

Klimatske promjene i maslinarstvo

Sažetak

Klimatske promjene stavljaju na kušnju maslinare 21. stoljeća te ih prisiljavaju na adekvatnu i provjerenu tehnologiju uzgoja u cilju zaštite od potencijalnih prijetnji. Zemlje mediteranskog bazena suočavaju se s velikim promjenama i izazovima koje uzrokuju posljedice globalnog zatopljenja kao što su temperaturni ekstremi i nepovoljan raspored oborina. Mnoge regije postaju nepogodne za uzgoj maslina, dok se u drugima počinju stvarati idealni uvjeti za maslinarstvo i poljoprivrednu proizvodnju općenito. Grčka i Italija su pretrpjele ogromne gubitke uslijed klimatskih promjena, stoga nam njihovi primjeri služe kao okosnica u kreiranju razvojnih strategija za maslinarstvo.

Ključne riječi: globalno zatopljenje, klimatske promjene, maslina, maslinarstvo

Uvod

Poljoprivreda je izložena klimatskim promjenama obzirom da poljoprivredne aktivnosti izravno ovise o klimatskim uvjetima, ali ujedno i utječu na njih ispuštanjem stakleničkih plinova (EEA, 2015). Klima se definira kao prosječno stanje atmosfere nad određenim mjestom u određenom razdoblju uzimajući u obzir prosječna i ekstremna odstupanja (Conrad, 1936). Konferencija Međunarodnog meteorološkog odbora 1935. godine u Varšavi donosi koncept 30-godišnjeg klimatološkog svjetskog standarda za izračun klimatskih normala. Srednje vrijednosti klimatskih parametara, tzv. klimatske normale, daju uvid u klimatske osobitosti područja. Usporedbom klimatskih parametara za različita 30 godišnja razdoblja može se steći uvid u stabilnost klimatskih prilika nekog područja.

Klimatske promjene dugoročna su promjena u prosječnim vremenskim obrascima, one imaju širok spektar promatranih učinaka koji su sinonim za pojam klimatskih promjena. Zahvaljujući prirodnom efektu staklenika, koji održava prosječnu globalnu temperaturu na 15°C omogućen je život na Zemlji. Promjene opažene u klimi od početka 20. stoljeća potaknute ljudskim aktivnostima povećavaju koncentraciju stakleničkih plinova te na taj način utječu na povećanje zemljine prosječne temperature. Otprilike 60 do 70% efekta staklenika posljedica je vodene pare, 25% ugljičnog dioksida, 5% metana, dušikovog oksida 2% i 1% freona. Prirodni procesi također mogu pridonijeti klimatskim promjenama poput cikličkih obrazaca oceana (La Niña, El Niño –ENSO, i Decifalna oscilacija Pacifika -PDO), vulkanske aktivnosti, promjene Sunčeve energije, promjene u Zemljinj orbiti (NASA, 2020).

Svjetska meteorološka organizacija (WMO) i program za okoliš Ujedinjenih naroda (UNEP) osnivači su Međuvladinog tijela za klimatske promjene - IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Prema IPCC-u posljednjih 50 godina aktivnosti poput izgaranja fosilnih goriva, sječe šuma i intenzivne poljoprivrede uzrokovale su zagrijavanje Zemlje.

¹ doc. dr. sc. Kristina Batelja Lodeta, Vita Čorluka, mag. ing. agr., doc. dr. sc. Vesna Očić, doc. dr. sc. Branka Šakić Bobić, prof. dr. sc. Snježana Kereša, prof. dr. sc. Snježana Bolarić, doc. dr. sc. Aleksandra Perčin, doc. dr. sc. Jelena Gadže, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

² doc. dr. sc. Josip Gugić, Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora, Ruđera Boškovića 37, 21000 Split, Hrvatska

³ dr. sc. Ines Pohajda, Ministarstvo poljoprivrede, Ul. grada Vukovara 78, 10000, Zagreb
Autor za korespondenciju: kbatelja@agr.hr

U Republici Hrvatskoj u 2017. godini emisija stakleničkih plinova iznosila je prema Eurostatu (2019) 0,6% od ukupne emisije ili 25,5 milijuna tona ekvivalenta CO₂. U 2017. godini, emisija stakleničkih plinova u EU smanjena je za 22% u usporedbi s razinama iz 1990. godine, što predstavlja apsolutno smanjenje od 1,240 milijuna tona ekvivalenta CO₂ (Eurostat, 2019).

U RH na snagu je stupio Zakon o klimatskim promjenama i zaštiti ozonskog sloja (NN 127/2019) 01.01.2020. godine kojim je uređeno cjelokupno područje zaštite okoliša i smanjivanja utjecaja klimatskih promjena. Strategija prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (NN 46/20) usvojena je 7. travnja 2020. godine, koja određuje ciljeve i prioritete za provedbu mjera prilagodbe klimatskim promjenama. Akcijskim planom za petogodišnja razdoblja detaljno se razrađuju mjere i aktivnosti, vremenski rokovi za provedbu, potrebna sredstva, izvori financiranja te nositelji i sunositelji aktivnosti.

Povelje o klimatskim promjenama

Konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change) potpisana je 1992. godine u Rio de Janeiru, a ratificiralo ju je 195 zemalja. Potpisivanjem sporazuma države članice su prepoznale klimatske promjene kao prijatnu te se obvezale za pronalazak zajedničke 'klimatske politike'. Tijekom godina zajednička 'klimatska politika' se nadograđivala brojnim protokolima i amandmanima koji su sve striktnije i eksplicitnije nalagale dužnosti ugovornih stranaka (Hunter i sur., 2011). Jedan od ciljeva bio je stabilizacija koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi na prihvatljivu razinu koja nema negativne učinke na klimatski sustav. To je zahtijevalo implementaciju ekoloških zakona u nacionalne vlade razvijenih zemalja, prema kojima se iste obvezuju ublažiti klimatske promjene smanjenjem emisije stakleničkih plinova na razinu iz 1990. godine. Dvojako se postupalo prema dvama tipovima zemalja članica. Razvijene zemlje imaju više obaveza i restrikcija, dok se zemljama u razvoju pomaže financijskih sredstvima i tehnološkim transferom. Sporazumom u Rio de Janeiru prihvaća se i održivi razvoj, koji podjednako uvažava socijalnu, okolišnu i ekonomsku razvojnu komponentu. Do 1997. godine bilo je prihvaćeno da su ljudske aktivnosti najveći krivac za klimatske promjene velikih razmjera i globalno zatopljenje. Protokol iz Kyota, potpisan 11. prosinca. 1997. u organizaciji UNFCCC-a jedini određuje stvarne granice emisije plinova (Ugljikov otisak -'Carbon Footprint'), a odnosio se ponajviše na 37 visoko razvijenih, industrijaliziranih zemalja. Europska unija je pokazala inicijativu te se obvezala smanjiti emisiju plinova za 20% ispod razine iz 1990. godine. Stupanje na snagu bilo je uvjetovano time da zemlje koje su ratificirale protokol čine najmanje 55% zagađivača, a to se dogodilo 16. veljače 2005., nakon što je protokol ratificirala Rusija (Fischer Kuh, 2018). Sjedinjene Američke Države i neke manje države odbile su ratificirati protokol iz Kyota, a države koje su ga do sada ratificirale činile su 61% zagađivača. Republika Hrvatska je 2007. godine ratificirala protokol te je time postala 170. država potpisnica. Usvajanjem protokola, u odnosu na baznu godinu 1990. i količinu od 34,62 milijuna tona ugljičnog dioksida godišnje, Hrvatska je do 2012. bila obavezana smanjiti emisije stakleničkih plinova za 5%. Na 21. zasjedanju Konferencije stranaka (COP 21) UNFCCC 2015. godine, potpisan je Pariški sporazum, a na snagu je stupio 5. listopada 2016., nakon što ga je ratificirala EU. Pariški sporazum ima za cilj smanjiti prosječnu globalnu temperaturu na razinu znatno manju od 2°C (Fischer Kuh, 2018). Sporazumom je naloženo svim zemljama da pripreme nacionalne ciljeve i planove za smanjenje emisije stakleničkih plinova. Pariški sporazum smatra da su određene razvijene države odgovorne za najmanje 55% globalnih emisija stakleničkih plinova te da bi one trebale poduzeti ekonomske mjere smanjivanja emisije plinova. Iako je sporazumom ugovoren transparentni sustav i kontrola aktivnosti, nedostatak je što ovisi o 'dobroj volji' zemalja članica, obzirom da ne postoji zakonski mehani-

zam kažnjavanja zemlje koja ne ispuni svoje dužnosti. Sporazum su potpisale do 2016. članice UNFCCC, uključujući sve države EU i SAD (Fischer Kuh, 2018).

Posljedice klimatskih promjena

Europska agencija za okoliš navodi sljedeće utvrđene klimatske promjene u Svijetu. Na Arktiku temperature rastu većom brzinom od globalnog prosjeka, što rezultira smanjenjem snježnog pokrivača na Grenlandu, topljenjem ledenjaka, podizanjem razine mora, smanjenjem bioraznolikosti te otpuštanjem znatno povećanih količina stakleničkih plinova prilikom topljenja permafrosta. Sjeverna Europa ima problem s ubrzanim zagrijavanjem te topljenjem snježnog i ledenog pokrivača. Topljenje permafrosta i ledenjaka direktno utječe na zimski turizam ovih dijelova Europe. Životinjske vrste koje su specifične za hladna, sjeverna područja su ugrožene te je moguće da će morati migrirati u hladnija područja. Veliki rizik za ova područja predstavlja erozija tla koju katalizira zagrijavanje pedosfere (EEA, 2015). U sjevero-zapadnoj Europi dolazi do povećane količine zimskih oborina te povećanja riječnih tokova koji mogu potencijalno izazvati izlivanje rijeka i poplave. Obalna zona je suočena s podizanjem razine i temperature mora, a morske ribe i planktoni će migrirati u sjevernija mora. Ribarski je sektor pogođen sve manjom količinom riba i morskih organizama. U srednjoj i istočnoj Europi dolazi do visokih temperaturnih ekstrema i smanjene količine oborina ljeti. U mediteranskim regijama temperature rastu većom brzinom od europskog prosjeka. Smanjuje se godišnja količina oborina pa tako i visina riječnih tokova. Stvaraju se uvjeti koji nalikuju na pustinske, a isti utječu na smanjivanje bioraznolikosti. Poljoprivredne površine se moraju navodnjavati kako ne bi postale neobrađive. Klimatske promjene će u mediteranskom području imati i negativne posljedice za ljude, sve je veća stopa smrtnosti od toplinskih udara i bolesti karakterističnih za izuzetno tople krajeve (EEA, 2015). Prema Svjetskoj meteorološkoj organizaciji (WMO, 2016) 2015. godina bila je najtoplija godina od početka perioda promatranja temperatura. Ukupni porast globalnog prosjeka temperatura kopna i oceana blizu površine iznosio je oko 1 °C u odnosu na predindustrijsko razdoblje. Povišene temperature uzrokovale su topljenje Grenlandskog ledenog pokrivača, Arktičkog morskog leda, planinskih ledenjaka i snježnog pokrivača koji se rapidnom brzinom otapaju. Mjerenja također pokazuju porast razine oceana i povećanje topline u dubljim područjima oceanima (između 700 i 2000 m i ispod 3000 m) i povećanje razine mora. Promjene u količini oborina od 1900. godine pokazuju pozitivne i negativne trendove, ali još uvijek nedostaju podaci dugotrajnih mjerenja za mnoga područja (IPCC, 2013). Ljetne temperature u Europi posljednjih desetljeća su najviše u zadnjih 2000 godina te su značajno izvan raspona prirodne varijable (Luterbacher i sur., 2016).

Svi modeli i scenariji koji se koriste za predviđanje klimatskih promjena u Europi ukazuju na znatno povećanje temperature u 21. stoljeću te da će sjeverni dio Europe postati vlažniji, a južniji suši. Budućnost poljoprivrede pod pritiskom klimatskih promjena ovisi o mjerama prilagodbe i povećanju svijesti čovječanstva o mogućim posljedicama.

Zajednička poljoprivredna politika (ZPP) nudi brojne instrumente za pronalaženje adekvatnih odgovora na izazove klimatskih promjena te održivu poljoprivredu EU. S obzirom na veliki pritisak na prirodne resurse, poljoprivreda mora poboljšati utjecaj na okoliš korištenjem održivih načina gospodarenja prirodnim resursima (Climate-ADAPT, 2015). Upravljanje prirodnim resursima po održivom načelu i ublažavanje klimatskih promjena ključni su ciljevi ZPP-a. U 2015. godini ZPP je uveo politiku 'zelenog plaćanja', a odobrava se za diverzifikaciju usjeva, trajne travnjake i područja u ekološkom fokusu, prakse od ekološke koristi, očuvanje bioraznolikosti, očuvanje kvalitete vode i tla. Takva politika predstavlja 30% proračuna za izravna plaćanja i ima prednost na većem dijelu poljoprivrednih površina (Climate-ADAPT, 2015).

Ruralni razvoj i dalje ima važnu ulogu i jedan je od temelja ZPP-a. Dva od tri cilja politike

ruralnog razvoja izravno se tiču okoliša i klimatskih promjena: 1) obnavljanje, očuvanje i unapređenje ekosustava ovisnih o poljoprivredi i šumarstvu, 2) promicanje učinkovitosti resursa i podržavanje prelaska na gospodarstvo sa niskim udjelom ugljika i klimatske otpornosti u poljoprivrednom, prehrambenom i šumarskom sektoru i 3) inovacije. Ciljevi politike ruralnog razvoja ubrajaju se u prioritete na razini EU te trebaju biti uvršteni u strategije država članica (Climate-ADAPT, 2015). Mjere prilagodbe važne su u cijelom sektoru poljoprivrede. Neke od mjera prilagođavanja za nadolazeće klimatske stresove su: prilagođavanje vremena izvođenja poljoprivrednih aktivnosti; tehnička rješenja (zaštita voćnjaka od mraza, poboljšanja sustava ventilacije i hlađenja u skloništima za životinje); uvođenje pasmina stoke koje bolje podnose toplinu; odabir kultura i sorata koje će biti prilagođene očekivanoj duljini vegetacije i dostupnosti; prilagođavanje kultura uz pomoć postojeće genetske raznolikosti i biotehnologije; poboljšanje učinkovitosti suzbijanja štetnih organizama i bolesti; učinkovitije korištenje vode poboljšanjem navodnjavanja kao i recikliranjem i/ili skladištenjem vode; poboljšanje upravljanja zemljištem povećanjem zadržavanja vode radi očuvanja vlage tla i upravljanja krajolikom održavanjem krajobraznih značajki (Climate ADAPT, 2015). Prilagođavanje na sektorskoj razini uključuje: identifikaciju ranjivih područja i sektora, mogućnosti potrebe promjene usjeva i sorti u skladu s klimatskim trendovima; potporu poljoprivrednim istraživanjima i eksperimentalnoj proizvodnji (selekcija i razvoj kultura i sorti koje najbolje odgovaraju novim uvjetima uzgoja); izgradnja prilagodljivih kapaciteta podizanjem svijesti i pružanjem važnih informacija i savjeta o upravljanju poljoprivrednim gospodarstvima (Climate ADAPT, 2015).

Utjecaj klimatskih promjena na vodeće maslinarske zemlje

Iako je maslina otpornija od drugih poljoprivrednih vrsta, klimatske će promjene zasigurno promijeniti način, areal kao i sortiment uzgoja maslina. Zagrijavanjem, odnosno hlađenjem pojedina će područja postati ograničeno pogodna za uzgoj masline, a samim time i za proizvodnju maslinovog ulja. Promjene će direktno utjecati na ekonomiju država mediteranskog bazena, ponajviše u Španjolskoj, Italiji, Grčkoj kao i na području Hrvatske (IOC, 2018). Jedan od problema izazvan klimatskim promjenama je povećanje temperatura i izrazito nepovoljan raspored oborina, a prisutan je u većini maslinarskih zemalja. suočene sa sušnim uvjetima maslinarske regije će morati inovativno pristupiti borbi protiv klimatskih promjena. Kao prva prepreka uzgoja maslina u takvim uvjetima javlja se sve veća potreba za navodnjavanjem. Na primjerima zemalja iz 2012. godine može se vidjeti kako različiti pristupi navodnjavanju imaju različite učinke pa su tako Grčka, Italija i Portugal neadekvatnim povećanjem navodnjavanja iscrpile zalihe vode za druge svrhe te opustošile ne-maslinarska područja. Suprotno tomu, Španjolska je pretrpjela velike gubitke zbog plodova oštećenih sušom uslijed nedovoljnog navodnjavanja (Tupper, 2012). Maslina u uvjetima suše odbacuje cvijet, plod i list. Češćim navodnjavanjem, rast plodova i proces stvaranja ulja odvija se kontinuirano, bez ljetnog zastoja, potičući stvaranje uniformnih plodova s manjim košticama. Pomanjkanje vode kod masline, kao i kod drugih voćnih vrsta, ogleda se u opadanju plodova. Plodovi se smežuraju, a ulje postaje pikantnije i gorče (Škarica i sur., 1996). Vrsta i udio masnih kiselina u maslinovom ulju se mijenja pod utjecajem klimatskih čimbenika. Maslinovo ulje sadrži veće količine oleinske i manje linolne i linoleinske kiseline od ostalih ulja biljnog porijekla te ova svojstva čine maslinovo ulje otpornijim prema oksidaciji. Plodovi masline s hladnijih podneblja sadrže više nezasićenih masnih kiselina nego plodovi iz toplijih područja. Mnogi čimbenici kao što su vrijeme berbe, sorta i porijeklo, utječu na produkciju glavnih masnih kiselina u ulju, a varijacije udjela masnih kiselina su još povezane sa stupnjem zrelosti ploda. Odgađanje berbe dovodi do povećanja nezasićenih masnih kiselina, posebno linolne kiseline na račun palmitinske kiseline (Kiritsakis, 1998). Nagle promjene vremena utječu na pad proizvodnje maslinovog ulja te samim time i na fluktuaciju

tržišnih cijena tog proizvoda. Zbog toga su proizvođači počeli prakticirati ranu berbu, kada je indeks zrenja relativno nizak, kako bi se zaštitili od ekonomskih gubitaka. Plodovi koji su ubrani ranije nisu adekvatni za proizvodnju standardnih maslinovih ulja, stoga bi se ulja za pedeset godina mogla razlikovati od današnjih prema kemijskom sastavu, kvaliteti i organoleptičkim karakteristikama (Vasilopoulos, 2013).

Rezultati petogodišnjeg istraživanja voćnjaka EU pokazuju da je površina maslinika u 2017. godini iznosila oko 4,6 milijuna ha. Španjolska (55%) i Italija (23%) činile su više od tri četvrtine ukupne površine EU-a pod maslinama, a slijede Grčka (15%) i Portugal (7%) (Eurostat, 2019). Ostale države članice koje proizvode masline (Francuska, Hrvatska, Cipar i Slovenija) zajedno čine 1% ukupne površine stabala maslinika u EU. Drvo masline vrlo je otporno na sušu, bolesti i vatru. Većina stabala maslina u EU su stara. Gotovo 2,5 milijuna ha zasađeno je maslinicima starim najmanje 50 godina, a gotovo 1,7 milijuna ha sa drvećem starosti od 12 do 49 godina. Novije zasađene površine su rjeđe; u 2017. godini bilo je 281 000 ha maslinika u dobi od 5 do 11 godina i oko 176 000 ha maslinika mlađih od 5 godina (Eurostat, 2019). Klimatske promjene su negativno utjecale na maslinarstvo Italije i Grčke, a pozitivno na maslinarstvo Španjolske i Portugala. Južna Italija i Grčka imaju praktički iste klimatske uvjete kao i vrlo slične uzgojne metode i trendove, pa tako njihovu maslinarsku proizvodnju pogađaju isti problemi. Španjolska i Portugal, s druge strane, imaju povoljne klimatske uvjete te povoljnu infrastrukturu za uzgoj masline, a korištenje sustavnog navodnjavanja i uvođenje novih sorata masline značajno su utjecali na porast produktivnosti maslinarske proizvodnje. Granitlo i Dawson (2019) navode Vilara koji tvrdi da Španjolska u dobrim klimatskim uvjetima te racionalnim korištenjem zemljišta može proizvesti preko dva milijuna tona maslina, a klimatolozi smatraju da će u narednim godinama proizvesti rekordne količine. Vilar (Granitlo i Dawson, 2019) također navodi da domaći i strani investitori sve više ulažu u maslinarstvo Španjolske podizanjem velikih površina novih nasada, modernizacijom uljara te investicijom u sustave navodnjavanja. Grčka i Italija, za razliku od Španjolske, navodnjavanje provode samo kada vremenske prilike to zahtijevaju, što ne pridonosi stvaranju povoljnih uvjeta za pravilan kontinuiran razvoj ploda masline, a time i količine i kakvoće ulja. Smatra se da će proizvodni kapaciteti maslinarstva u ovim zemljama imati opadajući trend ukoliko ne počnu investirati u moderniju tehnologiju te ne počnu prakticirati redovito navodnjavanje (IOC, 2018).

Maslinarstvo Španjolske

Španjolska zauzima prvo mjesto u uzgoju masline, proizvodnji maslinovog ulja te je ujedno najveći izvoznik maslinovog ulja i stolnih maslina. Prosječna godišnja proizvodnja maslinovog ulja posljednjih godina kreće se oko 1,75 milijuna tona (Eurostat, 2019). Na nacionalnoj razini, u smislu površine, maslinici zauzimaju drugo mjesto te se nalaze u 34 od ukupno 50 španjolskih provincija (OOFs, 2017). Španjolsku karakterizira raznolikost mikroklima koja duž cijele zemlje omogućava uzgoj različitih sorti maslina i ujedno dobivanje ulja različitih karakteristika. Od sorte 'Picual', najpoznatija španjolska sorta karakteristična za planinske krajeve Granade, proizvodi se slatka ulja s laganom gorčinom, dok sorta 'Hojiblanca' iz Malaga daje ulja lagano začinenog okusa i veće slatkoće. Andaluzijska regija zauzima južnu trećinu poluotoka, a u njoj se proizvodi oko 75% ukupnog maslinovog ulja proizvedenog u Španjolskoj (OOFs, 2017). Klima je tipična mediteranska, s vrućim, suhim ljetima, zimama s blagim temperaturama i nepravilnom pojavom oborina. Zbog velikog teritorija Andaluzije, postoje područja s raznolikom klimom, od pustinjskih područja do planina s obilnim oborinama, od snježnih planinskih lanaca do velike obale, kao i drugih prirodnih mikroklima. Tijekom cijele godine mnoga područja Andaluzije imaju više od tri tisuće sati sunčeve svjetlosti. Proizvodnja maslinovog ulja proširena je u cijeloj regiji, premda je koncentrirana prvenstveno u provincijama Jaén i Córdoba. Provincija

Jaén proizvodi više maslinovog ulja, nego cijela Grčka koja je još jedan veliki proizvođač maslinovog ulja u svijetu. Sorte maslina koje se uzgajaju u Andaluziji radi proizvodnje ulja su: 'Picual', 'Hojiblanca', 'Lechín', 'Verdial' i 'Picudo' (OOFs, 2017). U proteklih 100 godina su se temperature u Španjolskoj povećavale nešto brže nego u ostatku Europe, pogotovo u proljeće i ljeto. Europska agencija za okoliš predviđa da će do 2080. godine prosječna temperatura u Španjolskoj biti viša za 4°C od današnje (Vargas-Yáñez, 2010). Španjolska provodi programe urbanog pošumljavanja kako bi ublažila klimatske promjene, no općenito je nedovoljno nacionalnih razvojnih strategija za poljoprivredu i ruralni razvoj.

Maslinarstvo Italije

Italija zauzima mjesto drugog najvećeg svjetskog proizvođača maslinovog ulja s prosječnom proizvodnjom od 555.574 tona u razdoblju od 1993. do 2014., dok površine maslinika zauzimaju više 1,4 milijuna hektara (FAOSTAT, 2019). Proizvodnja maslinova ulja u 2017./2018. godini iznosila je 428,9 tisuća tona, da bi u 2016./2017. godini iznosila svega 182,3 tisuće tona. Uzgojna godina 2016./2017. bila je presudna za globalnu proizvodnju i za gotovo sve mediteranske zemlje (Statista, 2020). Od 20 talijanskih regija, maslina se uzgaja u njih 18. Uzgoj masline proširen je i u centralnim regijama te zauzima 19% ukupne proizvodnje dok je na sjeveru proizvodnja ograničena i zauzima udio od 2% ukupne proizvodnje. Jug i otočna područja (Sicily, Sardinia, Calabria, Puglia i Basilicata) najpogodnija su za uzgoj masline te je u njima ujedno i koncentrirano 80% proizvodnje maslinovog ulja u Italiji. Zahvaljujući klimi koja pogoduje maslini i pomoću sustava navodnjavanja moguće je ostvarivanje stabilnih i visokih prinosa. Središnji dio južne Italije uključuje donji dio regije Lazio, Abruzzo, Campania i Molise na kojima se ostvaruju najviši prinosi, zbog pogodnog klimata i adekvatnih sustava navodnjavanja. Na sjevernom području (regije Lazio, Marche, Umbria, Toskana, Liguria, Emilia Romagna, Lombardia i Veneto) proizvodnja maslinovog ulja znatno je manja. Sva područja izuzevši Liguria i Toscanu imaju hladniju klimu i ne daju mogućnost ostvarenja visokih prinosa. Posljedice hladnijeg klimata su ponavljajuće štete na maslinama koje mogu uzrokovati propadanje cvatova. Najpoznatije talijanske sorte maslina su 'Coratina', 'Frantoio', 'Pendolino' i 'Leccino'. U travnju 2019. 'The London Times' je objavio da je proizvodnja u Italiji pala za više od 50%, a zbog utjecaja lošeg vremena u Italiji je oštećeno preko 25 milijuna stabla masline. Dramatični pad proizvodnje i ekstremni vremenski uvjeti potpuno su opustošili talijansko tržište maslinarskih proizvoda. Maslinovo ulje vrlo je važan sastojak u talijanskoj tradicionalnoj prehrani, stoga ih dodatno pogađa novonastala situacija. Talijanski maslinari su u veljači 2019. godine odlučili organizirati nacionalni protest te su zahtijevali veću financijsku potporu maslinarskom sektoru. Vlada ih je odlučila podržati te raditi na novom strateškom razvojnom planu.

Maslinarstvo Grčke

Grčka je treći najveći svjetski proizvođač maslinovog ulja. U Grčkoj se maslina uzgaja na 670.679,36 hektara. 81% obrađenih maslina se koriste u svrhu proizvodnje maslinovog ulja, a od toga je 70% ekstra djevičansko. Preostalih 19% koristi se kao stolne masline. Maslina se uzgaja u svim regijama, no Peloponez i Kreta zajedno ostvaruju 75% ukupne proizvodnje. Prirodno stablo u punoj rodosti varira od 15 do 40 kg godišnje (European Commission, 2012). Grčka približno proizvodi 2.600.000,00 tona maslina godišnje, a proizvodnja maslinovog ulja varira između 300.000 i 400.000 tona godišnje. Proizvodnja maslinovog ulja temeljena je na brojem malim gospodarstvima, s prosječnom veličinom od 1,6 ha, na ukupno 531.000 gospodarstava (European Commission, 2012). Povoljna mediteranska klima pogoduje uzgoju masline duž cijele obale, koja se proteže na 15.021 km. U Grčkoj postoji 17 regija sa oznakama zaštićene oznake izvornosti (PDO) i svaka proizvodi maslinovo ulje izrazitih karakteristika. Proizvodi sa

PDO moraju se proizvoditi, prerađivati i pripremati u određenoj regiji koristeći tradicionalne metode proizvodnje. Posebne karakteristike i jedinstvena kvaliteta povezana je s klimom, svojstvima i plodnošću tla te lokalnim znanjima. Maslina se u Grčkoj uzgaja na pretežito brdovitom, glinastom i vapnenačkom tlu (European Commission, 2012). Peleponez proizvodi 30%, Kreta 30% i Ionski Otoci 12% maslinovog ulja. Tri glavne sorte za proizvodnju maslinovog ulja su 'Koroneiki', 'Mastoidis' i 'Adramitini'. Maslinovo ulje je oduvijek temeljni dio grčke prehrane, kulture, mitologije i tradicije. Osim kulturološke vrijednosti, maslinarstvo je bitan faktor turističke ponude ove zemlje te je vrijednost njihovih maslinika svjetski prepoznata. Upravo je zato Grčka osjetljiva na klimatske promjene, odnosno probleme koje stvaraju u maslinarstvu. Grci su osmislili projekt 'The olive climate project' koji je usmjeren na reduciranje emisije stakleničkih plinova, poboljšanje plodnosti tla, stvaranje informacijskog sustava, smanjenje troškova proizvodnje maslinovog ulja te standardiziranje ekološke proizvodnje (Europa.eu, 2018).

Dosadašnja istraživanja o utjecaju klimatskih promjena u vodećim maslinarskim zemljama

Ključni faktor za ekonomsku i socijalnu budućnost mnogih ruralnih područja, tako i regija sa suhom klimom poput Mediterana, je prilagodljivost agroekološkog sustava klimatskim promjenama. Istraživanja o klimatskim promjenama kao i o njihovom sadašnjem, ali i budućem utjecaju na poljoprivredu, u ovim slučajima na maslinarstvo, intenzivno se istražuju u zadnjih petnaestak godina, s time da se modeli koji su predviđali događanja za današnji period nažalost potvrđuju.

U Španjolskoj je provedeno istraživanje koje je za cilj imalo utvrditi koliko je maslinarstvo Andaluzije prilagodljivo klimatskim promjenama. Procijenjena je prilagodljivost maslinarstva klimatskim nepravilnostima tokom posljednjih pedeset godina. U razdoblju od 1955. do 2009. godine, količine oborina su se smanjile za 18%. U istraživanju Cohen i sur. (2014) ispitana su opažanja petnaest poljoprivrednika i 16 lokalnih dionika (programeri, stručnjaci za maslinovo ulje, lokalne vlasti, konzervator i predstavnik lokalne nevladine organizacije) glede promjenjivosti klime. Dobiveni rezultati pokazuju da su svi poljoprivrednici i dionici u određenoj mjeri upoznati sa klimatskim utjecajem na prirodnu maslinu te da većina njih prepoznaje nedavne klimatske promjene. U Andaluzijskoj regiji Sierra Magina provedeno je istraživanje koristeći interdisciplinarni pristup koji ocjenjuje i analizira poveznice između klime, izvora vode i socioekonomske strategije. Cilj istraživanja je bio utvrditi sposobnost prilagodbe uzgoja maslina prema klimatskim promjenama (Ronchall i sur., 2014). Prvo se procijenio porast oborina i temperature tokom dvadeset i prvog stoljeća na lokalnoj razini koristeći simulacije regionalnog klimatskog modela. Na temelju količine oborina i temperatura tijekom dvadeset prvog stoljeća koristeći 17 regionalnih klimatskih modela (RCM) simulacija procjenjuje se na lokalnoj razini smanjenje oborina za 15-30% što će imati za posljedicu sa 7-9% godišnjim smanjenjem prinosa maslina u periodu od 2030. do 2050. godine. Na temelju regresijskog modela, koji se odnosi na prinose povezane s količinom oborina, predviđa se smanjenje prinosa maslina za 7% i 3,5% u periodu od 2030. do 2050. godine i kod nenavodnjavanih i navodnjavanih maslinika (Ronchall i sur., 2014). GIS analizom je prikazano smanjenje izvora podzemnih i površinskih voda, koje su temelj sadašnje prilagodbe varijacijama kišnih razdoblja i neujednačenom potencijalu za prilagodbu klimatskim promjenama u regiji Sierra Magina. Među lokalnim odgovornim osobama ne postoji sporazum koji definira strategije prilagodbe unatoč važnim izazovima s kojima se susreće ta ruralna regija. Razlog tome su različite razine svijesti o klimatskim promjenama među dionicima i poljoprivrednicima, kao i zbog specifičnosti svakog poljoprivrednika (Ronchall i sur., 2014). S obzirom na to da procijenjeni pad budućih prinosa u području srednje vrijednosti nije toliko velik, posebice u sjevernom dijelu Sierra Magine, postoji mogućnost i vrijeme da se

izgradi lokalna strategija prilagodbe za idućih dvadeset godina. Ta strategija bi uzela u obzir bolje ekonomsko vrednovanje maslinovog ulja i unaprijeđene metode upravljanja vodom. Međutim, u dužem vremenskom periodu postoji prijetnja smanjenja vodnih resursa kao i ugroženost prilagodljivosti sustava uzgoja masline (Ronchall i sur., 2014). Isti izvor je utvrdilo da odgovorne osobe na lokalnom (regionalnom nivou) i poljoprivrednici moraju biti u mogućnosti komunicirati i dijeliti iskustva s obzirom na evidentne klimatske promjene i njihove prilagodbe na iste, u čemu bi im pomagale interaktivne radionice. Iste bi mogle pridonijeti izgradnji prikladnih strategija prilagodbe klimatskim promjenama. Istraživanje potvrđuje važnost razvojnih strategija koje uzimaju u obzir socioekonomski kontekst i identifikaciju ključnih regionalnih nedostataka. U istraživanju 'Phenological changes in olive (*Olea europaea* L.) reproductive cycle in southern Spain due to climate change' su ispitane fenofaze prije i tokom cvatnje u maslinicima različitih lokacija u Cordobi s ciljem identificiranja potencijalnih trendova i utvrđivanja glavnih korelacija između vremenski uvjetovanih parametara, posebice temperature i pristupa vodi. Utvrđeno je da je spoznaja o izmjeni fenologije biljnih vrsta uvjetovana promjenjivim okolišem izuzetno važna zbog njihovog utjecaja na plodove i konačnu berbu (García-Mozo i sur., 2015). Analizirani su meteorološki podaci iz 1960. godine te su u model uključeni podaci iz 1996. godine. Razvijeni su 'Linear Mixed Models', koji kombiniraju fenološke i meteorološke podatke. Istraživanje je provedeno na području Cordobe u Andaluziji. Fenološki podaci su prikupljeni od 1996. do 2012. godine na 3 lokacije na jugu Cordobe. Naknadno, 2003 godine, dodano je sedam novih lokacija. Rezultati su pokazali da je od 1960. godine broj proljetnih kišnih dana pao na 11 dana, ukupna količina kiše smanjila se na 150 mm, a lokalne proljetne temperature porasle su za 1,5 °C. Fenološki razvoj tokom sezone je slijedio sličan obrazac, unatoč fenološkim raznolikostima između lokacija. Vrijeme cvjetanja je uranilo 2 dana, dok je stvaranje cvata kasnilo 24 dana (García-Mozo, 2015). U razdoblju od 1996. do 2002. godine, cvjetanje je uranilo 15 dana, a razdoblje od 2003. do 2102. godine karakterizira kašnjenje izbijanja pupoljaka od 22 dana. Pokazalo se da su sorte uzgajane u Južnoj Španjolskoj prilagodile svoj reproduktivni ciklus sadašnjim temperaturama i oborinama, nastalim utjecajem klimatskih promjena. Stvaranje peludi i oprašivanje, odnosno vrijeme cvatnje nosi posljedice za populaciju sklonu alergijama. Zaključno, uzgojni uvjeti su bili pogodniji u razdoblju od 1996. do 2002., nego od 2003. do 2011., a razlog tome je manji broj kišnih dana i općenito manja količina oborina u drugom razdoblju, kao i promjena temperature radi klimatskih promjena u svijetu. Očekuje se da će klimatske promjene mijenjati geografsku distribuciju i kvantitetu mnogobrojnih kako biljnih tako i životinjskih vrsta (García-Mozo, 2015).

Istraživanje Gutierrez i sur. (2009) pod nazivom 'Effects of climate warming on Olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy', koje je temeljeno na fiziološki zasnovanom demografskom modelu utemeljenom na vremenu koji je korišten za simulaciju fenologije, rasta i dinamike populacije obje vrste (masline i maslinove muhe). Klimatske promjene bile su promatrane nekoliko godina na 151 području u Arizoni i Kaliforniji te na 84 područja u Italiji. S obzirom na promatranu rastuću prosječnu dnevnu temperaturu od 1°, 2° i 3°C razvijena su tri scenarija klimatskog zatopljenja (Gutierrez i sur., 2009). Predviđeni datumi cvjetanja, prinosa i ukupnih postotaka zaraze maslinovom muhom određeni su koristeći GRASS GIS, odnosno sustav koji služi za obradu svih vrsta geografskih podataka. Višestrukom linearnom regresijom predviđene su posljedice vremena na prinos i brojnost muha. Masline imaju puno veći raspon temperaturne pogodnosti od maslinove muhe. Razvijeni model je predvidio sadašnju distribuciju obje vrste i omogućio važan uvid na potencijalne posljedice po njih, uvjetovane klimatskim zatopljenjem (Gutierrez i sur., 2009). U Arizoni i Kaliforniji se očekuje da će klimatsko zatopljenje smanjiti rasprostranjenost maslina u južnim pustinjanskim područjima i proširiti ga prema sjeveru i duž obalnih područja. S obzirom na visoke temperature u južnom dijelu svojeg

raspona, i hladnog vremena u sjevernom području, maslinina muha je trenutno ograničena. Zbog klimatskog zatopljenja, očekuje se povećanje rasprostranjenosti maslinine muhe na sjevernom i obalnom području. Međutim, na južnim područjima se očekuje smanjenje populacije. U Italiji se očekuje povećanje rasprostranjenosti maslinove muhe u trenutno nepogodnim hladnim područjima u visinama Apenina u središnjoj Italiji i u dolini rijeke Po na sjeveru. Nadalje, očekuje se da će klimatsko zatopljenje rezultirati porastom populacije maslinove muhe sjeverno prema većem dijelu Italije. Povećanje temperature od 1 do 3 °C uzrokovat će porast priroda masline, a najveće povećanje se predviđa u trenutno nepovoljnim sjevernim područjima (Gutierrez i sur., 2009). Istraživanja Helder i sur. (2019) potvrđuju promjene u maslinarskom sektoru na području cijele južne Europe temeljeno na najsuvremenijim klimatskim modelima budućih scenarija i dinamičnog plodonošenja. Za period 1989. do 2005. godine koristili su se slijedeći parametri: duljina vegetacije masline, prinos, temperatura uzgoja u vegetaciji i količina oborina, potencijalna i stvarna evapotranspiracija, potrošnja vode i produktivnost vode (CWP) koji su procijenjeni za budući period od 2041. do 2070. godine. Hedler i sur. (2019) zaključuju da će vegetacijska sezona masline biti duža na nižim a kraća na višim geografskim širinama. Model prinosa pokazuje niže prinose u zapadnoeuropskim područjima uzgoja masline, posebno u unutarnjem Iberskom, dok su veći prinosi očekuju u istočnim područjima, poput Italije i Grčke, što su u modelima i budućim scenarijima predvidjeli i Ponti i sur. (2014). Ti ishodi nisu u skladu sa predviđanjima Tanasijevića i sur. (2014), koji sugeriraju smanjenje prikladnosti budućeg uzgoja maslina u Italiji i Grčkoj. Hedler i sur. (2019) navode da dobivene projekcije ukazuju na opće povećanje duljine vegetacije masline zbog povećanja temperature. Iako veća temperatura u vegetacijskoj sezoni može imati pozitivne utjecaje, drugi čimbenici, poput ekstremnih temperatura tijekom toplijeg dijela godine mogu imati negativne konotacije. Ti su negativni utjecaji već uočeni kod cvjetanja masline (Avolio i sur., 2012; Orlandi i sur., 2012), a mogu doprinijeti i dodatnim prijetnjama sektoru, poput rizika od štetnih organizama i bolesti (Ribeiro i sur., 2009).

Predviđanja utjecaja promjene klime na maslinarstvo u RH

Procjene za Hrvatsku ukazuju na porast temperature zraka i smanjenje oborina, jače i učestalije pojave suše i toplinskih valova, mrazova, kratkotrajnih jakih oborina te olujnih i orkanskih vjetrova. Najveće posljedice se očekuju u sektoru poljoprivrede i šumarstva, s povećanom učestalošću šumskih požara, zatim u turizmu i energetici (hidrocentrale će proizvoditi znatno manje električne energije). Promjene se očekuju i u vodnom sektoru, u zdravstvu (izbijanja epidemija), ali i u prometu, jer će od mogućih poplava stradati i infrastruktura. Posebno ranjiva su obalna područja (Lasić, 2019). Neki izračuni ukazuju da bi kroz nekoliko desetljeća, zbog porasta razine mora, pod vodom mogao biti cjelokupan dubrovački Stradun, Starigrad na Hvaru, znatan dio neretvanske doline, zadarskog područja, itd. (Lasić, 2019). Prema izvještaju Europske agencije za okoliš (EEA), Hrvatska spada u skupinu od tri zemlje (zajedno s Češkom i Mađarskom), s najvećim udjelom šteta od ekstremnih vremenskih i klimatskih događaja u odnosu na bruto nacionalni proizvod. Lasić (2019) navodi utjecaj klimatskih promjena na kulturu masline u sjevernom Jadranu gdje masline cvjetaju dva dana ranije u posljednjih 10 godina, dok u Dalmaciji cvjetaju tri dana ranije. U Dalmaciji dolazi ne samo do ranijeg cvjetanja, već i do ranijeg zrenja plodova masline za dva dana. Ove, kao i ostale navedene promjene vegetacije za svega nekoliko dana u 10 godina možda ne zvuče dramatično. Pomak od 3 dana u 10 godina će rezultirati pomakom od 30 dana kroz 100 godina. Ranije započinjanje i skraćivanje vegetacijskog razdoblja, za maslinu, ali i većinu ostalih kultura, obično znači i manji prinos. Jelović (2019) navodi, pomoću izračuna aktivnih temperaturnih suma za pet fenoloških faza masline praćene u razdobljima 1981.-2010. i 1986.-2015. u odnosu na referentno razdoblje 1961.-1990., raniji

nastup svih faza cvjetanja za 5 do 6 dana /100 godina te raniju pojavu zrelih plodova i berbe za 21 dan odnosno 27 dana u 100 godina. Pojava sve toplijih zima donosi mnoge nepoznanice koje bi mogle prouzročiti nesagledive negativne posljedice na maslinarstvo.

Zaključak

Klimatske promjene se odvijaju globalno i svakodnevno te utječu na mnoge aspekte biosfere. Iako ih je nemoguće u potpunosti zaustaviti, možemo ublažiti njihov utjecaj i prilagoditi se. Za to ne postoji univerzalna strategija, stoga je potrebno istraživati i pratiti klimatske promjene koje se odvijaju te pronaći odgovarajuće odgovore na izazove s kojima se susrećemo. Maslinarstvo se suočava s velikim problemom nedostatka oborina na području Mediteranskog bazena, zbog čega je neophodno unaprijediti postojeće sustave za navodnjavanje te ih koristiti racionalno i adekvatno. Zabilježeno povećanje temperatura utječe na produživanje vegetacije masline na nižim geografskim širinama. Nužno je prepoznavanje problema od strane nacionalnih vlada zemalja u kojima je ugrožena maslinarska proizvodnja kao i pravovremeno provođenje mjera za ublažavanje klimatskih promjena.

Napomena

Rad je nastao iz Diplomskog rada 'Utjecaj klimatskih promjena na maslinarstvo' Vite Čorlučka na Sveučilištu u Zagrebu Agronomskog fakulteta.

Literatura

- Avolio, E., Orlandi, F., Bellecci, C., Fornaciari, M., Federico, S. (2012) Assessment of the impact of climate change on the olive flowering in Calabria (southern Italy). *Theoretical and Applied Climatology*, 107, 531–540. DOI:10.1007/s00704-011-0500-2.
- Conrad V. (1936) Die Klimatologischen Elemente und ihre Abhängigkeit von terrestrischen Einfüssen. In Koppen W. and Geiger R., eds. *Handbuch der Klimatologie*. Berlin: Gebrüder Borntraeger.
- Climate ADAPT (2015) EU agriculture and climate change. <https://climate-adapt.eea.europa.eu/> (25.01.2018.)
- Cohen M., Ronchail J., Alonso-Rolda M., Morcel C., Angles S., Araque-Jimenez E., Labat D. (2014) Adaptability of Mediterranean Agricultural Systems to Climate Change.: The Example of the Sierra Mágina Olive-Growing Region (Andalusia, Spain). Part I: Past and Present. *Weather, Climate, and Society* 6 (3), 380 – 398.
- Europa.Eu (2018) Economic analysis of the olive sector. https://ec.europa.eu/agriculture/olive-oil/economic-analysis_en.pdf. (20.01.2018.)
- European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development (2012) Economic analysis of the olive sector. https://ec.europa.eu/agriculture/olive-oil/economic-analysis_en.pdf (20.05.2018.)
- European Environment Agency (2015) Overview of climate change adaptation platforms in Europe. file:///C:/Users/NL1519C/Downloads/Tech%205%202015%20THAK15005ENN.pdf (21.05. 2018.)
- EUROSTAT (2020) <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> (12.12.2020.)
- EUROSTAT (2019) <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/pdfscache/1180.pdf> (06.12.2018.)
- FAOSTAT (2019) Production quantities of Oil, olive, virgin by country Average 1993 – 2014 datasets FAO olive oil. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QD/visualize> (03.11.2018.)
- Fischer Kuh, K. (2018) The Law of Climate Change Mitigation: An Overview. *Encyclopedia of the Anthropocene* (2) 505–510. DOI:10.1016/B978-0-12-809665-9.10027-8
- García-Mozo H, Jose O, Carmen G. (2015) Phenological changes in olive (*Ola europaea* L.) reproductive cycle in southern Spain due to climate change. *Ann Agric Environ Med.*, 22(3), 421–428. DOI:10.5604/12321966.1167706
- Granitlo Y., Dawson D. (2019) Olive Oil Production Data in Europe Reveal Divergent Trend. *Olive Oil Times*. <https://www.oliveoiltimes.com/business/olive-oil-production-data-in-europe-reveal-divergent-trends/67415> (21.01.2020.)
- Gutierrez A.P., Ponti L. Cossou Q.A. (2009) Effects of climate warming on Olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change* 95, 195–217. DOI 10.1007/s10584-008-9528-4.
- Helder F., Pinto J.G., Viola F., Santos J.A. (2019) Climate change projections for olive yields in the Mediterranean Basin. *Int J Climatol*. 2020;40:769–781. DOI: 10.1002/joc.6237
- Hunter D., Salzman J., Zaelke D. (2011) *International environmental law and policy*. 4th end. New York NY: Thomson Reuters/Foundation Press.
- IOC (2018) International Olive Council Statistical Series. Madrid, Spain: International Olive Council. <http://www.internationaloliveoil.org>. (19.04. 2019)
- IPCC, (2013) *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge; New York
- Jelović D. (2019) Utjecaj temperatura na dinamiku cvatnje i dozrijevanje maslina u maslinicima hrvatskog mediteranskog područja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet.
- Kiritsakis A., Nanos G.D., Polymenopoulou Z., Thomai T., Sfakiotakis E.M. (1998) Effect of Fruit Storage Conditions on Olive Oil Quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75, (6), 721 - 724. DOI:10.1007/s11746-998-0212-7.

- Lasić I. (2019) Agrar nakon klimatskih promjena. <https://www.bilten.org/?p=28581> (24.01.2020.)
- Luterbacher, J., Werner, J. P., Smerdon, J. E., FernándezDonado, L., González-Rouco, F. J., Barriopedro, D., Ljungqvist, F. C., Büntgen, U., Zorita, E., Wagner, S., Esper, J., McCarroll, D., Toreti, A., Frank, D., Jungclaus, J.H., Barriendos, M., Bertolin, C., Bothe, O., Brázdil, R. (2016) European summer temperatures since Roman times. *Environmental Research Letters* 11(2), 24001. DOI: 10.1088/1748-9326/11/2/024001
- NASA (2019) Global Climate Change. <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/> (12.02.2020.)
- Narodne novine (2020). Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu. https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_46_921.html (12.05.2020.)
- Orlandi, F., Avolio, E., Bonofiglio, T., Federico, S., Romano, B., Fornaciari, M. (2012). Potential shifts in olive flowering according to climate variations in Southern Italy. *Meteorological Applications*, 20, 497–503. DOI: 10.1002/met.1318.
- Olive oil from Spain (2017). <http://www.oliveoilfromspain.com/OOFS/everything/regions.asp?language=english> (02.12.2019.)
- Ponti, L., Gutierrez, A.P., Ruti, P.M., Dell'aquila, A. (2014) Finescale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111, 5598–5603. DOI:10.1073/pnas.1314437111.
- Ribeiro, H., Cunha, M. and Abreu, I. (2009) A bioclimatic model for forecasting olive yield. *Journal of Agricultural Science*, 147, 647–656. DOI:10.1017/s0021859609990256
- Ronchail J., Choen M., Alsondo-Roldan M., Garcin H., Sultan B., Angles S. (2014) Adaptability of Mediterranean Agricultural Systems to Climate Change: The Example of the Sierra Magina Olive-Growing Region. Andalusia, Spain. Part II: The Future. *American Meteorological Society* (6), 451–462. DOI:10.1175/WCAS-D-12-00045.1.
- Statista (2020) <https://www.statista.com/statistics/710928/olive-oil-production-in-italy/>. (15.05.2020.)
- Škarica B., Žužić I., Bonafačić M. (1996) Maslina i maslinovo ulje visoke kakvoće. eds. Bonifačić, M. Novi Vinodolski Šegota, T., Filipčić, A. (1996) *Klimatologija za geografe*, 3. prerađeno izdanje. Školska knjiga, Zagreb.
- Tanasijevic, L., Todorovic, M., Pereira, L., Pizzigalli, C., Lionello, P. (2014) Impacts of climate change on olive crop evapotranspiration and irrigation requirements in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management*. 144, 54–68.
- Tupper N. (2012) Spanish olive oil under constant threat from climate change. *Olive Oil Times*, October 26, 2012. <https://www.oliveoiltimes.com/world/spanish-olive-oil-under-constant-threat-from-climate-change/29618> (14.05.2018.)
- Vargas-Yáñez M., Moya F., García-Martínez M.C., Telb E., Zunino P., Plaza F., Salat J., Pascual J., López-Jurado J.L., Serra M. (2010) Climate change in the Western Mediterranean Sea 1900–2008. *Journal of Marine Systems* 82, 171–176. DOI:10.1016/j.jmarsys.2010.04.013
- Vasilopoulos C. (2013) Climate change effects on vines should alarm olive oil producers. *Olive Oil Times*, April 22 2013. <https://www.oliveoiltimes.com/opinion/climate-change-would-shift-olive-oil-regions/33903> (14.05.2018.)
- WMO, 2016, 2015 is hottest year on record, Press Release No 2, World Meteorological Organization.

Prispjelo/Received: 25.1.2021.

Prihvaćeno/Accepted: 1.3.2021.

Review paper

Climate change and olive growing

Abstract

Climate change will challenge 21st century olive growers and force them to practice adequate and proven cultivation technologies to protect themselves against potential threats. The Mediterranean basin countries are facing major changes and challenges caused by the effects of global warming such as temperature extremes and unfavorable distribution of precipitation. Many regions are becoming inadequate for olive cultivation, while others are beginning to create ideal conditions for olive growing and agricultural production in general. Spain, Greece, and Italy have suffered enormous losses due to uncontrolled climate changes, so their examples might serve as a backbone in the development of olive growing development strategies.

Keywords: climate changes, global warming, olive, olive growing