fizičku imovinu na PG i infrastrukturu u ruralnom prostoru bit će potrebno proširiti na istraživanja, edukaciju i prijenos znanja i razvoj financijskih usluga u poljoprivredi, prije svega inovativnih proizvoda osiguranja i kreditiranja poljoprivrede i drugih poslovnih aktivnosti u ruralnom prostoru. Obzirom na veličinu PG i različite modele PG, na putu prilagodbe klimatskim promjenama od velike će važnosti biti poslovno povezivanje PG. Zajedničkim snagama lakše će se nositi sa izazovima klimatskih promjena (na primjer, uzajamno osiguranje, kao oblik zadružnog osiguranja), ali i zahtjevima tržišta i posljedično osigurati dostatnu razinu dohodovnosti i konkurentnosti.

6. Diseminacija rezultata tijekom provedbe projekta

U cilju osiguranja što veće vidljivosti i diseminacije projektnih rezultata provedeno je nekoliko glavnih skupina aktivnosti koje su imale funkciju jačanja svijesti šire javnosti o klimatskim promjenama i prilagodbi klimatskim promjenama, te dijeljenje rezultata projekta s znanstvenom zajednicom.

Provedene diseminacijske aktivnosti mogu se podijeliti u nekoliko kategorija kako je prikazano na slici 23.

Aktivnosti koje se odnose na širenje svijesti šire javnosti prvenstveno se odnose na organizaciju radionica, gostovanja na radio i TV programima, te dijeljenje informacija putem službene web stranice projekta i društvenih mreža. Aktivnosti koje se odnose na dijeljenje rezultata s znanstvenom zajednicom jesu publiciranje znanstvenih radova i sudjelovanje na znanstvenim i stručnim konferencijama.



Slika 23: Provedene diseminacijske aktivnosti.

6.1 Organizacija radionica

Tijekom projekta organiziramo je ukupno 5 radionica. Dio radionica je organiziran u obliku hibridnih i online događa s ciljem uključenja dionika iz udaljenijih krajeva, a dio je organiziran kao događanja uživo s praktičnim primjerima. Javnost je iskazala interes za uključenjem u radionice kako bi dobili nove uvide o dobivenim rezultatima, te smjernice kako se uspješnije suo-

čiti s klimatskim promjenama osobito u pogledu poljoprivredne proizvodnje. Sudionici na radionicama dolaze iz različitih sfera zaposlenja, pa su na radionicama brojni bili poljoprivredni proizvođači, znanstvenici, učenici, predstavnici službi u poljoprivredi itd. U tablici 8 prikazana je kronologija organiziranih radionica.

Tablica 8: Kronologija organiziranih radionica.

Red. Broj	Naziv radionice	Datum održavanja	Lokacija	Tip događanja
1.	Bioraznolikost u prilagodbi poljoprivrede klimatskim promjenama	27.10.2021.	Poreč	Hibridno događanje
2.	Bioraznolikost – podloga za uspješniju prilagodbu poljoprivrednih kultura klimatskim promjenama	24.02.2022.	Poreč	Online događanje
3.	Povrće – izvor bioraznolikosti u našim vrtovima	07.09.2022.	Poreč	Uživo
4.	Smjernice za prilagodbu poljoprivrede klimatskim promjenama	15. i 16.11.2022.	Dubrovnik	Uživo
5.	Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu u Istri	02.03.2023.	Poreč	Uživo

Autorica: Ana Čehić Marić



Slika 24: Fotografije s radionica prema rednim brojevima iz tablice 8.

6.2 Gostovanja na radio i TV programima, te novinski članci

Diseminacija putem javnih medija je zasigurno metoda putem koje se može doprijeti do znatno šire javnosti. S tim ciljem tijekom provedbe projekta novosti o projektu redovito su dijeljene u obliku go-

stovanja na radio i TV programima, te putem novinskih članaka. U nastavku u tablici 9 su prikazani načini oglašavanja putem medija javnog oglašavanja.

Tablica 9: Prisutnost u javnim medijima u cilju diseminacije projektnih rezultata.

Red. broj	Vrsta medija	Naslov/tema	Datum objave/emitiranja	Naziv medija
1.	Web portali	Obavijest o održavanju radionice: Bioraznolikost u prilagodbi poljoprivrede klimatskim promjenama	25.10.2021.	Istramet, Poreština, Terra Magica, Parentium
2.	TV emisija	Reportaža s radionice Bioraznolikost u prilagodbi poljoprivrede klimatskim promjenama	07.11.2021.	TV Nova, emisija Boje zemlje
3.	TV emisija	Predstavljanje projekta Agrobioraznolikost	08.02.2022.	HRT 1, emisija Znanstveni krugovi
4.	Web portali	Obavijest o održavanju radionice: Bioraznolikost - podloga za uspješniju prilagodbu poljoprivrednih kultura klimatskim promjenama	24.02.2022.	Poreština, Terra Magica, Parentium, Regional express
5.	Novinski članak	Predstavljanje projekta Agrobioraznolikost i raštike	01.07.2022.	Jutarnji list

Red. broj	Vrsta medija	Naslov/tema	Datum objave/ emitiranja	Naziv medija
6.	Web portali	Obavijest o održavanju radionice: <i>Povrće – izvor bioraznolikosti u našim vrtovima</i>	05.09.2022.	Poreština, Terra Magica, Parentium, Regional express, Glas Istre
7.	Radio	Predstavljanje projekta i najava radionice <i>Povrće – izvor bioraznolikosti u našim vrtovima</i>	05.09.2022.	Radio Istra, emisija Ponedjeljkom otvoreno
8.	TV emisija	Reportaža s radionice <i>Povrće – izvor bioraznolikosti u našim vrtovima</i>	08.09.2022.	HRT 4, emisija Hrvatska danas Rijeka
9.	Novinski članak	Predstavljanje projekta Agrobioraznolikost i starih sorti povrća	02.10.2022.	Glas Istre
10.	TV emisija	Reportaža s radionice: „Smjernice za prilagodbu poljoprivrede klimatskim promjenama“	16.11.2022.	TV Libertas, u skupu informativnog programa
11.	Web portali	Obavijest o održavanju radionice: Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu u Istri	01.03.2023.	Poreština, Terra Magica, Parentium, Glas Istre

Autorica: Ana Čehić Marić

6.3 Dijeljenje informacija putem službene web stanice projekta i društvenih mreža

Na samom početku provedbe projekta otvorena je web stranica projekta, te u cilju dodatne promocije i širenja projektnih rezultata otvoreni su profili na slijedećim društvenim

mrežama: Facebook, Tweeter, LinkedIn, Research gate, Instagram. U nastavku u tablici 10 možete naći web lokacije pojedinih društvenih mreža kao i web stanicu projekta.

Tablica 10: Web lokacije stranica projekta i korištenih profila na društvenim mrežama.

Red. br.	Vrsta web medija	Web lokacija
1.	Web stranica projekta Agrobioraznolikost	http://agrobioclim.iptpo.hr/
2.	Facebook	https://www.facebook.com/AgroBioClim
3.	Tweeter	https://twitter.com/Agrobioclim
4.	LinkedIn	https://www.linkedin.com/in/agrobioclim-agrobioraznolikost-2a1aa8221/
5.	ResearchGate	https://www.researchgate.net/project/AgroBioDiversity
6.	Instagram	Agrobioraznolikost (@agrobioraznolikost)

6.4 Publiciranje znanstvenih radova u časopisima otvorenog pristupa

Tijekom provedbe projekta publiciran je veći broj znanstvenih radova što u nacionalnim što u međunarodnim časopisima otvorenog pristupa. Znanstveni radovi publicirani su iz aktivnosti od 1 – 5 predviđenih projektom, a u nastav-

ku naveden je popis objavljenih radova:

Popis objavljenih radova iz rezultata ostvarenih provedbom projekta:

1. The Role of Polyphenols in Abiotic Stress Response:

- The Influence of Molecular Structure (2021). Šamec D., Karalija E., Šola I., Vujčić Bok V., Salopek Sondi B. *Plants* 2021, 10(1), 118; <https://doi.org/10.3390/plants10010118>
2. Salinity Stress as an Elicitor for Phytochemicals and Minerals Accumulation in Selected Leafy Vegetables of Brassicaceae (2021). Šamec D., Linić I., Salopek Sondi B. *Agronomy* 2021, 11(2), 361; <https://doi.org/10.3390/agronomy11020361>
 3. Chilling and Freezing Temperature Stress Differently Influence Glucosinolates Content in *Brassica oleracea* var. *Acephala* (2021). Ljubej V., Radojčić Redovniković I., Salopek Sondi B., Smolko A., Roje S., Šamec D. *Plants* 2021, 10(7), 1305; <https://doi.org/10.3390/plants10071305>
 4. Altered Root Growth, Auxin Metabolism and Distribution in *Arabidopsis thaliana* Exposed to Salt and Osmotic Stress (2021). Smolko A., Bauer N., Pavlović I., Penčik A., Novak O., Salopek Sondi B. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22(15), 7993; <https://doi.org/10.3390/ijms22157993>
 5. Percepcija nositelja poljoprivrednih gospodarstava o utjecaju i posljedicama klimatskih promjena (2021). Čop T., Čehić A., Najvro M., Begić M., Goreta Ban S., Juračak J., Oplanić M. Zborniku radova sa Simpozija Agronoma 2021.
 6. Effects of Short-Term Exposure to Low Temperatures on Proline, Pigments, and Phytochemicals Level in Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) (2021). Ljubej V., Karalija E., Salopek Sondi B., Šamec D. *Horticulturae* 2021, 7(10), 341; <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100341>
 7. Ferulic Acid and Salicylic Acid Foliar Treatments Reduce Short-Term Salt Stress in Chinese Cabbage by Increasing Phenolic Compounds Accumulation and Photosynthetic Performance (2021). Linić I., Mlinarić S., Brkljačić L., Pavlović I., Smolko A., Salopek Sondi B. *Plants* 2021, 10(11), 2346; <https://doi.org/10.3390/plants10112346>

8. Ograničavajući čimbenici prilagodbe poljoprivrednih gospodarstava klimatskim promjenama (2021). Oplanić M., Čop T., Njavro M., Begić M., Goreta Ban S., Čehić A. *Agroeconomia Croatica*, Vol. 11 No. 1
9. Production of Virus-Free Garlic Plants through Somatic Embryogenesis (2021). Kereša S., Kurtović K., Goreta Ban S., Vončina D., Habuš Jerčić I., Bolarić S., Lazarević B., Godena S., Ban D., Bošnjak Mihovilović A. *Agronomy* 2021, 11(5), 876; <https://doi.org/10.3390/agronomy11050876>
10. Evaluation of reference genes for RT-qPCR gene expression analysis in *Arabidopsis thaliana* exposed to elevated temperatures (2022). Škiljaica A., Jagić M., Vuk T., Leljak Levanić D., Bauer N., Markulin L. *Plant biology* <https://doi.org/10.1111/plb.13382>
11. Mechanisms of Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Tolerance to Individual and Combined Stresses of Drought and Elevated Temperature (2022). Bauer N., Tkalec M., Major N., Talanga Vasari A., Tokić M., Vitko S., Ban D., Goreta Ban S. Salopek Sondi B. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23(19), 11494; <https://doi.org/10.3390/ijms231911494>
12. Povjerenje poljoprivrednika u stručne službe i izvore informacija radi prilagodbe i ublažavanja posljedica klimatskih promjena (2022). Čehić A., Oplanić M., Njavro M., Goreta Ban S., Čop T. *Agroeconomia Croatica* 12: 2022 (2)
13. Horticultural Farmers' Perceived Risk of Climate Change in Adriatic Croatia (2023). Oplanić M., Marić Čehić A., Goreta Ban S., Čop T., Njavro M. *Sustainability* 2023, 15(1), 539; <https://doi.org/10.3390/su15010539>
14. Comprehensive Volatilome Signature of Various Brassicaceae Species (2023). Lukić I., Išić N., Ban D., Salopek Sondi B. Goreta Ban S. *Plants* 2023, 12(1), 177; <https://doi.org/10.3390/plants12010177>

15. Contribution to the syntaxonomy of plant communities with insular endemic species of genus *Brassica* (southern Croatia) (2023). Jasprica N., Stamenković V. *Hacquetia* DOI: 10.2478/hacq-2022-0019
16. Habuš Jerčić, I.; Bošnjak Mihovilović, A.; Matković Stanković, A.; Lazarević, B.; Goreta Ban, S.; Ban, D.; Major, N.; Tomaz, I.; Banjavčić, Z.; Kereša, S. Garlic Ecotypes Utilise Different Morphological, Physiological and Biochemical Mechanisms to Cope with Drought Stress. *Plants* 2023, 12, 1824. <https://doi.org/10.3390/plants12091824>
17. Marić, A. Č., Čop, T., Oplanić, M., Ban, S. G., & Njavro, M. (2023). Adaptation to Climate Change in Adriatic Croatia—The View of Policymakers. *Sustainability*, 15(9), 7085. <https://doi.org/10.3390/su15097085>

7. Doprinos projekta definiram mjerama prilagodbe klimatskim promjenama

U nastavku su u tablici 11 sistematično prikazane mjere prilagodbe klimatskim promjenama, te su iste obrazložene. Sadržaj tablice može se smatrati ključnim doprinosom projekta Agrobioraznolikost – os-

nova za prilagodbu i ublažavanje posljedica klimatskih promjena u poljoprivredi u nastojanju da se ekosustavi i poljoprivredna proizvodnja uspješno nose s novim klimatskim prilikama.

Tablica 11: Mjere prilagodbe klimatskim promjenama.

Mjera prilagodbe klimatskim promjenama	Obrazloženje doprinosa mjeri
Definiranje ranjivih staništa i vrsta na klimatske promjene	Na odabranim lokalitetima od Istre na sjeveru do Konavla na jugu, izvršena su kartiranja (mapiranja) vrsta i staništa vrsta rodova <i>Brassica</i> i <i>Allium</i>. Broj biljnih vrsta na staništima <i>Brassica</i> je između 8 i 16, vegetacijski pokrov je od 20-60%, zajednice se razvijaju na nagibima terena od 30-85°, uglavnom na južnim ekspozicijama (osim na Visu za <i>B. incana</i>) i nadmorskim visinama od 2-30 m. Izrazito su heliofilne vrste. Broj biljnih vrsta na staništima <i>Allium</i> je između 7 i 76, vegetacijski pokrov je od 50-100%, zajednice se razvijaju na ravnim terenima do površina s nagibima terena do 90° te nadmorskim visinama od obale mora do 880 m, ovisno o vrstama. Stanje populacija na terenu je zadovoljavajuće, sastojine su stabilne, no u pojedinim područjima su ugrožene antropogenim utjecajem (npr. Sušac zbog ispaše ovaca te Korčula zbog devastacije uskog obalnog pojasa). No, zbog mogućnosti podizanja razine mora treba redovito pratiti stanje populacija jer su neka staništa gotovo u razini s morem.

Očuvanje populacija vrsta osjetljivijih na klimatske promjene	Tijekom provedbe projekta provedena je regeneracija raštike te divljih kupusa. Sve primke raštike, divljih kupusa i češnjaka za koje je proizvedeno dovoljno sjemena i/ili sadnog materijala bit će upisane u Hrvatsku bazu podataka o biljnim genetskim izvorima te pohranjene na dugotrajno čuvanje. Sjeme (raštika i divlji kupusi) i sadni materijal (češnjak) iz bake gena Instituta za poljoprivredu i turizam bit će na raspolaganju za daljnja istraživanja.
Sadnja kultivara tolerantnih na abiotički stres	Temeljem rezultata istraživanja iz komora rasta, plastenika i poljskih pokusa definirani su ekotipovi raštike i češnjaka otporniji na sušu i/ili toplotni stres. Slijedeći koraci uključuju uvrštavanje otpornih ekotipova na sorte liste te razvoj pred-oplemenjivačkog materijala.
Prilagodba agrotehničkih mjera	Temeljem rezultata projekta utvrđeno je kako raštika ostvaruje zadovoljavajući prinos i kvalitetu i pri reduciranom navodnjavanju (50% PKV) te kako rokovima sadnje možemo znatno doprinijeti povećanju efikasnosti korištenja vode u odnosu na proizvedenu biomasu.
Primjena suvremenih tehnika i alata u jačanju otpornosti biljaka na klimatske promjene	Tijekom projekta definirani su mehanizmi i metaboliti odgovorni za otpornost vrsta na faktore stresa (suša i temperatura). Osobito značajnim se pokazala mogućnost korištenja bazalne razine prolina i zaštitnih proteina u klijancima u svrhu ranog odabira otpornih genotipa raštike.
Primjena suvremenih tehnika i alata u jačanju otpornosti biljaka na klimatske promjene	Iako nije bilo moguće u okviru trogodišnjeg projekta istražiti primjenu pojedinih metabolita u povećanju otpornosti osjetljivijih vrsta, dobivene su polazne informacije za daljnja istraživanja koja bi podrazumijevala tretiranje biljaka određenim metabolitom ili koktelom metabolita u svrhu jačanja tolerancije na stresne faktore. Korištenjem somaklonske varijabilnosti u kulturi tkiva češnjaka dobiveni su regeneranti te njihovi klonovi u kojima je genetskom analizom utvrđena značajna varijabilnost na epigenetskoj razini između i unutar majčinskih biljaka i njihovih regeneranata.

Primjena suvremenih tehnika i alata u jačanju otpornosti biljaka na klimatske promjene	Daljnjom analizom multispektralnim metodama pokazalo se kako se klonovi razlikuju u odgovoru na stres sušom te ukoliko se varijabilnost utvrđena na epigenetskoj/fiziološkoj razini održi tj. pokaže stabilnom u vegetativnom potomstvu, klonovi s boljim svojstvima mogu se dalje koristiti za razvoj novih kultivara češnjaka.
Definiranje modelnih gospodarstava u hortikulturnoj proizvodnji prilagođenih aktualnom klimatskim promjenama	Provedenim istraživanjem utvrđeno je da u Jadranskoj Hrvatskoj prevladavaju mala poljoprivredna gospodarstva koja u prosjeku posjeduju 3,24 ha korištenog poljoprivrednog zemljišta s dominantno heterogenom strukturom proizvodnje. Analiza financijskih pokazatelja ukazuje da gotovo 60% njih ima ekonomsku veličinu manju od 8 tisuća EUR, ali da ipak postoje i gospodarstva koja su specijalizirana u određenim proizvodnjama te da takva ostvaruju i bolje poslovne rezultate. Utvrđena su tri glavna tipa hortikulturnih gospodarstava: povrćarsko, maslinarsko i vinogradarsko gospodarstvo. Povrćarska proizvodnja se odvija na skoro trećini od svih gospodarstava upisanih u Upisnik i na 2,9 % od ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta. Vinogradarstvom se bavi gotovo svako četvrto poljoprivredno gospodarstvo, a pod vinogradima se nalazi 6,8% od ukupno korištenih poljoprivrednih površina. Maslinarska proizvodnja je prisutna na 33% poljoprivrednih gospodarstava i odvija se na 13,1% od ukupno korištenog poljoprivrednog zemljišta. Svi tipovi gospodarstava kao najizraženije klimatske promjene ističu neravnomjeran raspored oborina i sve toplije ljeta. Najznačajnija klimatska nepogoda za sve tipove gospodarstava je suša. Zatim kod povrćarskih gospodarstava slijede oluje, a kod vinogradarskih i maslinarskih gospodarstava su to jači napadi bolesti. Najvažnije mjere prilagodbe u vinogradarstvu i maslinarstvu uključuju izgradnju sustava za navodnjavanje i povoljnije police osiguranja. Za povrćare to ekološka proizvodnja, dok se na drugom mjestu navodi mogućnost navodnjavanja.

Informiranje i educiranje dionika poljoprivrednog sektora o nužnosti jačanja otpornosti na klimatske promjene	U cilju povećanja svijesti javnosti o klimatskim promjenama i prilagodbi klimatskim promjenama, ključno je sve postignute pokazatelje podijeliti s dionicima poljoprivrednog sektora kako bi ostvarene rezultate primijenili u procesu ublažavanja posljedica klimatskih promjena u poljoprivrednoj proizvodnji. Navedeno je postignuto kroz održavanje radionica tijekom provedbe projekta u živo na različitim lokacijama, kao i organizacije online radionica. Tijekom provedbe projekta suradnici su sudjelovali u različitim TV i radio emisijama, kao i u davanju izjava za novinske članke kako bi dodatno informirali dionike poljoprivrednog sektora o provjereno učinkovitim mjerama ublažavanja posljedica klimatskih promjena. U skladu s modernim dobom svi napreci na projektu popraćeni su i putem web stranice projekta kao i putem društvenih mreža otvorenih za informiranje o projektu. Iz postignutih rezultata napisan je značaja broj znanstvenih radova, kao i brošure o projektu, te priručnici koji su na raspolaganju široj javnosti.
--	---

Ostvarenje prethodno definiranih pokazatelja:

- 1) Mapirana staništa i identifikacirane vrste koje su bile u fokusu projekta.
- 2) Sakupljeno je sjeme osjetljivih vrsta te pohranjeno za dugoročno čuvanje u banci sjemena.
- 3) Definirani su ekotipovi raštike i češnjaka tolerantniji na vodni i/ili toplotni stres.
- 4) Utvrđene su norme navodnjavanja te rokovi sjetve (ili sadnje) koji rezultiraju najefikasnijim sustavom u uzgoju raštike.
- 5) Definirane su napredne metode za daljnja istraživanja i korištenje somaklonske varijabilnosti u stvaranja otpornih genotipova.
- 6) Koncept modelnih hortikulturnih gospodarstava
- 7) Podizanje svijesti dionika i javnosti

8. Literatura

Anonymous, 2021. Nacionalna razvojna strategija Republike Hrvatske do 2030. godine. NN 13/2021.

Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. Lansdown, R.V., 2011. European Red List of Vascular Plants. Publications Office of the European Union, Luxembourg:

Bogdanović, S., 2015. *Allium* L. U Nikolić T., Mišević M., Bogdanović S., Jasprica N., ur.: Endemi u hrvatskoj flori, 32–37. Alfa d.d., Zagreb.

Braun-Blanquet, J., 1964. Pflanzensoziologie, 3rd ed. SpringerVerlag, Wien.

CBD, 2006. Global biodiversity outlook 2. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal.

Chytrý, M., Otýpková, Z., 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science* 14, 563–570.

Jasprica, N., 2015. *Brassica* L. U Nikolić T., Mišević M., Bogdanović S., Jasprica N., ur.: Endemi u hrvatskoj flori, 107–115. Alfa d.d., Zagreb.

Jasprica, N., Stamenković, V., 2023: Contribution to the syntaxonomy of plant communities with insular endemic species of genus *Brassica* (southern Croatia). *Hacquetia*, doi:10.2478/hacq-2022-0019.

Jasprica N., Terzi M., 2023.: The new association *Pimpinello lithophilae-Centaureetum lovricii* (*Crithmo-Staticeae*) from the island of Vis (southern Croatia). *Acta Botanica Croatica*, DOI: 10.37427/botcro-2023-007.

Jeričević, M., Jeričević, N., Jasprica, N., 2014. Floristic novelties from the island of Korčula and peninsula of Pelješac (South Croatia). *Natura Croatica* 23, 241–253.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

Narodne novine (46/2020.) Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu

Nikolić T., ur., 2006. Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.

Nikolić, T., 2020. Trideset godina s bazom podataka Flora Croatica. *Glasnik Hrvatskog botaničkog društva* 8, 94–107.

Nikolić T., ur., 2005-2022. Flora Croatica Database (URL <http://hirc.botanic.hr/fcd>). Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu (datum pristupa 9.6.2022.).

Nikolić, T., Rešetnik, I., 2007. Plant uses in Croatia. *Phytologia Balcanica* 13, 229–238.

Nikolić, T., Milović, M., Bogdanović, S., Jasprica, N., ur., 2015. Endemi u hrvatskoj flori. Alfa d.d., Zagreb.

Thuiller, W., Lavorel, S., Araújo, M.B., Sykes, M.T., Colin Prentice, I., 2005. Climate change threats to plant diversity in Europe. *Climate change threats to plant diversity in Europe*. PNAS 102, 8245–8250.

Umweltbundesamt: “Kosten-Wirksamkeitsanalyse von nachhaltigen Maßnahmen im Gewässerschutz”; prepared by the Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Karlsruhe, on behalf of the Federal Environmental Agency. UBA-Text 12/02. Berlin 2002.

Westhoff, V., van der Maarel, E., 1980. The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker, R.H. (ed.), *Classification of plant communities*, 287–399. 2nd ed. Junk, The Hague, Boston-London.

POPIS SLIKA

Slika 1: Terenski dio istraživanja

Slika 2: Svojte roda *Allium*

Slika 3: Staništa vrste *Brassica mollis* Vis. na obalnim stijenama u zoni prskanja mora na Kosoru (A), u šumi alepskog bora na Koločepu (B) te u makiji divlje masline na Kosoru (C)

Slika 4: Karta istraživanog područja u južnom Jadranu

Slika 5: Nepovoljni uvjeti dovode do inhibicije rasta biljaka i aktiviranje procesa obrane od stresa

Slika 6: Populacije raštike korištene u selekciji otpornijih varijeteta i istraživanjima mehanizama otpornosti na sušu i visoke temperature

Slika 7: Biljke kineskog kupusa, bijelog kupusa i raštike izložene suši u periodu od 7 dana

Slika 8: Jednogodišnja biljka raštike u vrtu pod snijegom a) i dvogodišnja biljka s plodovima (komuške) i mnogobrojnim sjemenom b)

Slika 9: Jednogodišnja biljka divljeg kupusa *Brassica mollis* (a) i dvogodišnja biljka s razvijenim plodovima (komuškama) i mnogobrojnim sjemenkama u komuškama (b) na prirodnom staništu, otok Kosor

Slika 10: Brzi i jednostavan test rasta klijanaca u uvjetima stresa omogućuje probir otpornijih varijeteta (404 i 411) s obzirom na osjetljivije (392 i 395). Klijanči osjetljivijih varijeteta su više zakočeni u rastu u uvjetima stresa. c-kontrola bez primijenjenog stresa, M-tretman manitolom koji oponaša sušu, T-tretman visokom temperaturom (38 °C 5 sati), TM-kombinirani stres T+M

Slika 11: Shema percepcije stresa i odgovora biljaka na stres u svrhu prilagodbe na nepovoljne okolišne uvjete

Slika 12: Ekotipovi raštike u plasteniku Instituta za poljoprivredu i turizam

Slika 13: Podrijetlo 6 ekotipova raštike korištenih u pokusu

Slika 14: Ekotipovi raštike u poljskom pokusu

Slika 15: Mjerenja u poljskom pokusu

Slika 16: Berba raštike

Slika 17: Ekotipovi češnjaka u plasteniku

Slika 18: Razvoj potencijalnih somaklonova u *in vitro* kulturi i uzgoj do faze prikladne za fenotipizaciju

Slika 19: Prikaz uzimanja uzoraka za izolaciju DNA, izolacije DNA, umnažanja AFLP- i MSAP-PCR fragmenata, razdvajanja PCR fragmenata kapilarnom elektroforezom, očitavanja i analize fragmenata pomoću softvera GeneMapper Ver. 4.0

Slika 20: CropReporter™ uređaj za fenotipizaciju biljaka

Slika 21: Nekroza dijela kalusa na selektivnom mediju (a); Embriogeni kalus i regeneracija biljaka na mediju s dodatkom citokinina (b)

Slika 22: Mjere koje provode službe u poljoprivredi usmjerene na prilagodbu klimatskim promjenama

Slika 23: Provedene diseminacijske aktivnosti

Slika 24: Fotografije s radionica prema rednim brojevima iz tablice 8

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1: Biomasa klijanaca raznih varijeteta raštike u uvjetima stresa. Crta na 100% predstavlja biomasu u kontrolnim klijancima koji nisu bili podvrgnuti stresu, M-manitol koji oponaša sušu, T-visoka temperatura, TM-kombinirani stres

Grafikon 2: Sadržaj prolina kao pokazatelj otpornosti varijeteta raštike. Otporniji varijeteti IPT404 i IPT411 imali su viši sadržaj prolina od osjetljivijih IPT392 i IPT395. Prolin je izražen kao μg po mg suhe mase klijanaca

Grafikon 3: Intenzitet asimilacije dvaju ekotipova raštike. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Grafikon 4: Intenzitet transpiracije dvaju ekotipova raštike. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Grafikon 5: Sadržaj prolina u listovima dvaju ekotipova raštike

Grafikon 6: Utjecaj roka sadnje na ukupne glukozinolate. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Grafikon 7: Razina ukupnih glukozinolata u ekotipovima raštike. Različita slova iznad stupaca ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Grafikon 8: Praćenje smanjenja asimilacije nakon prestanka navodnjavanja (15.03.2021.)

Grafikon 9: Srednje vrijednosti i standardne devijacije efektivne kvantne

efikasnosti fotosustava dva (F_q'/F_m') kod klonova izlaganih stresu suše (plavi stupci – 25-30% volumnih vode u supstratu, crveni – 10-15% volumnih vode u supstratu i zeleni – oporavak nakon navodnjavanja)

Grafikon 10: Srednje vrijednosti i standardne devijacije indeksa klorofila (CHI) kod klonova izlaganih stresu suše (plavi stupci – 25-30% volumnih vode u supstratu, crveni – 10-15% volumnih vode u supstratu i zeleni – oporavak nakon navodnjavanja)

Grafikon 11: Starosna struktura nositelja PG

Grafikon 12: Važnost mjera prilagodbe strukture proizvodnje

Grafikon 13: Broj gospodarstava s povrćarskom proizvodnjom i površine pod povrćarskim kulturama po županijama u Jadranskoj Hrvatskoj

Grafikon 14: Broj gospodarstava s vinogradarskom proizvodnjom i površine pod vinogradima po županijama u Jadranskoj Hrvatskoj

Grafikon 15: Broj gospodarstava s maslinarskom proizvodnjom i površine pod maslinicima po županijama u Jadranskoj Hrvatskoj

POPIS TABLICA

Tablica 1: Parametri prinosa 6 ekotipova raštike. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Tablica 2: Utjecaj roka sadnje na parametre prinosa. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Tablica 3: Utjecaj razine stresa na parametre prinosa. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Tablica 4: Utjecaj kratkotrajnog zasušivanja na fotosintetske parametre 36 ekotipova češnjaka. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Tablica 5: Morfološki i spektralni parametri izmjereni uređajem PlantEye kod 36 ekotipova češnjaka nakon 9 dana zasušivanja. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Tablica 6: Utjecaj kratkotrajnog zasušivanja na antioksidacijsku aktivnost i sadržaj prolina 36 ekotipova češnjaka. Različita slova ukazuju na signifikantnu razliku pri $P < 0.05$

Tablica 7: Uspješnost regeneracije u ovisnosti o sadržaju citokinina u mediju za regeneraciju

Tablica 8: Kronologija organiziranih radionica

Tablica 9: Prisutnost u javnim medijima u cilju diseminacije projektnih rezultata

Tablica 10: Web lokacije stranica projekta i korištenih profila na društvenim mrežama

Tablica 11: Mjere prilagodbe klimatskim promjenama

ZAHVALA

Korisnik bespovratnih financijskih sredstava iz europskih strukturnih i investicijskih fondova Institut za poljoprivredu i turizam zahvaljuje se Ministarstvu zaštite okoliša i energetike i Fondu za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost odnosno Posredničkom tijelu razine 1 i 2 na odabiru projektnog prijedloga kao i na podršci tijekom provedbe istog u cilju uspješne finalizacije i ostvarenja planiranih pokazatelja tijekom provedbe projekta.

Zahvala ide i svim suradnicima na projektu za marljivost i doprinos planiranim pokazateljima i to:

Ana Čehić Marić	Josipa Perković
Ana Smolko	Mario Njavro
Ana Težak Damijanić	Milan Oplanić
Anita Bošnjak Mihovilović	Mirta Tkalec
Barbara Sladonja	Nataša Bauer
Boris Lazaravić	Nenad Jasprica
Branka Salopek Sondi	Nikola Major
Danijela Poljuha	Ninoslav Luk
Dean Ban	Nina Išić
Dunja Šamec	Martina Begić
Igor Lukić	Sara Godena
Igor Palčić	Smiljana Goreta Ban
Iva Orehovec	Snježana Bolarić
Iva Pavlović	Snježana Kereša
Ivanka Habuš Jerčić	Tajana Čop