

DOI: 10.14720/aas.2015.105.2.17

Agrovoc descriptors: olives, olea europaea, irrigation, growth, crop yield, drought stress, evapotranspiration

Agris category code: f01, f06

Deficitni princip namakanja oljčnih nasadov v Slovenski Istri

Maja PODGORNIK^{1,2}, Dunja BANDELJ^{1,2}

Received Juny 09, 2015; accepted July 20, 2015.

Delo je prispelo 09. junija 2015, sprejeto 20. julija 2015.

IZVLEČEK

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.

Ključne besede: oljka, namakanje, rast, pridelek, evapotranspiracija, sušni stres

ABSTRACT

DEFICIT IRRIGATION PRINCIPLES APPLIED TO OLIVE ORCHARD IN SLOVENE ISTRIA

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.

Key words: olive, irrigation, growth, yield, evapotranspiration, drought stress

1 UVOD

Slovensko ozemlje zavzema 2.072.277 ha površine. Največji del ozemlja prekrivajo gozdovi 54 % (1.184.526 ha) in kmetijska zemljišča 23 % (479.653 ha) (Statistični letopis, 2013). V strukturi kmetijskih zemljišč prevladujejo travniki in pašniki (59 %). Manjši del kmetijskih zemljišč predstavljajo trajni nasadi 5,6 % (26.867 ha), od katerih 7,3 % (1.968 ha) predstavljajo oljčniki. Čeprav oljkarstvo zavzema le 0,38 % kmetijskih zemljišč, je pomembna kmetijska panoga slovenskega prostora, saj poleg ohranjanja kulturne dediščine Sredozemlja, omogoča razvoj turizma in zaposlovanje lokalnega prebivalstva Istrske regije

ter prispeva tudi k večanju samooskrbe z rastlinskimi olji v Sloveniji.

Oljčno olje Slovenske Istre je od leta 2007 kot prvi slovenski proizvod vpisan v evropski register »Register zaščitenih označb porekla in zaščitenih geografskih označb« zaščitenih izdelkov, za katere velja, da morajo biti pridelani, predelani in pripravljani na določenem geografskem območju tako, da je zagotovljena stalna kakovost in sledljivost živila (Breznik in sod., 2007). Poimenovanje zaščitenega porekla »EDOOSI ZOP« velja izključno za »Ekstra deviška oljčna

¹ Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Inštitut za oljkarstvo, Garibaldijska 1, 6000 Koper, Slovenija, maja.podgornik@zrs.upr.si

² Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, 6000 Koper, Slovenija, dunja.bandelj@zrs.upr.si

olja Slovenske Istre«, ki ustrezajo višjim kakovostnim kriterijem v skladu z Uredbo Komisije (EGS) št. 2568/9 navedenim v Elaboratu za postopek priznanja označbe geografsko poreklo »EDOOSI« št. 324-01-7/2002/27. »EDOOSI ZOP« je olje iz različnih sort oljk ('Istrska belica', 'Leccino', 'Buga', 'Črnica', 'Maurino', 'Frantoio' in 'Pendolino') ali iz ene sorte oljk, pridelanih na območju Slovenske Istre. V sortni sestavi predelanih oljk mora biti najmanj 30 % sorte 'Istrska belica'. Sortna značilnost 'Istrske belice' je grenkoba, ki pa se v sušnih letih lahko pojavi v tako veliki intenzivnosti, da je oljčno olje pridelano iz nje izrazito neharmonično in potrošniku neprijetno (Bandelj, 2012).

Podatki kažejo, da ima Slovenija dovolj padavin, vendar zaradi neenakomerne razporeditve postaja slovenski prostor čedalje bolj ranljiv zaradi suše. V zadnjih 25 letih se v povprečju vsako tretje leto srečujemo s sušnimi razmerami. Tudi projekcije spremembe podnebja in potencialni vplivi na evapotranspiracijo in pogostnost kmetijskih suš niso obetavni. Pomanjkanje padavin ali njihova nepravilna časovna razporeditev že predstavlja problem, tveganje in veliko sušno ogroženost v jugozahodni Sloveniji (Sušnik, 2003), kjer so vodni viri za namakanje kmetijskih površin omejeni (Glavan in sod., 2012; Sušnik, 2003).

V Sloveniji se trenutno po podatkih Registra kmetijskih gospodarstev (RKG, 2014) namaka 19 ha oljčnikov, v katerih se večina poslužuje principa »kriznega namakanja«, ki pa je po mnenju strokovnjakov posledica pomanjkanja primarnih strategij rabe vode za potrebe rastlinske pridelave, saj gre za časovno in količinsko nekontrolirano dodajanje vode (Pintar in sod., 2010, Podgornik in sod., 2012a). Številne raziskave na območju Sredozemlja 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 rodnost rastline in s tem hkrati zagotovimo večji pridelok ter trajnostno rabo vodnih virov (Patumi in sod., 1999; Melgar in sod., 2008; Gómez-Rico in sod., 2007; Fernandes-Silva in sod., 2010; Podgornik in sod., 2012b).

Z namenom, da bi opredelili pozitivne in negativne vplive sušnega stresa na rast in rodnost oljke ter sistematično predstavili deficitni princip namakanja oljk, smo izvedli pregled in vsebinsko analizo dostopnih znanstvenih in strokovnih publikacij. S primerjalno analizo pridobljenih virov je bil osnovan teoretični okvir in pridobljen osnovni vpogled v problematiko pomanjkanja vode in kmetijskih suš v oljčnih nasadih, ki bo v pomoč pri nadaljnji vzpostavitvi strategije namakanja slovenskih oljčnikov.

2 PREGLED DOSEDANJIH OBJAV

2.1 Izračun izgube vode iz tal in rastline

Na izgube vode iz tal v večji meri vpliva izhlapevanje vode s površine tal oz. proces evaporacije (E) in izhlapevanje vode z listne površine v atmosfero oz. proces transpiracije (T). Proces 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 stopnje evapotranspiracije za vsako posamezno rastlino in njeno razvojno fazo je bil definiran koncept referenčne evapotranspiracije, ki nam omogoča primerjavo evapotranspiracije med različnimi okolji in letnimi časi (Allen in sod., 1998; Habjan, 2008; Cesar, 2011). Referenčna evapotranspiracija

(ET₀) predstavlja količino vode, ki glede na lastnosti atmosfere in količine razpoložljive energije lahko pride v atmosfero z območja pokritega z referenčno kulturo - travnato rušo (višine 0,12 metra, s konstantno površinsko upornostjo 70 m/s, albedom 0,23) in dobro oskrbljenega z vodo.

Vrednosti referenčne evapotranspiracije (ET₀) 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 Slovenske Istre 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 evapotranspiracijo rastline (ET_c), 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 (Mikoš in sod., 2002) v standardnih razmerah ter izraža količino vode, ki jo rastlina potrebuje za njen nemoten razvoj (Allen in sod., 1998).

2.2 Prilagoditev in odziv oljke na sušni stres

Oljka je anatomsko-morfološko in fiziološko zelo dobro prilagojena na pomanjkanje vode v tleh, visoke temperature in intenzivno sončno obsevanje. Debeli usnjati listi z majhnimi listnimi ploskvami, ki imajo listno povrhnjico na zgornji strani prekrita s kutikulo, na spodnji strani pa s kratkimi zvezdastimi laski, zmanjšujejo izgubo vode skozi površino lista, kar rastlini omogoča boljše gospodarjenje z vodo v ekstremnih razmerah (Connor in Fereres, 2005).

Oljka se na pomanjkanje vode v tleh odzove tudi z zapiranjem listnih rež oz. zmanjšano stomatalno prevodnostjo, ki poveča učinkovitost izrabe vode (WUE – water use efficiency) v ekstremno sušnih razmerah. V sušnih razmerah se v listu rastline močno zmanjša vodni potencial lista. Zaradi zmanjšanja tlačne komponente vodnega potenciala, turgorja, v listni povrhnjici pride do hidropasivnega zapiranja listnih rež in s tem do zmanjšanja stomatalne prevodnosti in izgube vode skozi listno površino. Ob zmanjšanju vsebnosti vode in vodnega potenciala v tkivih oljke je rastlina sposobna vzpostaviti velik gradient vodnega potenciala med listi in koreninami, zaradi česar je oljka v sušnih razmerah sposobna sprejemati tudi vodo, ki je v tleh vezana s silo do 2,5 MPa oz. 25 barov (Wahbi in sod., 2005). Xiloyannis in sod. (1999) ugotavljajo, da vodni stres pri oljki povzroča ustavljanje rasti poganjkov, ne vpliva pa na fotosintetsko aktivnost, kar omogoča kontinuirano sintezo asimilatov in njihovo akumulacijo v različnih delih rastline, še posebno v koreninskem sistemu. Pri zapiranju listnih rež v sušnih razmerah ima pomembno vlogo

tudi zmanjšanje vodnega potenciala v tleh in dehidracija koreninskega sistema. V suhih tleh se v dehidriranem koreninskem sistemu sproži sinteza abscizinske kisline (ABA), ki se prenese v nadzemne dele rastline in v listih spodbudi hidroaktivno zapiranje listnih rež. S hidroaktivnim in hidropasivnim zapiranjem listnih rež se zmanjša stomatalna prevodnost, ki lahko ob manjšem sušnem stresu izboljša absorpcijo vode v rastlino ter poveča učinkovitost izrabe vode (WUE – water use efficiency) (Bongi in Palliotti, 1994; Taiz in Zeiger, 2010).

Navkljub morfološkim, anatomskim in fiziološkim prilagoditvam oljke na omejene vodne zaloge v tleh, so daljša sušna obdobja v fazi rasti eden najpomembnejših vzrokov za pojav majhne in izmenične rodnosti (Cimato in sod., 1999).

Reakcija rastlin na sušni stres je odvisna tudi od fiziološkega stanja ter razvojne faze rastline (Štampar, 2006). V kolikor se sušni stres pojavi v času, ko oljka najbolj potrebuje vodo za rast in razvoj, torej med rastjo poganjkov, razvojem cvetnih brstov, cvetenjem, nastavitvijo plodov, rastjo plodov (intenzivna delitev in rast celic) in akumulacijo olja (Fernandez in Moreno, 1999), lahko sušni stres negativno vpliva na metabolne procese, sprejem hranil, fotosintezo, razvoj generativnih organov, venaenje listov ter posledično na kakovost in količino pridelka (Orgaz in Fereres, 2004).

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 metabolnih procesov v rastlini, je temelj za določitev optimalnega praga sušnega stresa, ki zagotavlja uravnoteženo razmerje med velikostjo pridelka in vsebnostjo olja (Bandelj, 2012).

2.3 Deficitni princip namakanja oljk in tehnologije dodajanja vode

Pomanjkanje vode v tleh nadomeščamo z ukrepom namakanja, s katerim z dodajanjem vode v času sušnega stresa zagotovimo količinsko in kakovostno primeren pridelek. Pri optimalnem namakanju z namakalnim obrokom nadomestimo izgubljeno količino vode, ki je enaka celotni dejanski evapotranspiraciji rastline in nam v času kmetijskih suš zagotovi konstantne in kakovostne

pridelke (Pintar in sod., 2010). Izhajajoč iz časovnih in količinskih omejitev razpoložljivih vodnih količin v sredozemskem prostoru in ob poznavanju problematike vpliva sušnega stresa na gojenje oljk, se uporaba principa »optimalnega namakanja« v oljkarstvu ne priporoča (Pintar in sod., 2010, Podgornik in sod., 2012 b).

Rezultati številnih raziskav so pokazali, da lahko v oljkastvu tudi z uporabo »deficitnega namakanja«, kjer namakalni obrok ne pokriva količine celotne evapotranspiracije rastline (ET_c), pozitivno vpliva na količino pridelka (Patumi in sod., 1999; Melgar in sod., 2008; Gómez-Rico in sod., 2007; Fernandes-Silva in sod., 2010). Pri »deficitnem namakanju« oljko namerno oskrbimo z manj vode, kot je to optimalno potrebno. S tem zmanjšamo količino dodane vode na od 41 % do 85 % optimalnega namakalnega obroka (Pintar in sod., 2010, Podgornik in sod., 2012 b). Deficitno namakanje temelji na načelu, da obrok vode dodamo takrat, ko rastlina dodano vodo najbolj gospodarno uporabi. Kljub temu osnovnemu načelu pa se načini aplikacije vode pri deficitnem namakanju močno razlikujejo.

Dodajanje namakalnega obroka lahko izvedemo tako, da je vodni primanjkljaj enakomerno razporejen preko celotne rastne dobe (CDI – Continus deficit irrigation) (Giorio in sod., 1999), da vodo dodamo samo v kritični razvojni fazi (RDI – regulated deficit irrigation) (Iniesta in sod., 2009) ali da polovico korenkega sistema izbrane rastline izpostavimo sušnemu stresu, drugo polovico pa optimalno oskrbimo z vodo (PRD – Partial rootzone drying) (Fernández in sod., 2006).

Optimalno velikost namakalnega obroka je pri deficitnem principu namakanja oljk zelo težko ovrednoti, saj poleg lastnosti tal, meteoroloških parametrov ter agrotehničnih ukrepov na količino dodane vode močno vpliva tudi specifični odziv izbrane sorte na vodni deficit. Na podlagi rezultatov triletnega poskusa namakanja oljk 'Istrske belice' v Slovenski Istri izvedenega v okviru Ciljno raziskovalnega programa (CRP) »Konkurenčnost Slovenije 2006-2013« - Prilagajanje tehnologij pridelave vremenskim razmeram za doseganje visokih in kakovostnih pridelkov oljk in oljčnega olja (V4-0557) je bilo ugotovljeno, da je v ekstremno sušni rastni dobi (količina padavin od maj do novembra: 262 mm)

za deficitno oskrbo oljk z vodo, kjer je namakalni obrok enak 33 % ET_c, potrebno dodati 1.728 m³/ha vode. V povprečni rastni dobi oljke (maj–november), ko količina padavin znaša 463 mm pa le 729 m³/ha, kar je v skladu s količinami vode (500 - 2.500 m³/ha) izračunane v okviru Slovenskega namakalnega projekta za povprečna leta. Znatno manjše količine vode za deficitno namakanje oljk z namakalnim obrokom enakim 33 % ET_c priporočajo Patumi in sod. (2002), ki so s proučevanjem vpliva namakanja na sorto 'Kalamata' na jugu Italije ugotovili, da je med rastno dobo, ko količina padavin ne preseže 95 mm oz. 74 mm, potrebno dodati samo 290 m³/ha oziroma 490 m³/ha vode. Zgoraj navedene različne količine dodane vode pri namakalnem obroku enakem 33 % ET_c narekujejo, da je potrebno optimalne odmerke vode za deficitno namakanje določiti za vsako pridelovalno območje posebej, saj poleg odziva sorte na vodni deficit, lastnosti tal, meteoroloških parametrov ter agrotehničnih ukrepov na optimalno velikost namakalnega obroka vpliva tudi prilagoditev sortnega izbora na pridelovalni okoliš.

Za izvedbo deficitnega principa namakanja oljk je poleg principa dodajanja vode potrebno izbrati tudi primerno tehnologijo namakanja, saj se te med seboj razlikujejo po delovanju namakalne opreme, načinu dodajanja in količini porabljene vode. Namakalna tehnika, ki omogoča najintenzivnejšo rastlinsko pridelavo ob največjem varovanju 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, ampak 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 izpostavljena suši. Celoten namakalni sistem je položen na površino ali vkopan v tla, zato se listne površine ne omočijo, zaradi česar ni nevarnosti pojava bolezni, kot je le to pri namakanju z oroševanjem (Pintar, 2003).

Namakanje z oroševanjem izvajamo z razpršilci, ki z delovanjem pri visokem tlaku omogočajo enakomerno razporeditev vode po celotni površini. Vodo pri tehniki oroševanja na namakano površino dodajamo čim manjkrat v čim večjih odmerkih

oziroma v tako velikih odmerkih kolikor to dopuščajo lastnosti tal in lastnosti izbrane rastline. Zaradi delovanja namakalne opreme pri visokih tlakih in večjega dela omočene površine je poraba energije in izgube vode pri namakanju z oroševanjem zelo velika (Pintar, 2003).

Na območjih, kjer razpolagamo z velikimi količinami vode in kjer so nakloni obdelovalnih površin majhni, se v oljkastvu poslužujejo namakanja s poplavljanjem in namakanja v brazde. Pri namakanju s poplavljanjem dodamo vodo na celotno površino nasada, tako da se tla popolnoma napojijo z vodo. Na podobnem principu temelji namakanje v brazde, kjer v namakalni kanal (globine 20-30 cm), ki smo ga predhodno zorali s plugom, dodamo vodo (Pintar, 2003; Četin in sod., 2004).

2.4 Vpliv deficitnega namakanja na vegetativno rast in velikost pridelka

Izsledki proučevanja vpliva namakanja na sorte 'Chetoui', 'Chemlali', 'Coratina', 'Picholine' in 'Manzanilla' v Tuniziji (Aïachi-Mezghani in sod., 2012) so pokazali, da vegetativna rast oljk ni odvisna samo od velikosti namakalnega obroka ampak tudi od obremenitve drevesa in količine pridelka. Številni avtorji navajajo, da je v letih z veliko količino pridelka in veliko obremenitvijo dreves zmanjšana rast poganjkov (Lavee in sod., 1999; Melgar in sod., 2008; Martín-Vertedor in sod. 2011). Posledica je zmanjšano število socvetij in manjši pridelek v naslednjem letu. Manjša vegetativna rast oz. rast poganjkov pri večji obremenitvi drevesa in večja vegetativna rast pri manjši obremenitvi drevesa vpliva na nihanje količin pridelka med leti (izmenična rodnost), ki jo kljub optimalni velikosti namakalnega obroka (100 % ETc) ne moremo popolnoma odpraviti (Pierantozzi in sod., 2013). Pri tem pa avtorji ugotavljajo, da je ne glede na velikost pridelka in dolžino poganjka, razvoj socvetij in cvetov močno odvisen od prisotnosti sušnega stresa v času pred in med cvetenjem (Orgaz in Fereres, 2004). Z dodajanjem vode med oblikovanjem socvetij, cvetov, oploditvijo in začetno fazo razvoja plodov lahko povečamo število plodov na poganjek, število plodov na socvetje ter gostoto plodov na poganjek (Grattan in sod., 2006).

Ustrezno dodajanje vode med rastno dobo lahko zagotovi tudi večji prirast debla. Debelino debla, ki

jo v vrhunsko dovršenih namakalnih sistemih spremljajo z dendrometri, uporabljajo kot parameter za dnevno uravnavanje količine namakalnega obroka (Moriani in sod., 2013). Rezultati poskusa namakanja sorte 'Cobrancosa' na Portugalskem (Fernandes-Silva in sod., 2010) in izsledki proučevanja vpliva namakanja na sorto 'Istrska Belica' v Slovenski Istri (Podgornik in sod., 2012b) so pokazali, da je povprečni prirast obsega debla za polovico manjši (letni povprečni prirast debla: 13 % oz. 17 %) pri nenamakanih drevesih, kot pri drevesih izpostavljenih različnim namakalnim režimom (povprečni prirast debla sorte 'Cobrancosa': 25 % - 100 % ETc, 20 % - 30 % ETc; povprečni prirast debla sorte 'Istrska Belica': 51 % - 100 % ETc; 47 % - 66 % ETc; 40 % - 33 % ETc).

Številne raziskave namakanja oljk so pokazale, da se pridelek oljk linearno povečuje s količino dodane vode (Patumi in sod., 1999; Melgar in sod., 2008; Moriana in sod., 2003; Gómez-Rico in sod., 2007, Ahmed in sod., 2007). Rezultati poskusa namakanja sorte 'Cornicabra' na jugu Španije (Gómez-Rico in sod., 2007) in izsledki proučevanja vpliva namakanja na sorto 'Chemlali' v Tuniziji (Ahmed in sod., 2007) so pokazali, da lahko z deficitnim namakanjem oljk dosežemo do 35 % večje pridelke, saj so pri nenamakanih drevesih izmerili manjše pridelke (39 kg/drevo; 26 kg/drevo), kot pri drevesih, ki so bila različno namakana (52-53 kg/drevo; 35-37 kg/drevo). Med različnimi namakalnimi režimi ni bilo statistično značilnih razlik. Podobni rezultati so bili ugotovljeni tudi v študiji proučevanja vpliva namakanja na pridelek oljk sorte 'Istrske belice' v Slovenski Istri, v kateri je bilo dokazano, da so pridelki pri deficitnem principu namakanja z namakalnim obrokom 33 % ETc (23 kg/drevo) in 66 % ETc (21 kg/drevo) za 25 % oz. 19 % večji kot pri kontroli, kjer voda ni bila dodana (17 kg/drevo). Večji pridelek pri 33 % ETc obravnavanju je najverjetneje posledica neheterogenih rastnih razmer, saj je bil poskus namakanja zastavljen na različnih terasah, kjer pogosto prihaja do robnih efektov. Večji povprečni pridelek (31 kg/drevo – 55 %) kot pri kontroli je bil ugotovljen tudi pri namakalnemu obroku 100 % ETc (Podgornik in sod., 2012b).

Z večanjem količine dodane vode se poleg pridelka linearno povečuje tudi število plodov na drevo

(Tognetti in sod., 2006; Grattan in sod., 2006) ter zmanjšuje zrelostni indeks plodov in akumulacija olja v plodovih (Gómez-Rico in sod., 2007; Grattan in sod., 2006). Rezultati raziskav Patumi in sod. (2002), Fernandes-Silva in sod. (2010) ter Podgornik in sod. (2012a) so pokazali, da lahko največjo vsebnost olja v plodovih pri sortah 'Kalamata', 'Cobrançosa' in 'Istrska belica' dosežemo z namakalnim obrokom 33 % ETc oz. 66 % ETc. Nekateri avtorji zaključujejo, da je ekstrakcija olja iz optimalno namakanih plodov

(100 % ETc), ki zaradi pomanjkanja sušnega stresa dozoriyo kasneje in imajo večjo vsebnost vode kot olja, težja kot iz plodov, ki so izpostavljeni zmernemu sušnemu stresu in dozoriyo prej (Fernandes-Silva in sod., 2010). Zaradi kasnejšega dozorevanja in težje ekstrakcije olja iz optimalno namakanih plodov (100 % ETc) Grattan in sod. (2006) priporočajo, da pridelke izpostavljene sušnemu stresu poberejo pred pridelki, ki so optimalno oskrbljeni z vodo.

3 ZAKLJUČKI

Izhajajoč iz časovnih in količinskih omejitev razpoložljivih vodnih virov v sredozemskem prostoru in ob poznavanju problematike vpliva sušnega stresa na gojenje oljk, se v oljkarstvu za zagotavljanje boljših gospodarskih rezultatov izvaja ukrep »deficitnega namakanja«. Z »deficitnim principom namakanja«, kjer namakalni obrok pokriva le 30 % - 60 % evapotranspiracije

(ETc), lahko ob sočasni zmanjšani porabi vode povečamo rodnost rastline in s tem zagotovimo večjo vegetativno rast, večji pridelek in trajnostno rabo vodnih virov ter zagotovimo boljšo kondicijo dreves. Kljub spodbudnim rezultatom številnih raziskav v sredozemskem prostoru, pa je potrebno optimalne odmerke vode za deficitno namakanje določiti za vsako pridelovalno območje posebej.

4 ZAHVALA

Avtorici se zahvaljujeta Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS in Agenciji za raziskovalno dejavnost RS za finančno podporo

ciljno raziskovalnega projekta V4-0557, ki je omogočal prve raziskave namakanja oljk v Sloveniji.

5 VIRI

Ahmed B.C., Rouina B.B., Boukhris M. 2007. Effects of water deficit on olive trees cv. Chemlali under field conditions in arid region in Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 113: 267-277, doi: 10.1016/j.scienta.2007.03.020

Aïachi-Mezghani M., Masmoudi-Charfi C., Gouiaa M., Labidi F. 2012. Vegetative and reproductive behaviour of some olive tree cultivars (*Olea europaea* L.) under deficit irrigation regimes in semi-arid conditions of central Tunisia. *Scientia Horticulturae*, 146: 143-152, doi: 10.1016/j.scienta.2012.07.030

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO, Rome, Irrigation and Drainage Paper, 56

Bandelj D. 2012. Prilaganje tehnologij pridelave vremenskim razmeram za doseganje visokih in

kakovostnih pridelkov oljk in oljčnega olja. Zaključno poročilo o rezultatih ciljnega raziskovalnega projekta. Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče. Koper: 17 str.

Bongi G., Palliotti A. 1994. Olive. V: Handbook of environmental physiology of fruit crops. Temperate Crops. Schaffer B., Andersen P.C. (eds). CRC Press Inc., USA: 165-178

Breznik B., Vöröš S., Bučar Miklavčič M. 2007. Oljčno olje. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana: 10 str.

Cesar P. 2011. Primerjava različnih metod izračuna evapotranspiracije. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 133 str.

Cimato A., Baldini A., Moretti R. 1999. L'olio di oliva: cultivar, ambiente e tecniche agronomiche. Parte 2^a. ARSIA, Firenze, Regione Toscana: 88 str.

- Connor D.J., Fereres E. 2005. The physiology of adaptation and yield expression in olive. *Horticultural Reviews*, 31: 155-229
- Çetin B., Yazgan S., Tipi T. 2004. Economics of drip irrigation of olives in Turkey. *Agricultural Water Management*, 66: 145-151, doi: 10.1016/j.agwat.2003.10.004
- Fernández J.E., Dias-Espejo A., Infante J.M., Duran P., Palomo M.J., Chamorro V., Giron I.F., Villagarcía L. 2006. Water relations and gas exchange in olive trees under regulated deficit irrigation and partial rootzone drying. *Plant Soil*, 284: 273-291, doi: 10.1007/s11104-006-0045-9
- Fernández J.E., Moreno F. 1999. Water use by the olive tree. *Journal of Crop Production* 2:101-162, doi: 10.1300/J144v02n02_05
- Fernandes-Silva A.A., Ferreira T.C., Correia C.M., Malheiro A.C., Villalobos F.J. 2010. Influence of different irrigation regimes on crop yield and water use efficiency of olive. *Plant soil*, 333: 35-47, doi: 10.1007/s11104-010-0294-5
- Giorio P., Sorrentino G., d'Andria R. 1999. Stomatal behaviour, leaf water status and photosynthetic response in field-grown olive trees under water deficit. *Environmental and Experimental Botany*, 42: 95-104, doi: 10.1016/S0098-8472(99)00023-4
- Glavan M., Tratnik M., Cvejić R., Pintar M. 2012. Geoprostorska analiza potencialne ogroženosti kmetijstva v primeru suše. V: Zbornik referatov 23. Mišičev vodarski dan 2012, Maribor, 5. december 2012. Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o.; Drava Vodnogospodarsko podjetje Ptuj: 21-28
- Gómez-Rico A., Desamparados Salvador M., Moriana A., Pérez D., Olmedilla N., Ribas F., Fregapane G. 2007. Influence of different irrigation strategies in a traditional Cornicabra cv. olive orchard on virgin olive oil composition and quality. *Food Chemistry*, 100: 568-578 10.1016/j.foodchem.2005.09.075
- Grattan S.R., Berenguer M.J., Connell J.H., Polito V.S., Vossen P.M. 2006. Olive oil production as influenced by different quantities of applied water. *Agricultural Water Management*, 85: 133-140, doi: 10.1016/j.agwat.2006.04.001
- Habjan M. 2008. Analiza vodne bilance v Vipavski dolini. Diplomsko naloga. Univerza v Ljubljani Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 45 str.
- Iniesta F., Testi L., Orgaz F., Villalobos F.J. 2009. The effects of regulated and continuous deficit irrigation on the water use, growth and yield of olive trees. *European Journal of Agronomy*, 30: 258-265, doi: 10.1016/j.eja.2008.12.004
- Lavee S., Rallo L., Rapoport H.F., Troncoso A. 1999. The floral biology of the olive II. The effect of inflorescence load and distribution per shoot on fruit set and load. *Scientia Horticulturae*, 66: 267-277
- Martín-Vertedor A.I., Rodríguez J.M.P., Losada H.P., Castiel E.F. 2011. Interactive responses to water deficits and crop load in olive (*Olea europaea* L., cv. Morisca). I. Growth and water relations. *Agricultural Water Management*, 98: 941-949, doi: 10.1016/j.agwat.2011.01.002
- Melgar J.C., Mohamed Y., Navarro C., Parra M.A., Benlloch M., Fernandez-Escobar R. 2008. Long term growth and yield responses of olive trees to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 95: 968-972, doi: 10.1016/j.agwat.2008.03.001
- Mikoš M., Kranjc A., Matičič B., Muller J., Rakovec J., Roš M., Brilly M. 2002. Hidrološko izrazje = Terminology in hydrology. *Acta hydrotehnica*, 20/32: 3-324
- Moriana A., Corella M., Girónb I.F., Conejero W., Moralese D., Torrecillas A., Moreno F. 2013. Regulated deficit irrigation based on threshold values of trunk diameter fluctuation indicators in table olive trees. *Scientia horticulturae*, 164: 102-111, doi: 10.1016/j.scienta.2013.09.029
- Moriana A., Orgaz F., Pastor M., Fereres E. 2003. Yield responses of a mature olive orchard to water deficits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128: 425-431
- Orgaz F., Fereres E. 2004. Riego. V: El Cultivo del Olivo. Barranco D., Fernández-Escobar R., Rallo L. (eds.). Mundi-Prensa, Madrid, 285-306
- Patumi M., D'Andria R., Fontanazza G., Morelli G., Giori P., Sorrentino G. 1999. Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive under different irrigation regimes. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 74: 729-737
- Patumi M., D'Andria R., Marsilio V., Fontanazza G., Morelli G., Lanza B. 2002. Olive and olive oil quality after intensive monocone olive growing (*Olea europaea* L., cv. Kalamata) in different irrigation regimes. *Food Chemistry*, 77: 27-34, doi: 10.1016/S0308-8146(01)00317-X
- Pierantozzi P., Torres M., Lavee S., Maestri D. 2013. Vegetative and reproductive responses, oil yield and composition from olive trees (*Olea europaea*) under contrasting water availability

- during the dry winter-spring period in central Argentina. *Annals of Applied Biology*, 164: 116-127, doi: 10.1111/aab.12086
- Pintar M. 2003. Osnove namakanja: s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v severovzhodni Sloveniji. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 49 str.
- Pintar M., Tratnik M., Cvejić R., Bizjak A., Meljo J., Kregar M., Zakrajšek J., Kolman G., Bremec U., Drev D., Mohorko T., Kodre N., Steinman F., Kozelj K., Prešeren T., Kozelj D., Urbanc J., Mezga K. 2010. Ocena vodnih perspektiv na območju Slovenije in možnosti rabe vode v kmetijski pridelavi: Ciljni raziskovalni program: končno poročilo. Biotehniška fakulteta. Ljubljana: 159 str.
- Podgornik M., Pintar M., Arbeiter A., Bandelj D. 2012b. Vpliv sušnega stresa na rast in rodost oljke (*Olea europaea* L.) sorte 'Istrska belica' v Slovenski Istri. V: Zbornik referatov 3. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo. Hudin M. (eds.). Krško, 21.-23. november 2012. Ljubljana: Strokovno sadjarsko društvo Slovenije: 271-275
- Podgornik M., Pintar M., Korpar P., Vuk I., Arbeiter A., Klančar U., Bandelj D. 2012a. Vpliv deficitnega namakanja na pridelek oljk (*Olea europea* L.) sorte 'Istrska belica'. V: Novi raziskovalni pristopi v oljkarstvu: zbornik znanstvenih prispevkov z mednarodnega posveta. Bandelj D., Podgornik M., Arbeiter A. (eds.). Koper, 16. – 17. februar 2012. Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče, Univerzitetna založba Annales: 87-93
- Register kmetijskih gospodarstev 2014. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS. <http://rkg.gov.si/> (16. sep. 2014)
- Statistični letopis Republike Slovenije 2013. Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana, 52: 61 str. http://www.stat.si/StatWeb/doc/letopis/2013/16_13/16-06-13.html (15.mar. 2015)
- Sušnik A. 2003. Dinamika primanjkljaja vode za kmetijske rastline včeraj, danes in jutri. V:14. Mišičev vodarski dan 2003, zbornik referatov, Maribor, 5. december. 2003. Vodnogospodarski biro Maribor, Vodnogospodarsko podjetje Drava: 84–92.
- Štampar F. 2006. Namakanje v sadjarstvu. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 23 str.
- Taiz L., Zeiger E. 2010. *Plant physiology*. Massachusetts, Publishers Sunderland: 777 str.
- Tognetti R., d'Andria A., Lavini G., Morelli B. 2006. The effect of deficit irrigation on crop yield and vegetative development of *Olea europaea* L. (cvs. Frantoio and Leccino). *European Journal of Agronomy*, 25: 356–364, doi: 10.1016/j.eja.2006.07.003
- Wahbi S., Wakrim R., Aganchich B., Tahi H., Serraj R. 2005. Effects of partial rootzone drying (PRD) on adult olive tree (*Olea europaea* L.) in field conditions under arid climate: I. Physiological and agronomic responses. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 106: 289–301, doi: 10.1016/j.agee.2004.10.015
- Xiloyannis C., Dichio B., Nuzzo V., Celano G. 1999. Defence strategies of olive against water stress. *Acta Horticulturae*, 474: 423–426, doi: 10.17660/actahortic.1999.474.86