

# Gospodarenje tlom u održivoj poljoprivredi

---

**Akrap, Đurđica**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:344297>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-16**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Đurđica Akrap

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**GOSPODARENJE TLOM U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Đurđica Akrap

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**GOSPODARENJE TLOM U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Đurđica Akrap

Diplomski studij Ekološka poljoprivreda

**GOSPODARENJE TLOM U ODRŽIVOJ POLJOPRIVREDI**

**Diplomski rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Danijel Jug, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Irena Jug, mentor
3. Izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član

**Osijek 2021.**

## SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
1.1.	Cilj istraživanja .....	3
2.	NAČELA ODRŽIVE POLJOPRIVREDE.....	4
3.	PRAKTIČNI ASPEKTI ODRŽIVE POLJOPRIVREDE .....	6
3.1.	Integrirana zaštita bilja .....	6
3.2.	Pokrovni usjevi.....	6
3.3.	Rotacija usjeva i povećanje raznolikosti usjeva.....	7
3.4.	Konzervacijska obrada tla .....	9
3.4.1.	Konzervacijska obrada tla i korovi .....	10
3.4.2.	Konzervacijska obrada tla i biljne bolesti.....	11
3.4.3.	Konzervacijska obrada tla i kukci.....	11
3.5.	Integrirana ishrana bilja.....	12
3.5.1.	Organska gnojiva .....	13
3.5.2.	Stajski gnoj, gnojovka i gnojnica.....	13
3.5.3.	Anorganska gnojiva .....	14
3.5.4.	Bio gnojiva.....	15
3.5.5.	Kondicioneri tla .....	15
3.6.	Smanjenje potrošnje goriva.....	17
3.7.	Navodnjavanje.....	17
3.8.1.	Navodnjavanje brazdama.....	18
3.8.2.	Navodnjavanje potapanjem.....	18
3.8.3.	Navodnjavanje kapanjem ("kap po kap") .....	19
3.8.4.	Navodnjavanje mini rasprskivačima.....	20
4.	ODRŽIVO GOSPODARENJE ZEMLJIŠTEM.....	21
4.1.	Održavanje i podizanje produktivnosti tla .....	21
4.1.1.	Upravljanje hranivima u tlu .....	21

4.1.2.	Upravljanje fizikalnim svojstvima tla.....	23
4.1.3.	Upravljanje navodnjavanjem .....	24
4.1.4.	Suzbijanje štetočina i bolesti.....	25
4.1.5.	Pokrovni usjev i rotacija usjeva .....	26
5.	VAŽNOST ODRŽIVE POLJOPRIVREDE .....	27
6.	ZAKLJUČAK.....	28
7.	POPIS LITERATURE.....	29
8.	SAŽETAK .....	32
9.	SUMMARY .....	33
10.	POPIS SLIKA .....	34
	TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA .....	35
	BASIC DOCUMENTATION CARD .....	36

## 1. UVOD

Povećati poljoprivrednu proizvodnju uz smanjenje negativnih okolišnih uvjeta, predstavlja veliki uspjeh u današnje vrijeme. Ostvarivanje ovog cilja se može postići samo primjenom održivih metoda i održivih rješenja u poljoprivredi. Razlog ovome leži u činjenici da su poljoprivredne aktivnosti i prakse kompatibilne s okolišem te da je njihova zavisnost permanentna što je od velike važnosti u smislu doprinosa održivosti ekologije. Upravo zbog toga postoje brojne definicije održive poljoprivrede kao i tumačenja što održiva poljoprivreda podrazumijeva (Pretty, 2008.).

Trenutačna putanja rasta poljoprivredne proizvodnje neodrživa je zbog svojih negativnih utjecaja na prirodne resurse i okoliš. Degradacija zemljišta, prirodna ili izazvana ljudskom djelatnošću, kontinuirani je proces. Međutim, degradacija tla je postala važno pitanje zbog svojih štetnih učinaka na nacionalne prirodne resurse, sigurnost hrane i egzistenciju svjetske populacije. Brojna istraživanja su provedena vezana za degradaciju tla i puno činjenica je izneseno, ali još uvijek postoje praznine zbog činjenice da je samo nekoliko zemalja stvarno razvilo isplative tehnologije za ublažavanje procesa degradacije. Neprimjerena upotreba zemljišta glavni je uzrok pada kvalitete tla.

Prema FAO (2015.) trećina poljoprivrednog zemljišta je degradirana, izgubljeno je do 75 % genetske raznolikosti usjeva, a 22 % pasmina životinja je ugroženo. Isti izvor navodi kako je više od polovice ribljeg fonda u potpunosti iskorišteno, te kako je tijekom posljednjeg desetljeća oko 13 milijuna hektara šuma godišnje pretvoreno u druge namjene korištenja zemljišta.

Sveobuhvatni izazovi s kojima se svjetska populacija suočava su brzo rastuća oskudica i degradacija prirodnih resursa, u trenutku kada se potražnja za hranom, vlaknima, robom i uslugama iz poljoprivrede (uključujući usjeve, stoku, šumarstvo, ribarstvo i akvakulturu) brzo povećava.

Održiva poljoprivreda se zasniva na načelima održivog razvoja osiguravajući hranu, ogrjev i vlakna uz uvažavanje ekonomskih i društvenih ograničenja koja osiguravaju održivost proizvodnje u kojoj je ekološka djelotvornost važnija od gospodarske učinkovitosti. Primjenom agrotehničkih mjera održive poljoprivrede smanjuje se degradacija prirodnih resursa (tla, vode i zraka) te zbog toga predstavlja alternativu konvencionalnoj (intenzivnoj) poljoprivredi koja je rizična za okoliš (Medved, 2019.).

Održiva poljoprivreda uključuje sve sustave i prakse koji pozitivno djeluju na zaštitu okoliša i prirodnih resursa potrebnih za osiguravanje proizvodnje odgovarajuće i visokokvalitetne hrane po prihvatljivim troškovima koje je brzorastućem svjetskom stanovništvu nužno. Za ovakav oblik proizvodnje potrebna je dugoročna stabilnost i učinkovitost sustava. Najekonomičniji i najbrži način provedbe svake održive poljoprivredne prakse jedan je od prioriteta koji bi trebao biti usmjeren na zaštitu poljoprivrednih površina i prirodnih resursa (Tuğrul, 2019.).

Kako bi se podigla svijest o važnosti provođenja održivih poljoprivrednih praksi i tehnika Aydemir i Oğuz (2018.) smatraju kako je potrebno detaljno promisliti o tome na koje načine proizvodne tehnike i prakse mogu udovoljiti sve većim zahtjevima u poljoprivrednoj proizvodnji uz smanjenje štetnog utjecaja na okoliš.

Održiv razvoj moguće je postići unapređenjem i zaštitom životne sredine, te racionalnim iskorištavanjem prirodnih resursa. To podrazumijeva usklađivanje i integraciju mjera i ciljeva svih sektorskih politika, usklađivanje nacionalnih propisa sa zakonodavstvom Europske Unije i njihovu potpunu primjenu (Kljajić i sur., 2014.).

Kako bi se na zdrav način zadovoljile povećane potrebe poljoprivredne proizvodnje, trebalo bi zaštititi vodne resurse, razvijati tlo te očuvati i reproducirati izvorno sjeme za budućnost. Istodobno, neophodno je voditi računa o povećanju plodnosti tla, zaštiti voda i povećanju biološke raznolikosti (Tuğrul, 2019.).

Tlo održava većinu živih organizama, budući da je krajnji izvor njihovih mineralnih hranjivih sastojaka. Dobro gospodarenje tlima osigurava da mineralni elementi ne postanu deficitarni ili toksični za biljke i da je odgovarajuća količina mineralnih elementa uključena u prehrambeni lanac. Gospodarenje tлом utječe, i izravno i neizravno i na produktivnost usjeva, održivost okoliša kao i na ljudsko zdravlje.

Trenutno stanje plodnosti poljoprivrednih tala uglavnom je rezultat slabijeg ili jačeg djelovanja čovjeka. Jedan od glavnih indikatora plodnosti tla je koncentracija organske tvari tla. Organska tvar tla koja je stabilna i otporna na razgradnju, naziva se humus. Prema Vukadinoviću (2014.) potrebno je više od 10 godina za ciklus razgradnje humusa dok sinteza iz razloženih organskih ostataka traje 2 do 5 godina. Do smanjenja sadržaja humusa i organske tvari u tlu dolazi zbog intenzivne proizvodnje što za posljedicu ima smanjenje bioloških, kemijskih i fizikalnih svojstava tla, odnosno smanjenu plodnost tla (Svečnjak,



2015.). Gnojidba, kao agrotehnički zahvat koji najviše utječe na visinu prinosa, ima izrazito značajan utjecaj na plodnost tla. Ona podiže i održava prirodnu plodnost tla, ali mora biti primjerena stanju, uzrastu i potrebama usjeva, jer višak gnojiva može izazvati onečišćenje okoliša.

Onečišćenje okoliša i samim time onečišćenje površinskih i podzemnih voda, uzrokovana je nitratima iz poljoprivrede, te je 1991. godine Europska komisija izdala Nitratnu direktivu kojom se smanjuje godišnji unos dušika u tlo (Romić i sur., 2014.). U povećavanju i održavanju plodnosti tla pomaže primjena organskih i mineralnih gnojiva, rotacija usjeva, zelena gnojidba, mjere popravka tla, odgovarajuća obrada tla i inkorporiranje žetvenih ostataka u tlo (Vukadinović, 2012.).

Praktičari održive poljoprivrede nastoje integrirati tri glavna cilja u svoj rad: zdrav okoliš, ekonomsku isplativost uz socijalnu i ekonomsku pravednost. Svaka osoba uključena u sustav prehrane - uzgajivači, prerađivači hrane, distributeri, trgovci, potrošači i gospodari otpadom mogu igrati ulogu u osiguravanju održivog poljoprivrednog sustava (Feenstra, 2020.).

Općenito, pri definiranju konvencionalne, ekološke, pametne i integrirane poljoprivrede primjenjuju se mnoge metode a svaka se metoda razlikuje od ostalih.

Održiva poljoprivreda uglavnom je usredotočena na povećanje produktivnosti tla i smanjenje štetnih učinaka poljoprivrednih praksi na tlo, klimu, okoliš, vodu i zdravlje ljudi. Smanjuje uporabu neobnovljivih izvora i inputa iz naftnih proizvoda koristeći obnovljive resurse za proizvodnju. Općenito, fokusira se na potrebe, znanje, vještine i sociološki kulturne vrijednosti lokalnog stanovništva. (Tuğrul, 2019.).

### **1.1. Cilj istraživanja**

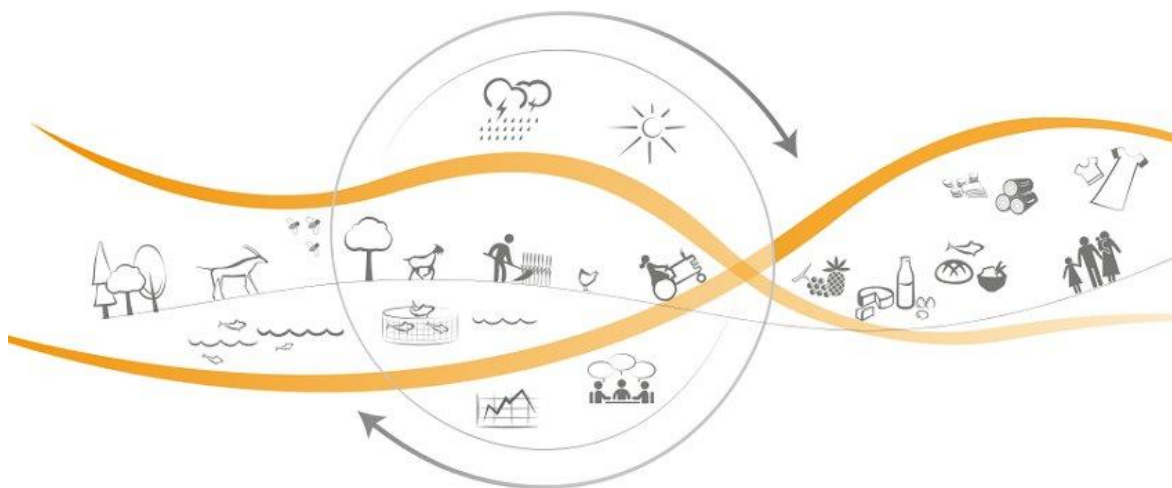
Zbog predviđenog povećanja svjetske populacije i posljedične potrebe za intenziviranjem proizvodnje hrane, upravljanje tlima postat će sve važnije u nadolazećim godinama. Da bi se postigla buduća sigurnost hrane, upravljanje tlima na održiv način bit će izazov, kroz pravilno upravljanje hranjivim tvarima i primjenom odgovarajućih tehnika zaštite tla i vode.

Cilj ovog rada je prikazati održive mjere gospodarenja tlom u poljoprivrednoj proizvodnji sa svrhom postizanja visoke produkcije uz smanjenje negativnih implikacija na okoliš.

## 2. NAČELA ODRŽIVE POLJOPRIVREDE

Organizacija za hranu i poljoprivredu Ujedinjenih naroda (FAO) uspostavila je principe održive poljoprivrede (Slika 1.) kako bi globalni poljoprivredni sektor postao sve produktivniji i održiviji. Prema FAO (2015.) načela održive poljoprivrede su slijedeća:

- Sustav proizvodnje, principi i institucije koje podupiru globalnu sigurnost hrane su sve više nedovoljni
- Održiva poljoprivreda treba njegovati zdrave ekosustave i poticati održivo upravljanje tлом, vodom, prirodnim resursima osiguravajući istovremeno globalnu sigurnost hrane
- Kako bi bila održiva, poljoprivreda mora zadovoljavati potrebe postojećih i budućih generacija osiguravajući istovremeno profitabilnost, zaštitu okoliša te socijalnu i ekonomsku jednakost
- Globalna primjena održive proizvodnje zahtijevat će velike napretke u učinkovitosti korištenja resursa, zaštiti okoliša i povećanju otpornosti (elastičnosti) ekosustava
- Održiva poljoprivreda zahtjeva sustav globalnog upravljanja koji promiče sigurnost hrane u smislu trgovinskih zahtjeva i agronomskih politika kako bi se promicala lokalna i regionalna tržišta poljoprivrednih proizvoda



Slika 1. Principi održive poljoprivrede (izvor: FAO, 2016.)

Namjera ovih principa je izgradnja proizvodnog sustava koji radi u korist ekosustava, zadovoljavajući ljudske potrebe. Zbog toga bi poljoprivrednici trebali raditi na gospodarskom razvoju ovog sektora, tako da mogu imati koristi od poštenog, pravednog i učinkovitog okruženja.

Poboljšanje učinkovitosti korištenja resursa presudno je za održivost poljoprivrede jer poljoprivredna proizvodnja raste, stoga je neophodno da se stvarne prakse usmjere prema "pametnim" proizvodnim sustavima koji omogućuju uštedu vode i energije te smanjuju emisije plinova i primjenu gnojiva.

Održivost zahtijeva izravne aktivnosti na očuvanju, zaštiti i poboljšanju prirodnih resursa. Prirodni resursi osnova su poljoprivredne proizvodnje, što znači da bi poljoprivredna proizvodnja bila održiva nužna je održiva eksploatacija prirodnih resursa. Stoga bi se trebale razvijati mjere za smanjenje negativnih utjecaja i poboljšanje stanja prirodnih resursa.

Jačanje otpornosti ekosustava ključno je za održivu poljoprivredu. Klimatske promjene, nestabilnost cijena i građanski sukobi utječu na cijelo društvo, a tako i na poljoprivrednu proizvodnju. Dakle, za postizanje održive poljoprivrede potrebno je raditi na otpornosti u prirodnim i ljudskim dimenzijama.

Održiva poljoprivreda treba odgovoran i učinkovit mehanizam upravljanja. Da bi postojali i održivi poljoprivredni sektor, javni i privatni posjedi moraju surađivati, razvijajući politiku koja jamči jednakost, transparentnost i vladavinu zakona.

Ovim načelima želi se kreirati nacionalne, regionalne i globalne sustave koji promiču održivost na socijalnoj, ekonomskoj i ambijentalnoj razini.

### **3. PRAKTIČNI ASPEKTI ODRŽIVE POLJOPRIVREDE**

Poljoprivredna proizvodnja održiva je samo ako je isplativa te ako štiti prirodne resurse i zdravlje ljudi i životinja. Održiva poljoprivredna proizvodnja nije sinonim za ekološku proizvodnju: održiva poljoprivreda ne mora biti ekološka iako ekološka proizvodnja mora biti održiva.

Praksa održive poljoprivrede treba se temeljiti na mogućnostima i znanju o primjeni gnojiva, plodoredu, sjetvi pokrovnih usjeva, obradi tla, navodnjavanju, integriranoj ishrani i zaštiti bilja kao i na svim ostalim zahvatima koji pridonose zaštiti prirodnih resursa uz stvaranje visokih i stabilnih prinosa.

#### **3.1. Integrirana zaštita bilja**

"Integrirana zaštita bilja predstavlja sustav zaštite bilja koji podrazumijeva primjenu bioloških, biotehničkih, kemijskih i fizikalnih mjera zaštite bilja, te ostalih agrotehničkih mjera pri čemu je uporaba kemijskih sredstava za zaštitu bilja ograničena na najnužniju mjeru potrebnu za održanje populacije štetnih organizama ispod razine gospodarske štete" (Jug, 2017.). Integriranom se zaštitom potiče biološka raznolikost koja ima funkciju samoodrživosti sustava. Biološku raznovrsnost biljnih vrsta moguće je djelomično postići prelaskom iz monokulture u sustav plodoreda u kojem bi bilo zastupljeno više biljnih vrsta, združenih usjeva i smjesa različitih vrsta kao pokrovni usjev.

#### **3.2. Pokrovni usjevi**

Moderna poljoprivreda iskazuje sve veći interes za primjenom pokrovnih usjeva, posebice jednogodišnjih usjeva koji imaju kratku vegetaciju. Osim već poznatih razloga sijanja pokrovnih usjeva kao što je biomasa i dodatni urod zrna, ovi usjevi mogu posebno pridonijeti kroz višestruku funkcionalnost. Na taj način se unaprjeđuje bioraznolikost tradicionalnih plodoreda i održivost. Da bi se uveli novi pokrovni usjevi, glavni usjevi na obradivoj površini ne trebaju biti izuzeti.

U zavisnosti od uloge koju će pokrovni usjev imati, obavlja se odabir kultura koje će se sijati kao pokrovni usjev. Ukoliko pokrovni usjev treba osigurati dostupan dušik narednom usjevu iz bioloških izvora, onda se pokrovni usjev odabire iz porodice leguminoza. Ako pokrovni usjev treba sprječavati ispiranje dušika, zaštititi površinu tla od erozije ili supresija korova,

tada se biraju biljke iz porodice trava koje imaju širok C : N odnos, koje imaju provjerenu moć suzbijanja korova (sirak, sudanska trava, raž) te imaju visoku proizvodnju biomase. Smjese usjeva koje su iz različitih porodica treba uzeti u obzir kako bi se unaprijedila pozitivna svojstva svake od njih (Jug i sur., 2017.).

Pokrovne biljke mogu se uzgajati tijekom izvansezonskih razdoblja kada je tlo golo i može se uzgajati između glavnih redova biljaka (Slika 2.) (Tuğrul, 2019.). Uzgojem pokrovnih usjeva sprečava se erozija tla, obnavljaju se hraniva u tlu, kontrolira se zakorovljenost i štiti se zdravlje tla smanjujući potrebu za herbicidima.

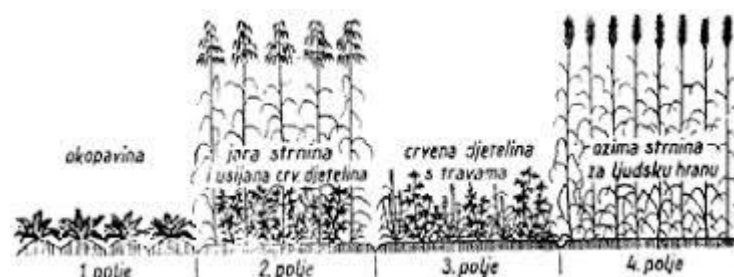


Slika 2. Usjev rotkvice s raži kao pokrovnom kulturom

(izvor: [https://gospodarski.hr/Multimedia/Pictures/Prilozi/Suzbijanje\\_korova\\_2.jpg](https://gospodarski.hr/Multimedia/Pictures/Prilozi/Suzbijanje_korova_2.jpg))

### 3.3. Rotacija usjeva i povećanje raznolikosti usjeva

Rotacija usjeva ili plodored (Slika 3.) predstavlja pravilnu prostornu i vremensku izmjenu usjeva na proizvodnoj površini.



Slika 3. Primjer plodoreda u ratarstvu (izvor: Jug, 2013.)

Cilj rotacije usjeva je zamijeniti biološku ravnotežu prirodnih fitocenoza jer je odavno utvrđeno da se u ponovljenoj sjetvi prinosi smanjuju (Jug, 2013.).

Razlozi uvođenja plodoreda mogu biti: biološki, agrotehnički i organizacijsko – ekonomski. Uvođenje plodoreda je nezaobilazna mjera u održivoj biljnoj proizvodnji jer:

1. smanjuje se pojavnost korova, štetnika i bolesti
2. pomaže u održavanju opskrbe tla dušikom
3. pomaže u održavanju razine organske tvari tla
4. dovodi do ušteda u radu
5. smanjuje se negativna alelopatija
6. regulira iskorištenost biljnih hraniva
7. regulira utrošak vode
8. poboljšava organizaciju proizvodnje (Asaad, 2018.)

Raznolikost usjeva uključuje konsocijaciju kultura (združenu sjetvu) i kompleksne višegodišnje rotacije usjeva. Konsocijacija kultura (Slika 4.) je uzgoj više kultura na istoj površini u isto vrijeme vegetacije (Jug, 2013.). Budući da se u istom trenutku i mjestu nalazi više kultura, njihovi međusobni odnosi mogu biti dvojaki: mogu biti uzrokovani fizičkim međudjelovanjem (zbog habitusa biljaka) i/ili alelopatskim djelovanjem (Jug, 2013.).



Slika 4. Konsocijacija kultura u održivoj poljoprivredi

(izvor: <http://nwrn.eu/measure/intercropping>)

Za razliku od odnosa konsocijacije u prirodnim uvjetima, u agrofitocenozi kulture u uzgoju su odabrane što može imati i negativan učinak. Kako bi konsocijacija bila uspješna, ona mora zadovoljiti nekoliko ključnih zahtjeva:

- a) između uzgajanih kultura ne smije postojati negativna alelopatija
- b) izlučevine korijenja i biljaka ne smiju štetno djelovati na mikroorganizme tla
- c) kompeticijske odnose po pitanju vegetacijskih čimbenika treba izbjeći

### **3.4. Konzervacijska obrada tla**

Prema Jug i sur. (2017.) konzervacijska obrada tla je sustav obrade tla u kojoj se biljni ostaci zadržavaju pri ili na površini tla s ciljem suzbijanja ili ublažavanja erozije tla ili postizanja optimalne vlažnosti tla. Ovaj način obrade tla pripada konceptu *minimalne* obrade koji podrazumijeva izostavljanje, kombiniranje ili objedinjavanje zahvata obrade s glavnim ciljem smanjenja troškova prilikom obrade tla (Jug i sur., 2017.).

Osim glavnih ciljeva konzervacijske obrade tla kao što su ublažavanje ili suzbijanje erozije, te postizanje stabilne i optimalne vlažnosti tla, postoje i drugi razlozi uporabe ovih sustava obrade, a oni su vezani za fizikalna, kemijska i biološka svojstva. Primjenom konzervacijskih sustava obrade tla smanjuje se njegovo zbijanje, povećava biogenost, smanjena je pojava korova, poboljšava se aeracija, vodopropusnost, smanjuje se negativan učinak dnevne oscilacije temperature tla i drugo. Međutim u uvjetima intenzivnih i sve češćih sušnih razdoblja, akumulacija vode u tlu i skladištenje vode u tlu je najvažnija zadaća konzervacijske obrade tla. Žetveni ostaci (malč) na površini tla djeluju kao tampon-zona te sprječavaju jako isparavanje vode. Fizikalna, kemijska i biološka svojstva golog tla su značajno lošija, kao što je i gubitak vode neusporedivo brži i veći u usporedbi s tlom pokrivenim biljnim ostacima.

Nedostaci konzervacijske obrade tla uglavnom se odnose na manjak kvalitetnih oruđa, za koja su najčešće neophodna visoka ulaganja, potom na povećanu masu biljnih/žetvenih ostataka koji mogu uzrokovati potencijalne probleme pri sjetvi i obradi. Primjedba se svodi i na činjenicu da se sjetva katkad mora odgoditi za nekoliko dana jer je tlo pokriveno žetvenim ostacima hladnije. Također se još kao zamjerke navode i veći broj štetnika te intenzivniji razvoj i mogućnost zadržavanja uzročnika biljnih bolesti na žetvenim ostacima. Navedene negativnosti ovog načina obrade tla su negativne samo uvjetno, jer pravilnom

primjenom glavnih načela konzervacijske obrade tla (primjerice pravilna izmjena usjeva / plodored) mogu se ostvariti odgovarajući uvjeti za održivu i visokoprinosnu poljoprivrednu proizvodnju.

S obzirom da je struktura konzervacijske obrade tla nastala u Americi, Jug i sur. (2017.) navode kako se tamo i danas upotrebljava nekoliko konzervacijskih sustava, kao što su:

- No-till (izravna sjetva bez obrade tla)
- Slot-planting (sjetva u brazdice)
- Strip-till (obrada i sjetva u trake)
- Mulch till (sjetva u malč i obrada ispod malča)

Na našim se agroekološkom područjima, u uzgoju ratarskih usjeva, uglavnom primjenjuje konvencionalna obrada tla. Isto tako, postoje i određena konzervacijska rješenja obrade tla koja se mogu vrlo uspješno primjenjivati. Međutim ta rješenja podrazumijevaju izostavljanje uporabe pluga, a to je u današnje vrijeme velikom dijelu naših poljoprivrednika još uvijek neprihvatljivo (Jug i sur., 2017.).

#### *3.4.1. Konzervacijska obrada tla i korovi*

Konzervacijski sustavi obrade tla uključuju smanjenje intenziteta mehaničkih zahvata te ostavljanje žetvenih ostataka na površini tla. U odnosu na konvencionalnu, konzervacijskom obradom smanjuju se troškovi same obrade, smanjuje se gubitak hraniva, erozija, ispiranje pesticida i efikasnije se čuva vlaga u tlu. Reduciranje ili izostavljanje obrade tla mijenja standardni pristup kontroliranja zakorovljenosti i zahtjeva dodatna znanja i vještine prilikom provođenja odluka o sprječavanju razvoja korova. Razina zakorovljenosti u konvencionalnim i konzervacijskim sustavima ovisi o klimatskim uvjetima, tlu i sustavu biljne proizvodnje.

Jednogodišnji se korovi relativno jednostavno i podjednako uspješno suzbijaju konvencionalnim i konzervacijskim sustavima obrade tla. Višegodišnji korovi imaju dugačak životni ciklus i razmnožavaju se vegetativno i generativno. Uglavnom se suzbijaju obradom tla i ne predstavljaju problem u konvencionalnom načinu obrade tla, ali u konzervacijskim sustavima obrade mogu biti problematični te utjecati na prinos glavnog usjeva.



Žetveni ostatci imaju snažan utjecaj na ukupnu zakorovljenost i samu pojavu korova. Pozitivno utječu na smanjenje pojave korova jer stvaraju nepovoljne uvjete za rast, klijanje i nicanje korovnih biljaka (Jug i sur., 2017.). Žetveni ostatci smanjuju temperaturu tla i količinu svjetlosti koja dolazi *na i u* tlo zbog čega se smanjuje klijavost sjemena korova. Fizički djeluju na brzinu i intenzitet nicanja korova jer onemogućuju da klijanci korova izađu na površinu tla. Prisutno je i kemijsko djelovanje kojim žetveni ostatci utječu na razvoj korova zbog otpuštanja fitotoksina koji usporavaju razvoj i rast korova.

Osim žetvenih ostataka velik utjecaj na sprječavanje rasta i razvoja korova imaju mrtvi i živi malč. Mrtvi malč ima gotovo identičan utjecaj u sprječavanju rasta korova kao i žetveni ostatci, jer se mrtvim malčem na našem području u najvećoj mjeri smatra ostavljanje biljnih ostataka na površini tla. Živi malč je pokrovni usjev koji se ciljano uzgaja zajedno s glavnom kulturom. Uzgajaju se s ciljem postizanja mnogih korisnih utjecaja na agroekosustav kao što su primjerice smanjenje populacije štetnika, suzbijanje korova, poboljšavanje plodnosti tla, zaštita tla od erozije i drugo.

#### *3.4.2. Konzervacijska obrada tla i biljne bolesti*

Biljni ostatci na površini tla mogu značajno utjecati na pojavnost, intenzitet i razvoj biljnih bolesti. Ostavljanjem i razgradnjom žetvenih ostataka na površini tla doći će do nakupljanja mikroorganizama i organske tvari u njegovom površinskom sloju. Žetveni ostatci osiguravaju izvor energije dostupne patogenim mikroorganizmima prije i tijekom zaraze biljke domaćina. Takav izvor energije utječe na sposobnost i razvoj infekcije, preživljavanje patogena, te je ključan u interakcijama patogena i domaćina. U početku razvoja konzervacijskih sustava obrade tla mislilo se kako će doći do značajnijeg povećanja pojave biljnih bolesti, zbog izostavljanja obrade tla i prezimljavanja bolesti na žetvenim ostacima, ali provedenim istraživanjima ova pretpostavka nije potvrđena.

Maksimalnom razvoju bolesti pridonijet će optimalni uvjeti za razvoj bolesti i osjetljivost domaćina, a pravilan izbor hibrida i otpornih sorti kao i primjena optimalne agrotehnike važni su u zaustavljanju pojave bolesti (Jug i sur., 2017.), neovisno o sustavu obrade tla.

#### *3.4.3. Konzervacijska obrada tla i kukci*

Prelaskom s konvencionalnih na konzervacijske sustave lako se mogu zapaziti promjene u populaciji kukaca, koji se na usjevima pojavljuju kao korisni predatori ili štetnici. Novonastalim uvjetima potrebno je prilagoditi zaštitu bilja kako bi se populacija štetnika

održavala na razini pri kojoj ona ne nanosi velike štete usjevima. Važno je razviti sustav zaštite koji će se zasnivati na principima integrirane zaštite bilja.

Utjecaj konzervacijskog sustava obrade tla na populaciju štetnika može biti indirektan i direktan. Primjenom konzervacijskih sustava obrade tla na duže se razdoblje mijenja populacija korova koji su sklonište, stanište i izvor hrane kukcima. Na promjenu pojave određenih kukaca (štetnih i korisnih) uvelike utječu promjene u populaciji korova. Neizostavan dio konzervacijskog sustava obrade tla kod indirektnog utjecaja na kukce je plodored pomoću kojeg dolazi do smanjenja populacije štetnika. Također treba obratiti pažnju i na ostale mjere kao što su primjerice kemijska zaštita, kontrola zakorovljenosti, hibridi, rezistentne sorte, optimalni datumi sjetve, plodored i biološke mjere kontrole. Velika većina kukaca određeni period svog životnog ciklusa provode na biljnim ostatcima, u tlu ili na tlu. Konvencionalnom obradom tla uništavaju se žetveni ostatci inkorporacijom u tlo, koji kukcima služe kao sklonište ili stanište, što izravno utječe na smanjenje populacije štetnika (Jug i sur., 2017.).

### **3.5. Integrirana ishrana bilja**

Integrirani sustav ishrane biljaka kao koncept i strategija upravljanja poljoprivrednim gospodarstvom obuhvaća i nadilazi napore od jednosezonske gnojidbe usjeva do planiranja i upravljanja biljnim hranjivim tvarima u plodoredima i poljoprivrednim sustavima na dugoročnoj osnovi radi povećane produktivnosti, profitabilnosti i održivosti. Integrirana ishrana bilja poboljšava produktivnost tla uravnoteženom upotrebom elemenata ishrane u tlu i kemijskih gnojiva u kombinaciji s organskim izvorima biljnih hranjivih tvari, uključujući bio-inokulante i prijenos hranjivih tvari kroz agro-šumarske sustave. Hortikulturene biljne vrste, uglavnom plantažne kulture, uključuju primjenu gnojiva i pesticida koji postaju neizbježni uslijed iscrpljivanja organskih tvari u tlu i učestalosti pojave štetnika i bolesti. Prekomjerna uporaba kemijskih gnojiva u tim usjevima pogoršala je zdravlje tla što je zauzvrat utjecalo na njegovu produktivnost. Da bi se uravnotežilo zdravlje tla i povećala njegova produktivnost, potrebno je obogaćivati tlo korisnim, a po mogućnosti autohtonim mikroorganizmima.

Dozvoljeni izvori hraniva u integriranoj ishrani bilja su organska gnojiva, anorganska gnojiva, bio gnojiva i kondicioneri tla. Navedeni izvori integrirane ishrane bilja mogu se kombinirati i u tlo unositi u količinama koje na proizvod i tlo neće djelovati štetno.

### 3.5.1. *Organska gnojiva*

Organska gnojiva su po svojim svojstvima i sastavu raznolika skupina koja obuhvaća različite otpatke životinjskog i biljnog podrijetla. Podjela organskih gnojiva dijeli se u nekoliko grupa kao što su: gnojiva bazirana na tresetu, otpad životinjskog podrijetla, gnojiva na osnovi otpadnog materijala industrijskog ili biljnog podrijetla, gnojiva na osnovi komunalnog otpada (Vukadinović i Vukadinović, 2016.).

Uporabom organskih gnojiva povećava se sadržaj organske tvari i količina humusa u tlu. Primjena organskih gnojiva uvelike poboljšava svojstva tla, a posebno strukturu tla što dovodi do boljeg vodozračnog odnosa, veće raspoloživosti svih hraniva, jača otpornost na eroziju i poboljšava retenciju vode. Kod primjene organskih gnojiva kada biljke već imaju dovoljno hraniva i nemaju potrebe za usvajanjem novih ili kada je tlo golo odnosno bez vegetacije, može doći do ekoloških problema kao što su primjerice ispiranje nitrata, kalija i nagomilavanje fosfora u površinskom sloju tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

### 3.5.2. *Stajski gnoj, gnojovka i gnojnica*

Stajski gnoj je mješavina tekućih i čvrstih izlučevina domaćih životinja i prostirke (stelje) koja upija tekući dio. Sastav ovisi o načinu čuvanja, vrsti stelje, vrsti domaće životinje i duljini fermentacije. Ako se primjenjuju veće količine stajskog gnoja sadržaj organske tvari u tlu se može povećati.

Zbog poteškoća u njegovom čuvanju može doći do velikih gubitka hraniva. Pri fermentaciji i spremanju gnojiva dolazi do značajnog gubitka dušika. Dušik se također gubi ispiranjem i volatizacijom nakon mineralizacije, tijekom iznošenja i raspodjele po tlu. Tijekom njegovog čuvanja događaju se promjene pod utjecajem različitih mikroorganizama.

Aktivnost mikroorganizama ovisi o zbijenosti stajskog gnoja, vlažnosti, temperaturi, pH reakciji sredine, vrsti stelje i načinu čuvanja. Smatra se da je stajski gnoj nakon 6-8 mjeseci zreo, a nakon 3-4 mjeseci poluzreo. Potrebno ga je u što kraćem vremenu raspodijeliti i inkorporirati u tlo.

Tekući izmet domaćih životinja koji stelja nije upila naziva se gnojnica. Čuvanjem gnojnice u otvorenim bazenima ili jamama brzo se gubi dušik, a posebno pri velikim temperaturama. Dušik u gnojnici je u obliku amonijaka pa se lako gubi isparavanjem. Dodavanjem superfosfata gnojnici sprječava se isparavanje amonijaka koje može štetno utjecati na stoku i snižava se pH, a pri tome se gnojnica obogaćuje fosforom.

U suvremenim stajama u kojima se životinjske izlučevine čuvaju bez upotrebe stelje dobiva se tekući stajnjak koji se zove gnojovka. Njena primjena je prilično skupa zbog niske količine organske tvari pa se koristi u blizini staja. Gnojovku do primjene treba čuvati u cisternama-bazenima bez dodira sa zrakom i unositi je aplikatorima ispod površine tla. Uporaba gnojovke obavlja se u vegetacijskom dijelu godine (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

#### *3.5.2.1. Guano*

Guano su nakupljeni ekstremanti morskih ptica. Usitnjeni su do veličine granula koje su pogodne za raspodjelu. To prirodno gnojivo sadrži mikroelemente, sumpor, magnezij i kalcij te se koristi i kao kondicioner (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

#### *3.5.2.2. Kompost*

Komposti su gnojiva koja dobivamo kompostiranjem organskih prije svega biljnih ostataka koji mogu biti pomiješani s drugim tvarima različitog porijekla (primjerice pepeo, vapno). U procesu kompostiranja svježa organska tvar prvo prolazi fazu dekompozicije, a nakon toga anaboličke procese koji su slični tvorbi humusa. Veće količine humusa priređuju se u hrpama, a manje u većim posudama ili jamama. Kompostiranje velikih hrpa i teže razgradivog organskog otpada traje 2-3 godine, a manjih hrpa oko 3 mjeseca. Proces dobivanja komposta se može obaviti na više načina kao što je kompostiranje u trakastim hrpama, pasivno kompostiranje bez miješanja, kompostiranje zaštićeno od vanjskih faktora, kompostiranje u posebno uređenim objektima, te aktivan proces kompostiranja uz dodavanje biogenih elemenata i mikroorganizama (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

#### *3.5.2.3. Zemljišni crvi i vermikompost*

Zemljišni crvi su velika grupa zemljišne faune, a najčešći predstavnici su gujavice. Proždiru i probavljaju organsku tvar zajedno s tlom i transformiraju je do oblika koji lakše podliježu humifikaciji pri čemu se ujedno obavlja dezinfekcija tla. Učinci njihovog rada su fizikalni, kemijski i biološki. Vermikompostiranje je metoda iskorištavanja gujavica kako bi se ubrzao proces kompostiranja i povećala njegova efikasnost (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

#### *3.5.3. Anorganska gnojiva*

Anorganska ili mineralna gnojiva pretežno su soli dobivene preradom iz prirodnih minerala. Pod anorganskim gnojivima podrazumijevaju se i drugi proizvodi koji sadržavaju elemente

neophodne za rast i razvoj biljaka te postizanje stabilnih i visokih prinosa poljoprivrednih biljnih vrsta.

Ova se gnojiva dijele prema:

- funkciji – neposredna ili izravna, posredna ili neizravna, potpuna ili kompletna, nepotpuna gnojiva, miješana gnojiva i sintetska organska gnojiva,
- podrijetlu – mineralna, organska, organomineralna, bakterijska,
- načinu unošenja – osnovna, startna i gnojiva za prihranu,
- vrsti hranjivog elementa – magnezijeva, kalijeva, dušična, fosforna, borna itd.,
- sastavu – kompleksna, miješana i pojedinačna.

Najbitnije mjerilo za ocjenjivanje kakvoće gnojiva je visina prinosa u odnosu na vrstu poljoprivredne kulture, agrotehničke mjere i klimatske prilike.

Anorganska gnojiva zbog svoje fiziološke reakcije mogu utjecati na promjenu pH, odnosno njegovu alkalnost tla ili zakiseljavanje (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

#### *3.5.4. Bio gnojiva*

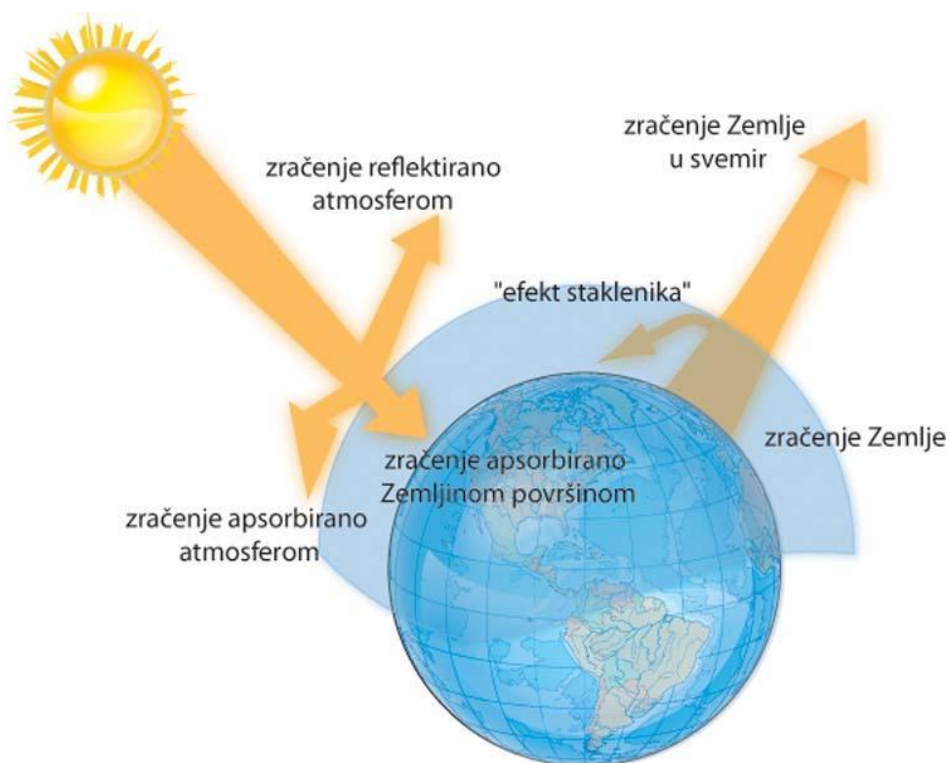
Biološka gnojiva i mikorize važan su aspekt gnojidbe, pogotovo u ekološkoj proizvodnji, revitalizaciji oštećenih i degradiranih površina. Takva gnojiva sadržavaju žive organizme (plavozelene alge, bakterije, paprati, saprofitske i mikorizne gljive) koji poboljšavaju mikrobiološku aktivnost tla, popravljaju strukturu, štite od patogenih organizama, povećavaju dostupnost hranjivih tvari u tlu.

#### *3.5.5. Kondicioneri tla*

Osim klasičnih načina popravljivanja kvalitete tla (melioracijska obrada tla, melioracijska gnojidba, humizacija, kalcizacija) za popravljivanje toplinskih svojstava, strukture i kapaciteta vlaženja tla primjenjuju se i kondicioneri tla. To su anorganske i organske tvari ili sintetski proizvodi. Uglavnom se primjenjuju u profitabilnoj i intenzivnoj proizvodnji zbog skupoće. Dije se na tvari koje povećavaju hidrofilnost i hidrofobnost tla, tvari koje povećavaju temperaturu površine tla, tvari koje sprječavaju zbijanje tla, tvari koje stabiliziraju strukturu po dubini profila i tvari koje povećavaju kapacitet izmjenjivačkog kompleksa tla (Vukadinović i Vukadinović, 2011.).

Velik korak prema održivoj biljnoj proizvodnji je uporaba biougljena kao kondicionera tla. Biougljen predstavlja produkt nastao pirolizom organske tvari različitog podrijetla te zbog svojih svojstava istovremeno u tlu može vršiti apsorpciju i adsorpciju. Proizvodnja biougljena obavlja se u uvjetima bez prisustva kisika ili sa smanjenim dotokom kisika u procesu izgaranja biomase. Može pozitivno utjecati na mnoštvo fizikalnih, bioloških i kemijskih svojstava tla: smanjenje ispiranja hraniva, strukturu tla, povećava pH vrijednost, sadržaj organske tvari, vodni kapacitet, pomaže biljci da se bori protiv patogena i bolesti.

Jedan od najbitnijih indikatora zdravlja tla i njegovih najvažnijih svojstava je koncentracija humusa. Zbog visoke potražnje za energijom, sirovinama i hranom svijet se suočava s velikim izazovima, a to za posljedicu ima zagađenje i uništavanje okoliša i gubitak biološke raznolikosti. Zbog intenzivne poljoprivredne proizvodnje i primjene agrokemikalija došlo je do brze degradacije tla. Tlo treba shvaćati kao snažan reaktor pomoću kojeg održavamo život na zemlji, a ne samo kao supstrat proizvodnje. Nažalost, do pada sadržaja humusa u tlu dolazi zbog loših okolišnih i poljoprivrednih uvjeta koji su izravno ili neizravno pojačani klimatskim promjenama zbog čega dolazi do dodatnog oslobađanja zarobljenih stakleničkih plinova (u organskoj tvari tla) nazad u atmosferu (Slika 5.), (Đurđević i sur., 2017.).



Slika 5. Efekt staklenika

(izvor: <https://images.app.goo.gl/po3UTtyuGxp4t1QG9>)

### **3.6. Smanjenje potrošnje goriva**

Mehanizacija kojom se smanjuje potreba za fizičkim radom u poljoprivredi uglavnom koristi fosilna goriva. U današnje vrijeme, upotreba energije fosilnih goriva izravno ili neizravno u poljoprivredi nije bila ekonomski isplativa za proizvođače. U zemljama u razvoju velike količine fosilnih goriva koriste se u poljoprivrednoj proizvodnji, a posebice za dobivanje gnojiva i za pogon strojeva. Modernu poljoprivrednu proizvodnju danas nije moguće provesti bez upotrebe goriva. Međutim, upotrebom kombiniranih poljoprivrednih alata, oruđa i strojeva u jednom proходу i uporabom obnovljivih izvora energije umjesto fosilnih goriva smanjit će trošak goriva u poljoprivredi i smanjiti emisiju ugljika, a poljoprivredu učiniti osjetljivijom na okoliš (Tuğrul, 2019.).

### **3.7. Navodnjavanje**

Učinkovito navodnjavanje moguće je određivanjem optimalne količine vode koristeći različite parametre kao što su vlažnost tla, efektivna količina oborina i evapotranspiracija te određivanjem ispravnog vremena navodnjavanja usklađenog s vremenskim prognozama i vremenskim podacima u realnom vremenu. Na taj se način može provesti učinkovito i ekonomično navodnjavanje uz zaštitu ograničenih vodnih resursa te spriječiti negativni učinak ispiranja hraniva, povećanja saliniteta površine tla i pojavnosti gljivičnih bolesti uzrokovanih viškom vode na okoliš i poljoprivredu (Tuğrul, 2019.).

Istraživanja je potrebno usmjeravati na poboljšanja učinkovitosti korištenja vode i razvoj čistih proizvodnih modela koji jamče održivost iz okolišne, socijalne i ekonomske perspektive. Da bi se postigao ovaj cilj, mora se analizirati cijeli postupak navodnjavanja. Ovaj postupak obuhvaća različite faze koje počinju s izvorom vode, a završavaju uporabom u poljoprivredi. Definirane su tri faze navodnjavanja:

1. vađenje vode iz izvora i njezin prijenos kanalima do mjesta upotrebe
2. raspodjela vode (uključuje i tradicionalno navodnjavanje poplavama i brazdama i moderno navodnjavanje sustavima kap po kap i mikroprskalicama)
3. transport vode od korijenja do ostatka biljke.

Površinsko navodnjavanje poljoprivrednih kultura u održivoj poljoprivredi zbog lakše apsorpcije uključuje tradicionalno navodnjavanje brazdama i potapanjem, moderno navodnjavanje sustavima kap po kap i mikroprskalicama.

### 3.8.1. Navodnjavanje brazdama

Kod ovog oblika površinskog navodnjavanja voda se raspoređuje i dovodi po površini oranice u brazdama. Iz brazdi se procesom infiltracije voda postupno provodi u tlo. Brazde se formiraju posebnim plugovima uglavnom prije sadnje kultura ili prije sjetve. Brazde mogu biti neprotočne što bi značilo da voda u njima stoji te protočne u kojima voda teče.

Također je potrebna infrastruktura za razvođenje i odvođenje vode iz brazdi. Dovođenje vode iz dovodnih kanala po određenim oranicama se radi upusnim brazdama. Puštanjem vode u brazde izvodi se s plastičnim cijevima koje se još nazivaju sifoni (Slika 6.).



Slika 6. Puštanje vode u brazde s plastičnim cijevima

(izvor: <https://images.app.goo.gl/KdYtawPc3o7Ruxov5>)

Cilj je uštedjeti resurse smanjenjem gubitaka vode tijekom ove tri faze i poboljšati učinkovitost korištenja vodnih resursa. Stoga procjena promjene u korištenju vode zahtijeva cjelovit pristup koji uključuje analizu vodnog sustava koji se proučava kako bi se razumjeli mogući utjecaji na količinu i kvalitetu vode.

### 3.8.2. Navodnjavanje potapanjem

Navodnjavanje preplavlivanjem ili potapanjem moguće je napraviti pomoću dva sustava, a to je sustav lokvi i sustav kasete.

Sustav kasete odnosi se na način navodnjavanja u koje se voda ulije u kasete i potopi površinu u tanjem ili debljem sloju, a voda se upija u tlo. Ovaj način navodnjavanja može potrajati nekoliko dana ili nekoliko mjeseci, a njegovom primjenom se stvaraju močvarni



uvjeti. Ovim se sustavom troši velika količina vode uz pogoršavanje mikrobiološke aktivnosti tla i vodo-zračnog režima (Slika 7.). Zbog toga je potrebno izgraditi dobar i efikasan sustav odvodnje suvišnih površinskih i podzemnih voda.



Slika 7. Navodnjavanje potapanjem

(izvor: <https://images.apyp.goo.gl/6kBjrTsfbqiPmbuS8>)

### 3.8.3. Navodnjavanje kapanjem ("kap po kap")

Sustavi navodnjavanja kapanjem proizvodi su modernih tehnologija te su potpuno programirani i automatizirani, a time tijekom rada ne zahtijevaju prisutnost čovjeka. Ovaj sustav navodnjavanja štedi vodu, pa se tako sa minimalnom potrošnjom postižu maksimalni učinci u proizvodnji. Voda se pomoću cijevi dovodi do svake biljke i vlaži mali dio lokalnog tla te se zato naziva i "lokalizirano" navodnjavanje. Ovaj način navodnjavanja pogodan je za dohodovne i intenzivne kulture koje mogu "platiti" troškove održavanja sustava, korištenja i izgradnje.

Dobra svojstva i prednosti su što troše male količine energije i vode, bolja kvaliteta plodova i veći prinosi, kontrola uređaja obavlja se pomoću elektronike, omogućen je automatski rad, održavanje sustava je relativno jeftino i vlaži se mala zona oko biljke (Slika 8.).

Nedostatci su visoka cijena opremanja i izgradnje sustava, navodnjavaju se samo visokoprinodne kulture, česte su zamjene kapaljki zbog čestog začepjenja, troškovi zbrinjavanja i skupljanja sustava na završetka vegetacije, otežano kretanje mehanizacije.



Slika 8. Navodnjavanje kapanjem

(izvor: <https://images.app.goo.gl/z8nVnDYpNC9R5GvR6>)

#### 3.8.4. Navodnjavanje mini rasprskivačima

Ovaj način navodnjavanja primjenjuje se za uzgoj povrtlarskih i voćarskih kultura, a prikladan je za intenzivan uzgoj u plastenicima i staklenicima. Sustav je opremljen mini rasprskivačima koji vodu raspršuju u obliku kapljica u dometu do 5 metara i pod tlakom od 3,5 bara (Slika 9.). Jednostavno se postavlja, mijenjaju dijelovi i demontira na kraju vegetacije pa je zato ovaj način navodnjavanja prilagodljivo svim uvjetima, potrebama i zahtjevima rada. Njime se navodnjavaju kulture i teren, ali služi i kao regulator mikroklimе.



Slika 9. Navodnjavanje mini rasprskivačima

(izvor: <https://images.app.goo.gl/8XwrsWWuQ1ubuzm19>)

## 4. ODRŽIVO GOSPODARENJE ZEMLJIŠTEM

Održivo upravljanje zemljištem kombinira društveno-ekonomska načela s ekološki osjetljivim tehnologijama, aktivnostima i politikama. Kako bi održivo upravljanje zemljištem bilo izvedivo, definirano je pet ciljeva: učinkovitost, zaštita, sigurnost, prihvatljivost i vitalnost. Svaki cilj se može objasniti na sljedeći način:

- Učinkovitost: definira koje će se koristi dobiti estetskim, zdravstvenim i zaštitnim svrhama korištenja zemljišta,
- Zaštita: Tlo i vodeni resursi trebaju se strogo zaštititi za buduće generacije. Mogu postojati dodatni prioriteti zaštite, poput zaštite genetske raznolikosti ili potrebe zaštite određenih biljnih ili životinjskih vrsta,
- Sigurnost: Modeli upravljanja koji podržavaju ravnotežu između korištenja zemljišta i postojećih okolišnih uvjeta i smanjuju proizvodni rizik, dok samo oni pristupi koji naglašavaju komercijalnu iscrpljenost povećavaju taj rizik,
- Prihvatljivost: Ako su socijalni učinci metoda korištenja zemljišta negativni, jasno je da će vremenom propasti. S obzirom na ovaj okvir, trebalo bi ga sigurno provesti na terenu, uspostaviti proizvodni model koji će zaštititi prirodne resurse. Model bi trebao biti društveno prihvatljiv i ekonomski izvediv. Isto tako treba prihvatiti da sustav ne može biti održiv s praksama u kojima poljoprivredna struktura nije pravilno upravljana i zemljište se stalno uništava. Ova metoda načelno zahtjeva zaštitu i poboljšanje plodnosti tla, ispravljanje i sprječavanje propadanja tla i sprječavanje oštećenja okoliša,
- Vitalnost: Ako se primjena zemljišta ne podudara s lokalnim uvjetima, korištenje ne može opstati (Tuğrul, 2019.).

### 4.1. Održavanje i podizanje produktivnosti tla

#### 4.1.1. Upravljanje hranivima u tlu

U poljoprivredi, pravilna ishrana biljaka i povećanje upotrebe gnojiva ovisi o primjeni hranjivih tvari u vrijeme potrebe za njima, a koje je potrebno definirati na ispravan način i ispravnim metodama. Ispravno upravljanje ishranom biljaka u interakciji je s mnogim čimbenicima. Na primjer, povećanje učinkovitosti upotrebe gnojiva ovisi o smanjenju gubitaka biljnih hranjivih tvari iz tla uslijed isparavanja, denitrifikacije, ispiranja,

otplavlivanja. Primjenom gnojiva na neadekvatan način, dušik se ispire iz tla, a hranjive tvari poput fosfora i kalija prevode se u biljci nedostupne ili teže dostupne oblike hraniva. Tuğrul (2019.) navodi kako su brojne studije pokazale da je učinkovitost upotrebe dušika za gnojiva vrlo niska za pšenicu, rižu i kukuruz, a stopa iskorištenja dušika je između 29% i 42%. Veliki gubici dušika dovode do značajnih problema zaštite okoliša kao što su zagađenje podzemnih voda, eutrofikacija jezera i riječnih voda.

S druge strane, kvaliteta tla, organske tvari u tlu i dostupnost hranjivih tvari također pokazuju značajne razlike između sustava obrade tla kao što su minimalna, konvencionalna, konzervacijska i sustavi uzgoja bez obrade tla. Ovisno o poljoprivrednom sustavu ili sustavu uzgoja usjeva organski ugljik, otpornost strukturnih agregata, volumna masa, sadržaj vlage, pH, kapacitet vode u tlu, kretanje vode u tlu, temperatura tla i zbijanje tla pokazuju značajne promjene. Stoga, učinkovitost uporabe gnojiva u upravljanju zemljištem ima posebno mjesto. Načini primjene gnojiva izuzetno su važni u pogledu ekonomičnosti. Ovisno o metodi primjene gnojiva, učinkovitost gnojidbe se može povećati ili smanjiti. Ovdje posebno značajnu ulogu ima gnojidba glavnim hranivima, dušikom, fosforom i kalijem.

Analiza tla i tehnika uzorkovanja tla vrlo su važni u pogledu učinkovitosti upotrebe gnojiva. Poznata je činjenica da su fizička i kemijska svojstva poljoprivrednih tala vrlo promjenjiva. Čak i na razini proizvodne jedinice, svojstva tla pokazuju značajne razlike ovisno o veličini poljoprivredne površine. Povećana učinkovitost upotrebe gnojiva i smanjenje gubitka hranjivih tvari međusobno su proporcionalni. Stoga su precizne smjernice o načinu provedbe gnojidbe od iznimne važnosti i predstavljaju jedan od najvažnijih čimbenika održive plodnosti tla i održivog upravljanja ishranom biljaka.

Cilj je održivog upravljanja hranivima procijeniti uvjete tla, karakteristike proizvoda i produktivnost koja se odnosi na poljoprivredne uvjete unutar granica poljoprivrednog zemljišta. Korištenjem naprednih tehnologija uzimaju se u obzir topografska obilježja proizvodne površine (udubljenja, padine i dr.), boja tla koja varira u odnosu na sadržaj organske tvari i vremensku varijabilnost prinosa u polju. Uz uključivanje podataka o uzorkovanju zemljišta, sve se informacije pohranjuju i klasificiraju u baze podataka i prema potrebama analiziraju, a potom na temelju provedenih analiza donose odluke o načinu upravljanja..

#### 4.1.2. Upravljanje fizikalnim svojstvima tla

Tla pod prirodnom vegetacijom osiguravaju povoljne uvjete organizmima tla u njihovom aktivnom biološkom djelovanju. Istovremeno, organizmi tla svojim aktivnim djelovanjem ga rahle i obogaćuju čineći ga kvalitetnijim i pogodnijim medijem za razvoj prirodne, ali i uzgoj ciljane vegetacije. Fizikalna svojstva u značajnoj su mjeri pod utjecajem prirodnih faktora (primjerice, kiša, vjetar), ali i pod utjecajem čovjeka (primjerice obrada). Ovaj utjecaj može biti pozitivan ili negativan, a o njegovom intenzitetu ovisi pogodnost nekog tla za biljnu poljoprivrednu proizvodnju. Izloženost tla nepovoljnih okolišnim čimbenicima, uz istovremenu neadekvatnu primjenu agrotehničkih mjera, može dovesti do značajne degradacije fizikalnih svojstava tla. Primjerice, nakon jačeg zbijanja tla i potom značajnijeg isušivanja njegove površine, formiraju se nepovoljni uvjeti za uzgoj usjeva kao i uvjeti za površinsku eroziju tla (Slika 10.). Nadalje, zbijanje tla otežava klijanje sjemena, ograničava rast korijena biljke, utječe na biološku raznolikost tla i sl.



Slika 10. Erozijska tla

(izvor: <https://images.app.goo.gl/qHAQFYusWN4id3uz5>)

Usljed sve veće potrebe za zemljišnim resursima u proizvodnji hrane, tla se koriste sve intenzivnije pri čemu se i sve značajnije degradiraju. Ovim se pristupom značajnije gube poljoprivredne površine na godišnjoj razini. Kako bi se zaustavio ovaj negativan trend degradacije i gubitka tla, mnoge zemlje svijeta poduzimaju određene mjere zaštite, čime žele ublažiti ili zaustaviti buduće velike negativne prijetnje prema tlu.

Upravljanje fizikalnim svojstvima tla uključuje između ostalog i zaštitu strukture tla koja čini jednu od osnovnih pretpostavki uspješnog uzgoja usjeva. Značajnu ulogu u ovom procesu ima i pravilan izbor sustava obrade tla. Reducirani i konzervacijski sustavi obrade tla štite tlo od izravnog utjecaja kiše i vjetrova. Biljni ostaci na površini tla sprječavaju raspršivanje agregata, eroziju vodom ili vjetrom, povećavaju infiltracijski kapacitet tla i sl.

#### *4.1.3. Upravljanje navodnjavanjem*

Jedno od najznačajnijih elemenata održivih sustava gospodarenja, a koji osiguravaju nesmetan i pravilan rast i razvoj usjeva je dovoljna količina vlage u korijenskoj zoni tla tijekom vegetacijskog razdoblja. Osnovni izvor vlage u tlu su oborine, a potom i voda osigurana navodnjavanjem. Također, pretjerano vlažno tlo u području glavnine korijena biljaka obično rezultira smanjenjem prinosa.

Održivost vodnih resursa predstavlja kompleksan koncept u koji su uključeni socijalni, ekološki, fizikalni i ekonomski aspekti. Održivo upravljanje vodama obuhvaća i planirane potrebe budućih generacija, pitku vodu za ljude i životinje, vodu za navodnjavanje, industrijsku i rekreacijsku uporabu voda i očuvanje ekosustava. Da bi se osigurala održivost ovog sustava, potrebno je voditi računa o sljedećem:

- ustav navodnjavanja treba kontinuirano kontrolirati, mjeriti količinu vode i osigurati ravnomjernost distribucije vode,
- vrijeme i razinu navodnjavanja treba planirati prema potrebama biljaka i primjenom najučinkovitijeg sustava,
- navodnjavanje je najbolje provoditi noću, i ako je moguće primjenjivati metodu "kap-po-kap",
- potrebno je spriječiti svako nekontrolirano istjecanje, odnosno svaki gubitak vode,
- treba izbjegavati zagađivanje svih izvora vode, kao i odvodnih kanala,
- navodnjavanje je potrebno uskladiti sa uvjetima terena (primjerice nagib, tekstura),

- planiranje proizvodnje potrebno je uskladiti s obzirom na količinu vode i udaljenost vodenih resursa,
- potrebno je izbjegavati ispuštanje otpadnih voda u prirodne površinske vode,
- potrebno je smanjiti svaki negativan učinak navodnjavanja na ekosustav,
- potrebno je, ako je to moguće osigurati, provoditi prikupljanja svih relevantnih podataka za kako bi se osigurala primjena najučinkovitijih metoda navodnjavanja.

#### 4.1.4. *Suzbijanje štetočina i bolesti*

Integrirano suzbijanje štetočina, kao jedna od učinkovitih metoda koja se koristi u modernoj poljoprivredi, uzima u obzir sve metode zaštite bilja dostupne u primjeni. Integrirano suzbijanje štetočina podrazumijeva integraciju odgovarajućih mjera koje umanjuju rizik za zdravlje ljudi i okoliš sprječavanjem razvoja populacija štetočina i osiguravanjem uporabe sredstava za zaštitu bilja i drugih oblika intervencija na ekonomskim i ekološki opravdanim razinama.

Dobro osmišljen integrirani program suzbijanja štetočina uključuje tri glavna koraka za maksimalnu učinkovitost i najmanji utjecaj na okoliš u borbi protiv štetočina, korova i bolesti:

1. **Pronađi:** proizvođači bi prvo trebali identificirati štetočine, bolesti ili korov, nakon čega se trebaju odlučiti o fizikalnim, kemijskim, biološkim i regulatornim opcijama integriranosti,
2. **Pazi:** stope razmnožavanja bilježe se nakon identifikacije štetnih vrsta, zbog čega treba utvrditi učinke metoda zaštite i granični prag na kojem će se primjenjivati sredstva za zaštitu bilja,
3. **Odaberi:** kad gustoća štetnih vrsta dosegne prag štetnosti, potrebno je aktivirati određenu mjeru zaštite, odnosno donijeti pravovaljanu odluku o njenoj provedbi.

Za sprječavanje ili suzbijanje štetnih organizama kao i kemijsku kontrolu treba primijeniti rotaciju usjeva, upotrebu odgovarajućih tehnika uzgoja (datumi i gustoća sklopa, zaštitni usjev, orezivanje i izravna sjetva), uporabu tolerantnih sorti i certificiranog sjemena i sadnog materijala, uporabu uravnotežene gnojidbe, apliciranje i navodnjavanje/odvodnja i sprječavanje širenja štetnih organizama higijenskim mjerama (redovito čišćenje strojeva i opreme), što se može smatrati nizom metoda važnih za održivu poljoprivredu. Energetske inovativne kulturne tehnike: rotacije mahunarki, uporaba organskog otpada kao i

nusproizvodi na razini poljoprivrednih gospodarstava, integrirano suzbijanje štetočina, predviđanje pojavnosti štetočina i bolesti, biološka suzbijanja štetočina, mehaničko suzbijanje korova, konzervacijska obrada i dr.

#### *4.1.5. Pokrovni usjev i rotacija usjeva*

Pokrovni usjevi daju važan doprinos poljoprivrednoj proizvodnji u cilju zaštite tla, reguliranja temperature, vlage ili svjetlosti na željenoj razini, suzbijanju štetočina i korova. Reduciranje zahvata obrade tla u održivoj poljoprivredi donijelo je sa sobom i problem veće pojavnosti korova. Mnoge biljne vrste poput djeteline, grahorice, zobi i raži uvelike se razlikuju prema efektu koji ostavljaju na tlu pa se često uzgajaju ciljano i sa određenom svrhom. Primjerice, žitarice se preferiraju za suzbijanje korova, a uzgojem mahunarki biljke se dodatno opskrbljuju dušikom. Najvažnija stvar u uzgoju pokrovnih usjeva je poznavanje ravnoteže između troškova njihovog uzgoja i prednosti koji pruža ovakav sustav uzgoja.

Sustav bi trebao umanjiti ulazne troškove i povećati učinkovitost proizvodnje, a ponekad i kvalitetu proizvoda. Osim glavne svrhe (zaštite tla), pokrovni usjevi omogućavaju i niz drugih pozitivnih efekata, a neki od najznačajnijih su: podizanje razine organske tvari u tlu, biološka aktivacija tla, bolja infiltracija i retencija vode, popravak strukture tla, smanjena potreba za obradom tla, povećana izravna i neizravna ekonomska dobit. Zbog svega navedenog razvidno je kako su pokrovni usjevi iznimno važan element održivog gospodarenja tlom.



## 5. VAŽNOST ODRŽIVE POLJOPRIVREDE

Održivo gospodarenje tлом važan je korak prema razvoju mirnijeg, prosperitetnijeg i ekološki prihvatljivog svijeta u kojem se brine o svakom živom biću. Način na koji proizvodimo, uzgajamo, skladištimo, prodajemo i konzumiramo hranu je put do održivog gospodarskog razvoja. U Organizaciji za poljoprivredu i prehranu UN-a (FAO) ističu da bez brzog napretka u uklanjanju i smanjenju pothranjenosti i gladi neće biti ostvaren raspon održivih ciljeva, a te ciljeve možemo postići samo zajedničkim naporima.

Za razliku od konvencionalnog uzgoja, održiva poljoprivreda vodi brigu o ishrani tla, što u konačnici rezultira zdravijim biljkama i životinjama, te primjenom plodoreda i organskih gnojiva smanjuje se količina otrovnih spojeva u tlu (Shields, 2019.).

Svakodnevne odluke onih koji se bave uzgojem ribe ili stoke, upravljanjem farme, agrobiznisom ili upravljanjem drvne industrije temelj su zdravlja svjetskih ekosustava i globalne sigurnosti. Globalni cilj bi trebao biti zasnovan na detaljnom pristupu rješavanja problema neuhranjenosti i proizvodnje hrane, a da se istovremeno promiče održiva poljoprivredna proizvodnja kao bitan korak za ostvarivanje nulte stope gladi. Da bi postigli stabilnost proizvođači trebaju proizvodnju hrane povećati i istovremeno smanjiti štetan utjecaj na okoliš kao što je utjecaj na onečišćenje vode i tla, gubitak hranjivih tvari, uništavanje ekosustava i emisije stakleničkih plinova (Duić, 2016.). Organske tvari tla važne su zbog produktivnosti usjeva i plodnosti tla, no postoji zabrinutost zbog iznimno niske razine organske tvari u mnogim tlima. U Rothamstedu 1843. godine provodili su se eksperimenti koji pružaju podatke o utjecaju tla, usjeva i gnojiva na promjene u organskim tvarima tla u umjerenim klimatskim uvjetima (Johnston i sur., 2009.).

Tlo je neobnovljiv prirodan resurs i iako to mnogi zanemaruju, njegov gubitak se ne može nadoknaditi unutar čovjekovog životnog vijeka. Upravo je zato održivo upravljanje i korištenje tlom, zemljištima, planinama, šumama i bioraznolikosti jedan od ciljeva FAO-a. Biorazgradivo, reciklirano i prirodno drvo bitan je dio održive budućnosti, te rješenje za energetske potrebe i infrastrukturu (Duić, 2016.).

## 6. ZAKLJUČAK

Gospodarenje poljoprivrednim površinama na tradicionalan način koji podrazumijeva procjenu i obradu kemijskih, fizikalnih i bioloških svojstava tla samo tradicionalnim pristupom, nije bilo dovoljno kako bi se očuvala plodnost tla u prošlom vremenu, nije dostatno niti u današnje vrijeme, a u godinama koje slijede ovaj način gospodarenja tлом dovest će do dodatnog osiromašenja tla kao posljedice njegove degradacije.

Svaki oblik degradacije tla dovodi do pogoršanja nekih ili svih svojstava tla čime tlo postaje manje pogodno ili potpuno neupotrebljivo za proizvodnju hrane, koja je jedna od glavnih uloga tla. Tlo je uvjetno rečeno neobnovljivi resurs te je njegovo korištenje uvjetovano održivim pristupom uz očuvanje njegovih funkcija, izbjegavajući nepovoljne učinke u najvećoj mogućoj mjeri. Mjere koje se provode kroz održivo gospodarenje tлом štite tlo na način da sprječavaju daljnja oštećenja tla čuvajući zdravlje i funkcije tla.

Pri planiranju rasta poljoprivredne proizvodnje nužan je razvoj novih metoda/praksa koje štite prirodne resurse napuštajući intenzivne prakse, koje uzrokuju nepovratne gubitke u pogledu plodnosti tla kao i u narušavanju njegovih funkcija. Praksa održive poljoprivrede treba se temeljiti na mjerama i zahvatima koji pridonose zaštiti prirodnih resursa uz stvaranje visokih i stabilnih prinosa. Navedene mjere podrazumijevaju integriranu gnojidbu, plodored, sjetvu pokrovnih usjeva, konzervacijsku/reduciranu obradu tla, navodnjavanje, integriranu zaštitu bilja, itd.

Jedno od najvažnijih pitanja današnjice je može li se proizvesti dovoljna količina hrane za prehranu ljudi s obzirom na rapidni porast populacije vodeći računa i o kvaliteti te sigurnosti hrane te o očuvanju prirodnih resursa, posebice tla. Kako bi ovakav oblik proizvodnje bio omogućen nužno je intenzificirati poljoprivrednu proizvodnju na način da uz očuvanje okoliša primjenjujemo tehnike održive poljoprivrede kojima smanjujemo onečišćenje podzemnih voda i narušavanje plodnosti i zdravlja tla bez kojeg ne bi bilo života na Zemlji.

Gospodarenje tлом u održivoj poljoprivredi podrazumijeva provedbu svih zahvata i mjera kojima se sprječava degradacija tla kao osnovnog supstrata za biljnu proizvodnju uz pravilno i kvalitetno utvrđen odnos gnojidbe, obrade tla, primjene pesticida, provedbe plodoreda u održivim sustavima i s obzirom na njihov učinak na visinu i stabilnost prinosa.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Asaad S. (2018.): Principles of Agronomy. Agronomy Department, Faculty of Agriculture, Benha University. Dostupno na: <http://docplayer.net/47035691-Introduction-dr-sedhom-asaad-agronomy-department-faculty-of-agriculture-benha-university-principles-of-agronomy.html> (datum pristupa: 29.1.2021.)
2. Duić, M.(2016.): Poslovni dnevnik: Održiva poljoprivreda važan je korak za postizanje nulte stope gladi. Dostupno na: <https://www.poslovni.hr/hrvatska/odrziva-poljoprivreda-vazan-je-korak-za-postizanje-nulte-stope-gladi-307767> (datum pristupa: 3.2.2021.)
3. Đurđević, B., Jug, I., Jug, D., Vukadinović, V., Brozović, B., Stipešević, B. (2017.): Primjena biougljena kao kondicionera tla, Poljoprivredni fakultet, Osijek
4. FAO (2015.): Sustainable agriculture. Dostupno na: <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-the-post-2015-development-agenda/sustainable-agriculture/en/> (datum pristupa: 09.11.2020.)
5. FAO (2016.): Regional policy dialogue: Ecosystem services from sustainable agriculture for biodiversity conservation. Nairobi, 25. – 26.05.2016.
6. Feenstra, G. (2020.): Agriculture and Natural Resources, University of California, Dostupno na: <https://sarep.ucdavis.edu/sustainable-ag> (datum pristupa: 29.1.2021.)
7. Johnston, E.,A., Poulton, P.,R., Coleman, K. (2009.): Advances in agronomy: Chapter 1 soil organic matter: Its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes, dostupno na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211308008018> (datum pristupa: 8.2.2021.)
8. Jug, D. (2013.): Plodoredi u ratarstvu. Predavanja za studente diplomskog studija Bilnogojstvo, smjera: Biljna proizvodnja. Dostupno na: [http://opb.com.hr/literatura/ATiSBP/ATiSBP-06\\_Plodoredi%20u%20ratarstvu.pdf](http://opb.com.hr/literatura/ATiSBP/ATiSBP-06_Plodoredi%20u%20ratarstvu.pdf) (datum pristupa: 14.05.2020.).
9. Jug, D., Birkās, M., Kisić I. (2015.): Obrada tla u agroekološkim okvirima, Poljoprivredni fakultet, Osijek
10. Jug, D., Jug, I., Vukadinović, V., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović B. (2017.): Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena, Poljoprivredni fakultet, Osijek

11. Jug, I. (2017.): Odlike održive, konvencionalne i ekološke poljoprivrede. Predavanja za studente 3. g. preddiplomskog studija smjera Poljoprivreda. Dostupno na: [http://www.opb.com.hr/literatura/Integralni%20projekti%20u%20biljnoj%20proizvodnji/01-IJ\\_Integralni%20projekti%20u%20biljnoj%20proizvodnji.pdf](http://www.opb.com.hr/literatura/Integralni%20projekti%20u%20biljnoj%20proizvodnji/01-IJ_Integralni%20projekti%20u%20biljnoj%20proizvodnji.pdf) (datum pristupa: 25.06.2020.)
12. Kljajić, N., Arsić, S., Mijajlović, N. (2014.): Zemljište kao ekološki faktor poljoprivredne proizvodnje. Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd
13. Medved, I. (2019.): Agroportal.hr.: Što je održiva poljoprivreda?. Dostupno na: <https://www.agroportal.hr/savjeti/33239> (datum pristupa: 17.9.2020.)
14. Pretty, J. (2008.): Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence. Philosophical Transactions of the Royal Society B. 363:447-465
15. Romić, D., Husnjak, S., Mesić, M., Salajpal, K., Barić, K., Poljak, M., Romić, M., Konjačić, M., Vnučec, I., Bakić, H., Bubalo, M., Zovko, M., Matijević, L., Lončarić, Z., Kušan, V., Brkić, Ž., Larva, O. (2014.): Utjecaj poljoprivrede na onečišćenje površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj, Sveučilište u Zagrebu, Hrvatski geološki institut Zagreb, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
16. Shields, R. (2019.): Linked in: 8 reasons why sustainable agriculture is important. Dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/8-reasons-why-sustainable-agriculture-important-rebekah-shields> (datum pristupa: 10.2.2021.)
17. Svečnjak, Z. (2015.): Gospodarski list: Kako održati plodnost tla?. Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/ratarstvo-krmno-bilje/kako-odrzati-plodnost-tla/> (datum pristupa: 19.9.2020.)
18. Tuğrul, K., M. (2019.): Soil Management in Sustainable Agriculture, Sugar Institute, Ankara, Turkey. Dostupno na: <https://www.intechopen.com/books/sustainable-crop-production/soil-management-in-sustainable-agriculture> (datum pristupa: 29.1.2021.)
19. Vukadinović, V. (2012.): Plodnost (produktivnost) tla. Osijek. Dostupno na: [http://pedologija.com.hr/Literatura/Tekstovi/Plodnost\\_tla.pdf](http://pedologija.com.hr/Literatura/Tekstovi/Plodnost_tla.pdf) (datum pristupa: 3.2.2021.)
20. Vukadinović, V. (2014.): Zaoravati ili spaljivati žetvene ostatke? Bilanca ugljika u tlima Osječko-baranjske županije. Dostupno na: [http://tlo-i-biljka.eu/Tekstovi/Bilanca\\_OC.pdf](http://tlo-i-biljka.eu/Tekstovi/Bilanca_OC.pdf) (datum pristupa: 09.11.2020.)
21. Vukadinović, V., Vukadinović V. (2011.): Ishrana bilja, Poljoprivredni fakultet, Osijek. Dostupno na: [http://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Ishrana\\_bilja\\_2011.pdf](http://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Ishrana_bilja_2011.pdf) (datum pristupa: 3.2.2021.)

22. Vukadinović, V., Vukadinović V. (2016.): Tlo, gnojidba i prinos. Dostupno na: [http://ishranabilja.com.hr/literatura/eKnjiga\\_Tlo-gnojidba-prinos.pdf](http://ishranabilja.com.hr/literatura/eKnjiga_Tlo-gnojidba-prinos.pdf) (datum pristupa: 17.2.2021.)

## 8. SAŽETAK

Brzorastuća svjetska populacija, prevelika potrošnja i eksploatacija prirodnih resursa stvara veliki pritisak na okoliš ozbiljno ugrožavajući život i zdravlje ljudi. Povećanjem broja stanovnika za posljedicu ima nužnost intenzifikacije poljoprivrede kako bi se proizvele dostatne količine potrebne hrane. Pri planiranju rasta poljoprivredne proizvodnje nužan je razvoj novih metoda/praksa koje štite prirodne resurse napuštajući prakse koje uzrokuju nepovratne gubitke u pogledu plodnosti tla kao i u narušavanju njegovih funkcija. Praksa održive poljoprivrede treba se temeljiti na mjerama i zahvatima koji pridonose zaštiti prirodnih resursa uz stvaranje visokih i stabilnih prinosa. Svaki oblik degradacije tla dovodi do pogoršanja pojedinih ili svih svojstava tla čime tlo postaje manje pogodno ili potpuno neupotrebljivo za proizvodnju hrane. Mjere koje se provode kroz održivo gospodarenje tlom štite tlo na način da sprječavaju daljnja oštećenja tla čuvajući zdravlje i funkcije tla. Gospodarenje tlom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji obuhvaća provedbu svih zahvata i mjera kojima je cilj sprječavanje degradacije tla kao osnovnog supstrata za biljnu proizvodnju uz pravilno i kvalitetno utvrđen odnos gnojidbe, obrade tla, primjene pesticida te provedbe plodoreda u održivim sustavima s obzirom na njihov učinak na visinu i stabilnost prinosa.

Ključne riječi: održiva poljoprivreda, zaštita prirodnih resursa, intenzifikacija poljoprivrede, održivo gospodarenje tlom, degradacija tla

## **9. SUMMARY**

The world's rapidly growing population, excessive consumption and exploitation of natural resources create great pressure on the environment, seriously endangering human life and health. Increasing the population results in the necessity of intensifying agriculture in order to produce sufficient quantities of the necessary food. When planning the growth of agricultural production, it is necessary to develop new methods / practices that protect natural resources by abandoning practices that cause irreversible losses in terms of soil fertility as well as in disruption of its functions. The practice of sustainable agriculture should be based on measures and interventions that contribute to the protection of natural resources while creating high and stable yields. Any form of soil degradation leads to the deterioration of some or all of the soil properties, making the soil less suitable or completely unsuitable for food production. Measures implemented through sustainable soil management protect the soil by preventing further soil damage while preserving soil health and functions. Soil management in sustainable agricultural production includes the implementation of all interventions and measures aimed at preventing soil degradation as a basic substrate for crop production with a properly and well-defined relationship of fertilization, tillage, pesticides and crop rotation in sustainable systems with regard to their effect on height and yield stability.

Keywords: sustainable agriculture, natural resources protection, intensification of agriculture, sustainable soil management, soil degradation

## 10. POPIS SLIKA

Slika 1. Principi održive poljoprivrede .....	4
Slika 2. Usjev rotkvice s raži kao pokrovnom kulturom .....	7
Slika 3. Primjer plodoreda u ratarstvu .....	7
Slika 4. Konsocijacija kultura u održivoj poljoprivredi .....	8
Slika 5. Efekt staklenika .....	16
Slika 6. Puštanje vode u brazde s plastičnim cijevima .....	18
Slika 7. Navodnjavanje potapanjem .....	19
Slika 8. Navodnjavanje kapanjem .....	20
Slika 9. Navodnjavanje mini rasprskivačima .....	20
Slika 10. Erozija tla .....	23



## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni diplomski studij, smjer Ekološka poljoprivreda

Diplomski rad

### Gospodarenje tlom u održivoj poljoprivredi

Đurđica Akrap

**Sažetak:** Brzorastuća svjetska populacija, prevelika potrošnja i eksploatacija prirodnih resursa stvara veliki pritisak na okoliš ozbiljno ugrožavajući život i zdravlje ljudi. Povećanjem broja stanovnika za posljedicu ima nužnost intenzifikacije poljoprivrede kako bi se proizvele dostatne količine potrebne hrane. Pri planiranju rasta poljoprivredne proizvodnje nužan je razvoj novih metoda/praksa koje štite prirodne resurse napuštajući prakse koje uzrokuju nepovratne gubitke u pogledu plodnosti tla kao i u narušavanju njegovih funkcija. Praksa održive poljoprivrede treba se temeljiti na mjerama i zahvatima koji pridonose zaštiti prirodnih resursa uz stvaranje visokih i stabilnih prinosa. Svaki oblik degradacije tla dovodi do pogoršanja pojedinih ili svih svojstava tla čime tlo postaje manje pogodno ili potpuno neupotrebljivo za proizvodnju hrane. Mjere koje se provode kroz održivo gospodarenje tlom štite tlo na način da sprječavaju daljnja oštećenja tla čuvajući zdravlje i funkcije tla. Gospodarenje tlom u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji obuhvaća provedbu svih zahvata i mjera kojima je cilj sprječavanje degradacije tla kao osnovnog supstrata za biljnu proizvodnju uz pravilno i kvalitetno utvrđen odnos gnojidbe, obrade tla, primjene pesticida te provedbe plodoreda u održivim sustavima s obzirom na njihov učinak na visinu i stabilnost prinosa.

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** prof. dr. sc. Irena Jug

**Broj stranica:** 33

**Broj grafikona i slika:** 10

**Broj tablica:** 0

**Broj literaturnih navoda:** 22

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Ključne riječi:** održiva poljoprivreda, zaštita prirodnih resursa, intenzifikacija poljoprivrede, održivo gospodarenje tlom, degradacija tla

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

Prof. dr. sc. Danijel Jug, predsjednik

Prof. dr. sc. Irena Jug, mentor

Izv. prof. dr. sc. Boris Đurđević, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek  
University Graduate Studies, Organic agriculture**

**Graduate thesis**

### **Soil management in sustainable agriculture Đurdica Akrap**

**Abstract:** The world's rapidly growing population, excessive consumption and exploitation of natural resources create great pressure on the environment, seriously endangering human life and health. Increasing the population results in the necessity of intensifying agriculture in order to produce sufficient quantities of the necessary food. When planning the growth of agricultural production, it is necessary to develop new methods / practices that protect natural resources by abandoning practices that cause irreversible losses in terms of soil fertility as well as in disruption of its functions. The practice of sustainable agriculture should be based on measures and interventions that contribute to the protection of natural resources while creating high and stable yields. Any form of soil degradation leads to the deterioration of some or all of the soil properties, making the soil less suitable or completely unsuitable for food production. Measures implemented through sustainable soil management protect the soil by preventing further soil damage while preserving soil health and functions. Soil management in sustainable agricultural production includes the implementation of all interventions and measures aimed at preventing soil degradation as a basic substrate for crop production with a properly and well-defined relationship of fertilization, tillage, pesticides and crop rotation in sustainable systems with regard to their effect on height and yield stability.

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** Full Professor Irena Jug

**Number of pages:** 33

**Number of figures:** 10

**Number of tables:** 0

**Number of references:** 22

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Key words:** sustainable agriculture, natural resources protection, intensification of agriculture, sustainable soil management, soil degradation

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. Full Professor Danijel Jug, chairman
2. Full Professor Irena Jug, mentor
3. Associate Professor Boris Đurđević, member

**Thesis deposited at:** Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Vladimira Preloga 1, 31 000 Osijek