

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2018/31

ZAKLJUČNO POROČILO O REZULTATIH CILJNEGA RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	V4-1411
Naslov projekta	Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji Establishment of technological guidelines for irrigation of olives in Slovenia
Vodja projekta	10375 Bojan Butinar
Naziv težišča v okviru CRP	2.01.05 Nadgradnja tehnologij pridelave oljk za obvladovanje in blaženje posledic vremensko povzročenih stresov
Obseg učinkovitih ur raziskovalnega dela	1063
Cenovna kategorija	E
Obdobje trajanja projekta	07.2014 - 11.2017
Nosilna raziskovalna organizacija	1510 Znanstveno-raziskovalno središče Koper
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	481 Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	4 BIOTEHNIKA 4.03 Rastlinska produkcija in predelava 4.03.03 Voda, kmetijski prostor, okolje
Družbeno-ekonomski cilj	08. Kmetijstvo
Raziskovalno področje po šifrantu FORD/FOS	4 Kmetijske vede in veterina 4.01 Kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo

2. Sofinancerji

	Sofinancerji	
1.	Naziv	MKGP
	Naslov	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

3. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Slovensko oljkarstvo se sooča s problemi nedoseganja konstantnih pridelkov in kakovosti oljčnega olja, ki so posledica ekstremnih vremenskih razmer, med katerimi so najpogostejše suše. V takšnih razmerah se pridelovalci oljk velikokrat poslužujejo principa "kriznega namakanja". Številne raziskave na sredozemskem območju so pokazale, da je v pridelavi oljk, kjer so razpoložljivi vodni viri izjemno omejeni, primernejša uporaba principa »deficitnega namakanja«, kjer lahko kljub manjši količini dodane vode, kot je to optimalno potrebno, povečamo produktivnost rastline in s tem hkrati zagotovimo večji in kakovostnejši pridelek ter trajnostno rabo vodnih virov. Optimalno velikost namakalnega obroka je pri deficitnem principu namakanja oljk zelo težko ovrednoti, saj poleg značilnosti tal, meteoroloških parametrov ter agrotehničnih ukrepov na količino dodane vode močno vpliva tudi specifični odziv izbranega kultivarja na vodni deficit.

Cilji raziskovalnega projekta so: 1) raziskati vpliv sušnega stresa na rast in rodnost oljk ter na podlagi spremljanja različnih agronomskih značilnosti ter fizioloških parametrov določiti optimalne odmerke vode v posameznem fenološkem stadiju oljke, 2) proučiti vpliv namakanja na kakovost in senzorične značilnosti oljčnega olja s spremljanjem primarnih metabolitov fotosinteze (sladkorji, sladkorni alkoholi) in sekundarnih metabolitov (biofenoli), 3) določiti biokemijske markerje oljke, ki so povezani z odzivom na sušni stres, 4) na podlagi pridobljenih rezultatov določiti optimalni odmerek vode in pripraviti tehnološke smernice za nacionalno strategijo namakanja oljk, ki bo hkrati zagotavljala uravnoteženo razmerje med velikostjo in kakovostjo pridelka in trajnostno rabo vodnih virov.

S predlaganim projektom bomo pridobili ključne informacije, ki so pomembne za uvajanje vodenega in kontroliranega namakanja oljk v Sloveniji. Z določevanjem parametrov rasti, pridelka oljk in kakovost oljčnega olja v odvisnosti od obrov namakanja bo določen optimalen obrok namakanja oljk, ki bo za najpomembnejšo sorto v Slovenski Istri tudi ekonomsko sprejemljiv. Glede na dobljene rezultate bodo lahko predlagani optimalni ukrepi, ki so nujni za povečanje konkurenčnosti slovenskega oljkarstva. Zaradi lokalnih razmer je konkurenčnost možno doseči le s pridelavo oljčnih olj višje kakovosti.

ANG

In the last years the Slovenian olive growers and producers have faced problems to achieve constant yields and quality of olive oil due to the extreme weather conditions, especially because of the more frequent occurrence of the drought. In such situations they often irrigate by employing the principle of "crisis irrigation". Numerous studies performed in the Mediterranean region have shown that for the cultivation of olive trees in areas where the water resources are extremely limited it is appropriate to use the principle of "deficient irrigation". Despite of the smaller amount of water added compared to the optimal amount it is in this way possible to increase the productivity of the plants and at the same time provide a higher quality of olive oil and a better and sustainable use of water resources. However, the optimal amount of water in the irrigation treatment is very difficult to predict.

The aims of the research project are: 1) to study the impact of water stress on growth and fertility of olive trees and to determine the optimal irrigation treatment in each phenological period based on the results of monitoring of various agronomic characteristics and physiological parameters of olive trees, 2) to assess the impact of irrigation system on the quality and sensorial characteristics of olive oil with determination of primary metabolites of photosynthesis (sugars, sugar alcohols) and secondary metabolites (biophenols), 3) to study the biomarkers in association with the olive trees response to drought stress, 4) to determine the optimal irrigation treatment based on the results obtained in the study. The final aim of the project is to prepare technical guidelines for national strategy for irrigation of olive trees providing a good balance between size and quality of the crop and sustainable use of water resources.

The project is going to deliver crucial information about the implementation of controlled and managed irrigation system for olive trees cultivation in Slovenia. Based on the determination of growth parameters, the yield of olives and olive oil quality in relation to irrigation treatments, the optimal and economically acceptable irrigation treatment for the Slovenian cultivar 'Istrska belica' is going to be determined. According to the results obtained in this

study, the optimal actions for improving the competitiveness of olive growing in Slovenia could be proposed. Due to specific local conditions, the competitiveness can only be achieved by producing higher quality olive oils.

4. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela oz. ciljev raziskovalnega projekta²

V Sloveniji nimamo veliko izkušenj z namakanjem oljk. Trenutno se po podatkih Registra kmetijskih gospodarstev (2015) namaka 19 ha oljčnikov, v katerih se večina poslužuje principa »kriznega namakanja«. Namakalni sistemi, ki se v Sloveniji uporabljajo za namakanje oljk, so bili vzpostavljeni v obdobju od 1985 do 1997 in od leta 2008 dalje. V prvem obdobju so bili namakalni sistemi vzpostavljeni za namakanje vrtnarskih ali sadjarskih posevkov, ki so jim po letu 1997 prilagodili namembnost, ko so na kmetijske namakalne površine zasadili trajne nasade oljk. V tako namakanih oljčnikih porabe vode ne spremljajo, saj se za namakanje uporablja voda iz akumulacij oz. površinskih vod. V drugem obdobju, od leta 2008 dalje, ko so pridelovalci oljk namensko začeli postavljati kapljične namakalne sisteme v oljčne nasade, pa se je kot glavni vodni vir začela uporabljati voda iz javnega vodovodnega omrežja. Poraba vode v tako namakanih oljčnikih se giblje med 0,5 in 2,5 m³/oljko/leto. Strošek postavitve namakalnih sistemov v oljčnikih pa je od 4.000 €/ha do 30.000 €/ha.

Z vidika varovanja voda je nujno potrebno racionalizirati porabo vode, tudi za namakanje. Z namenom, da bi sistematično preučili vpliv namakanja na fiziološke in fenološke procese, velikost in kakovost pridelka ter ovrednotili dejanski namakalni obrok, ki ga oljka potrebuje v slovenskih pridelovalnih okoliščinah, smo v intenzivnem nasadu oljk (*Olea europaea* L., cv. 'Istrska belica') na terasiranem zemljišču nad Dekani zasnovali namakalni poskus s štirimi režimi namakanja I_0 – oljke gojene pod naravnim vodnim režimom; I_15 – namakalni obrok enak 15 % ETP; I_33 – namakalni obrok enak 33 % ETP; I_40 – namakalni obrok enak 40 % ETP in I_100 – namakalni obrok enak 100 % ETP.

Na podlagi rezultatov standardne pedološke analize smo tla poskusne lokacije Dekani uvrstili v globoko glineno-ilovnata tla. Na poskusni lokaciji Dekani so bili odvzeti tudi neporušeni vzorci tal, na katerih so bile določene vodnozadrževalne lastnosti tal. Po krivulji vodnozadrževalnih lastnosti tal je TV – točka venenja pri pF 4,2 (oz. -1,5 MPa vodnega potenciala) za tla v Dekanih 19,5 vol. % in PK – poljska kapaciteta 30,5 vol. %. Slednjo smo kasneje s terenskimi meritvami korigirali na 32,0 vol. %. Rastlinam dostopna voda v tleh na poskusni lokaciji Dekani je med PK in TV, torej 32,0 vol. % - 19,5 vol. % = 12,5 vol. %. Delež lahko dostopne vode za oljke je 0,65 (Allen in sod., 1998) od 12,5 vol. %, torej 8,1 vol. %. Kritična točka za oljko je v tleh na lokaciji v Dekanih, ko voda v tleh doseže vrednost 32,0 vol. % - 8,1 vol. %, torej 23,9 vol. %, zaokroženo na 24 vol. %. Z namakanjem moramo vzdrževati vodo nad 24 vol. %, če naj oljka ne bi trpela sušnega stresa.

Na poskusni lokaciji Dekani so bile v času vegetacije v letih 2015 in 2016 na različno namakanih drevesih oljke opravljene tudi fiziološke meritve, povezane z vodno in ogljikovo bilanco. V obeh letih smo opazili podobne trende, ki jih bomo v nadaljevanju predstavili s podatki iz drugega leta poskusa.

Vodni status rastlin smo vrednotili z meritvami vodnega potenciala poganjkov oz. listov, ki smo jih opravili s tlačno komoro v opoldanskem času, ko vodni potencial v 24-urnem ciklu dosega svoje minimalne vrednosti. Vodni potencial se med različno namakanimi drevesi (namakalni režimi: I_0; I_15; I_33; I_40; I_100) spomladi in zgodaj poleti (april, maj in junij) ni bistveno razlikoval; gibal se je v območju od -1,6 MPa do -1,8 MPa (bolj negativna vrednost pomeni manjšo razpoložljivost vode v rastlini). Že majhne količine padavin, zgodnje sezone suše namreč ni bilo, so pripomogle k izenačenemu vodnemu potencialu dreves. Večje razlike so se pojavile konec julija in dosegle višek v mesecu avgustu, v času poletne suše. Pri namakalnem režimu I_0 je bil povprečni vodni potencial lista -3,2 MPa, pri namakalnem režimu I_100, pa so bile vrednosti v območju izmerjenih vrednosti ob zelo blagi suši (-2,2 MPa). Na letni ravni pokaže primerjava vodnega potenciala in vsebnosti vode v tleh dobro povezanost obeh parametrov.

Kljub temu, da oljka spada med t. i. hidrolabilne rastline, ki si zaradi svojih prilagoditev lahko privoščijo večja nihanja oz. zmanjšanja vodnega potenciala. Ob močnejšem zmanjšanju razpoložljivosti vode odreagira z zapiranjem listnih rež. To se je ob meritvah transpiracije in fotosinteze, ki smo jih opravljali v istih terminih kot meritve vodnega potenciala, pokazalo tudi v poskusu v Dekanih. Največje zmanjšanje prevodnosti listnih rež smo opazili julija in avgusta pri nenamakanih in slabo namakanih drevesih (I_0, I_15), prevodnost rež pa je bila dobro korelirana z vodnim potencialom dreves (Spearmanov koeficient korelacije, $\rho = 0,62$) in vsebnostjo vode v tleh.

Razlike v vodnem statusu dreves se odražajo tudi v fotosintezni aktivnosti. Tako namakana (namakalni režimi: I_15, I_33, I_40, I_100) kot nenamakana drevesa (namakalni režim I_0) so bila v letu 2016 fotosintetsko najbolj aktivna v spomladanskem času oz. v zgodnjem poletju. Največjo povprečno vrednot neto fotosinteze, 16,3 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, so imela drevesa pri namakalnem režimu I_40, ob koncu meseca maja, ko so tudi ostala drevesa dosegala najvišje vrednosti, ki niso bile nižje od 12,7 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (namakalni režim I_0). Največjo fotosintetsko aktivnost so skozi vegetacijsko sezono imela drevesa pri

namakalnih režimih I_40 in I_100, med katerimi ni bilo opaziti večjih razlik. Bistvenih razlik v fotosintetski aktivnosti dreves ni bilo mogoče opaziti tudi med namakalnim režimom I_0 in I_15.

Za sezono 2016 smo za poskusna drevesa ugotovili dobro povezanost fotosinteze z vsebnostjo vode v tleh, z vodnim potencialom rastline in s prevodnostjo listnih rež. Dobra povezanost fotosinteze in prevodnosti listnih rež kaže na stomatalno inhibicijo fotosinteze – ker rastlina s pripiranjem rež varčuje z vodo, ne pridobi zadosti CO₂ za optimalno fotosintezo. Poleg tega pa smo z meritvami fluorescence potrdili, da je fotosinteza pri manj namakanih drevesih v času močne suše zmanjšana tudi zaradi manj učinkovitega fotosinteznega aparata (nestomatalna inhibicija).

Na poskusni lokaciji Dekani smo opravili tudi analizo meteoroloških podatkov in podatkov cvetenja oljk sorte 'Istrska belica' za obdobje 2009 do 2017. Ugotovljeno je bilo, da se cvetenje, ki na območju Slovenske Istre poteka v času od druge polovice maja do sredine junija in v povprečju traja od 6 do 15 dni, zaključuje ob pojavu visokih temperatur (nad 29,80 °C) ali pojavu padavin nad 10 mm.

Glede na to, da lahko na proces cvetenja in oplodnje vpliva tudi sušni stres, smo z raziskavo preverili vpliv sušnega stresa na cvetenje Istrske Belice. V letih 2015 in 2017 z veliko količino pridelka in veliko obremenitvijo dreves namakanje ni vplivalo na cvetenje, saj se gostota cvetov (število cvetov na dolžino poganjka) med namakanimi (namakalni režimi: I_15, I_33, I_40, I_100) in nenamakanimi (namakalni režim I_0) drevesi ni bistveno razlikovala. Večje razlike med namakanimi (namakalni režimi: I_15, I_33, I_40, I_100) in nenamakanimi (namakalni režim I_0) drevesi smo opazili v letu 2016, ko je bila zabeležena manjša količina pridelka. Razlike v gostoti cvetov med leti 2015, 2017 in 2016 izvirajo predvsem iz neugodnih zimskih razmer v letu 2016, saj je znano, da sta v letih, ko so v zimskih mesecih padavine omejene, procesa cvetenja in oplodnje pri oljkah, gojenih pod naravnim vodnim režimom, zelo občutljiva na vodni primanjkljaj (Gucci in sod. 2012). Da so bile oljke v zimskem času v letu 2016 izpostavljene sušnemu stresu, so potrdile meritve v zelo sušnem in toplem decembru 2015, ko so bile vrednostim vodnega potenciala podobne tistim v najbolj sušnih poletnih mesecih (–4,1 MPa). Pri tem pa je potrebno poudariti, da se z dodajanjem vode delež oplodnje ni povečal. Manjši odstotek oplodnje (1,6–2,5 %) smo zabeležili v letih z večjim številom cvetov na poganjek, večji delež oplodnje (3,3–4,4 %) pa v letu 2016 z manjšim številom cvetov na poganjek. Da se delež oplodnje povečuje z zmanjševanjem cvetov na dolžno poganjka, so dokazali tudi Mezghani in sod. (2012).

Rezultati raziskave, izvedene v nasadu oljk na lokaciji Dekani, so potrdili dejstvo, da je koncentracija olja pri oljkah, ki so izpostavljene zmernemu sušnemu stresu, večja kot pri oljkah, ki so optimalno oskrbovane z vodo in sušnemu stresu niso izpostavljene. Največje povprečne vsebnosti olja v plodovih ob obiranju so bile zabeležene pri oljkah, ki so bile izpostavljene I_40 namakalnemu režimu (17,98 %). Najmanjša povprečna vsebnost olja je bila zabeležena pri režimu namakanja I_100 (15,94 %). Pri tem je potrebno poudariti, da je ekstrakcija olja iz optimalno namakanih plodov (I_100), ki zaradi pomanjkanja sušnega stresa dozori kasneje in imajo večjo vsebnost vode kot olja, težja kot iz plodov, ki so izpostavljeni zmernemu sušnemu stresu in dozori prej.

V poskusnem nasadu oljk na lokaciji Dekani smo v obdobju cvetenja (april) v sezoni 2015 spremljali vsebnost sladkorjev (glukoze, fruktoze in saharoze) ter sladkornega alkohola manitola v listih, v obdobju zorenja (september - november) pa vsebnosti sladkorjev in sladkornega alkohola manitola v plodovih in listih 'Istrske belice' pri različnih namakalnih režimih (I_0, I_15, I_33, I_40, I_100). Plodove in liste smo liofilizirali in določili vsebnost sladkorjev in sladkornega alkohola manitola v suhi snovi. Med procesom zorenja od septembra do novembra smo zasledili padec skupne vsote sladkorjev in manitola, kar potrjuje podatke iz literature (Marsilio in sod., 2001). V liofiliziranih listih, obranih iz nenamakanih dreves (I_0), smo v primerjavi z vzorci iz namakanih dreves (I_15, I_33, I_40, I_100) določili večjo vsebnost sladkorjev. V vseh novembrskih vzorcih smo določili najmanjšo vsebnost skupnih sladkorjev, vsebnost manitola pa se je, z izjemo I_33, povečala. V liofiliziranih listih je bila vsota sladkorjev najmanjša meseca aprila, največja pa meseca septembra pri vseh namakalnih režimih.

V poskusnem nasadu oljk na lokaciji Dekani smo v mesecu novembru 2015 obrane plodove predelali v laboratorijski oljarni Abencor in tako pridelanemu olju določili maščobnokislinsko sestavo. Olja z višjo vsebnostjo oleinske kisline in nižjo vsebnostjo linolne kisline so bolj stabilna. Delež oleinske kisline je bil največji pri I_100 (75,61 ut.%), najmanjši pa pri I_15 (74,69 ut. %). Vendar pa so oljčna olja iz bolj namakanih dreves (I_40 in I_100) imela nižjo vsebnost linolne kisline, kot so poročali tudi Dabbou in sod. (2010).

V poskusnem oljčniku smo spremljali tudi vsebnost oleuropeina v plodovih, obranih septembra, oktobra in novembra 2015. Plodove smo liofilizirali in določili vsebnost oleuropeina v suhi snovi. Iz podatkov je razvidno, da se z zorenjem plodov pri vseh obravnavah znižuje vsebnost oleuropeina. Najvišjo vsebnost oleuropeina (5,05 ut. % v s. s.) smo določili septembra pri režimu I_15, najmanjšo pa novembra (2,16 ut. % v s. s. pri režimu I_100).

V okviru poskusa smo spremljali tudi biofenole v oljih posazmenih letnikov pri različnih

namakalnih režimih. Iz rezultatov biofenolne sestave olj letnikov 2015, 2016 in 2017 ugotovimo, da so nenamakana olja v primerjavi z namakanimi bistveno manj harmonična in manj aromatična, vendar bi morali delo nadaljevati tudi na ostalih sortah in v raziskavo vključiti dodatne kemijske parametre, kot je npr. spremljanje hlapnih spojin v odvisnosti od namakalnih obrokov.

V poskusnem nasadu oljk v Dekanih smo v času raziskave spremljali tudi vremenske parametre in količino dodane vode. Zaradi variabilnosti vodnih lastnosti tal, vodnega potenciala in mikroklimatskih značilnosti posameznega nasada je zelo težko določiti optimalno količino namakalnega obroka, ki bi univerzalno veljala za vse oljne nasade Slovenske Istre. Velikost namakalnega obroka in režim namakanja je močno odvisen tudi od motiva namakanja in iskanje kompromisa med kondicijo drevesa, kakovostjo in količino pridelka. Vsekakor lahko zaključimo, da z namakanjem v ekstremno sušni rastni sezoni lahko pozitivno vplivamo na kondicijo dreves, kakovost in količino pridelka.

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

Stopnja realizacije zastavljenih ciljev je skladna z načrtovanim programom dela. Poleg tega smo v meritve in analize vključili dodatno vegetacijsko sezono, saj je bilo zaradi težko napovedljivih in nepredvidljivih naravnih razmere na podlagi podatkov dvoipolletnega namakalnega poljskega poskusa nemogoče zagotoviti verodostojne podatke. Kratkotrajni poljski poskusi v kmetijstvu (1 do 2 leti) zaradi velike variabilnosti okoljskih parametrov ne odražajo realnega stanja. Torej, če so demonstracijski pilotni terenski poskusi, namenjeni uvajanju novosti v kmetijsko prakso, so nujno potrebne kontinuirane več letne raziskave, ki zajemajo daljše časovno obdobje in omogočajo dostop do verodostojnih podatkov.

6. Spremembe programa dela raziskovalnega projekta oziroma spremembe sestave projektne skupine⁴

Projekt CRP V4-1411 je bil zaradi nujnosti vključitve dodatne sezone in nepričakovane nesreče vodilnega partnerja 2 krat podaljšan.

Obrazložitev 1. podaljšanja: Glede na dejstvo, da smo bili zaradi razpisnih pogojev Ciljno Raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri«, primorani projektno delo pričeti julija 2014, del meritev zaradi že začete vegetacijske sezone ni bil opravljen. Smernice za namakanje oljk bi tako temeljile le na dveh vegetacijskih sezonah (2015, 2016). Pri tem pa poudarjamo, da pridobljeni podatki dvoipolletnega namakalnega poljskega poskusa ne odražajo realnega stanja, saj smo v letih 2014, 2015 in 2016 v poletnem času vegetacijske beležili ekstremne vremenske in okoljske razmere:

- leto 2014: velik pojav oljne muhe – velik odstotek poškodovanih plodov, velika količina padavin (674 mm) in povprečno temperaturo zraka (16,89°C)
- leto 2015: 5 vročinskih valov z ekstremno povprečnimi temperaturami zraka (19,30°C) in majhno količino padavin (291 mm)
- leto 2016: visoko povprečno temperaturo zraka (19,30°C) in majhno količino padavin (278 mm), ki so v nasprotju s povprečnim letom:
- povprečno leto: povprečna temperatura zraka (17,51°C); količina padavin (482 mm)

Zaradi težko napovedljivih in nepredvidljivih naravnih razmer, ki za zagotavljanje verodostojnosti podatkov zahtevajo kontinuirane in dolgotrajne terenske raziskave, smo predlagali, da se izvajanje projekta podaljša za 6 mesecev in da se zaključek projekta iz meseca julija 2017 prestavi v mesec december 2017. S predlaganim podaljšanjem projektnih aktivnosti smo v obravnavo in pripravo temeljnega dokumenta za namakanje oljk zajeli dodatno vegetacijsko sezono in s tem zagotovili minimalne standarde poljskih poskusov ter zagotovili večjo verodostojnost podatkov.

Obrazložitev 2. podaljšanja: Inštitut za oljkarstvo Znanstveno-raziskovalno središče Koper je dne 22.10.2017 prizadel požar. Požar nam je prizadejal veliko škodo. Prostori in oprema so bili poškodovani. Začasno smo se bili primorani seliti v druge prostore. Zaradi prizadevanj za čimprejšnjo vzpostavitev normalnega delovanja Inštituta priprava v zastavljenem roku ni bila mogoča. Zato smo v mesecu novembru zaprosili za podaljšanje rok za oddajo končnega poročila projekta V4-1411 in Tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji.

7. Najpomembnejši dosežki projektne skupine na raziskovalnem področju⁵

	Dosežek
--	---------

1.	COBISS ID		1539423940	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Različne količine dodane vode Olea europaea L., gojene v vlažnih razmerah	
		ANG	Different quantities of applied water on Olea europaea L. cultivated under humid conditions	
	Opis	SLO	Zaradi vse pogostejših kmetijskih suš, ki se vse bolj pojavljajo tudi v vlažnih mediteranskih območjih, postaja vodeno namakanje neizogiben del kmetijske prakse. Z namenom, da bi ovrednotili vpliv različnih režimov namakanja na rast in pridelek oljk (Olea europaea L.) ter količino oljčnega olja in vsebnost biofenolov smo na območju Jugozahodne Slovenije zasnovali triletni poskus namakanja. Povprečni pridelek oljk, je bil pri obroku enakem 100% potencialne evapotranspiracije občutno večji, kot pri nenamakanih oljkah in oljkah izpostavljenim deficitnemu režimu namakanja (33 in 66% potencialne evapotranspiracije). Medtem, ko se vsebnosti skupnih biofenolov med opazovanimi režimi namakanja med seboj niso razlikovale. Le-to je posledica relativno visoke količine padavin, ki je padla v času vegetacijske sezone. Kljub pozitivnemu vplivu količine padavin na količino pridelka oljk in vsebnost skupnih biofenolov, je bila količina oljčnega olja pri nenamakanih drevesih za 30% manjša, kot je bila le ta pri drevesih izpostavljenim deficitnemu režimu namakanja.	
		ANG	Due to increased occurrence and intensity of agricultural droughts in humid Mediterranean regions, monitored irrigation is becoming an increasingly inevitable element of agricultural practice. To determine the impact of different irrigation regimes on olive tree (Olea europaea L.) growth and crop yield, and of the olive oil production and biophenol content, a 3-year study was conducted in an olive grove located in a relatively humid region of southwestern Slovenia. The mean olive production from trees under full irrigation (replacement of 100% crop evapotranspiration) was significantly higher than those that were only rain fed or were under deficit irrigation (replacement of 33 and 66% crop evapotranspiration). There were no significant differences in total biophenol contents of the olive oil across these irrigation treatments. These irrigation effects can be explained according to the levels of precipitation throughout the growing season. Despite the positive effects of rainfall on these parameters, the mean olive oil yield of the rain-fed olives was about 30% lower than that for the deficit irrigation treatments.	
	Objavljeno v		American Society of Civil Engineers; Journal of irrigation and drainage engineering; 2017; Vol. 143, iss. 9; str. 1-6; Impact Factor: 1.983; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.62; WoS: AE, IM, ZR; Avtorji / Authors: Podgornik Maja, Pintar Marina, Bučar-Miklavčič Milena, Bandelj Dunja	
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID		8644473	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Fiziološki odziv oljke na namakanje - izkušnje iz poskusa Dekani	
		ANG	Physiological response of olive tree to deficit irrigation - experience from Dekani experiment	
	Opis	SLO	Morfološke in fiziološke adaptacije oljki (Olea europaea L.) omogočajo precej veliko toleranco suše. Kljub temu se zaradi ekstremnejših vremenskih razmer, manjše količine oz. manj rednih padavin, in intenziviranja pridelave sušni stres pogosto pojavlja tudi pri tej sadni vrsti. V prispevku predstavljamo fiziološke odzive dreves oljke sorte 'Istrska belica' na sušo v poletju 2015 in učinke deficitnega namakanja na pojavnost stresa. Zmanjšanje vodnega potenciala je pri nenamakanih drevesih vodilo v močno stomatalno omejitev fotosinteze, med tem ko je bila ta pri polno namakanih drevesih manjša. Rezultati nakazujejo, da	

	Dosežek	
		lahko z deficitnim namakanjem sušni stres omilimo oz. skrajšamo njegovo trajanje.
	ANG	Morphological and physiological traits of olive (<i>Olea europaea</i> L.) contribute to its high drought tolerance. Due to more extreme weather conditions, reduced and irregular precipitation, olives nevertheless frequently experience drought stress. In this paper we present physiological response of 'Istrska belica' olive to summer drought in 2015 evaluating the effects of deficit irrigation. Reduced water availability, decrease of water potential, contributed to strong stomatal inhibition of photosynthesis in non-irrigated plants, while this inhibition was much smaller in fully irrigated plants. Results suggest, that a substantial mitigation of water stress and shortening of its duration can be achieved by deficit irrigation.
	Objavljeno v	Strokovno sadjarsko društvo Slovenije; Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017; Str. 159-164; Avtorji / Authors: Vodnik Dominik, Kastelec Damijana, Zupanc Vesna, Podgornik Maja, Pintar Marina, Butinar Bojan
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID	8644729 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO Vodna bilanca in deficitno namakanje v oljkarstvu
	ANG	Water balance and deficit irrigation in olive production
	Opis	SLO Slovenija ima na večini svojega ozemlja ugodno vodno bilanco, vendar postaja zaradi neenakomerne razporeditve padavin in vse pogostejših ekstremnih vremenskih razmer čedalje bolj ranljiva zaradi suše. V letih 2015 in 2016 smo v Slovenski Istri beležili ekstremne sušne razmere, ki so močno vplivale na pridelavo oljk. Z namenom, da bi ovrednotili vodni deficit tal in minimalni namakalni obrok pri pridelavi oljk v ekstremnih sušnih razmerah, smo v intenzivnem oljčnem nasadu zasnovali namakalni poskus z različnimi režimi deficitnega namakanja, ki so temeljili na potencialni evapotranspiraciji (ETp) (15% evapotranspiracija rastline (ETc), 33% ETc, 40% ETc). Rezultati raziskave so pokazali, da se letne količine namakalnih obrokov v ekstremno sušnih razmerah gibljejo med 33 mm in 136 mm. Pri tem je potrebno poudariti, da na količino dodane vode v oljčnih nasadih v ekstremni sušni razmerah poleg lastnosti tal, akumulirane zaloge vode v tleh, močno vplivajo lega in ekspozicija dreves ter osončenost listne površine.
	ANG	Slovenia has good water balance conditions on most of its territory. Due to unfavorable precipitation distribution and frequently appearing extreme weather conditions Slovenia's susceptibility to drought is increasing. In 2015 and 2016 Slovenian Istria recorded extreme dry conditions, which greatly influenced olive production. In order to determine soil water deficit and minimal irrigation ratio in olive production under extreme dry conditions, irrigation experiment in olive orchard was set. Three deficit irrigation treatments, based on percentage of potential crop reference evapotranspiration (ETp) were evaluated (15% crop evapotranspiration ETc, 33% ETc, 40% ETc). Results show that in vegetative period between 33 and 136 mm of water was added. In addition to soil characteristics and accumulated soil water storage also position and exposition of the orchard influence irrigation demand.
	Objavljeno v	Strokovno sadjarsko društvo Slovenije; Zbornik referatov 4. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško, 20.-21. januar 2017; Str. 165-172; Avtorji / Authors: Zupanc Vesna, Podgornik Maja, Butinar Bojan, Pintar Marina
	Tipologija	1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci

8. Najpomembnejši dosežek projektne skupine na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti⁶

Dosežek			
1.	COBISS ID	1537961924	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Deficitni princip namakanja oljčnih nasadov v Slovenski Istri
		ANG	DEFICIT IRRIGATION PRINCIPLES APPLIED TO OLIVE ORCHARD IN SLOVENE ISTRIA
	Opis	SLO	Oljka je anatomsko-morfološko in fiziološko zelo dobro prilagojena na pomanjkanje vode v tleh. Kljub temu lahko vodni primanjkljaj vpliva na slabšo rast in rodnost oljk, v kolikor se pojavi v fazi razvoja (med rastjo poganjkov, razvojem cvetnih brstov, cvetenjem, nastavljanjem plodov, delitvijo in rastjo celic ter akumulacijo olja), ki je za sušni stres najbolj občutljiva. Slovenska Istra se sooča s povečanim tveganjem pojava suš, zaradi česar bo kontrolirano deficitno namakanje oljk postalo nepogrešljiv element kmetijske prakse.
		ANG	The olive tree has anatomical-morphological and physiological adaptations which enable it to cope well with dry conditions and water deficits. However, if water shortage occurs during the development phases (shoot growth, flower bud development, bloom, fruit set, cell division and enlargement and oil accumulation), which are the most susceptible to stress, it can also have a negative effect on the growth and productivity of olive trees. The Slovenian Istria is facing with increased risk of drought. Due to increased occurrence and intensity of agricultural droughts controlled deficit irrigation will become an inevitable element of agricultural practice in Slovene Istria.
	Šifra	B.06	Drugo
	Objavljeno v	Biotehniška fakulteta; Acta agriculturae Slovenica; 2015; Letn. 105, št. 2; str. 337-344; Avtorji / Authors: Podgornik Maja, Bandelj Dunja	
	Tipologija	1.04	Strokovni članek
2.	COBISS ID	1538121668	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Namakanje, nov izziv za oljkarstvo
		ANG	Irrigation, new challenge for oliveculture
	Opis	SLO	Oljka je anatomsko-morfološko in fiziološko zelo dobro prilagojena na pomanjkanje vode v tleh. Kljub temu lahko vodni primanjkljaj vpliva na slabšo rast in rodnost oljk, v kolikor se pojavi v fazi razvoja (med rastjo poganjkov, razvojem cvetnih brstov, cvetenjem, nastavljanjem plodov, delitvijo in rastjo celic ter akumulacijo olja), ki je za sušni stres najbolj občutljiva. Slovenska Istra se sooča s povečanim tveganjem pojava suš, zaradi česar bo kontrolirano deficitno namakanje oljk postalo nepogrešljiv element kmetijske prakse.
		ANG	The olive tree has anatomical-morphological and physiological adaptations which enable it to cope well with dry conditions and water deficits. However, if water shortage occurs during the development phases (shoot growth, flower bud development, bloom, fruit set, cell division and enlargement and oil accumulation), which are the most susceptible to stress, it can also have a negative effect on the growth and productivity of olive trees. The Slovenian Istria is facing with increased risk of drought. Due to increased occurrence and intensity of agricultural droughts controlled deficit irrigation will become an inevitable element of agricultural practice in Slovene Istria.
	Šifra	B.06	Drugo

	Dosežek		
	Objavljeno v	Primorske novice; Primorske novice; 2015; Leto 69, št. 200; str.; Avtorji / Authors: Podgornik Maja	
	Tipologija	1.05 Poljudni članek	
3.	COBISS ID	1538833092	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Vodne razmere v oljčniku jugozahodne Slovenije
		ANG	Water conditions in an olive orchard in south east Slovenia
	Opis	SLO	Oljke so se tradicionalno gojile v naravnem vodnem režimu, saj je veljalo prepričanje, da so odporne na sušo. V gosto nasajenih - intenzivnih in namakanih oljčnikih so bolj pogosti višji pridelki in zmanjšana izmenična rodnost. V izbranem intenzivnem oljčniku Istrske belice smo različne deficitne režime namakanja primerjali s kontrolo (brez namakanja) in z optimalnim namakanjem (100 % ETc). Vsebnost vode v tleh smo spremljali s TDR sondami. Zaloga vode v tleh pri kontroli in 15% ETc je bila med 10% in 20%, pri 100% obravnavi pa je bila le-te optimalna (od 28%-38%), pri 33% ETc - 40% ETc obravnavi pa je dosegla vrednosti poljske kapacitete in sicer v rangi 25%.
		ANG	Olive trees have been traditionally cultivated under rainfall conditions, as they are well known to be resistant to drought. In high-density, irrigated olive orchard, greater yields and reduced alternate bearing behaviour are recorded. However, since most olives are grown in areas subjected to water scarcity, regulated deficit irrigation is a promising technique for achieving quality yield with lower water consumption. In an intensive olive orchard (<i>Olea europaea</i> L., cv. 'istrska belica') in south east Slovenia (Slovenian Istria), soil water conditions under three continuous deficit irrigation treatments (15% crop evapotranspiration (ETc), 33% ETc, 40% ETc) were compared to full irrigation (100% ETc) and rain-fed conditions. Soil water content was measured by using TDR (Time Domain Reflectometry) probes, and in this paper soil water conditions from May through September in 2015 were evaluated. Soil water storage under rain-fed conditions was depleted at the beginning of the study season. Full irrigation (100% ETc) provided optimum soil water conditions, under this treatment soil water content remained in the range of field capacity throughout the season (between 28 and 32 %). Under deficit treatments, 40% ETc and 33% ETc, soil water conditions remained on the lower end of plant available water (around 25 %), intermittently reaching water content of permanent wilting point (18 %). Soil water content under 15% ETc treatment and rain-fed conditions remained between 20 and 10%, which is close to or below permanent wilting point. Amount of water, added with irrigation in the studied period varied between individual tree rows. This indicates at the influence of orchard structure on water demand.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci	
	Objavljeno v	Institute for Adriatic Crops; Book of abstracts; 2016; str. 115; Avtorji / Authors: Zupanc Vesna, Bučar-Miklavčič Milena, Podgornik Maja, Valenčič Vasilij, Vodnik Dominik, Pintar Marina, Butinar Bojan	
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci	
4.	COBISS ID	1538805700	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO	Vpliv ekstremne suše na rast in rodnost sorte Istrske Belice
		ANG	Effects of extreme drought on the vegetative and productive behaviour of olive cultivar 'istrska belica
	Opis	SLO	Severno Sredozemlje je zaradi intenzivnih kmetijskih suš zmeraj bolj občutljivo na klimatske spremembe. Posledično se je povečal interes za deficitni princip namakanja, katerega bistvo je v dodatku manjše količine vode od optimalne. Z namenom, da bi ovrednotili vpliv namakanja na pridelek in vegetativno rast oljk, smo v 17-letnem nasadu Istrske Belice

	Dosežek		
			zasnovali poskus. Rezultati raziskave so pokazali, da namakanje vpliva na rast poganjkov, nastavek plodičev, število plodov na poganjek in pridelek.
	ANG		Northern Mediterranean region's vulnerability to climate change has been highlighted by the increased occurrence and intensity of agriculture droughts in recent years. Consequently, there has been an enormous increase in the interest in "deficit irrigation" approach to irrigation, where water supply is reduced below maximum levels and mild stress is allowed with minimal effects on yield. In order to determine the vegetative and productive response of local variety 'Istrska belica' to variable water quantities applied during the extreme drought season, an experiment was set in a 17 year old olive grove located at Slovenian Istria (southwestern Slovenia). Four irrigation treatments were applied during extreme drought growing season, with applied water in the amount of 15% ETc (crop evapotranspiration), 33% ETc, 40% ETc, 100% ETc and rain fed conditions. Irrigation regime significantly affected the shoot length, fruit set, a number of fruit per shoot and olive production. This finding was also confirmed by further ANOVA analysis, which showed a statistically significant difference (shoot growth $F(4, 190) = 4.84$, $P = 0.00095$; fruit set $F(4, 190) = 2.27$, $P = 0.06$; number of fruit per shoot $F(4, 190) = 4.64$, $P = 0.0134$ and crop yield $F(4, 35) = 5.02$, $P = 0.002$) between irrigation treatments. Although the rain-fed treatment resulted in the smallest yield, the shoot growth of trees under rain-fed conditions was greater (6.05 cm) than that of trees receiving 15% ETc (4.45 cm), 33% ETc (4.35 cm), 40% ETc (3.39 cm) and 100% ETc (2.10 cm) irrigation treatments. Results showed that flowering was not significantly affected by water supply.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops. 2016, str. 30.	
	Tipologija	1.12	Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci
5.	COBISS ID	1538806212	Vir: vpis v obrazec
	Naslov	SLO	Vpliv režimov namakanja na pridelek in kakovost olja iz Istrske belice.
		ANG	Influence of the irrigation treatments on the yield and quality of 'istrska belica' olive oil
	Opis	SLO	V zadnjih letih se slovenski pridelovalci oljčnega olja srečujejo s problemom zagotavljanja konstantnega pridelka in konstantne kakovosti oljčnega olja zaradi ekstremnih vremenskih pogojev. Postavljen je bil avtomatski namakalni sistem z različnimi režimi: kontrola, 15% ETc, 33% ETc, 40% ETc in 100% ETc z namenom, da bi kakovostno ovrednotili minimalen vnos vode za optimalno kakovost pridelka. Merili smo količino pridelka in kakovost pridelka: sestavo maščobnih kislin, vsebnost in sestavo biofenolov ter senzorične značilnosti.
		ANG	In the last years the Slovenian olive growers and producers have faced problems to achieve constant yields and quality of olive oil due to the extreme weather conditions, especially because of the more frequent occurrence of the drought. A technically accomplished pilot automatic irrigation system of olive trees was established. In 2015, the impact of different irrigation treatments (0% ETc (crop evapotranspiration), 15% ETc, 33% ETc, 40% ETc and 100% ETc) on olive variety 'Istrska belica' were studied to determine the minimum amount of added water that has positive effect on the yield and quality of the produced extra virgin olive oil. The study results showed that the quantity of applied water equal to 100% ETc had a significant effect on yield of olive fruits. The average fruit mass of the trees grown under full irrigation (100% ETc) was significantly higher than those given rain-fed and deficit irrigation treatments (15% ETc, 33% ETc, 40% ETc), between no significant differences were found. The fatty acid composition showed the highest amount of oleic acid

	Dosežek	
		(75.61%) at 100% ETc and the lowest amount (74.69%) at 15% ETc, while the highest amount of linoleic acid (6.52%) was determined at 15% ETc, the lowest (5.98%) at 100% ETc. Total biophenol content and biophenol composition was determined. The 40% ETc irrigation system showed the highest amount of total biophenols, total oleuropein and total ligstroside derivatives (1076 mg/kg, 562 mg/kg and 388 mg/kg, respectively), while the lowest results (883 mg/kg, 477 mg/kg and 299 mg/kg, respectively) were determined in control system (0% ETc). The organoleptic assessment of the olive samples showed that the positive sensory attributes of fruity, bitter and pungent were more intensive at 33% ETc and highest graded. Olive oil from non-irrigated trees (0% ETc) received the lowest sensory score.
	Šifra	B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v	Book of abstracts. Split: Institute for Adriatic Crops. 2016, str. 155.
	Tipologija	1.12 Objavljeni povzetek znanstvenega prispevka na konferenci

9. Drugi pomembni rezultati projektne skupine⁷

10. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

10.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Rezultati projekta so pripomogli k postavitvi temeljev za pričetek novih raziskav oljke v nacionalnem prostoru. Z vzpostavljenim ter kontroliranim režimom namakanja oljk in pridobljenimi izkušnjami smo v Sloveniji prvič raziskali kako sušni stres vpliva na fiziologijo oljk, s čemer bo omogočena tudi nadgradnja in podkrepitev dosedanjih raziskav o vplivih tehnoloških novosti na kemijske in senzorične značilnosti slovenskega oljčnega olja. Kljub velikemu socialno ekonomskemu pomenu pridelave oljk in oljčnega olja, so raziskave o sintezi primarnih in sekundarnih metabolitov ter o vplivu stresnih situacij na njihovo sintezo v mednarodnem znanstvenem prostoru precej omejene, v Sloveniji pa novost. Glede na aktualne podnebne spremembe in pojav stresnih situacij, s katerimi se sooča sredozemski pridelovalni prostor, bodo tovrstne raziskave ključnega pomena za prilagajanje tehnologij v kmetijski pridelavi.

Sušni stres, ki nastopi ob pomanjkanju rastlinam dostopne vode v tleh, negativno vpliva na metabolne procese, sprejem hranil ter na fotosintezo. V kolikor se vodni primanjkljaj pojavi v fazi razvoja, ki je za sušni stres najbolj občutljiva, lahko vpliva tudi na slabši razvoj generativnih organov, venenje listov ter posledično na kakovost in količino pridelka. Optimalni obrok namakanja, ki temelji na celotni dejanski evapotranspiraciji, lahko zagotovi maksimalne pridelke, vendar pa lahko pri nekaterih rastlinah negativno vpliva na akumulacijo olja, tvorbo eteričnih olj, zavira dozorevanje plodov ter vpliva na manjšo kakovost pridelka. Poznavanje razsežnosti problematike vodnega stresa pri gojenju oljk, ki na eni strani pozitivno vpliva na akumulacijo olja v plodovih in na drugi strani v ekstremno sušnih razmerah privede do kolapsa presnovnih procesov v rastlini, je temelj za nadaljnje raziskave vpliva sušnega stresa na generativne faze razvoja oljk, morfološke in fiziološke prilagoditve ter vpliva stresnih situacij na izražanje genov. Novost v slovenskem prostoru je tudi spremljanje primarnih metabolitov fotosinteze (sladkorji, sladkorni alkoholi) in sekundarnih metabolitov (biofenolov) v odvisnosti od namakalnega režima že v času dozorevanja tako v plodovih kot v listih. Tako bodo rezultati tovrstnega spremljanja najbolj zastopane sorte 'Istrska belica' novost tudi v mednarodnem prostoru.

ANG

The results of the project have helped to lay the foundations for the start of new olive research in the national space. With the established and controlled regimen of olive irrigation and acquired experience, we first studied in Slovenia the impact of drought stress

affects the physiology of olives, which will also enable the improvement and further argumentation of previous research on the effects of technological innovations on the chemical and sensory characteristics of Slovenian olive oil. Despite the great socio-economic importance of olives and olive oil production, research on the synthesis of primary and secondary metabolites and the impact of stressful situations on their synthesis in international scientific space is rather limited, and in Slovenia a novelty. Given the current climate change and the emergence of stressful situations facing the Mediterranean production area, such research will be crucial for the adaptation of technologies in agricultural production.

Drought stress, because of lack of water in the soil accessible to plants, has a negative effect on the metabolic processes, nutrient reception and photosynthesis. If the water deficit occurs in the development phase, which is the most sensitive to drought stress, it can also affect the poor development of generative organs, withering of leaves, and consequently the quality and quantity of the crop. The optimal irrigation ration, based on total actual evapotranspiration, can provide maximum yields, but in some plants, it may have a negative effect on the accumulation of oil, the formation of essential oils, inhibits fruit maturation and affects the quality of the crop. Knowledge of the importance of the problem of water stress in the cultivation of olives, which on the one hand positively influences the accumulation of oil in the fruits and, on the other, under extreme drought conditions, leads to a collapse of the metabolic processes in the plant, is the basis for further research of the impact of dry stress on generative stages of olive development, morphological and physiological adaptation and the influence of stress situations on the expression of genes. One of the novelties which the project brought in Slovenia is also the monitoring of the primary metabolites of photosynthesis (sugars, sugar alcohols) and secondary metabolites (biophenols) as a function of the irrigation regime during ripening; both in fruits and in leaves. Thus, the results of such monitoring of the most represented "Istrska belica" variety will also be new in the international arena.

10.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Kmetijstvo je gospodarska dejavnost posebnega družbenega pomena s temeljno nalogo zagotoviti zadostno preskrbo z varno hrano. Kmetijstvo se sooča z vedno novimi izzivi, ki izhajajo iz globalizacije svetovnega gospodarstva, rastočega števila prebivalstva in vpliva podnebnih sprememb. Slovenija z domačo pridelavo ne pokriva svojih potreb po kmetijsko-živilskih proizvodih. Zagotavljanje globalne prehranske varnosti je dolžnost vsake države, zato je povečevanje produktivnosti, prilagajanje tehnologij podnebnim spremembam in razvoj novih tehnologij lahko doseženo le s pomočjo vrhunsko usposobljenega in izobraženega kadra, ki se bo znal uspešno soočiti z globalnimi izzivi. V pričakovanih razmerah večjih težav z oskrbo s hrano v svetovnem merilu in pa tudi zaradi spoznanj o negativnih okoljskih učinkih velikih transportov hrane, postaja vprašanje lokalne in regionalne samooskrbe s hrano ponovno pomembno. Zato mora Slovenija krepiti svojo proizvodnjo in si prizadevati za ekonomsko učinkovito pokrivanje dela svojih potreb po hrani in tam, kjer smo in bomo konkurenčni, tudi prispevati k globalni prehranski varnosti. Slovenija največji primanjkljaj kmetijsko-živilskih proizvodov beleži pri sladkorju in rastlinskem olju. S tega vidika je oljkarstvo nacionalnega pomena in s pridelavo lahko bistveno prispeva k večanju samooskrbe Slovenije z rastlinskimi olji. Zaradi težjih razmer pridelovanja (razdrobljenost zemljišč, terase, problem lastništva) se oljkarska panoga razvija kot dopolnilna dejavnost, ki pa lahko v veliki meri prispeva k izboljšanju družinskih prihodkov in je s tega vidika izredno pomembna gospodarska panoga. Strojna obdelava (predvsem obrezovanje in obiranje) je otežkočena, zato so stroški pridelave zelo visoki. In ker je konkurenca na mednarodnem trgu oljčnega olja vedno večja, je za slovensko oljkarstvo zelo pomembno, da lahko zagotavlja vrhunsko kakovost olja. In prav znanje na tem področju lahko pomaga panogi, da se razvija v smeri stalnega spremljanja mednarodnega trenda vrhunske kakovosti. Tako je tudi v luči vse težjih pridelovalnih razmer in vremenskih ekstremov v oljkarstvu nujno potrebno uvajati tehnologije namakanja.

Raziskave na področju namakanja predstavljajo novost v slovenskem prostoru, še posebno na področju oljkarstva. V Operativnih smernicah je opredeljena tudi strategija oljkarstva, ki jasno opredeljuje, da se je v panogi pojavila potreba po prilagoditvi tehnologije pridelave oljk podnebnim spremembam, kot tudi po upravljanju in obvladovanju s tveganji. Pridobljena znanja v projektu o deficitnem načinu namakanja bodo tako služila kot osnova

za oblikovanje nacionalne namakalne strategije na območjih, kjer so razpoložljive vodne količine za potrebe rastlinske pridelave omejene. Prav tako je namakanje nujno potrebno pri pridelavi namiznih oljk, saj potrošnik zahteva stalno kakovost, ki je pri namiznih oljkah odvisna prav od razmerja koščica/meso, ki je v sušnih razmerah popolnoma neustrezno.

ANG

Agriculture is an economic activity of special social importance, with a fundamental task of ensuring sufficient supply of safe food. Agriculture faces ever-new challenges arising from the globalization of the global economy, the growing population and the impact of climate change. Slovenia does not cover domestic demand for its agri-food products. Ensuring global food security is a duty of every country; therefore, increasing productivity, adapting technologies to climate change and developing modern technologies can only be achieved through the help of highly-skilled and educated personnel who will be able to successfully face global challenges. In the expected conditions of major food supply problems on a global scale and because of the findings about the negative environmental effects of large food transports, the question of local and regional food self-sufficiency is becoming important again. Therefore, Slovenia must strengthen its production and work towards the economically effective coverage of its food needs, and where we are and will be competitive, we will also contribute to global food security. Slovenia has the largest shortage of agro-food products in sugar and vegetable oil. From this point of view, the olive industry of national importance and production can make a significant contribution to increasing the self-supply of Slovenia with vegetable oils. Due to the demanding situation of cultivation (fragmentation of land, terraces, problem of ownership), the olive branch is being developed as a supplementary activity, which can greatly contribute to the improvement of family income, and from this point of view, it is an extremely important industry. Machine processing (especially pruning and harvesting) is difficult, therefore the cost of production is very high. And because competition in the international market for olive oil is growing, it is very important for Slovenian olive oil to provide top quality oil. And the right knowledge in this area can help the industry to develop in the direction of continuous monitoring of the international trend of top quality. Thus, in the light of increasingly difficult production conditions and weather extremes in olive growing, it is imperative to introduce irrigation technologies.

Irrigation research is a novelty in Slovenia, especially in the field of olive-growing. The Operational Guidelines also define a strategy for the olive growing, which clearly defines that the industry has had the need to adapt the technology of olive cultivation to climate change, as well as to manage and manage risks. The knowledge gained in the project on the irregular irrigation method will thus serve as a basis for the design of a national irrigation strategy in areas where available aquatic quantities are for crop production purposes limited. Similarly, irrigation is indispensable in the production of table olives, since the consumer requires constant quality, which in table olives greatly depends on the stone/flesh ratio; and it is absolutely inadequate if grown in arid conditions.

11. Vpetost raziskovalnih rezultatov projektne skupine

11.1. Vpetost raziskave v domače okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- ☒ 1 v domačih znanstvenih krogih
- ☒ 2 pri domačih uporabnikih

Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?¹¹

- Domači in tuji pridelovalci oljk severnega Sredozemlja
- Domače in tuje raziskovalne inštitucije
- Tuje založbe

11.2. Vpetost raziskave v tuje okolje

Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

1 v mednarodnih znanstvenih krogih

2 pri mednarodnih uporabnikih

Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujini raziskovalnimi inštitucijami:^{1,2}

inštitucijami:

BI-ME/16-17-027 – Bilateral s Črno goro - Vpliv vremenskih razmer in sušnega stresa na kakovost in senzorične lastnosti oljčnega olja s spremljanjem primarnih metabolitov fotosinteze (sladkorji, sladkorni alkoholi) in sekundarnih metabolitov (fenolne spojine)

Kateri so rezultati tovrstnega sodelovanja:^{1,3}

V Črni gori smo vzorčili oljčne liste leta 2016 v dveh nasadih dreves 'Žutica', ki je bilo zelo sušno, ločeno mlajše in starejše liste. V času obiska dr. Mirjane Adakalić smo v vzorcih iz ČG določili oleuropein, biofenole, sladkorje in sladkorne alkohole. Pri tretjem obisku je Milena Bučar Miklavčič vodila senzorično ocenjevanje slovenskih in črnogorskih oljčnih olj. V vzorcih let 2014, 2015 in 2016 je bilo največ oleuropeina v oljkah pri 40% Etc. V plodovih je bilo več glukoze v primerjavi z manitolom in fruktozo. V plodovih oljke smo našli korelacijo med sladkorji in sladkornimi alkoholi.

Vsebnost oleaceina in oleokantala je v oljčnih oljih korelirala z grenkobo in pikantnostjo. Suša in deževje septembra 2017 sta močno vplivala na biofenole olj. Olja iz oljk, ki so preživele sušo, so vsebovala več oleokantala. Z namakanjem lahko uravnotežimo pikantnost in grenkobo slovenskih in črnogorskih oljčnih olj.

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

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	DA DA NE NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	DA DA NE NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	DA DA NE NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	DA DA NE NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	DA DA NE NE
	Rezultat	

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

F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	DA ☐ DA ☐ NE ☐ NE ☐
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	

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

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

Komentar

--

13. Označite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja					
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja					
G.01.03.	Drugo:					
G.02	Gospodarski razvoj					
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu					
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov					
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje					
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije					
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti					
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost					
G.02.07.	Večji delež izvoza					
G.02.08.	Povečanje dobička					
G.02.09.	Nova delovna mesta					
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih					
G.02.11.	Nov investicijski zagon					
G.02.12.	Drugo:					
G.03	Tehnološki razvoj					
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti					
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti					
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij					
G.03.04.	Drugo:					

G.04	Družbeni razvoj					
G.04.01.	Dvig kvalitete življenja	1	2	3	4	
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja	1	2	3	4	
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave	1	2	3	4	
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti	1	2	3	4	
G.04.05.	Razvoj civilne družbe	1	2	3	4	
G.04.06.	Drugo:	1	2	3	4	
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete	1	2	3	4	
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj	1	2	3	4	
G.07	Razvoj družbene infrastrukture					
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura	1	2	3	4	
G.07.02.	Prometna infrastruktura	1	2	3	4	
G.07.03.	Energetska infrastruktura	1	2	3	4	
G.07.04.	Drugo:	1	2	3	4	
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva	1	2	3	4	
G.09.	Drugo:	1	2	3	4	

Komentar**14. Naslov spletne strani za projekte, odobrene na podlagi javnih razpisov za sofinanciranje raziskovalnih projektov za leti 2015 in 2016¹⁴**
<http://projekti.zrs-kp.si/namakanje>
C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni;
- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja in obdelavo teh podatkov za evidence ARRS;
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki (v primeru, da poročilo ne bo oddano z digitalnima podpisoma);
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta;
- bomo sofinancerjem istočasno z zaključnim poročilom predložili tudi elaborat na zgoščenki (CD), ki ga bomo posredovali po pošti, skladno z zahtevami sofinancerjev.

Podpisi:
 zastopnik oz. pooblaščen oseba
 raziskovalne organizacije:

in

vodja raziskovalnega projekta:

 Znanstveno-raziskovalno središče
 Koper

Bojan Butinar

ŽIG

Datum:

14.3.2018

Oznaka poročila: ARRS-CRP-ZP-2018/31

- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku). [Nazaj](#)
- ² Navedite cilje iz prijave projekta in napišite, ali so bili cilji projekta doseženi. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁴ Navedite morebitna bistvena odstopanja in spremembe od predvidenega programa dela raziskovalnega projekta, zapisanega v prijavi raziskovalnega projekta. Navedite in utemeljite tudi spremembe sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta (t. j. v letu 2016). Če sprememb ni bilo, navedite »Ni bilo sprememb«. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikosti pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite dosežke na raziskovalnem področju (največ deset), ki so nastali v okviru tega projekta.

Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatke, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite dosežke na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti (največ pet), ki so nastali v okviru tega projekta.

Dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka, sistem nato sam izpolni podatke, manjkajoče rubrike o dosežku pa izpolnite.

Dosežek na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.

Povzetek dosežka na področju gospodarstva, družbenih in kulturnih dejavnosti praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 7 in 8 (npr. v sistemu COBISS rezultat ni evidentiran). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja. [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹¹ Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹² Največ 500 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹³ Največ 1.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ¹⁴ Izvajalec mora za projekte, odobrene na podlagi Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »CRP 2016« v letu 2016 in Javnega razpisa za izbiro raziskovalnih projektov Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri« v letu 2016, na spletnem mestu svoje RO odpreti posebno spletno stran, ki je namenjena projektu. Obvezne vsebine spletne strani so: vsebinski opis projekta z osnovnimi podatki glede financiranja, sestava projektne skupine s povezavami na SICRIS, faze projekta in njihova realizacija, bibliografske reference, ki izhajajo neposredno iz izvajanja projekta ter logotip ARRS in drugih sofinancerjev. Spletna stran mora ostati aktivna še 5 let po zaključku projekta. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-CRP-ZP/2018 v1.00

07-69-B4-04-F3-0C-E4-E0-74-16-A3-3C-8C-C6-DD-5F-FA-F1-A4-A3

TEHNOLOŠKE SMERNICE ZA NAMAKANJE OLJK



Koper, 2018

TEHNOLOŠKE SMERNICE ZA NAMAKANJE OLJK

Avtorji: Maja Podgornik, Marina Pintar, Dominik Vodnik, Damijana Kastelec, Vesna Zupanc, Peter Korpar, Jakob Fantinič, Saša Volk, Katja Fičur, Milena Bučar-Miklavčič, Erika Bešter, Vasilij Valenčič, Bojan Butinar

Tehnična urednica: Maja Podgornik

Avtorja fotografij: Maja Podgornik, Jaka Jeraša

Lektoriranje: Vesna Mikolič

Oblikovanje, prelom, tisk: Tiskarna Koštomaj d.o.o.

Založnik: Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Založba ANNALES ZRS Koper

Za založnika: Rado Pišot

Naklada: 500 izvodov

Publikacija je nastala v okviru projekta V4-1411 Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji in V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja – TriN Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri«, ki ga je sofinanciralo Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

Kazalo vsebine

Uvod	5
Vodni viri, vodna pravica – dovoljenje in vodno soglasje	5
Občutljivost oljke na sušo	6
Strategija namakanja oljk	7
Tehnologija dodajanja vode	8
Velikost namakalnega obroka	9
Vpliv sušnega stresa na cvetenje, oplodnjo, akumulacijo olja ter velikost in kakovost pridelka	15
Zahvala	17

Uvod

Dolgotrajni vročinski udari in tropske temperature, ki se vse pogosteje pojavljajo v naših krajih, ter nepravilna časovna razporeditev padavin in omejena razpoložljivost vodnih virov v jugozahodni Sloveniji že predstavljajo problem in sušno ogroženost oljčnih nasadov. Pomanjkanje vode v tleh lahko nadomestimo z ukrepom namakanja (Slika 1), s katerim z dodajanjem vode v času sušnega stresa zagotovimo količinsko in kakovostno primeren pridelek.



Slika 1: Namakanje mladega oljčnika v Slovenski Istri.

Vodni viri, vodna pravica – dovoljenje in vodno soglasje

Pred postavitvijo namakalnega sistema je potrebno zagotoviti vodni vir (Slika 2) in zahtevano vodno dovoljenje, vodno soglasje in odločbo o uvedbi namakanja. Če se za namakanje oljk uporablja voda iz javnega vodnega omrežja, z namensko rabo za kmetijsko dejavnost ni potrebno neposredno pridobiti vodne pravice (za namakanje se pridobi vodno dovoljenje), ker jo je pridobil že izvajalec lokalne javne službe oskrbe s pitno vodo. V primeru, da se objekt, ki bo oskrbovan s pitno vodo (tudi za primere namakanja), nahaja na območju, kjer ni zagotovljeno izvajanje lokalne javne službe oskrbe s pitno vodo, pa je potrebno pridobiti vodno pravico oziroma vodno dovoljenje (117. člen Zakona o vodah). Za poseg v prostor, ki bi lahko trajno ali začasno vplival na vodni režim ali stanje voda, pa je potrebno pridobiti tudi vodno soglasje. V primeru, da bo namakalni sistem vzpostavljen na varovalnem pasu

ali varovanem območju ali s sredstvi Programa razvoja podeželja, je na podlagi Zakona o kmetijskih zemljiščih (ZKZ) (Ur. l. RS, št. 71/11 in spremembe) potrebno pridobiti odločbo o uvedbi namakanja. Postopek pridobivanja le-teh je natančneje opisan v Priročnik za načrtovanje namakanja (Cvejić in sod. 2016).



Slika 2: Vodni viri za namakanje v Slovenski Istri – površinske vode in vodovod.

Občutljivost oljke na sušo

Oljka je zaradi svoje morfološke in fiziološke zgradbe zelo dobro prilagojena na pomanjkanje vode v tleh, kljub temu pa na slabšo rast in rodnost oljk lahko vpliva vodni primanjkljaj, če se pojavi v fazi razvoja, ki je za sušni stres najbolj občutljiva. Tako lahko sušni stres, ki se pojavi v času razvoja socvetij, močno vpliva na pravilni razvoj cvetov. Pomanjkanje vode v fazi cvetenja pa ovira odpiranje cvetnih brstov, kar zmanjšuje možnost opraševanja in oplodnje.

Oljke so na sušni stres občutljive (Slika 3) tudi v fazi hitre rasti plodu (predvsem koščice), ki se pojavi med 4. in 10. tednom po cvetenju. Hitra rast je posledica tako delitve celic kot tudi rasti celic, ki se zaradi primanjkljaja vode lahko močno zmanjša. Velik primanjkljaj vode v tej fazi razvoja ne vpliva samo na trenutno manjše število celic in manjšo velikost celic, ampak tudi na končni volumen in maso plodu. Na končno maso plodu vpliva tudi akumulacija olja, ki se začne 8 tednov po cvetenju. Če je oljka v času akumulacije olja (od sredine avgusta do konca oktobra)

izpostavljena močnemu sušnemu stresu, se delež olja na suho snov v času obiranja pridelka zmanjša, vendar ima lahko zmeren sušni stres obraten učinek. Nekateri avtorji celo poročajo, da je koncentracija olja pri oljkah, ki so izpostavljene zmernemu sušnemu stresu, večja kot pri oljkah, ki so optimalno oskrbovane z vodo in sušnemu stresu niso izpostavljene.



Slika 3: Vpliv sušnega stresa na plod in list oljke.

Strategija namakanja oljk

Izhajajoč iz časovne in količinske omejitve razpoložljivosti vodnih količin v sredozemskem prostoru in ob poznavanju problematike vpliva sušnega stresa na rast, razvoj drevesa ter količino in kakovost pridelka, se v oljkarstvu priporoča uporaba principa »deficitnega namakanja«, kjer oljko namerno oskrbimo z manj vode, kot je to optimalno potrebno. Z namakalnim obrokom nadomestimo le del izgubljene količine vode, ki je enak najmanj 40 % potencialne evapotranspiracije rastline.

Pri deficitnem principu namakanja lahko namakalni obrok dodamo tako, da: (1) polovico koreninskega sistema izbrane rastline izpostavimo sušnemu stresu, drugo polovico pa optimalno oskrbimo z vodo; (2) vodni primanjkljaj enakomerno razporedimo preko celotne rastne dobe ali (3) vodo dodamo samo v kritičnih razvojnih fazah, ko oljka najbolj potrebuje vodo za rast in razvoj.

Tehnologija dodajanja vode

Za izvedbo deficitnega principa namakanja oljk je poleg principa dodajanja vode potrebno izbrati tudi primerno tehnologijo namakanja, ki je različna glede na delovanje namakalne opreme, način dodajanja in količino porabljene vode. Namakalna tehnika, ki omogoča najintenzivnejšo rastlinsko pridelavo ob najvišji stopnji varovanja okolja, je kapljično namakanje, ki poleg majhne porabe energije (delovanje pri nizkem tlaku) zagotavlja racionalno in gospodarno porabo vode. S kapljičnim namakanjem ne namakamo celotne površine nasadov, pač pa vodo dodamo večkrat v manjših obrokih glede na dejanske potrebe rastline, in to samo v območje korenin. Rastlina zato razvije koreninski sistem v manjšem volumnu tal, ki je ob morebitni okvari namakalnega sistema bolj izpostavljen suši. Celoten namakalni sistem je položen na površino ali vkopan v tla, zato se listne površine ne omočijo, zaradi česar tudi ni nevarnosti pojava bolezni.

Zasnova in postavitve kapljičnega namakalnega sistema (Slika 4) sta v veliki meri odvisni od starosti nasada, nagiba in konfiguracije terena ter tipa tal. Pri postavitvi namakalnega sistema v oljčnih nasadih velikokrat uporabljamo tuje namakalne prakse, ki pa za naše klimatske in talne razmere niso primerne. Kapljični namakalni sistem je potrebno prilagoditi izbranemu oljčnemu nasadu, saj so od-le tega odvisni razdalja med namakalnimi linijami in kapljači, tip in kapaciteta kapljačev ter globina polaganja namakalnega sistema v primeru podzemnega namakanja. Posebno pozornost je potrebno nameniti postavitvi namakalnega sistema v mladih oljčnikih. V mladih nasadih, kjer oljke še nimajo močno razvitega koreninskega sistema, je potrebno namakalne linje namestiti oz. prilagoditi tako, da bodo zagotavljale optimalno omočenost tal v fazi razvoja mladih rastlin, kot tudi kasneje, ko bodo drevesa večja, starejša in bo koreninski sistem dobro razvit.



Slika 4: Različni načini nameščanja kapljačev:

1. kapljač nameščen neposredno na namakalno linijo;

2. tlačno kompenzacijski kapljač;

3. in 4. dodatna namakalna cev s kapljači nameščena na namakalni liniji.

Velikost namakalnega obroka

Najprimernejšo velikost namakalnega obroka je pri deficitnem principu namakanja oljk zelo težko ovrednotiti, saj poleg variabilnosti vodnih lastnosti tal, vodnega potenciala in mikroklimatskih lastnosti posameznega nasada ter agrotehničnih ukrepov na količino dodane vode močno vpliva tudi specifični odziv izbrane sorte na vodni primanjkljaj. Velikost namakalnega obroka in režim namakanja sta močno odvisna tudi od motiva namakanja in iskanja kompromisa med kondicijo drevesa, kakovostjo in količino pridelka. Vendar pri načrtovanem deficitnem namakanju vedno izhajamo iz količine optimalnega namakalnega obroka, ko 100-odstotno pokrivamo potrebe rastlin po vodi v skladu s

potencialno evapotranspiracijo rastline. Namakalni obrok določimo na podlagi tal, količine vode v tleh, evapotranspiracije in padavin.

♦ tla in količine vode v tleh

Za pravilno izvedbo namakanja je potrebno pred postavitvijo namakalnega sistema pridobiti osnovne podatke o lastnostih tal (Slika 5), saj je količina vode, ki jo tla pri določenem potencialu zadržijo, močno odvisna od vodnozadrževalnih lastnosti tal izbranega nasada. Ko iz tal odteče vsa gravitacijska voda (odcedna voda, perkolat) in ostane v njih le kapilarna in higroskopsko vezana voda, je dosežena vrednost poljske vodne kapacitete (PK) tal. PK tal je količina vode, ko se zaustavi gravitacijski odtok. Privzamemo, da je takšno stanje doseženo ob matričnem potencialu 0,033 MPa (0,33 bar). Ko matrični potencial vode v tleh doseže vrednost 1,5 MPa (15 bar), nastopi točka venenja (TV). TV je količina vode, pri kateri korenine v tleh nimajo na razpolago dovolj vode za fiziološke procese in rastline začnejo veneti. Za večino gojenih rastlin je točka venenja dosežena, ko tla zadržujejo vodo s silo 1,5 MPa (15 bar). Oljka pa je sposobna sprejeti tudi vodo, ki je v tleh vezana od 2,5 MPa (25 bar) do 3,5 MPa (35 bar). Nekateri avtorji celo navajajo, da lahko pri oljki procesa fotosinteze in transpiracije potekata tudi v razmerah, ko je voda v tleh vezana s silo 5,3 MPa (53 bar).

Količina vode, ki jo tla pri PK in TV zadržijo v sebi, je talno specifična in se za posamezna tla določa v laboratoriju. Na podlagi podatka o količini vode v tleh in njenega vodnega potenciala je mogoče izrisati krivuljo vodnozadrževalnih lastnosti tal, ki nam omogoča vsebinsko oceniti kasnejše merjene vrednosti količine vode v tleh. Krivulja vodnozadrževalnih lastnosti tal je (oz. bi morala biti) obvezna informacija pri načrtovanju namakalnega sistema in eno nujnih orodij pri izvajanju namakanja. Iz tega sledi, da bi jo moral imeti vsak uporabnik namakalnega sistema, še posebej, če izvaja deficitno namakanje, kjer spremljanje vode v tleh ni več možno s tenziometri, ki omogočajo spremljanje vodnega potenciala v relativno vlažnih tleh, kar je primer pri klasičnem namakanju.

Rastlinam dostopna voda – razpoložljiva voda (RV) v tleh je tista voda, ki se zadrži med PK in TV. Rastline imajo različno sposobnost črpanja vode in so zato različno odporne na sušo. Do neke določene količine vode v

tleh, imenovane tudi kritična točka (KT), ki je za posamezno vrsto rastlin in tudi sorto različna, rastlina relativno lahko črpa vodo iz tal (lahko dostopna voda – LDV). V območju pod KT nerazpoložljivost vode ne dovoljuje optimalne rasti in razvoja rastline. Rastlina je v sušnem stresu, ki se lahko odraža tudi v zmanjšanem pridelku. Z namakanjem moramo zato vzdrževati vsebnost vode v tleh nad KT, tako naj oljka ne bi trpela sušnega stresa.

Izračun:

$$RV = PK - TV$$

$$LDV = p * RV$$

$$LDV = PK - KT$$

RV = razpoložljiva voda (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)

PK = poljska kapaciteta (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)

TV = točka venenja (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)

KT = kritična točka (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)

LDV = lahko dostopna voda (masni odstotek ali volumski odstotek ali mm vodne plasti/100 mm tal)

p = delež razpoložljive vode, ki je rastlinam lahko dostopna – za oljko 0,65



Slika 5: Primeri različnih tipov tal na območju Slovenske Istre:

- 1. glineno ilovnata težka tla na lokaciji Dekani;**
- 2. meljasto glinena ilovnata težka tla na lokaciji Korte;**
- 3. meljasto ilovnata srednje težka tla na lokaciji Liminjan;**
- 4. meljasto glinena težka tla na lokaciji Rikorvo.**

Za spremljanje vode v tleh, uravnavanje namakanja, ugotavljanje primerne časa namakanja in avtomatsko proženje namakalnega sistema lahko uporabljamo različne metode in načine spremljanja vode v tleh in rastlini (Slika 6). Res je, da je tenziometer cenovno najbolj dostopna naprava za spremljanje energetskega stanja vode v tleh, vendar le-ta za oljke in izvedbo deficitnega principa namakanja ni primeren, saj je območje delovanja omejeno na 0 do okoli 0,080–0,085 MPa oz. od 0 do 0,85 bar in ne zajema območja vezave vode, ki jo korenine oljk še lahko premagajo. Za merjenje vode v tleh v oljčnih nasadih lahko uporabimo sonde ZDR (metoda Time Domain Reflectometry), s katerimi merimo dielektrično konstanto medija z merjenjem časa, ki ga potrebuje elektromagnetni val za širjenje vzdolž elektromagnetne linije (elektrode), ki je obkrožena s tlemi. Pomanjkljivost metod merjenja vode v tleh je, da en senzor ne odraža dejanskega stanja količine vode

v tleh v celotnem nasadu. Za reprezentativen podatek o količini vode v tleh moramo na obdelovalno površino vgraditi večje število senzorjev. Poleg tega nam metode merjenja vode v tleh ne podajo podatka o fiziološkem stanju rastline in meteoroloških parametrih. Zato se v super intenzivnih nasadih oljk (4 m × 1,5 m) priporoča, da načrtovanje namakalnega obroka pri deficitnem principu namakanja oljk temelji na avtomatskih in neprekinjenih meritvah sušnega stresa v rastlini. Za spremljanje stanja vode v rastlini se lahko uporablja metoda SAP FLOW za neposredne meritve ksilemskega toka, na podlagi katere lahko ocenimo dinamiko transpiracije, sprejem vode v rastlino in porabo vode ter tako določimo primanjkljaj vode in velikost namakalnega obroka. Poleg SAP FLOW lahko uporabimo metodo TRUNK DIAMETER (premer debla), ki omogoča dnevno uravnavanje količine namakalnega obroka na podlagi premera debla. Ta metoda ni primerna za mlade nasade, kjer se premer debla hitro spreminja zaradi intenzivne rasti. Najnovejša metoda spremljanja stanja vode v rastlini je LEAF TURGOR PRESSURE – turgorski tlak lista, kjer s pomočjo ZIM sonde avtomatsko spremljamo zunanji tlak lista, ki je odvisen od turgorja in je obratno sorazmeren z vodnim potencialom lista.



Slika 6: Različne metode in načini spremljanja vode v tleh in rastlini:

- 1. tenziometer,**
- 2. Time Domain Reflectometry metoda,**
- 3. Sap Flow metoda.**

💧 **evapotranspiracija in padavine**

Na izgube vode iz tal vplivata izhlapevanje vode s površine tal oz. proces evaporacije (E) in izhlapevanje vode z listne površine v atmosfero oz.

proces transpiracije (T). Procesa evaporacije in transpiracije sestavljata pojav evapotranspiracije (ET), ki ga izražamo v debelini vodne plasti, ki izhlapi v določenem časovnem intervalu (npr. mm/mesec, mm/dan). V izogib težavam pri določanju evapotranspiracije za vsako posamezno rastlino in njeno razvojno fazo je bil definiran koncept referenčne evapotranspiracije (ET_o), ki nam omogoča primerjavo evapotranspiracije med različnimi okolji in letnimi časi.

Podatek o referenčni evapotranspiraciji za pretekli dan in pretekli teden lahko spremljamo na spletnih straneh ARSO – Agencija republike Slovenije za okolje. Vrednosti referenčne evapotranspiracije (ET_o) se lahko skupaj s koeficientom rastline (K_c) uporabi za izračun potreb po vodi za izbrano rastlino. Koeficient rastline nam pove, kolikšen je popravek referenčne evapotranspiracije za izbrano rastlino v posamezni razvojni fazi v določeni geografski regiji. V klimatskih razmerah jugozahodne Slovenije se v izračunih za oljko upošteva koeficient rastline (zimski in pomladni meseci – 0,70; poletni meseci – od 0,50 do 0,58; jesenski meseci – od 0,65 do 0,69), ki ga je Organizacija za prehrano in kmetijstvo – FAO (Food and Agriculture Organization) določila za subhumidno podnebje Sredozemlja. Produkt referenčne evapotranspiracije in koeficienta rastline definira potencialno evapotranspiracijo rastline (ET_p), ki predstavlja največjo količino vode, ki glede na lastnosti atmosfere in količine razpoložljive energije lahko pride v atmosfero z neprekinjenega območja, v celoti prekrita z izbrano rastlino in dobro oskrbljenega z vodo, ter izraža količino vode, ki jo rastlina potrebuje za njen nemoten razvoj. Poleg evapotranspiracije je za načrtovanje namakalnega obroka priporočljivo spremljati tudi količino padavin (Slika 7), saj si oljka ob blagem sušnem stresu lahko hitro opomore že ob majhni količini padavin. Učinkovitost padavin je 80-odstotna, 20 % padavin odteče ali pa izhlapi.

Izračun:

$$ET_p = ET_o \times K_c$$

ET_p = potencialna evapotranspiracija (mm/dan)

ET_o = referenčna evapotranspiracija (mm/dan)

K_c = koeficient rastline



Slika 7: Meteorološka postaja v oljčniku.

Vpliv sušnega stresa na cvetenje, oplodnjo, akumulacijo olja ter velikost in kakovost pridelka

Primanjkljaj vode, ki se na območju jugozahodne Slovenije pojavi v času aprila, maja in junija, trenutno še ni omejujoč dejavnik, ki bi negativno vplival na razvoj socvetji, cvetenje in oplodnjo, vendar bi zaradi globalnih vremenskih sprememb dolgoročno tak lahko postal. Posebno pozornost je zato potrebno nameniti zimski suši, ki je v jugozahodnem delu Slovenije vse pogostejša in lahko vpliva na cvetenje oljk, ter primanjkljaju vode, ki se pojavi v mesecu juliju in avgustu in že negativno vpliva na rast plodov (intenzivna delitev in rast celic), akumulacijo olja in količino pridelka – oljčnega olja (L olja/drevo). Res je, da z namakanjem ne moremo popolnoma odpraviti izmenične rasti poganjkov in nihanja količin pridelka med leti, vendar lahko spodbudimo vegetativno rast, izboljšamo kondicijo drevesa ter vplivamo na količino pridelka in izboljšamo harmoničnost in aromatičnost oljčnega olja (Slika 8), ki sta parametra kakovosti vrhunskih oljčnih olj.



Slika 8: Vpliv namakanja na kondicijo dreves, količino pridelka, harmoničnost in aromatičnost oljčnega olja.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujejo financerjem projekta in Angelu Hlaju, ki so omogočili izvedbo poskusa namakanja oljk, ter Zali Gačnik za pomoč pri izvedbi meritev.

Avtorji

doc. dr. Maja Podgornik

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper, Slovenija

prof. dr. Marina Pintar

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Milena Bučar-Miklavčič, univ. dipl. inž. kem.

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija

prof. dr. Dominik Vodnik

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za aplikativno botaniko, ekologijo, fiziologijo rastlin in informatiko, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

izr. prof. dr. Damijana Kastelec

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za genetiko, biotehnologijo, statistiko in žlahtnjenje rastlin, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

doc. dr. Vesna Zupanc

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Peter Korpar, dipl. inž. agr.

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo,

Katedra za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

Jakob Fantinič, dipl. inž. agr. (UN)

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija

Saša Volk, univ. dipl. inž. živ. tehnol.

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija

Katja Fičur, dipl. inž. živ. in preh. (UN)

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija

dr. Erika Bešter

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija

doc. dr. Vasilij Valenčič

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija

doc. dr. Bojan Butinar

Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper Slovenija



Publikacija je nastala v okviru projektov V4-1411 Izdelava tehnoloških smernic za namakanje oljk v Sloveniji in V4-1609 Natančnost napovedovanja namakanja – TriN Ciljnega raziskovalnega programa »Zagotovimo.si hrano za jutri«, ki sta ju sofinancirala Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano ter Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.



V4-1411 Izdelava
tehnoloških
smernic za
namakanje oljk v
Sloveniji

V4-1609
Natančnost
napovedovanja
namakanja – TriN



Znanstveno -
raziskovalno
središče Koper
Inštitut za
oljkarstvo

Univerza v Ljubljani



Univerza v
Ljubljani,
Biotehniška
fakulteta



Založba ANNALES
ZRS Koper