

Do irrigation practices and the olive fruit curculio (*Rhodocytus cribripennis* (Desbrochers, 1869.)) influence the maturity index of olive cultivar 'Coratina'?

Utječu li praksa navodnjavanja i maslinin svrdlaš (*Rhodocytus cribripennis* (Desbrocher 1869.)) na indeks zrelosti sorte masline 'Coratina'?

Tomislav KOS, Zoran ŠIKIĆ, Marko ZORICA (✉), Ana GAŠPAROVIĆ PINTO, Šimun KOLEGA, Kristijan FRANIN, Šime MARČELIĆ

University of Zadar, Department of ecology, agronomy and aquaculture, Square of Prince Višeslav 9, Zadar, Croatia

✉ Corresponding author: mzorica@unizd.hr

Received: February 25, 2022; accepted: April 25, 2022

ABSTRACT

Olive (*Olea europaea* L.) is a Mediterranean fruit crop that requires irrigation to achieve optimal yield and quality. Irrigation practices and damage of olive fruit curculio (*Rhodocytus cribripennis* (Desbrochers, 1869)), a pest of olive fruit, may be an important factor in determining the stage of fruit maturity, one of the main indicator of of fruit quality. The aim of this paper is to determine how different practices, through the amount and frequency of irrigation, with presence of olive fruit curculio, affect the maturity index of olive, variety 'Coratina'. The research was conducted on 24 olive trees at two locations in Zadar County: Žman (Dugi otok) and Novigrad. Irrigation was performed with a drip system with four variants in three replicates: K (0%) rainfed olives; T1 (PP) irrigation set according to grower experience; T2 (SAN) irrigation set according to evapotranspiration and olive phenology, at up to 80% of field capacity and T3 (100%) where 100% of calculated evapotranspiration was added. Soil analysis determined the field capacity, and evapotranspiration was read from the Pinova™ meteorological station. Harvests was conducted in October 2020 and 2021. For determination of olive fruit curculio infestation and maturity index, 100 fruits per sample were harvested. By processing the data with one-way analysis of variance (ANOVA) and return test (Tukey), the significant effect of irrigation practices on the olive fruit maturity index by treatments, years and locations, single and interdependent, was determined. No effect was found between the presence of olive fruit curculio and the maturity index.

Keywords: irrigation, maturity index, olive fruit curculio, SAN, Zadar County

SAŽETAK

Maslina (*Olea europaea* L.) je mediteranska voćna kultura koja zahtjeva navodnjavanje kako bi se postigao optimalni prinost i kvaliteta. Prakse navodnjavanja i štete od maslininog svrdlaša (*Rhodocytus cribripennis* (Desbrochers, 1869.)), štetnika koji napada plod, mogu biti bitan čimbenik pri određivanju stupanja zrelosti, jednog od glavnih indikatora kakvoće ploda. Cilj rada je utvrditi kako različita praksa, pri određivanju količine i učestalosti obroka navodnjavanja, uz prisutnost svrdlaša, utječe na indeks zrelosti masline, sorte 'Coratina'. Istraživanje je provedeno na 24 stabla masline na dvije lokacije u Zadarskoj županiji: Žman (Dugi otok) i Novigrad. Navodnjavanje je provedeno sustavom kap na kap sa četiri varijante u tri ponavljanja: K(0%) samo kišenje, T1(PP) proizvođač određivao obroke prema iskustvu, T2(SAN) obroci određivani obzirom na evapotranspiraciju i fenofazu razvoja, s do 80% poljskog kapaciteta tla i T3(100%) dodavanje vode do 100% od izračunate evapotranspiracije. Analizom tla određen je poljski kapacitet, a evapotranspiracija je očitavana s meteopostaje Pinova™. Berbe su obavljene u listopadu 2020. i 2021. Za određivanje štete od svrdlaša te indeksa zrelosti ubrano je 100 plodova po uzorku. Obradom podataka jednosmjernom analizom varijance (ANOVA) i povratnim testom (Tukey), utvrđen je statistički značajan utjecaj praksi navodnjavanja na indeks zrelosti ploda masline po tretmanima,

godinama i lokacijama, jednostruko i u međuovisnosti. Nije ustanovljen utjecaj između prisutnosti svrdlaš i indeksa zrelosti.

Ključne riječi: indeks zrelosti, maslinin svrdlaš, navodnjavanje, SAN, Zadarska županija

DETAILED ABSTRACT

Olive (*Olea europaea* L.) is a Mediterranean fruit culture. Although cultivated on shallow and skeletal soil with low soil capacity for water, irrigation is required in order to achieve a satisfactory yield and quality of the olive fruit. The olive fruit curculio *Rhodocytus cribripennis* (Desbrochers, 1869.) is a periodic pest of the olive. With the appearance of adults, it damages the fruit by biting it, which affects the quality. An important factor in harvesting and achieving top quality is the degree maturity index of fruit. The aim of this paper is to determine how different practices, through the quantity and frequency of irrigation, on skeletal and heterogeneous soil, with the presence of olive fruit curculio, influences the fruit maturity index of 'Coratina' variety. The research was conducted on 24 olive trees during 2020 and 2021 at two locations in Zadar County, Croatia: Žman (Dugi otok) and Novigrad. Irrigation was done using a drip system with four variants in three repetitions. The treatments in the experiment represented different irrigation practices: K (0%) - olive trees without irrigation in vegetation, only rain fed, T1 (PP) - production practice, irrigation set according to grower experience, T2 (SAN) - irrigation set according to evapotranspiration and olive phenology, at up to 80% of the field water capacity and T3 (100%) - addition of water up to 100% of the calculated evapotranspiration. The soil analysis determined the field capacity for water, and the precipitation and evapotranspiration were determined using the Pinova™ agricultural meteorological stations. Harvests were done on 12th of October 2020 and 10th of October 2021 at Žman and 23th of October 2020 and 17th of October 2021 at locality Novigrad. One hundred fruits per sample were harvested to determine the damage by olive fruit curculio and maturity index according to the standardized procedure. The statistical processing of data by one-way analysis of variance (ANOVA) and a reverse test (Tukey) determines the influence of irrigation and the presence of olive fruit curculio on the stage of the fruit maturity index. The K treatment had the lowest value of the maturity index at both locations. Taking into consideration treatments and years, in both years the index of maturity showed the lowest value for the treatment of K (from 0,38 to 0,68) and the highest value for the treatment of T3, from 0,51 to 1,19. By treatments and locations, the maturity index was higher at location Novigrad. The effect of the researched irrigation practices on the index of olives fruit maturity by treatments, years and locations, single and interdependence, was determined. Furthermore, results showed that the presence of olive fruit curculio was highest in the rain fed treatment and the treatment where 100% water of the calculated evapotranspiration was added, while the lowest presence was in the treatment where irrigation was determined according to evapotranspiration and olive phenology. Damage from olive fruit curculio to both locations was higher in 2021. There was no statistically determined difference of damages caused by the olive fruit curculio, by treatments and locations. The influence between the presence of olive fruit curculio and the maturity index had a low correlation coefficient ($r = -0,24$) and setting a statistical regression model for this relation was not justified.

UVOD

Maslina (*Olea europaea* L.) vodeća je voćna kultura u Mediteranskom bazenu (Serra-Majem i sur., 2003.). Mediteranske zemlje su glavni proizvođači maslinovog ulja i ostvaruju 97% svjetskog tržišta, koje je procijenjeno na 3.159.500 tona u 2016. godini (IOC, 2016).

Posljedica značajnog porasta potražnje i potrošnje maslinovog ulja su njegova hranjiva vrijednost i korisna zdravstvena svojstva. Kvaliteta djevičanskog maslinovog ulja jako je povezana s indeksom zrelosti ploda pri berbi. Indeks zrelosti je parametar koji na osnovu boje pokožice i mezokarpa pokazuje stupanj spremnosti ploda za berbu. To je osnova za određivanje datuma berbe. Odabir trenutka berbe utječe na kvantitativne i kvalitativne parametre ubranog ploda, a posljedično i ulja.

Porast polinezasićenih masnih kiselina povezan je s gubitkom ukupnih fenola, pigmenta i oksidacijske stabilnosti, kao i s dozrijevanjem masline (Gutiérrez i sur., 2000, Morelló i sur., 2004., Rotondi i sur., 2004., Ayton i sur., 2007). Autori Nsir i sur., (2017.) i Piscopo i sur., (2018) primijetili su smanjenje tendencije kvalitativnih parametara u djevičanskom maslinovom ulju proizvedenom od maslina u kasnijoj fazi sazrijevanja. Tijekom procesa zrenja težina, omjer pulpe i koštice, boja, sadržaj ulja, kemijski sastav ulja i enzimske aktivnosti se drastično mijenjaju u plodovima (Dag i sur., 2011).

U mnogim svjetskim poljoprivrednim područjima, uključujući mediteransko područje, znanstvenici, nestašicu vode i dulja sušna razdoblja potvrđuju kao glavne čimbenike koji ograničavaju proizvodnju masline. Iako je dokazano da je ona, tipična mediteranska kultura koja podnosi sušu te može preživjeti dulja razdoblja nestašice vode, u modernim intenzivnim nasadima potrebno ju je navodnjavati (Lavee, 2011). Odgovor masline na dodatnu vodu je značajan. Da bi se dobio kvalitetan plod masline, a samim time i kvalitetno maslinovo ulje, važno je da se ulje ekstrahira iz neoštećenih plodova optimalne zrelosti (Zelege i Ayton, 2014). Pored toga, fiziološki odgovori i prinosi masline uzgajane pod različitim režimima navodnjavanja opisani su u mnogobrojnim istraživanjima (d'Andria i sur., 2004., 2009., Grattan i sur., 2006., Tognetti

i sur., 2007., Iniesta i sur., 2009.). Različiti vodni režimi utječu na opći razvoj i sastav ploda masline (Alegre i sur., 1999., Chaves i sur., 2010.). Navodnjavanje pozitivno utječe na sadržaj ulja u plodovima masline (Inglese i sur., 1996., Patumi i sur., 1999., Grattan i sur., 2006., Tognetti i sur., 2007., Gucci i sur., 2007., Caruso i sur., 2013.). Štoviše, umjereno navodnjavana stabla masline pogodovala su boljoj ekstrakciji ulja iz svježeg ploda (García i sur., 2017.). Sortiment masline u mediteranskom bazenu je izuzetno raznovrstan, u našem podneblju najviše nalazimo introducirane talijanske i autohtone domaće (koje prevladavaju), te često još morfološki i genetski neobrađene vrste. Od introduciranih talijanskih sorti maslina najzastupljenije su 'Leccino', 'Pendolino', 'Frantoio', 'Ascolana tenera' i 'Coratina'.

'Coratina' je uljna, talijanska sorta masline. Stabla su uspravnog rasta, s rodnim tankim izbojima, osrednje bujna. Autoinkompatibilna je sorta a dobar joj je oprašivač 'Pendolino'. Plod je prema krupnoći velik, sadrži oko 23 % ulja (Krpina i sur., 2004.). Sorta je bogata polifenolima i proizvodi gorka i pikantna ulja. Široko je rasprostranjena u regiji Apulia (Palese i sur., 2010.). Također najzastupljenija je sorta na ravnicama oko Barija u jugoistočnoj Italiji. Izrazito kasno dozrijeva i u nekim slučajevima nikad ne dobiva boju. Ulja su vrlo stabilna i potrebno je paziti na umjerenu gorčinu. Isto tako ova sorta daje ulja jakog zelenog maslinovog, travnatog i zeljastog karaktera i često se koriste za miješanje s rafiniranim uljima (Vossen., 2007.). Tehnologija uzgoja masline osim praćenja fenoloških i morfoloških odlika sorte podrazumijeva i mjere njege usjeva. Upravo ove mjere mogu značajno utjecati na parametre kvalitete ploda u berbi, pa i na indeks zrelosti a jedna od važnijih je i učinkovito suzbijanje štetnih organizama.

Maslinin svrdlaš *Rhodocytus cribripennis* (Desbrocher 1869.) može uzrokovati značajne štete na plodovima masline i gubitke prinosa u rasponu od 30 do 80% (Issaakidis, 1936). Ova vrsta je široko rasprostranjena u Mediteranskom bazenu (Arambourg 1985.). Štete od ovog štetnika su češće nego u prošlosti (Lykouressis i sur., 2005.). Posljednjih godina maslinin svrdlaš, značajniju štetu učini periodično, u razmaku od svakih nekoliko

godina. Štetnik grize mladi plod svojim rilom, najčešće na njegovom vrhu, zato što je na tom mjestu plod najsočniji. Sušenje izgrizenog ploda odvija se od vrha prema peteljci, a zatim otpadaju prvi mladi plodovi. (Bjeliš, 2005.). Kod kasnijeg napada, zbog tvrdoće koštice, ličinka ne ulazi u košticu ploda, već se zadržava na endokarpu. U tom slučaju, kod uboda, tkivo mezokarpa se regenerira, ubodi izgledaju većeg promjera, plodovi ne opadaju i ostanu zelene boje. Međutim, iz takvih plodova dobiva se ulje lošije kvalitete (Žužić i sur., 1996).

Cilj rada je utvrditi kako različita praksa, kroz količinu vode i učestalost obroka navodnjavanja, uz prisutnost maslininog svrdlaš, utječe na indeks zrelosti ploda masline, sorte 'Coratina'.

MATERIJALI I METODE

Lokacije, klima i tlo

U maslinicima na lokacijama, Dugi otok, u blizini mjesta Žman (43.961932 N, 15.122649 E) te kod mjesta Novigrad (44°10'58.5"N 15°33'30.8"E), Zadarska županija, 2020. i 2021. provedeno je istraživanje utjecaja prakse navodnjavanja i svrdlaš na indeks zrelosti masline sorte 'Coratina'. Maslinik na Dugom otoku proteže se na površini od 5 ha te broji 1100 stabala, dok se maslinik u Novigradu nalazi na 2,5 ha s 500 stabala masline.

Klima područja Dugog otoka je sredozemna, podtip otočna, eumediteranska s blagim, kišnim i umjereno vjetrovitim zimama te vrućim i suhim ljetima. Dok s druge strane, klima na području mjesta Novigrad pripada tipu umjereno tople vlažne klime s vrućim ljetima. (Šegota Filipčić i sur., 2003).

Prema podacima očitanim s meteoroloških postaja Pinova unutar maslinika na Dugom otoku (Grafikon 1), ukupne oborine 2020. iznosile su 804 mm, a 2021. 784,4 mm. Na lokaciji Novigrad (Grafikon 2) ukupne oborine 2020. iznosile su 676,5 mm, a 2021. 825,9 mm. Apsolutno maksimalna temperatura na Dugom otoku u obje godine iznosila je 39 °C, dok je u Novigradu, također u obje godine iznosila 37 °C. Apsolutno minimalna temperatura na Dugom otoku 2020. je bila 0 °C, a 2021.

-2,1 °C. Apsolutni minimum u Novigradu je 2020. iznosio -0,8 °C, a 2021. čak -4,7 °C.

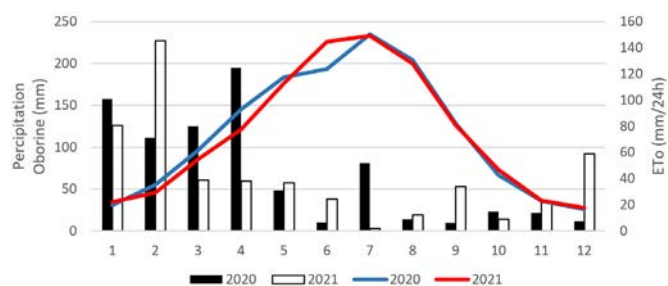


Figure 1. Precipitation and potential evapotranspiration by months, 2020 and 2021, Dugi otok, Žman, Zadar County

Grafikon 1. Oborine i potencijalna evapotranspiracija po mjesecima, 2020. i 2021., Dugi otok, Žman, Zadarska županija

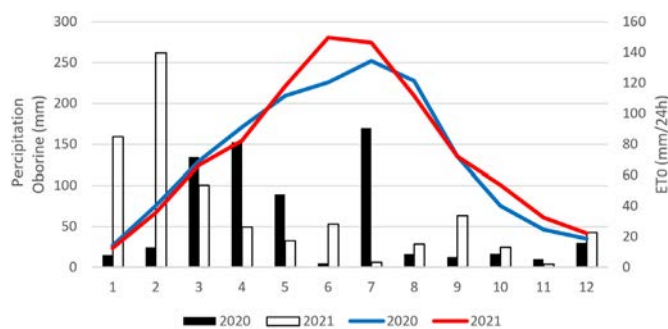


Figure 2. Precipitation and potential evapotranspiration by months, 2020 and 2021, Novigrad, Zadar County

Grafikon 2. Oborine i potencijalna evapotranspiracije po mjesecima, 2020. i 2021., Novigrad, Zadarska županija

Prije postavljanja sustava za navodnjavanje u maslinicima je napravljena analiza tla (Husnjak i sur., 2019.), koja je bila smjernica za određivanje obroka i količine vode dodavane pri navodnjavanju. Terenska pedološka istraživanja sastojala su se od istraživanja unutarnjih i vanjskih morfoloških karakteristika. Tlo je uzorkovano iz pedoloških profila za laboratorijske analize. Standardne fizikalne i kemijske analize tla obavljene su okviru laboratorijskih pedoloških istraživanja. Tla u oba maslinika definirana su kao tipična tla krša na vapnencu, na čiji nastanak je uvelike utjecao čovjek, koji je na ovoj površini kroz stoljeća čistio površine od stijena, krčio šume, podizao suhozide te gradio manje terase (Husnjak i sur., 2019.).

Navodnjavanje

Sustav za navodnjavanje postavljen je na obje lokacije na 24 stabla masline sorte 'Coratina'. Svaka osnovna parcelica u istraživanju sadržavala je dva stabla istog tretmana u tri ponavljanja. Navodnjavanje je obavljeno sustavom „kap po kap“. Spiralno oko svakog stabla su postavljene višegodišnje cijevi za navodnjavanje (PE 16 mm (3/4")) od po 30 samokompezirajućih kapaljki oko svakog stabla u obuhvatu širine krošnje. Tretmani navodnjavanja predstavljaju različitu količinu navodnjavanjem korištene vode po stablu masline: K (0%) - stabla masline bez navodnjavanja u vegetaciji, T1 (PP) - proizvođačka praksa gdje je obroke određivao proizvođač prema iskustvu, T2 (SAN) - obroci su određivani obzirom na evapotranspiraciju i fenofazu razvoja masline, s do 80 % poljskog kapaciteta tla za vodu i T3 (100%) - dodavanje obroka vode do 100% od izračunate evapotranspiracije.

Izračun potrebe za navodnjavanjem napravljen je pomoću formule (1) i (2). Evapotranspiracija je utvrđena prema podacima s meteopostaje Pinova™ u nasadu. Pedološkom analizom definiran je maksimalni kapacitet tla za vodu. Prosječna dubina profila tla i prosječni obujam krošnje određivali su površinu oko debla koja se navodnjava. Početak navodnjavanja određen je kada bi izračuni potvrdili vrijednost lentokapilarne točke venuća. Količinu obroka istečene vode pokazivali su mjerači protoka (552059 digitalni vodomjer) korišteni pri navodnjavanju.

$$IR = ET_c - E_p - R \quad (1)$$

IR = potreba za navodnjavanjem

ET_c = evapotranspiracija masline (potreba kulture za vodom)

E_p = efektivne oborine (sve oborine iznad 10 mm)

R = poljski kapacitet (Serafini i sur., 2007.).

$$ET_c = E_{To} \times K_c \quad (2)$$

E_{To} = referentna evapotranspiracija (Pinova™)

K_c = korelacijski faktor masline.

Navodnjavanje je provedeno na dvije lokacije u dvije godine s različitim količinama dodane vode kroz obroke po različitim praksama navodnjavanja (Tablica 1. i 2.).

Table 1. Quantity of added water per tree and number of irrigations in two years (2020. and 2021.), Dugi otok, Žman, Zadar County

Tablica 1. Količina dodane vode po stablu i broj obroka u dvije godine (2020. i 2021.), Dugi otok, Žman, Zadarska županija

Year	Treatment	Quantity	Irrigated
Godina	Tretman	Količina (l)	Broj obroka
2020	K	0	0
	T1	1393	11
	T2	1261	19
	T3	1800	19
2021	K	0	0
	T1	762	4
	T2	676	10
	T3	1000	10

Table 2. Quantity of added water per tree and number of meals in two years (2020. and 2021.), Novigrad, Zadar County

Tablica 2. Količina dodane vode po stablu i broja obroka u dvije godine (2020. i 2021.), Novigrad, Zadarska županija

Year	Treatment	Quantity	Irrigated
Godina	Tretman	Količina (l)	Broj obroka
2020	K	0	0
	T1	685	9
	T2	1503	14
	T3	1945	14
2021	K	0	0
	T1	600	6
	T2	1085	11
	T3	1585	11

Tijekom vegetacijskih sezona 2020. i 2021., na lokaciji Žman, Dugi otok, navodnjavanje je provedeno od 10. travnja do 18. kolovoza 2020. te od 25. svibnja do 13. rujna 2021. (Tablica 1), a na lokaciji Novigrad od 6. travnja do 13. rujna 2020. i od 31. svibnja do 5. rujna 2021. (Tablica 2).

Utvrđivanje indeksa zrelosti ploda i štete od svrdlaša

Indeks zrelosti utvrđivan je vizualno pri berbi, iz 12 uzoraka. Berbe su obavljene 12. listopada 2020. i 10. listopada 2021. na lokaciji Žman te 23. listopada 2020. i 17. listopada 2021. na lokaciji Novigrad. Jedan uzorak je predstavljalo po 50 plodova s dva stabla određenog tretmana, što je činilo ukupno 100 plodova po uzorku. Vizualno određivanje klasifikacijskih grupa indeksa zrelosti plodova, definirano je prema Guzmán i sur. (2013.) gdje boja pokožice i šara određuju stupanj indeksa zrelosti ploda.

Nadalje, indeks zrelosti (MI) pojedinog uzorka izračunavao se prema formuli (3) gdje se broj plodova iz određene klasifikacijske grupe množi s grupom indeksa zrelosti (A-H) kojoj ti plodovi pripadaju, zatim bi se tih 7 kategorija zbrojilo i sve podijelilo s 100.

$$MI = Ax0 + Bx1 + Cx2 + Dx3 + Ex4 + Fx5 + Gx6 + Hx7 / 100 \quad (3)$$

Pri uzorkovanju i definiranju štete od svrdlaša uzimano je 100 plodova po repeticiji pokusa te je vizualnim pregledom ustanovljen broj plodova napadnut maslinovim svrdlašem.

Statistička obrada podataka

Statistička analiza podataka obavljena je u programu TIBCO Statistica Software Inc. (2018). Indeks zrelosti po tretmanima, po tretmanima i godinama te po tretmanima i lokacijama su skupine podataka koje su statistički obrađene jednosmjernom analizom varijance (ANOVA). Istom su statističkom analizom obrađene štete od maslinovog svrdlaša po tretmanima, po tretmanima i godinama te po tretmanima i lokacijama. Razlika između srednjih vrijednosti uspoređena je i povratnim testom (Tukey). Između šteta od maslinovog svrdlaša i indeksa zrelosti po tretmanima, godinama i lokacijama utvrđivana je povezanost. Određen je njezin koeficijent (r) i jačina.

REZULTATI

Statističkom analizom podataka utvrđen je utjecaj praksi navodnjavanja na indeks zrelosti ploda masline po tretmanima, godinama i lokacijama, jednostruko i u međuovisnosti. Indeks zrelosti po praksama navodnjavanja imao je najnižu vrijednost na praksi bez navodnjavanja (K), tretmani T1 i T2 imali su gotovo jednake vrijednosti dok je T3 ostvario najvišu vrijednost (Grafikon 3).

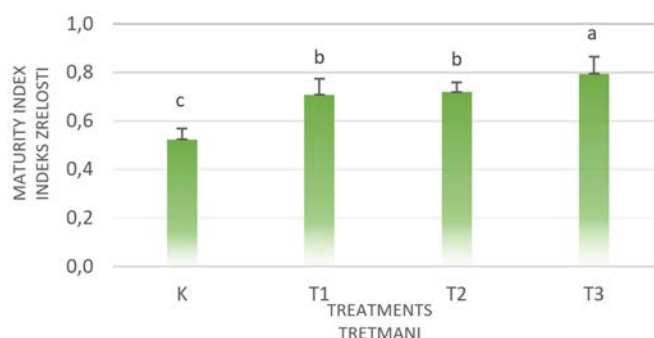


Figure 3. Maturity index by treatments, $n = 100$ (means followed by the same letters were not significantly different at $P < 0.05$ according to the Tukey range test)

Grafikon 3. Indeks zrelosti po tretmanima, $n = 100$ (srednje vrijednosti iza kojih slijede ista slova nisu se značajno razlikovale pri $P < 0,05$ prema Tukey povratnom testu)

Isto tako, uzimajući u obzir tretmane i godine najniže vrijednosti u obje godine postigao je tretman K, dok je T3 imao najviši indeks zrelosti. Tretman T1 je 2020. imao veću vrijednost od T2 dok je 2021. T2 ostvario veći indeks zrelosti ploda (Grafikon 4).

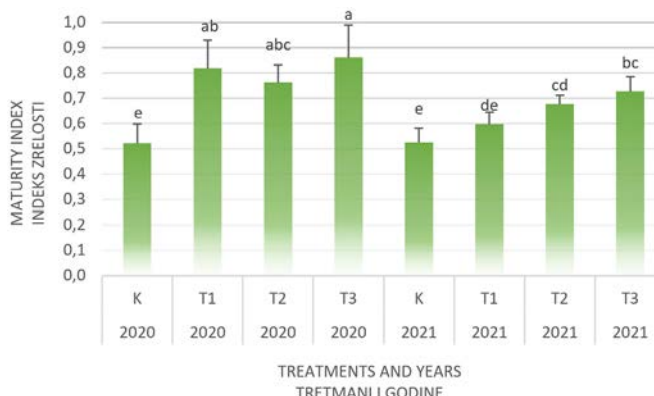


Figure 4. Maturity index by treatments and years, $n = 100$ (means followed by the same letters were not significantly different at $P < 0.05$ according to the Tukey range test)

Grafikon 4. Indeks zrelosti po tretmanima i godinama, $n = 100$ (srednje vrijednosti iza kojih slijede ista slova nisu se značajno razlikovale pri $P < 0,05$ prema Tukey povratnom testu)

Uzimajući u obzir tretmane i lokacije, indeks zrelosti je bio veći na lokaciji Novigrad. Najviše rezultate na Žmanu, Dugi otok, postigli su tretmani T2 i T3, a u Novigradu T1 i T3, dok je najniži na obje lokacije bio tretman K (Grafikon 5).

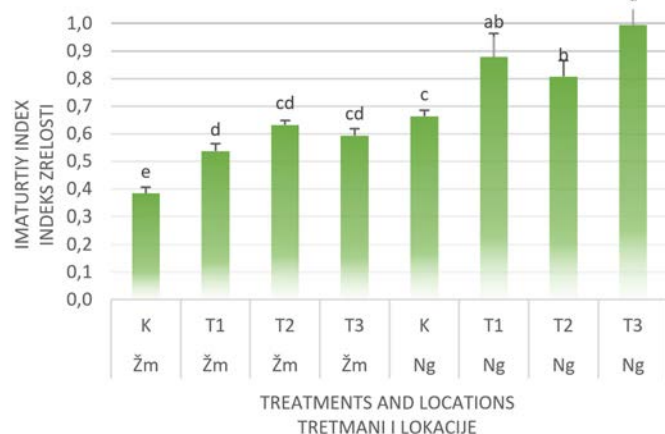


Figure 5. Maturity index by treatments and locations, $n = 100$ (means followed by the same letters were not significantly different at $P < 0.05$ according to the Tukey range test)

Grafikon 5. Indeks zrelosti po tretmanima i lokacijama, $n = 100$ (srednje vrijednosti iza kojih slijede ista slova nisu se značajno razlikovale pri $P < 0,05$ prema Tukey povratnom testu)

Utjecaj *R. cribripennis* na indeks zrelosti ploda masline u ovom istraživanju nije utvrđen. Podatci obrađeni jednosmjernom analizom varijance (ANOVA) te povratnim testom (Tukey) nisu pokazali statistički značajnu razliku između prisutnosti svrdlaš, po tretmanima (Grafikon 6).

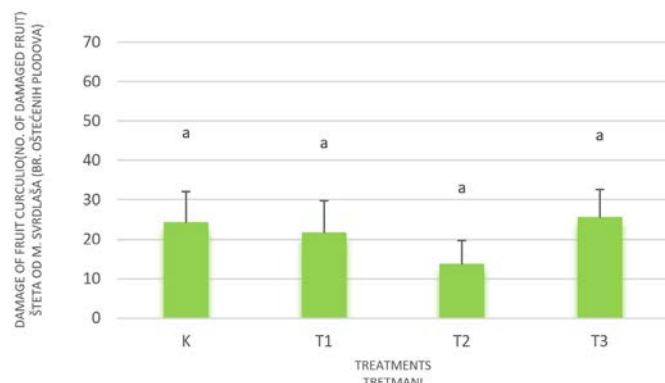


Figure 6. Damages of Olive fruit curculio by treatments, $n = 100$ (means followed by the same letters were not significantly different at $P < 0.05$ according to the Tukey range test)

Grafikon 6. Štete od maslininog svrdlaš, po tretmanima, $n = 100$ (srednje vrijednosti iza kojih slijede ista slova nisu se značajno razlikovale pri $P < 0,05$ prema Tukey povratnom testu)

Nadalje, iako 2020. godine nisu zabilježene štete od maslininog svrdlaš, 2021. najviše štete prouzročio je na tretmanu T1 i K, a najmanje na tretmanu T2 (Grafikon 7).

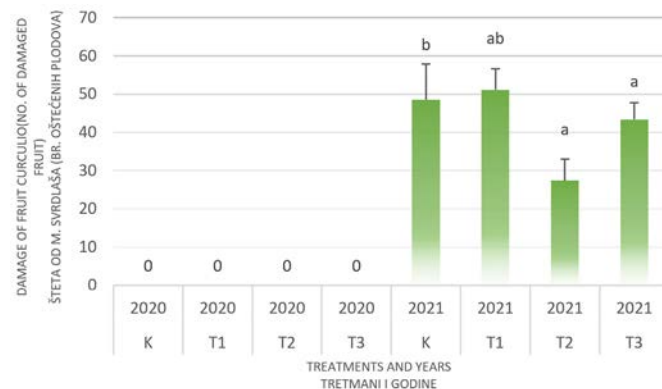


Figure 7. Damages of olive fruit curculio by treatments and years, $n = 100$ (means followed by the same letters were not significantly different at $P < 0.05$ according to the Tukey range test)

Grafikon 7. Štete od maslininog svrdlaš, po tretmanima i godinama, $n = 100$ (srednje vrijednosti iza kojih slijede ista slova nisu se značajno razlikovale pri $P < 0,05$ prema Tukey povratnom testu)

Isto tako, nije dokazana statistička razlika šteta od svrdlaš, po tretmanima i lokacijama (Grafikon 8).

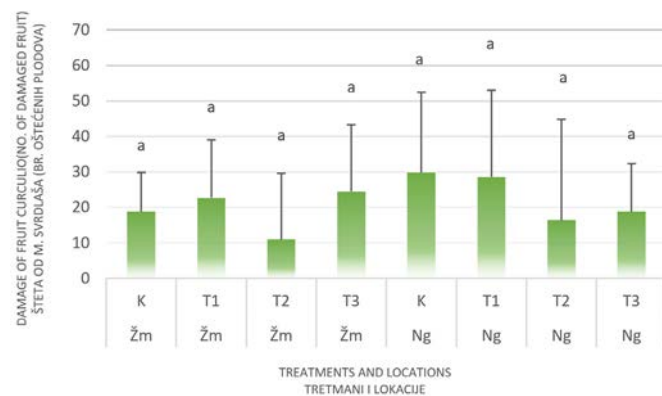


Figure 8. Damages of olive fruit curculio by treatments and locations, $n = 100$ (means followed by the same letters were not significantly different at $P < 0.05$ according to the Tukey range test)

Grafikon 8. Štete od maslininog svrdlaš, po tretmanima i lokacijama, $n = 100$ (srednje vrijednosti iza kojih slijede ista slova nisu se značajno razlikovale pri $P < 0,05$ prema Tukey povratnom testu)

Određena je povezanost između *R. cribripennis* i indeksa zrelosti ploda, njezin je koeficijent (r) iznosio $-0,24$ što pokazuje da je ona slaba. Postavljanje regresijskog modela za ovu povezanost nije bilo opravdano.

RASPRAVA

Više je autora (Faci i sur. (2002), Zeleke i Ayton (2014), Iniesta i sur. (2009)) istraživalo utjecaj prakse i obroka navodnjavanja na indeks zrelosti i kvalitetu ploda masline. Svaki od njih istražuje tretmane različitih praksi i obroka (količine dodane vode) kod različitih sorti i ekoloških uvjeta uzgoja masline. Međutim, postoje određene pravilnosti i rezultati su usporedivi, te vode k zaključku da kod različitih praksi dodavanja vode i određivanja veličine obroka postoji utjecaj na indeks zrelosti kao alata za određivanje optimalnog termina berbe.

Prema Faci i sur. (2002) koji su određivali zrelost plodova masline sorte Arbequina prosječni indeks zrelosti plodova ubranih početkom studenog sa nenavodnjavanih stabala postigao je najveće vrijednosti i značajno se razlikovao od plodova sa stabala navodnjavanih sa 100% i 66% vode od ukupnih zahtjeva za navodnjavanjem. Nasuprot tome, u ovom istraživanju, najmanje vrijednosti indeksa zrelosti u obje godine i na obje lokacije imao je kontrolni tretman bez navodnjavanja, te se statistički značajno razlikovao od ostalih tretmana navodnjavanja. Vrijednosti indeksa zrelosti navedenog rada u obje se godine kreću od 2,4 do 4,9 te su više u odnosu na vrijednosti u ovom istraživanju (0,38 do 1,19), gdje je ranija berba, koja je obavljena s ciljem ostvarenja bolje kvalitete ulja, utjecala na rezultate indeksa zrelosti. Boja pokožice ploda je svjetlija pri ranijoj berbi, odnosno dobivala je šaru kad je dodana veća količina vode.

Također, u istraživanju Zeleke i Ayton (2014) indeks zrelosti plodova sorte 'Corregiola' jasno je pokazao utjecaj režima navodnjavanja na zriobu plodova. Indeks zrelosti plodova pokazao je najveće vrijednosti kod nenavodnjavanih stabala i smanjivao se povećavanjem količine dodane vode. Navedeni rezultati su također oprečni sa rezultatima ovog istraživanja, te kao i u prethodnom istraživanju razlike treba tražiti u vremenu berbe, različitim sortama, području uzgoja, dakle kroz klimatske prilike.

Nadalje, Iniesta i sur. (2009) tijekom trogodišnjeg istraživanja dobili su oprečne rezultate u vrijednostima indeksa zrelosti u posljednje dvije godine (2005. i

2006.) koji se podudaraju s rezultatima ovog istraživanja što pokazuje da deficit navodnjavanja isključivo ne rezultira ranijom zrelosti ploda sorte 'Arbequina'. Dakle, navodnjavanje treba uzeti u obzir kroz multivarijantne procjene jer ono nije uvijek glavni čimbenik koji utječe na indeks zrelosti ploda masline.

Pregledom dostupne literature nisu nađeni podaci o utjecaju maslininog svrdlaša *R. cribripennis* na sazrijevanje i stupanj indeksa zrelosti ploda masline. Razlog tome je što se ovaj štetnik masline pojavljuje periodično, većinom na sortama sitnijeg ploda, ali samo na početku razvoja. Moguće je da je takav napad manje praćen zbog velikog vremenskog odmaka od berbe. Međutim, poznat je utjecaj napada drugog štetnika masline, maslinine muhe (*Bactrocera oleae* Rossi, 1790.) na indeks zrelosti ploda. Istraživači su utvrdili da su sorte masline, koje kasnije sazrijevaju osjetljivije na napad maslinine muhe, zbog prisutnosti zelene boje tijekom razvoja ploda. Kod ovog štetnika, berba ploda s nižim indeksom zrelosti može smanjiti značajne gubitke ulja (Gumassay i sur., 1990.; Bento i sur., 1999.). Premda kod maslininog svrdlaša nije kao kod muhe, dokazana povezanost s promjenom boje, a time i s indeksom zrelosti ploda, može se samo pretpostaviti da štete koje uzrokuje, imaju za posljedicu promjenu boje pokožice.

ZAKLJUČAK

Različite prakse navodnjavanja utječu na indeks zrelosti ploda masline sorte 'Coratina'. Kako se povećavaju količina i obroci dodane vode pri navodnjavanju tako se povećavaju i vrijednosti indeksa zrelosti i to na obje lokacije i u obje godine. Takvi rezultati daju nam mogućnost da pravilnim upravljanjem navodnjavanjem postignemo optimalnu zrelost u određeno vrijeme, a samim time poboljšamo kvalitetu ploda i ulja.

Iako je poznat utjecaj pojedinih štetnika na indeks zrelosti, istraživanjem nije statistički utvrđen utjecaj maslininog svrdlaša na ubrzanje sazrijevanja ploda masline. Zbog periodičnosti pojave *R. cribripennis* koja se uslijed klimatskih promjena može mijenjati, njegov utjecaj na indeks zrelosti ploda masline treba pratiti.

ZAHVALA

Ovo istraživanje provedeno je u sklopu projekta „Smart Agriculture Network“ (SAN - KK.01.2.1.01.0100) sufinanciran od strane Europske unije („IRI - istraživanje, razvoj i inovacije“), operativnog programa „Konkurentnost i kohezija“ 2014.-2020.

Želimo izraziti velike zahvale OPG- u g. Ivce Vlatkovića te OPG-u gđe. Nives i g. Gorana Morovića, što su nam osigurali pilot lokacije, ustupili maslinike te svojom podrškom uvelike doprinijeli realizaciji istraživanja.

Također, zahvaljujemo studentima (Asta Datković, Blanka Vrkić, Dario Klarica, Bruna Babin, Martina Čustić i Sani Burin) Odjela za ekologiju, agronomiju i akvakulturu, Sveučilišta u Zadru, na pomoći pri provedbi istraživanja, u vidu pomoći pri terenskom prikupljanju i očitavanju rezultata mjerenja.

LITERATURA

- Alegre, S., Girona, J., Marsal, J., Arbones, A., Mata, M., Montagut, D., Teixido, F., Motilva, M. J., Romero, M. P. (1999) Regulated deficit irrigation in olive trees. *Acta Horticulturae*, 474, 373–376. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.474.77>
- Arambourg, Y. (1985) Coleoptera, Curculionidae, Rhynchites cribripennis Des. OLIVAE no. 8. IOOC., INRA, Antibes.
- Ayton, J., Mailer, R. J., Haigh, A., Tronson, D., Conlan, D. (2007) Quality and oxidative stability of Australian olive oil according to harvest date and irrigation. *Journal of Food Lipids*, 14, 138–156. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2007.00076.x>
- Bento, A., Torres, L., Lopes, J., Sismeiro, R. (1999) A contribution to the knowledge of *Bactrocera oleae* (Gmel) in tras-osmontes region (north eastern Portugal): phonology, losses and control. *Acta Horticulturae*, 474 p. 541.
- Bjeliš, M. (2005) Zaštita masline u ekološkoj proizvodnji. Solin: Vlastita naklada.
- Caruso, G., Rapoport, H. F., Gucci, R. (2013) Long-term evaluation of yield components of young olive trees during the onset of fruit production under different irrigation regimes. *Irrigation Science*, 31, 37–47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00271-011-0286-0>
- Chaves, M. M., Zarrouk, O., Francisco, R., Costa, J. M., Santos, T., Regalado, A. P., Rodrigues, M. L., Lopes, C. M., (2010) Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*, 105, 1029–1038. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcq030>
- d'Andria, R., Lavini, A., Morelli, G., Patumi, M., Terenziani, S., Calandrelli, D., Fragnito, F., (2004) Effects of water regimes on five pickling and double aptitude olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79, 18–25. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2004.11511731>
- d'Andria, R., Lavini, A., Morelli, G., Sebastiani, L., Tognetti, R., (2009) Physiological and productive responses of *Olea europaea* L. cultivars Frantoio and Leccino to a regulated deficit irrigation regime. *Plant Biosystems*, 143, 222–231. DOI: <https://doi.org/10.1080/11263500802710085>
- Dag, A., Kerem, Z., Yogeve, N., Zipori, I., Lavee, S., Ben-David, E. (2011) Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality. *Scientia Horticulturae*, 127, 358–366. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.11.008>
- Faci, J. M., Berenguer, M. J., Espada, J. L., Gracia, S. (2002) Effect of variable water irrigation supply in olive (*Olea europaea* L.) Cv. Arbequina in Aragon (Spain). I. Fruit and oil production. *Acta Horticulturae*, 586, 341–344. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.586.67>
- García, J. M., Morales-Sillero, A., Pérez-Rubio, A. G., DíazEspejo, A., Montero, A., Fernández, J. E. (2017). Virgin olive oil quality of hedgerow “Arbequina” olive trees under deficit irrigation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 1018–1026. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7828>
- Grattan, S. R., Berenquer, 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: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.04.001>
- Gucci, R., Lodolini, E. M., Rapoport, H. F. (2007) Productivity of olive trees with different water status and crop load. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82, 648–656. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.2007.11512286>
- Gumassay, B., Ozilbey, U., Ertem, G., Oktar, A. (1990) Studies on the susceptibility of some important table and oil olive cultivars of Aegean region to olive fly (*Dacus oleae* Gmel), Turkey. *Acta Horticulturae*, 286–359. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.286.73>
- Gutiérrez, F., Varona, I., Albi, M. A. (2000) Relation of acidity and sensory quality with sterol content of olive oil from stored fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 1106–1110. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf9907337>
- Guzmán, E., Baeten, V., Fernández P., Mesa, J. G., Antonio, J. (2013) Determination of the olive maturity index of intact fruits using image analysis. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 1462–1470. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1123-7>
- Husnjak, S., Magdić, I., Balog, N. (2019) Elaborat; Značajke antropogenih tala maslinika na području Novigrada u ravnim kotarima i Žmana na Dugom otoku. Projekt SAN jn-68/2018 Zagreb: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za pedologiju.
- Inglese, P., Barone, E., Gullo, G. (1996) The effect of complementary irrigation on fruit growth, ripening pattern and oil characteristics of olive (*Olea europaea* L.) cv. Carolea. *Journal of Horticultural Science*, 71, 257–263. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.1996.11515404>
- 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: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.12.004>
- IOC (International Olive Council). (2016) Market newsletter of international olive oil council. Available at: <http://www.internationaloliveoil.org> [Accessed 10 February 2022].
- Issaikidis, K. A. (1936) Lectures on Agricultural Entomology. Agricultural College of Athens (Students Notes).

- Krpina, I., Vrbaneč, J., Asić, A., Ljubičić, M., Ivković, F., Ćosić, T., Štambuk, S., Kovačević, I., Perica, S., Nikolac, N., Zeman, I., Zrinščak, V., Cvrlje, M., Janković – Čoko, D. (2004) Voćarstvo. Zagreb: Nakladni zavod Globus.
- Lavee, S. (2011) The revolutionary impact of introducing irrigation-intensification to the olive oil industry. *Acta Horticulturae*, 888, 21–30. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.888.1>
- Lykouressis, D., Kapsaskis, A., Perdakis, D., Vatos, A., Fantinou, A. (2005) Fruit damage by *Rhynchites cribripennis* (Desbr.) (Coleoptera: Attelabidae) and its population in an olive grove. *IOBC/wprs Bulletin*, 28 (9), 135–140.
- Morelló, J. R., Motilva, M. J., Tovar, M. J., Romero, M. P. (2004) Changes in commercial virgin olive oil during storage, with special emphasis on the phenolic fraction. *Food Chemistry*, 85, 357–364.
- Nsir, H., Taamalli, A., Valli, E., Bendini, A., Gallina Toschi, T., Zarrouk, M. (2017) Chemical composition and sensory quality of Tunisian “Sayali” virgin olive oils as affected by fruit ripening, Toward an appropriate harvesting time. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94, 913–922. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11746-017-3000-4>
- Palese, A. M., Nuzzo, V., Favati, F., Pietrafesa, A., Celano, G., Xiloyannis, C. (2010) Effects of water deficit on the vegetative response, yield and oil quality of olive trees (*Olea europaea* L., cv Coratina) grown under intensive cultivation. *Scientia Horticulturae*, 125, 222–229. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.03.025>
- Patumi, M., D'andria, R., Fontanazza, G., Morelli, G., Giorio, P., Sorrentino, G. (1999) Yield and oil quality of intensively trained trees of three cultivars of olive (*Olea europaea* L.) under different irrigation regimes. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 74, 729–737. DOI: <https://doi.org/10.1080/14620316.1999.11511180>
- Piscopo, A., Zappia, A., De Bruno, A., Poiana, M. (2018) Effect of the harvesting time on the quality of olive oils produced in Calabria. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 120, 1700304.
- Rotondi, A., Bendini, A., Cerretani, L., Mari, M., Lercker, G., Toschi, T.G. (2004) Effect of olive ripening degree on the oxidative stability and organoleptic properties of cv. Nostrana di Brisighella extra virgin olive oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 3649–3654. DOI: <https://doi.org/10.1016/10.1021/jf049845a>
- Serafini, F., Sbitri, M. O., Tombesi, A., Tombesi, S., d'Andria, R., Lavini, A., Saavedra, M., Jardak, T., Fernández-Escobar, R. (2007) Production techniques in olive growing. Madrid: International Olive Council.
- Serra-Majem, L., de la Cruz, J. N., Ribas, L., Tur, J. A. (2003). Olive oil and the Mediterranean diet, beyond the rhetoric. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57, S2–S7. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601801>
- Servili, M., Esposto, S., Lodolini, E., Selvaggini, R., Taticchi, A., Urbani, S., Montedoro, G., Serravalle, M., Gucci, R. (2007) Irrigation Effects on Quality, Phenolic Composition, and Selected Volatiles of Virgin Olive Oils Cv. Leccino. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (16), 6609–6618. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf070599n>
- Šegota, T., Filipčić, A. (2003) Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje. *Geoadria*, 8 (1), 17–37.
- TIBCO Statistica, v. 13.5.0, TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA, (2018) Available at: <https://docs.tibco.com/products/tibco-statistica-13-5-0>
- Tognetti, R., d'Andria, R., Sacchi, R., Lavini, A., Morelli, G., Alvino, A., (2007) Deficit irrigation affects seasonal changes in leaf physiology and oil quality of *Olea europaea* (cultivars Frantoio and Leccino). *Annals of Applied Biology*, 150, 169–186. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2007.00117.x>
- Vossen, P. (2007) Olive Oil: History, Production, and Characteristics of the World's Classic Oils. *HortScience*, 42 (5), DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1093>
- Zelege, K. T., Ayton J. (2014). Fruit and oil quality of olive (*Olea europaea* L.) under different irrigation regimes and harvest times in south eastern Australia. *Journal of Food Agriculture & Environment*, 12, 458–464.
- Žužić, I., Škarica, B., Bonifačić, M. (1996). Maslina i maslinovo ulje visoke kakvoće u Hrvatskoj. Punat: vlastita naklada “Mario Bonifačić”.