

Povećanje otpornosti višegodišnjih nasada voćaka: dobre prakse za očuvanje tla i skladištenje ugljika

Agrotehnički postupci važni su za ublažavanje klimatskih promjena, osobito u ranjivoj mediteranskoj regiji u kojoj degradacija tla predstavlja velik problem. Djelotvorne strategije očuvanja tla obuhvaćaju suzbijanje erozije, održavanje plodnosti i očuvanje organske tvari, fizičkih svojstava i hranjivih tvari. Visokokvalitetno tlo povećava održivost jer smanjuje rizik od poplava i pridonosi obnovi zaliha podzemne vode. Ključan aspekt ublažavanja klimatskih promjena optimizacija je skladištenja ugljika putem gospodarenja ugljikom („uzgoja ugljika“ ili „ugljične poljoprivrede“). Budući da na poljoprivredu otpada otprilike 30 % globalnih antropogenih emisija, povećanje udjela ugljika u tlu putem praksi koje pogoduju sekvestraciji predstavlja održiv pristup za kompenzaciju tih emisija i promicanje održive poljoprivrede.

Poljoprivrednici prilagođavaju svoju praksu tim promjenama, no mnoga rješenja i dalje su ograničena na određene regije ili poljoprivredne sektore. Projektom [CLIMED-FRUIT](#) [1] koji financira EU nastoji se riješiti taj problem prikupljanjem i razmjenom inovativne klimatski prilagodljive prakse iz raznih europskih poljoprivrednih skupina kako bi se povećala otpornost i promicala djelotvorna prilagodba klimatskim promjenama i njihovo ublažavanje. Ovaj članak predstavlja dio rezultata pokusa iz projekata provedenih diljem Europe, prikupljenih u okviru projekta CLIMED-FRUIT.

Recikliranje organskog otpada i ostataka: besprijekoran ciklus u očuvanju tla

Kompostiranje na poljoprivrednom gospodarstvu

Recikliranje organskog otpada i ostataka kompostiranjem na poljoprivrednom gospodarstvu održiv je način proizvodnje gnojiva za uporabu na poljoprivrednom gospodarstvu. U tom je kontekstu cilj [Operativne skupine OG OLTREBIO](#) [2] bio smanjenje ulaznih resursa potrebnih za poljoprivrednu proizvodnju, uporaba otpada s poljoprivrednih gospodarstava i prijenos znanja o procesu kompostiranja na druge poljoprivrednike.

Upotreba kompostne juhe na poljoprivrednom gospodarstvu

Kako bi se poboljšala organska proizvodnja, operativna skupina [OG OLTREBIO](#) [2] ispitala je učinak kompostne juhe (CT) u nasadu trešnje (sorte Lapins). Kompostna juha dobivena je ekstrakcijom sastojaka komposta pomoću vode. Kompost je stavljen u vreću za cijedenje s gustom mrežicom i uronjen u kućni bioekstraktor te inkubiran pet dana (slika 1) [3]. Ekstrakcija je provedena u volumnom omjeru 1 : 5 v/v (20 %), a unos kisika ostvaren je aktivacijom pumpe tijekom 15 minuta svaka tri sata [4]. U tablici 1 prikazane su glavne karakteristike dobivene kompostne juhe. pH-vrijednosti približno su neutralne, dok je električna vodljivost (EC) bila veća od 1,5 mS/cm, što upućuje na daljnje razrjeđivanje (1 : 15 v/v) [3].

Tablica 1 *Operativna skupina* [OG OLTREBIO](#), karakterizacija kompostne juhe [3]

Parametri	pH	EC (mS/cm ²)	Dušik (mg/l)
Voda	7,2	0,45	
Kompostna juha (1 : 5 v/v)	7,4	1,72	56,7

Kompostna juha primijenjena je u organskom nasadu trešnje na tlo (3 l po stablu) i lišće (250 ml po stablu) u stadiju ružičastih pupova, nakon zmetanja plodova i na početku dozrijevanja plodova.

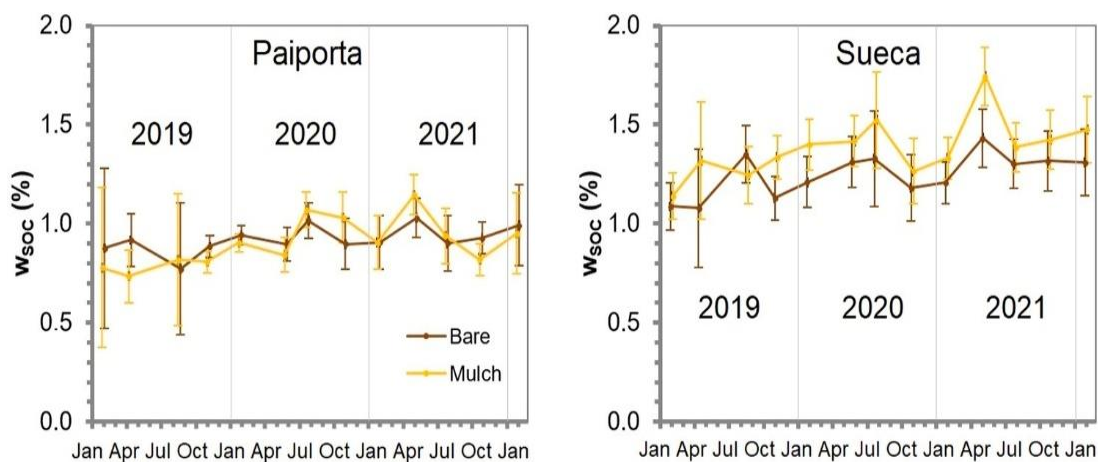


Slika 1: Proizvodnja kompostne juhe na eksperimentalnoj farmi talijanske istraživačke organizacije CREA-AA: 1. priprema vreće za ekstrakciju iz komposta; 2. ekstrakcija pomoću vode; 3. provjera električne vodljivosti i pH; 4. razrjeđivanje; 5. folijarna primjena u nasadu trešnje; 6. primjena u vinogradu [3]

Folijarna primjena kompostne juhe pogodovala je fotosintetskoj aktivnosti biljke jer je djelovala kao biostimulans čak više nego kao sredstvo za kondicioniranje tla. Nadalje, primjenom kompostne juhe znatno se povećao udio šećera u trešnji sorte Lapins (22,81 ° Brix) u usporedbi s kontrolnim uzorkom (20,63 ° Brix) te se poboljšao status vode biljaka u usporedbi s kontrolnim uzorkom u uvjetima jakog stresa zbog nedostatka vode (< -1,5 MPa).

Malčiranje

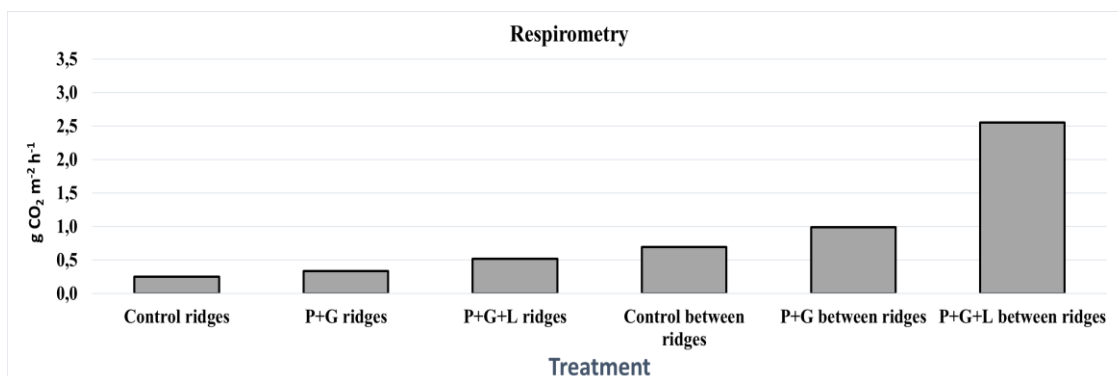
Malč se uglavnom upotrebljava za suzbijanje korova ili održavanje vlažnosti tla. Izrađuje se od različitih vrsta prirodnih materijala pa ima i popratni učinak da nakon raspadanja poboljšava zdravlje tla. U dva nasada agruma u obalnoj nizini u španjolskoj Valenciji ocijenjen je učinak malčiranja rižinom slamom uz obradu bez oranja na parametre zdravlja tla, uključujući organski ugljik u tlu (SOC). Oba su nasada reprezentativna za polusušnu mediteransku klimu s vrućim ljetima u nizinama [5]. Rižina slama narezana je na dužinu 5 cm do 15 cm i nanesena te je čitavo vrijeme održavan sloj visok $3,2 \pm 0,4$ cm po čitavoj površini tla. Malč od slame četverostruko je snizio temperaturu tla i pogodovao rastu korijena, a potaknuo je i razvoj makrofaune u tlu. Ispod malča od slame makroporoznost je bila između dva i 14 puta veća, a masena frakcija organskog ugljika u gornjem sloju tla (0 – 20 cm) povećana je 10 % više nego u nepokrivenom tlu (slika 2). Međutim, korisni učinci malčiranja slamom na zdravlje tla ograničeni su nakon tri godine postupka. Preporučuje se dodavanje organskih gnojiva i/ili sredstava za kondicioniranje uz postupak površinskog oranja [5].



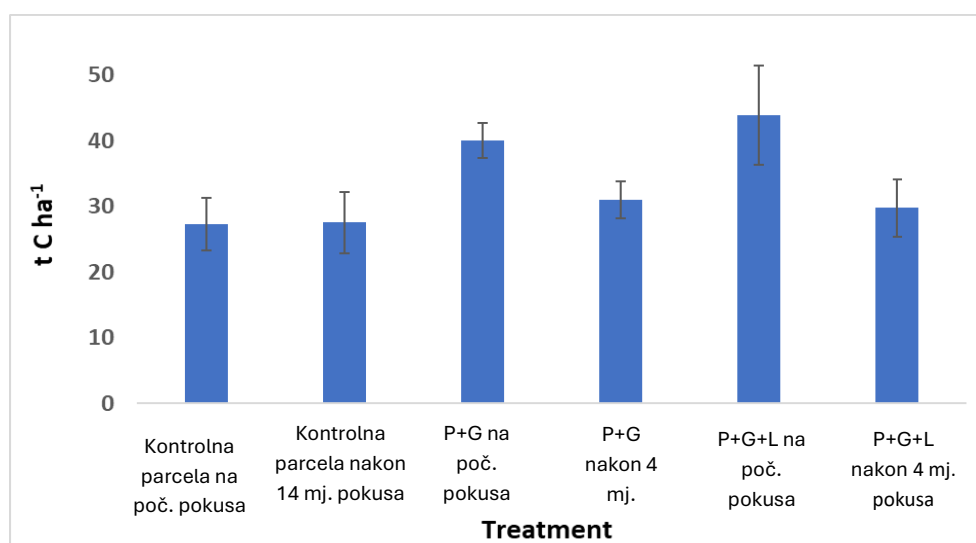
Slika 2: Masena frakcija organskog ugljika u gornjem sloju tla (0 – 20 cm) u trakama, pod malčem od slame i nepokrivenim, na lokacijama Paiporta i Sueca

Upotreba ostataka od rezidbe

Paljenje ostataka od rezidbe agruma sada je ograničeno zbog rizika za okoliš i zdravlje, što uzgajivače potiče na održivo gospodarenje. Preporučeni je pristup usitnjavanje i razastiranje ostataka od rezidbe obogaćenih travama ili mahunarkama između redova u voćnjaku kako bi se reciklirale hranjive tvari i poboljšala kvaliteta tla i biljaka. Pokrivanjem najmanje 30 % tla (50 % za masline i bademe) smanjuje se erozija, zadržava vlaga i povećava količina organske tvari i skladištenje ugljika. U projektu [Poboljšavanje kvalitete tla i biljaka obogaćenih ostacima od rezidbe](#) [6] utvrđeno je da se tom metodom udvostručila biološka aktivnost u tlu (slika 3), povećalo zadržavanje vode i poboljšala sekvestracija ugljika u tlu (slika 4).



Slika 3: Učinak primjene ostataka od rezidbe obogaćenih travama (P+G) ili travama i mahunarkama (P+G+L) na biološku aktivnost u tlu



Slika 4: Učinak primjene ostataka od rezidbe obogaćenih travama (P+G) ili travama i mahunarkama (P+G+L) na organski ugljik u tlu

Slično tomu, operativna skupina [OG Carbocert](#) [7] ocijenila je koristi od upotrebe ostataka od rezidbe u nasadima agruma, maslina i badema njihovim razastiranjem po površini tla u međurednom prostoru. Isjeckani ili usitnjeni ostaci (slika 5) moraju biti dovoljno mali da se spriječi nastanak gruda u kojima se mogu gnjezditi štetnici, da se ne ometaju drugi postupci u voćnjaku (obrađivanje, sjetva itd.) i da se olakša razgradnja ostataka. Spora razgradnja znači da se ugljik uvodi postupno i tijekom duljeg razdoblja, što može povećati sadržaj organskog ugljika u površinskim slojevima tla za 60 %. U voćnjacima je operativna skupina [OG Carbocert](#) [7] procijenila potencijal sekvestracije ugljika na gotovo 1,5 t/ha godišnje.



Slika 5: Gospodarenje pokrovom od ostataka od rezidbe u nasadu agruma (fotografija: LIFE Low Carbon Feed) i usitnjavanje prije nanošenja u trakama

Recikliranje nusproizvoda usjeva

Recikliranjem lupine i ljuske badema (slika 6) kao organskih sredstava za kondicioniranje tla u nasadima poboljšava se mikrobna biomasa i aktivnost tla i promiče zdravlje tla, ciklus hranjivih tvari i skladištenje ugljika. Rezultati terenskog ispitivanja provedenog u Kaliforniji na navodnjavanom ilovastom tlu pokazali su da je dodavanjem lupina/ljuski u gornji sloj tla u količini 2,5 tone po hektaru znatno povećana mikrobna biomasa s bakterijama i gljivicama u usporedbi s kontrolnim uzorcima [8]. Duljina lupina iznosila je 2,0 – 4,5 cm, dok je duljina ljuski uglavnom bila manja, 0,3 – 2,5 cm, s teksturom usporedivom s piljevinom. Taj organski sloj pogodovao je raznolikim mikrobnim zajednicama u gornjem sloju tla (0 – 10 cm) [8] i poboljšao multifunkcionalnost i mikrobnu aktivnost u tlu. Unutar godine dana razgradilo se 45 % lupina i ljuski, čime se omjer C : N u njima smanjio s 53 : 1 na 29 : 1, bez negativnog utjecaja na stanje dušika voćaka ili prinose.



Slika 6: Fotografije tretmana lupinama i ljuskama (vrh) i ljuskama (dno) na lokaciji u okrugu Merced 2017. godine tijekom ožujka (lijevo), travnja (sredina) i srpnja (desno) [9]

Pokrovni usjevi: saveznik u borbi protiv erozije i promicanju skladištenja ugljika

Upotreba pokrivača tla (prirodnih ili zasijanih) preporučena je praksa u održivom uzgoju voćaka, osobito na strmim padinama, namijenjena borbi protiv erozije tla.

Operativna skupina [OG CARBOCERT](#) [7] ispitala je primjenu trajnog travnatog pokrova u nasadima badema (Španjolska) kako bi procijenila njihov utjecaj na tlo. Najdjelotvornija praksa sekvestracije ugljika u tlu prirodni je pokrovni usjev koji se održava alatima za rezanje (kosilice, flakserice, čistači šikare) ili vrlo plitkim oranjem tako da se na površini ostave ostaci bilja. Iste vrste gospodarenja preporučuju se i za suzbijanje korova unutar reda, a mogu se, radi veće učinkovitosti, kombinirati s malčiranjem – ostacima od košnje samog pokrova (slika 7) ili vanjskim materijalom (pri čemu treba dati prednost malču iz prirodnih i lokalnih izvora). Ispaša ovaca i koza korisna je jer osigurava i dodatne organske tvari za tlo, ali je treba ograničiti na zimsko stanje mirovanja jer one brste i donje grane voćaka.



Slika 7: Prirodni vegetacijski pokrov koji se održava košnjom u nasadima badema (lijevo) i ovce koje se upotrebljavaju za kontrolu pokrova u masliniku – [OG CARBOCERT](#) [7]

Pokrovni usjevi trebali bi imati suprotan vegetacijski ciklus od badema kako bi se smanjilo natjecanje za vodu i hranjive tvari, tako da napreduju od faze mirovanja do početka cvjetanja badema i prirodno uvenu nakon njegove berbe. Planiranom košnjom potiče se ponovno rasijavanje poželjnih vrsta i sprječava cvjetanje nepoželjnih vrsta.

Gospodarenje ugljikom: maksimalno skladištenje ugljika u svim fazama uzgoja

Gospodarenje ugljikom („uzgoj ugljika“ ili „ugljična poljoprivreda“) proces je promjene poljoprivredne prakse kako bi se povećala količina ugljika pohranjenog u tlu. Skladištenje ugljika u tlu moglo bi postati moćan alat u borbi protiv klimatskih promjena jer uklanjanje velike količine ugljika iz atmosfere i kompenzira buduće emisije iz poljoprivrede. Europska unija aktivno promiče praksu gospodarenja ugljikom kako bi se financiranim projektima povećala sekvestracija ugljika u tlu i suzbijale klimatske promjene. Projektom [Carbon Farming – CE project](#) [10] standardizira se praćenje sekvestracije ugljika u poljoprivredi s naglaskom na mjerenje poboljšanja organskog ugljika u tlu (SOC) raznim metodama

uzgoja. [Katalog projekata gospodarenja ugljikom](#) [11] smjernica je u kojoj su navedene uspješne prakse gospodarenja ugljikom u poljoprivredi iz projekata financiranih u okviru raznih europskih programa.

Zaključak

Usvajanje praksi očuvanja tla ključno je za povećanje otpornosti višegodišnjih nasada voćaka i ublažavanje posljedica klimatskih promjena, osobito u mediteranskoj regiji. Strategijama kao što su primjena komposta, kompostiranje na poljoprivrednom gospodarstvu, upotreba kompostne juhe, primjena ostataka od rezidbe i pokrovni usjevi znatno se pridonosi poboljšanju zdravlja tla, povećanju sekvestracije ugljika i smanjenju ovisnosti o vanjskim ulaznim resursima. Te prakse ne samo da podupiru održiv uzgoj višegodišnjih voćaka već imaju i ključnu ulogu u održavanju plodnosti tla, sprječavanju erozije i poticanju dugoročnih koristi za okoliš.

Bibliografija i izvori

- [1] CLIMED FRUIT project, <https://climed-fruit.eu/>
- [2] OG OLTREBIO <https://climed-fruit.eu/wp-content/uploads/2024/06/5.-EPA-OLTREBIO-COMPOST-TEA.pdf>
- [3] Compost ed estratti per la sostenibilità dei sistemi agricoli. Agrifoglio n.105. <https://feder.bio/wp-content/uploads/2017/07/Compost-ed-estratti-per-la-sostenibilita-dei-sistemi-agricoli.pdf>
- [4] <https://feder.bio/wp-content/uploads/2017/07/Poster-Oltrebio-23012023-2.pdf>
- [5] Visconti, F., Peiró, E., Pesce, S., Balugani, E., Baixauli, C., de Paz, J. M. (2024). Straw mulching increases soil health in the inter-row of citrus orchards from Mediterranean flat lands. European Journal of Agronomy. Elsevier BV. <http://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127115><https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127115>
- [6] Improvement of Soil and Plant from Enriched Pruning Remines project: https://www.youtube.com/watch?v=mTL_-7Ghwps
- [7] OG CARBOCERT <https://www.en.une.org/cooperacion/carbocert>
- [8] Andrews, E.M., Tabassum, M., Galatis, E.G., Yao, E.H., Gaudin, A.C.M., Lazcano, C., Brown, P.H., Khalsa, S.D.S. (2024). Almond hull and shell organic matter amendments increase microbial biomass and multifunctionality in orchard soil and the undisturbed organic layer. Applied Soil Ecology, 197, 105321. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105321>
- [9] Zuber, C., Doll, D., Dani Lightle, D., Crowley, R., Gaudin A. (2018). Adding Almond Hull and Shell to a Producing Almond Orchard: Feasibility and Tree Health Impacts. [https://rd.almondboard.com/files/Adding Almond Hull and Shell to a Producing Almond Orchard_Feasibility and Tree Health Impacts.pdf](https://rd.almondboard.com/files/Adding%20Almond%20Hull%20and%20Shell%20to%20a%20Producing%20Almond%20Orchard_Feasibility%20and%20Tree%20Health%20Impacts.pdf)
- [10] Carbon Farming CE project <https://www.interreg-central.eu/projects/carbon-farming-ce/?tab=home>, <https://www.interreg-central.eu/projects/carbon-farming-ce/?tab=outputs>
- [11] CARBON FARMING PROJECTS CATALOGUE <https://acrobat.adobe.com/id/urn:aaid:sc:EU:116d525d-5e14-4064-a9b8-68a33cf36c7b>