

# Konzervacijska obrada tla i zakorovljenost ratarskih kultura

---

Kefer, Martina

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

*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:151:213347>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-18**



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

Martina Kefer

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Modul Bilinogojstvo

**Konzervacijska obrada tla i zakorovljenost ratarskih kultura**

Završni rad

Osijek, 2024.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Martina Kefer

Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Modul Bilinogojstvo

## **Konzervacijska obrada tla i zakorovljenost ratarskih kultura**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Izv. prof. dr. sc. Bojana Brozović, mentor
2. Prof. dr. sc. Danijel Jug, član
3. Prof. dr. sc. Irena Jug, član

Osijek, 2024.

Završni rad je napisan u okviru HRZZ projekta: Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla – ACTIVEsoil: (Broj projekta: IP-2020-02-2647)

Voditelj HRZZ projekta: prof. dr. sc. Danijel Jug

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Sveučilišni prijediplomski studij Poljoprivreda

Završni rad

Martina Kefer

### **Konzervacijska obrada tla i zakorovljenost ratarskih kultura**

**Sažetak:** Konzervacijska poljoprivreda u današnje vrijeme predstavlja jedan od ključnih načina za smanjenje i ublažavanje negativnih utjecaja klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju. Temelji se na pravilnom plodored, minimalnoj obradi tla i kontinuiranoj pokrivenosti tla (minimalno 30%). Zakorovljenost i dalje predstavlja jedan od ograničavajućih čimbenika široke primjene konzervacijskih sustava obrade tla zbog promjena u intenzitetu zakorovljenosti i sastavu korovne flore. Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj različitih sustava konzervacijske obrade tla na zakorovljenost ratarskih kultura (kukuruza i soje). Rezultati provedenog istraživanja ukazuju na porast intenziteta zakorovljenosti u istraživanim kulturama na konzervacijskoj obradi tla. Najveći broj korova po jedinici površine i nadzemna biomasa u prosjeku su ostvareni na plitkom konzervacijskom sustavu obrade tla (CTS) u obje istraživane kulture uz istodoban prosječan porast broja korovnih vrsta.

**Ključne riječi:** konzervacijska obrada, konvencionalna obrada, korovi, soja, kukuruz

Stranica: 24, slika 9, grafikona 6, tablica 4, literaturnih navoda 34

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agriculture in Osijek  
University Undergraduate Study, Agriculture

BSc Thesis

Martina Kefer

### **Conservation tillage and weediness of field crops**

**Summary:** Nowadays, conservation agriculture represents one of the key ways to reduce and mitigate the negative impacts of climate change on agricultural production. It is based on proper crop rotation, minimal soil disturbance and continuous soil covering (minimum 30%). Weediness continues to represent one of the limiting factors for the wide application of conservation tillage systems due to changes in the intensity of weediness and the composition of the weed flora. The aim of this work was to determine the influence of different conservation tillage systems on the weediness of field crops (maize and soybean). The results of the conducted research indicate an increase in the intensity of weediness in the investigated crops with conservatio soil tillage. The highest weed density and aboveground biomass on average were achieved on the shallow conservation tillage system (CTS) in both researched crops with a simultaneous average increase in the number of weed species.

**Key words:** conservation tillage, conventional tillage, weeds, maize, soybean

Pages 24, figures 9, graphs 6, tables 4, references 34

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. OBRADA TLA .....	2
2.1 Konvencionalna obrada tla.....	2
2.2 Reducirana obrada tla.....	3
2.3 Konzervacijska obrada tla .....	4
3. KOROVI .....	7
4. KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I KOROVI.....	9
5. MATERIJAL I METODE RADA .....	12
6. REZULTATI I RASPRAVA .....	14
6.1 Zakorovljenost kukuruza.....	14
6.2 Zakorovljenost soje .....	17
7. ZAKLJUČAK .....	20
8. POPIS LITERATURE .....	21

## 1. UVOD

U uvjetima sve izraženijih nepovoljnih vremenskih prilika uslijed prisutnih klimatskih promjena i usmjeravanju poljoprivredne proizvodnje prema održivosti konzervacijska poljoprivreda postaje jedna od temeljnih principa u modernoj poljoprivrednoj proizvodnji. Konzervacijska poljoprivreda prepoznata je kao jedan od ključnih načina za smanjenje i ublažavanje negativnih utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu. Koncept konzervacijske poljoprivrede temelji se na pravilnom plodoredu, obradi tla bez oranja i stalnoj prekrivenosti tla biljnim ostacima minimalno 30%). Konzervacijska obrada tla može se obavljati na svim tipovima tala u svim agroekološkim uvjetima, a izvoditi se može uz pomoć svih oruđa osim pluga te je primjenjiva na svim kulturama (Jug i sur., 2022.). Unatoč brojnim prednostima konzervacijske obrade tla koje se prvenstveno odnose na sprečavanje degradacije tla, održavanja i povećavanje njegove plodnosti kao i povećanje produktivnosti usjeva i ostvarivanje stabilnih i visokih prinosa poljoprivrednih kultura, široka implementacija ovakvog sustava obrade od strane poljoprivrednika i dalje uvelike ovisi o mogućim negativnim utjecajima na razinu zakorovljenosti. Prilikom prelaska na konzervacijske sustave obrade tla očekuju se određene promjene u dinamici zakorovljenosti ratarskih kultura koje mogu značajno utjecati na ostvarenje prinosa, primjenu herbicida i općenito gospodarenje korovima (Derksen i sur., 1996., Giller i sur., 2009., Derrouch i sur., 2020.). Korovi su uobičajeni pratitelji ratarskih kultura i neizostavan dio agrobiocenoze, a struktura korovne populacije i intenzitet zakorovljenosti rezultat su zajedničke interakcije agrotehničkih, okolišnih i ekoloških čimbenika. Unatoč brojnim dostupnim mjerama za kontrolu zakorovljenosti, korovi i dalje mogu uzrokovati značajne štete u poljoprivrednoj proizvodnji uz gubitak prinosa do čak 80 % (Gerhards i sur., 2017., Oerke i Dehne, 2004.). Cilj ovog rada bio je utvrditi utjecaj različitih sustava konzervacijske obrade tla na zakorovljenost ratarskih kultura (kukuza i soje).

## 2. OBRADA TLA

Obrada tla jedna je od temeljnih i najvažnijih komponenata u tehnologiji poljoprivredne proizvodnje. Predstavlja važan agrotehnički zahvat, općenito gledano, svaki mehanički zahvat u pedosferu koji ima brojne ciljeve i zadaće:

- Stvaranje antropogenog sloja tla
- Stvaranje optimalnih vodozračnih odnosa
- Manipulacija biljnim ostacima
- Inkorporacija gnojiva u tlo
- Zadržavanje, konzervacija, odvodnja vode
- Pozitivan utjecaj na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla
- Kontrola štetnih organizama

Obrada tla prema klasičnoj podijeli dijeli se na osnovnu, dopunsku, integralnu (cjelovitu) i obradu tla s posebnim tehnikama izvedbe, a prema sustavima dijelimo je na: konvencionalnu, reduciranu i konzervacijsku (Jug i sur., 2022.).

### 2.1 Konvencionalna obrada tla

Kod konvencionalne obrade tla (Slika 1.) prilikom pripreme tla za uzgoj biljaka obradom je obuhvaćena cijela površina, a u osnovnoj se obradi obavezno koristi plug.



Slika 1. Oranje

(Izvor: <https://gospodarski.hr/rubrike/ratarstvo-rubrike/proljetno-ili-jesensko-oranje/>)

Predstavlja najdublji i najagresivniji radni zahvat za koji se smatra da čini najviše štete za ekologiju tla, dok se u dopunskoj obradi tla može koristiti veći broj različitih oruđa i zahvati



su puno bliže površini. Prilikom ovakve obrade tla, povoljno stanje tla za uzgoj biljaka postiže se većim brojem prohoda oruđima koji nisu neophodni i iziskuju dodatan utrošak vremena, energije i ulaganja. Ovakva je obrada tla bila gotovo redovno univerzalna, bez obzira na tip tla i podneblje u kojem se provodi, a svojstvena joj je niska učinkovitost i veliki broj nepotrebnih ponavljanja radnih zahvata. Konvencionalni uzgoj obuhvaća veliki broj zahvata da bi se tlo pripremiло za sjetvu, a velik broj prohoda u tlu može dovesti do zbijanja, kvarenja strukture i stvaranja pokorice te smanjenja sadržaja organske tvari što uzrokuje ograničen razvoj korijenovog sustava, slabije nicanje i infiltracijsku sposobnost tla (Jug i sur. 2022.).

## **2.2 Reducirana obrada tla**

Reducirana obrada tla (Slika 2.) u usporedbi s konvencionalnom predstavlja obradu sa smanjenim brojem zahvata uz obavezan izostanak oranja. Broj radnih operacija i prohoda s različitim strojevima i oruđima znatno je smanjen u usporedbi s konvencionalnom obradom. Ovakva obrada podrazumijeva uz izostavljanje određenih zahvata i povezivanje više različitih radnih operacija, smanjivanje dubine i površine obrađenog tla. Zbog manjeg broja prohoda zbijanje tla je smanjeno što za posljedicu ima bolju infiltraciju, povoljnije vodozračne odnose i općenito optimalnije uvjete za rast i razvoj biljaka. Reduciranom obradom tlo se štiti od daljnjih degradacijskih procesa (fizikalna, kemijska i biološka svojstava) koji su izraženi u konvencionalnim sustavima obrade (Jug i sur. 2022.).



Slika 2. Reducirana obrada tla  
(Izvor: <https://stock.adobe.com/hr/search/images?k=tillage>)

### 2.3 Konzervacijska obrada tla

Konzervacijska obrada tla sastavni je dio suvremene biljne proizvodnje i održive poljoprivrede čiji je neizostavan segment i konzervacijska poljoprivreda. Konzervacijska obrada tla (Slika 3.) temeljna je sastavnica konzervacijske poljoprivrede koja se zasniva na tri glavna postulata (FAO, 2016.):

- Minimalno narušavanje tla obradom - primjena minimalnog broja zahvata obrade tla i izbjegavanje okretanja tla.
- Pravilan plodored – za cilj ima održavanje bioraznolikosti, uzgoj biljaka različite dubine ukorjenjivanja, uzgoj leguminoza, smanjenje pojavnosti štetnih organizama
- Stalna prekrivenost tla biljnim ostacima (minimalno 30 %) – prekrivenost žetvenim ostacima, pokrovi, postrni i međuusjevi

Sustav obrade tla definiramo kao konzervacijski kada nakon svih radnih zahvata obrade tla i sjetve sljedeće kulture površina tla ostane prekrivena najmanje 30 %. U konzervacijskim sustavima obrade tla nije dozvoljeno oranje i primjena pluga, a optimalna dubina obrade nije univerzalna već ovisi o agroekološkim uvjetima (Jug i sur., 2022.). Konzervacijska obrada pozitivno utječe na brojna svojstva tla povećavajući njegovu plodnost, konzervaciju vode, stabilnost prinosa uz smanjenje troškova i istodobno povećanje bioraznolikosti (Palm i sur., 2013., Pittelkow i sur., 2015., Derpsch i sur., 2005.).



Slika 3. Konzervacijska obrada tla

(Izvor: <https://www.soils.org/news/science-news/overturning-truth-conservation-tillage/>)

Najvažnija uloga konzervacijske obrade tla je zaštita tla od erozije vjetrom i vodom što se postiže zaštitnom ulogom žetvenih ostataka na površini tla koje tlo štite od razarajućeg djelovanja kišnih kapi. Također, na nagnutim terenima žetveni ostatci umanjuju intenzitet odnošenja čestica tla. U uvjetima sve češćih nepovoljnih vremenskih prilika uslijed prisutnih klimatskih promjena konzervacijska obrada tla pozitivno djeluje na smanjenje izraženih temperaturnih kolebanja tla, štiti tlo od isušivanja te uslijed povećane infiltracije pozitivno djeluje na akumulaciju vode u tlu. Prednosti konzervacijske obrade tla mogu se podijeliti na kratkoročne i dugoročne (Tablica 1.).

Tablica 1. Kratkoročne i dugoročne prednosti konzervacijske obrade tla

Kratkoročne prednosti
Povećana infiltracija vode i poboljšana struktura
Smanjena erozija tla i površinsko otjecanje vode
Smanjena evaporacija i povećana zaštita tla od izravne sunčeve svjetlosti
Smanjena potreba za ljudskim radom i mehanizacijom
Smanjenje troškova proizvodnje
Dugoročne prednosti
Povećanje sadržaja organske tvari u tlu
Povećanje visine i stabilnosti prinosa
Povećanje bioraznolikosti
Smanjenje zakorovljenosti

(Izvor: Jug i sur. 2022.)

Uz brojne prednosti, konzervacijski sustavi obrade mogu imati i neke nedostatke koji se najčešće odnose na neodgovarajuću i skupu mehanizaciju što se naročito odnosi na sijačice, otežana manipulacija biljnim ostacima na površini tla (veće količine), poteškoće prilikom primjene mineralnih i organskih gnojiva, izraženije zbijanje tla i slabija penetracija korijena (Jug i sur., 2022.). Kao neki od nedostataka navode se i nedovoljna učinkovitost u zaštiti usjeva od štetnih organizama, teža provedba melioracijskih mjera popravaka tala (kalcizacija) i niže temperatura tla (Jug i sur. 2017.). Praktična primjena konzervacijske obrade tla kreće se od od nulte obrade (No-till), reducirane ili minimalne obrade tla, zatim obrade malčiranjem (mulch-till, sjetva ispod malča) do konturne obrade tla. (Busari i sur., 2015.). Dok No-till predstavlja izostanak zahvate obrade tla, minimalna obrada podrazumijeva smanjeni ili minimalni broj zahvata obrade tla. Neki od načina



konzervacijske obrade su i slot planting (obrada i sjetva u brazdice), strip tillage (obrada i sjetva u trake) (Slika 4.) i ridge tillage (obrada i sjetva u grebenove).



Slika 4. Strip tillage – obrada i sjetva u trake  
(Izvor: <https://www.grainews.ca/crops/lets-talk-strip-tillage/>)

Žetveni ostaci koji su neizostavan segment konzervacijske obrade tla (Slika 4.) važan su i obnovljiv resurs, a razvoj tehnologija za učinkovito korištenje ovog golemog resursa veliki je izazov. Prekrivenost površine u konzervacijskim sustavima kreće se od minimalno 30 % pa do maksimalnih 100 %, a konzervacijski učinak je veći što je veća pokrovnost. Procjena pokrovnosti ili količine biljnih ostataka provodi se različitim metodama: poprečno linearna metoda, foto usporedna i proračunska metoda (Jug i sur., 2022.).



Slika 5. Žetveni ostaci pšenice u usjevu soje  
(Izvor: Brozović, B.)

### 3. KOROVI

Korovi predstavljaju jedan od važnih čimbenika u poljoprivrednoj proizvodnji s ekološkim, ekonomskim i agronomskim utjecajem. Stalni su pratioci poljoprivredne proizvodnje kojoj nanose velike štete što je posljedica vrlo izražene kompeticije u odnosu na poljoprivredne usjeve. Stalno prisustvo korova u agrobiocenozi u konačnici dovodi do smanjenjem prinosa što je krajnji rezultat njihovog djelovanja (Tablica 2.). Svojstva rasta i genetski aspekt korova dodatno povećavaju kompeticiju korova za osnovne resurse (svijetlo, vodu, hranjive tvari i vegetacijski prostor).

Tablica 2. Moguće štetno djelovanje korova u poljoprivrednoj proizvodnji

Štetni utjecaji	Način djelovanja
Konkuriraju usjevima	Kompeticija za svijetlo, hranjive tvari, vodu i vegetacijski prostor
Povećanje troškova zaštite bilja	Domaćini su štetnim kukcima i bolestima
Smanjenje kvalitete prinosa	Sjeme korova kao primjesa u osnovnoj kulturi
Povećanje troškova proizvodnje	Suzbijanje korova (obrada tla, herbicidi)
Smanjena mogućnost izbora usjeva	Ograničen izbor usjeva u plodoredu
Utječu na kvalitetu navodnjavanja	Sprečavaju kretanje vode u sustavima za navodnjavanje
Štetan utjecaj na životinje	Intoksikacija životinja, štetan utjecaj na životinjske proizvode
Narušavanje zdravlja ljudi	Respiratorni, digestivni, dermatološki, alergijski efekti
Umanjuju vrijednost poljoprivrednog zemljišta	Cijena uređivanja poljoprivrednog zemljišta (osobito višegodišnji korovi)

(Izvor: Zimdal, 1999.)

Podjela korova obavlja se prema različitim kriterijima, a u poljoprivrednoj proizvodnji važna je podjela na korovne biljke u užem smislu i korovne biljke u širem smislu. Korovi u užem smislu nazivaju se i segetalni korovi, a predstavljaju korovne vrste koje se nalaze većinom u poljoprivrednim usjevima i pod snažnim su antropogenim utjecajem. Segetalne korove dijelimo na: korove strnih žita, korove okopavina i korove vinograda, voćnjaka i vrtova, a u poljoprivrednoj praksi važna je i podjela korova prema obliku lista (širokolisni i

uskoliski) (Hulina, 1998.). Korove s obzirom na životni ciklus dijelimo na: jednogodišnje korove, dvogodišnje i višegodišnje korove (Slika 6.).



Slika 6. *Calystegia sepium* (L.) R. Br.  
(Izvor: Brozović, B.)

Širokoredni usjevi (okopavine) poput kukuruza i soje obično su zakorovljeni jednogodišnjim uskolisnim i širokolisnim vrstama (Slika 7.).



Slika 7. *Xanthium strumarium* L.  
(Izvor: Brozović, B.)

## 4. KONZERVACIJSKA OBRADA TLA I KOROVI

Unatoč brojnim prednostima konzervacijske obrade tla, široka i opća primjena ovakvih sustava obrade i dalje je ponekad limitirana određenim čimbenicima koji se često odnose na očekivane promjene u razini zakorovljenosti ratarskih usjeva (Derksen i sur., 1996; Derrouch i sur., 2020). Unatoč brojnim dostupnim mjerama za održivo gospodarenje korovima, korovi i dalje predstavljaju ograničavajući faktor u poljoprivrednoj proizvodnji, a konzervacijska obrada tla zasigurno mijenja sastav korovne flore i razinu zakorovljenosti ali ne nužno s negativnim posljedicama na usjev u smislu smanjenja prinosa (Brozović i sur., 2023.). Konzervacijska obrada tla i kontrola korova usko su povezani. Prihvatanje konzervacijske obrade tla od strane proizvođača tako često ovisi o dostupnosti herbicida koji osiguravaju odgovarajuću i učinkovitu kontrolu korova. Prema Triplett i Dick, 2008. jedan od glavnih razloga izvođenja obrade tla je smanjenje kompeticije korova i omogućavanje brzog ranog porasta usjeva. Uspješnost kontrole korova općenito se ogleda u ostvarenju zadovoljavajućeg prinosa. Kemijske mjere u suzbijanju korova široko se primjenjuju u modernoj poljoprivrednoj proizvodnji, a manja pojavnost korova u sustavima proizvodnje znači i manje troškove. Tako izostanak primjene herbicida u slučaju niske razine zakorovljenosti podrazumijeva značajnu uštedu. Međutim, višegodišnji korovi često su nedovoljno suzbijeni primijenjenim herbicidima. Obrada tla na pojavnost korova može utjecati pozitivno i negativno. Istodobno se obradom tla može suzbiti ali i potaknuti rast i razvoj korova što ovisi o sastavu banke sjemena u tlu. Tako jednogodišnji i dvogodišnji korovi mogu biti uništeni obradom koja istodobno može stimulirati klijanje i nicanje novih korovnih biljaka. Rezultati brojnih istraživanja ukazuju na različite promjene u pogledu zakorovljenosti u konzervacijskim reduciranim sustavima obrade tla (Nichols i sur., 2015., Winkler i sur., 2023., Travlos i sur., 2018.). Tablica 3. prikazuje utjecaj različitih sustava obrade tla na brojnost korova u kukuruzu, a prema prikazanim podacima vidljivo je da su promjene u populaciji korova jedinstvene za svaki sustav obrade zbog osjetljivosti i reakcije korovnih vrsta na različite sustave agrotehnike. Banka sjemena korova i zakorovljenost imaju tendenciju porasta u konzervacijskim sustavima obrade, posebno ako se primjenjuje No-till (Légère i sur., 2011) što podrazumijeva obaveznu primjenu herbicida. Uvođenjem konzervacijskih sustava obrade tla korovne zajednice se prilagođavaju novim uvjetima što znači i promjenu sastava korovne flore u određenom agroekološkom području u kojem se konzervacijski sustavi obrade uvode. Jedna od značajnih karakteristika korovnih biljaka je

visoka i brza adaptabilnost na nove okolišne uvjete (Sosnoskie i sur., 2006.). Tako je istraživanjima Locke i sur., 2002. i El Titi 2003. utvrđena problematika zakorovljenosti travnim korovima u No-till sustavima obrade. Reduciranje obrade tla i njeno izostavljanje u potpunosti zahtijevaju sustavni monitoring i dodatna znanja i vještine prilikom planiranja i samog suzbijanja korova. Manji intenzitet obrade tla može dovesti do značajne pojavnosti i dominacije višegodišnjih korovnih vrsta (Barberi, 2001., Sans, 2011. ), ali također i do izraženije pojavnosti jednogodišnjih korova (Velykis i Satkus, 2010., Fennimore i Jackson, 2003.).

Tablica 3. Utjecaj sustava obrade tla na brojnost korova (m<sup>2</sup>) u kukuruzu bez primjene herbicida

Obrada tla	Direktna sjetva	Podrivanje	Konvencionalno
Jednogodišnji uskolisni korovi			
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	<0,1	0,0	<0,1
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. B.	0,2	0,3	0,2
<i>Poa annua</i> L.	3,9	9,3	7,9
Jednogodišnji širokolisni korovi			
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	0,7	3,4	2,2
<i>Chenopodium album</i> L.	0,3	0,9	0,7
<i>Gallium aparine</i> L.	1,4	2,0	0,5
<i>Lamium purpureum</i> L.	2,7	7,5	12,0
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	0,3	0,8	0,2
<i>Papaver rhoeas</i> L.	<0,1	0,1	0,1
<i>Solanum nigrum</i> L.	0,5	1,2	1,7
<i>Stellaria media</i> L.	5,2	13,9	10,4
Višegodišnji uskolisni korovi			
<i>Agropyron repens</i> (L.) P. B.	0,1		0,5
<i>Lolium perenne</i> L.	0,0		<0,1
Višegodišnji širokolisni korovi			
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	0,2	0,2	0,1

(Izvor: Streit i sur., 2002.)

Istraživanjima je također utvrđeno povećanje ukupnog broja korova po jedinici površine, povećanje biomase i pokrovnosti korova (Légère i sur., 2008., Govindasamy i sur., 2020., Sans i sur., 2011.). Međutim, uvođenjem konzervacijskih sustava obrade u nekim



istraživanjima nije rezultiralo povećanjem zakorovljenosti (Romanekas i sur., 2021., Murphy i sur., 2006.) što upućuje na ovisnost utjecaja obrade tla o specifičnim agroekološkim uvjetima zajedno s dostupnim i primijenjenim strategijama gospodarenja korovima (Derksen i sur., 1996.). Interakcija i dinamika korova s usjevima i konzervacijskim sustavima obrade složena je i nedovoljno istražena. Određene korovne vrste koje se učestalije pojavljuju u reduciranim sustavima obrade zahtijevaju specifične načine suzbijanja, što se najviše odnosi na višegodišnje korove. Kemijsku zaštitu potrebno je prilagoditi ukoliko se na površini nalazi veća količina žetvenih ostataka, a zakorovljenost je jačeg intenziteta. U konzervacijskim sustavima obrade tla plodored imaju značajnu regulacijsku ulogu u pogledu pojavnosti korova. Dominacija pojedinih korovnih vrsta može postati ograničavajući faktor ukoliko se ne poštuje pravilan plodored. Žetveni ostaci na površini tla (Slika 8.) imaju različit utjecaj na dinamiku korova. Tvore fizičku barijeru te na taj način smanjuju početni rast i razvoj korova. Međutim u kasnijim razvojnim fazama zbog konzervacije vlage i reguliranja temperaturnog režima tla mogu i potaknuti razvoj korova. Razlaganjem žetvenih ostataka korovima postaju dostupne hranjive tvari koje pozitivno djeluju na njihov razvoj dok s druge strane stvaranjem toksičnih tvari razlaganjem žetvenih ostataka rast i razvoj klijanaca korova može biti inhibiran.



Slika 8. Žetveni ostaci kukuruza u soji  
(Izvor: Jug, D.)

## 5. MATERIJAL I METODE RADA

Istraživanje s konzervacijskim sustavima obrade tla postavljeno je u Istočnoj Hrvatskoj u Čačincima (17° 86' 36" E, 45° 61' 32" N, 111 m a. s. l) 2020. godine u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost („Procjena konzervacijske obrade tla kao napredne metode uzgoja usjeva i prevencije degradacije tla“). U završnom radu prikazani su rezultati prve (2021.) i druge godine (2022.) istraživanja, a odnose se na zakorovljenost kukuruza i soje na tri različita sustava obrade tla.

Uzorkovanje korova u kukuruзу i soji provedeno je na osnovnoj eksperimentalnoj jedinici površine 80 m<sup>2</sup> u obje godine istraživanja.

Tretmani obrade tla uključivali su:

- Konvencionalnu obradu tla (ST) - oranje na dubinu 30 cm
- Duboku konzervacijsku obradu tla (CTD) - rahljenje do 30 cm dubine s minimalno 30 % prekrivenosti površine tla žetvenim ostacima
- Plitku konzervacijsku obradu tla (CTS) - rahljenje na 10 cm dubine s minimalno 50 % prekrivenosti površine tla žetvenim ostacima

Zahvati osnovne i dopunske obrade tla provedeni su na isti način za obje istraživane kulture. Obrada tla, oranje i rahljenje, provedena je u jesen 2020. na početku provođenja pokusa. Zimska brazda na konvencionalnom tretmanu obrade tla zatvorena je u proljeće 2021. godine za kukuruz i u proljeće 2022. godine za soju s dva prohoda klinaste drljače u kombinaciji sa šupljim valjkom. Predsjetvena priprema tla za obje kulture provedena je jednim prohodom klinaste drljače u kombinaciji sa šupljim valjkom, a sjetva kukuruza i soje izvedena je No-till sijačicom no-till Gaspardo Mirka 8R.

Uzorkovanje korova koje je uključeno u ovaj završni rad u kukuruзу (Slika 9.) i soji provedeno je pred samu žetvu obje kulture, a uključivalo je sljedeće:

- Ukupan broj korova po jedinici površine
- Nadzemnu masu korova po jedinici površine
- Broj korovnih vrsta po jedinici površine

Broj korova po jedinici površine utvrđen je brojanjem svih korova na slučajno odabranom površini od 0,25 m<sup>2</sup> (metalni okvir) u 4 ponavljanja na svakoj parcelici. Korovi su prebrojani

i klasificirani prema korovnim vrstama. Nadzemna biomasa korova utvrđena je rezanjem svih korovnih biljaka na razini tla na istoj površini na kojoj se vršilo prebrojavanje korova. Svi korovi uzorkovani su u papirnate vrećice (svaka korovna vrsta zasebno), a nakon sušenja na 60°C u trajanju od 48 h izvagani su kako bi se utvrdila nadzemna biomasa. U ovom radu prikazan je ukupan broj i biomasa korova s opisom strukture korovne zajednice kukuruza i soje.



Slika 9. Uzorkovanje korova u kukuruzu  
(Izvor: Brozović, B.)

Tijekom vegetacije kukuruza i soje provedeni su herbicidni tretmani koji su bili jednaki na sva tri sustava obrade tla za kukuruz i soju. U kukuruzu su primijenjeni sljedeći herbicidni tretmani: Glifosat ( $360 \text{ g L}^{-1}$ ) predsjetveno u dozi od  $1.5 \text{ L ha}^{-1}$ , a nakon sjetve Tembotrione ( $44 \text{ g L}^{-1}$ ) u dozi od  $2.25 \text{ L ha}^{-1}$  kada je kukuruz bio u fenofazi V4 (4 potpuno razvijena lista s vidljivim lisnim rukavcima). U vegetaciji soje provedena su dva herbicidna tretmana. Prije nicanja primijenjeni su  $960 \text{ g L}^{-1}$  S-Metolaklor ( $1,2 \text{ L ha}^{-1}$ ) i Metribuzin 70 % ( $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ), a tijekom vegetacije  $22,4 \text{ g L}^{-1}$  Imazamox i  $480 \text{ g L}^{-1}$  Bentazon ( $1 \text{ L ha}^{-1}$ ).

## 6. REZULTATI I RASPRAVA

Tijekom provedenog istraživanja u kukuruzu i soji determinirano je ukupno 9 korovnih vrsta od čega 5 jednogodišnjih i 4 višegodišnje vrste. Determinirane korovne vrste razvrstane su u 4 porodice od kojih je najviše zastupljena porodica trava (*Poaceae*) (Tablica 4.). Širokolisni korovi bili su zastupljeni s 5, a uskolisni s 4 korovne vrste. Determinirani korovi tipični su korovi okopavinskih usjeva (Maceljčki i sur., 2002.).

Tablica 4. Sastav korovne flore u kukuruzu i soji

Jednogodišnje korovne vrste				
Porodica	Latinski naziv	Narodni naziv	Kukuruz	Soja
<i>Asteraceae</i>	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.* <sup>Š</sup>	Ambrozija	*+	+
<i>Poaceae</i>	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) PB. <sup>T</sup>	Koštan	+	-
<i>Poaceae</i>	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv. <sup>T</sup>	Zeleni muhar	+	+
<i>Poaceae</i>	<i>Panicum capillare</i> L. <sup>T</sup>	Vlasasto proso	-	+
<i>Asteraceae</i>	<i>Xanthium strumarium</i> L. <sup>T</sup>	Dikica	-	+
Višegodišnje korovne vrste				
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br. <sup>Š</sup>	Ladolež	+	+
<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus arvensis</i> L. <sup>Š</sup>	Slak	+	-
<i>Lamiaceae</i>	<i>Mentha spicata</i> L. <sup>Š</sup>	Metvica	+	+
<i>Asteraceae</i>	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. <sup>Š</sup>	Poljski osjak	-	+

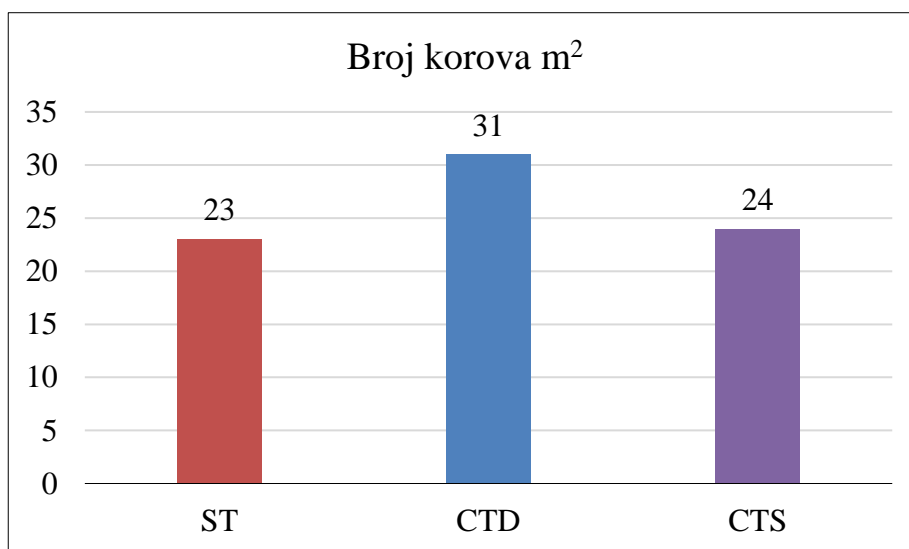
\*<sup>Š</sup> – širokolisni korovi, T – trave (uskolisni korovi), + (prisutna korovna vrsta), - (nema korovne vrste)

### 6.1 Zakorovljenost kukuruza

Ukupan broj korova po jedinici površine razlikovao se u prosječnim vrijednostima između različitih sustava obrade tla (Grafikon 1.). Prema ovom pokazatelju najmanja zakorovljenost utvrđena je u prosjeku na konvencionalnom i plitkom konzervacijskom sustavu obrade tla. Ukupan broj korova na dva spomenuta sustava bio je gotovo identičan (23 i 24 korovne biljke m<sup>-2</sup>). Značajniju zakorovljenost u pogledu broja korova po jedinici površine imao je duboki konzervacijski sustav obrade tla (CTD) gdje je utvrđeni prosječni broj korova iznosio 31 (Grafikon 1.). Utjecaj obrade tla na broj korova po jedinici površine može biti vrlo različit što je potvrđeno prijašnjim istraživanjima (Barberi i Lascio, 2001., Ruisi i sur., 2015.,

Mashingaidze i sur., 2012.). Izostanak okretanja tla i žetveni ostatci na površini značajno mijenjaju uvjete za klijanje, nicanje i kasniji razvoj korova što specifično utječe na intenzitet pojavnosti korova budući da se optimalni uvjeti za razvoj korova razlikuju ovisno o korovnoj vrsti. Shretsha i sur. (2022.) u svom istraživanju utvrdili su veći broj korova u konvencionalnoj obradi tla dok Mulugeta i sur. (2021.) ističu važnost utjecaja žetvenih ostataka na zakorovljenost. Prema spomenutim autorima, žetveni ostatci na površini tla u konzervacijskim sustavima obrade mogu suzbijajuće djelovati na nicanje korova u početnim fazama razvoja kukuruza jer mijenjaju uvjete u površinskom sloju tla dok kasnije u vegetaciji konzervacijom vode i hraniva mogu čak i potaknuti rast i razvoj korova.

Grafikon 1. Broj korova po jedinici površine u kukuruzu

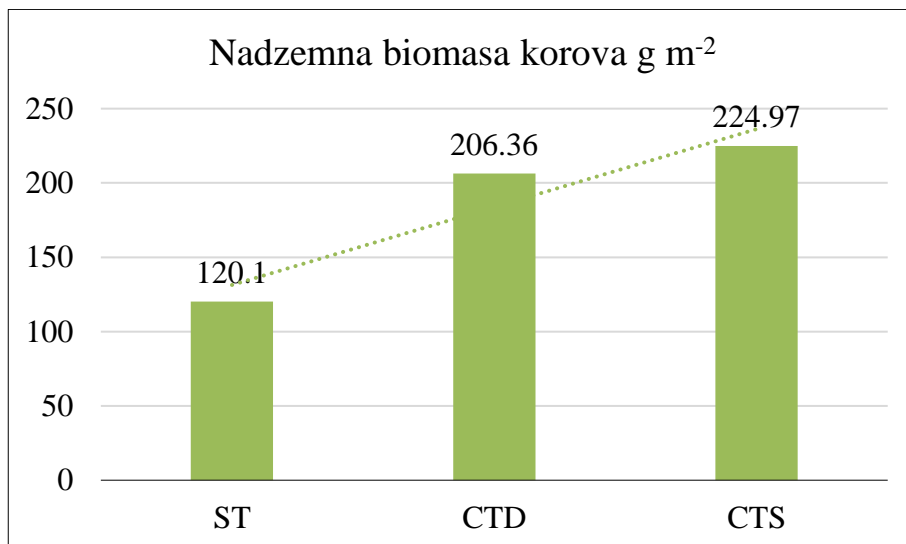


ST - konvencionalna obrada, CTD – duboka konzervacijska obrada, CTS – plitka konzervacijska obrada

Nadzemna biomasa korova u kukuruzu na kraju vegetacije pokazuje trend porasta sa smanjenjem dubine obrade tla (Grafikon 2.) što je u skladu s istraživanjima Hofmeijer i sur. 2019. koji su utvrdili trend porasta biomase korova tijekom vegetacije kukuruza na reduciranom sustavu obrade tla u odnosu na konvencionalni. Tako je najmanja nadzemna biomasa korova u prosjeku utvrđena na konvencionalnom sustavu obrade tla (ST) (120.1 g m<sup>-2</sup>) dok je plitki konzervacijski sustav obrade (CTS) tla rezultirao daleko većom prosječnom nadzemnom biomasom koja je iznosila 224. 97 g m<sup>-2</sup> iako je na ovom sustavu obrade utvrđen ukupan broj korova manji od CTD-a. Biomasa korovnih biljaka ne mora nužno biti povezana s ukupnim brojem korova po jedinici površine niti u pozitivnoj

korelaciji što najviše ovisi o strukturi korovne zajednice. Veća nadzemna biomasa korova na konzervacijskoj obradi tla u odnosu na konvencionalnu utvrđena je i istraživanjima Winkler i sur., 2023. i Travlos i sur., 2018.

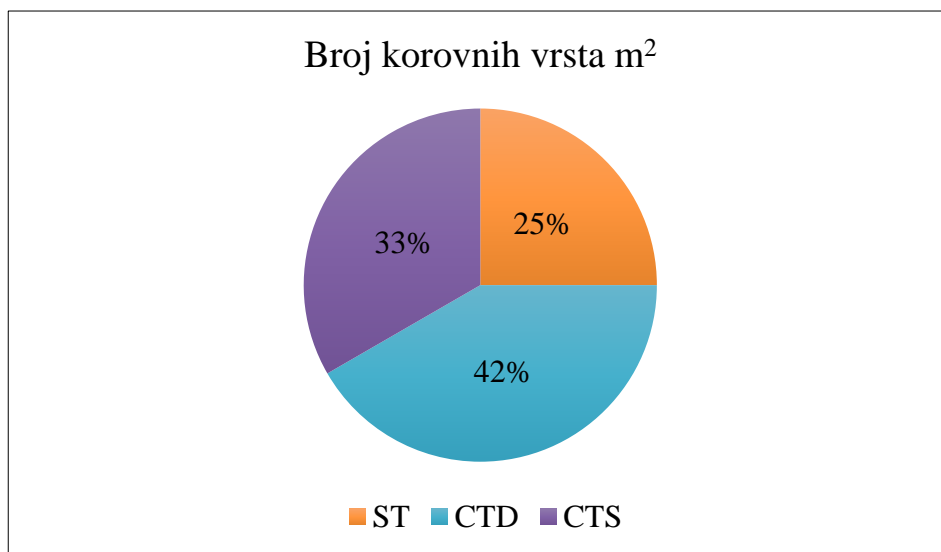
Grafikon 2. Nadzemna biomasa korova u kukuruzu



ST - konvencionalna obrada, CTD – duboka konzervacijska obrada, CTS – plitka konzervacijska obrada

Iz Grafikona 3. vidljivo je da konzervacijski sustavi obrade tla u prosjeku pokazuju veću bioraznolikost u pogledu broja utvrđenih korovnih vrsta.

Grafikon 3. Brojnost korovnih vrsta u kukuruzu



ST - konvencionalna obrada, CTD – duboka konzervacijska obrada, CTS – plitka konzervacijska obrada

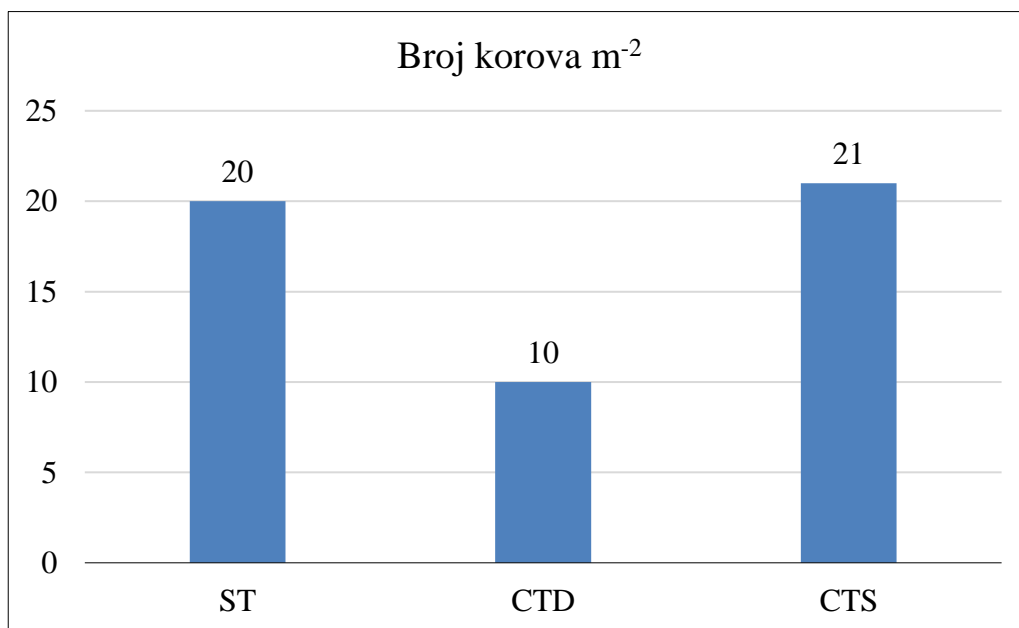


Najveći broj korovnih vrsta u prosjeku je zabilježen na dubokom konzervacijskom sustavu obrade tla (CTD), a najmanji na konvencionalnom (ST). Porast broja korovnih vrsta na reduciranim sustavima obrade tla utvrđen je i istraživanjima Sans i sur., 2011. i Mulugeta i sur., 2021. Promjene u broju različitih korovnih vrsta i sastavu korovne flore očekivane su kod uvođenja konzervacijskih sustava obrade tla, a izraženije su što je vremenski period konzervacijske obrade tla duži (Travlos i sur., 2018., Murphy i sur., 2006.).

## 6.2 Zakorovljenost soje

Utvrđeni prosječan broj korova po jedinici površine u soji, slično kao i kod kukuruza, bio je gotovo jednak na konvencionalnom (ST) i plitkom konzervacijskom sustavu obrade tla (CTS) (Grafikon 4.). Duboki konzervacijski sustav obrade tla (CTD) značajnije odstupa u pogledu istraživanog parametra i u prosjeku ima manju vrijednost broja korova po jedinici površine za 50% u odnosu na preostala dva sustava obrade tla. Veći broj korova na konzervacijskim sustavima obrade potvrđuje također i istraživanje Romaneckas i sur., 2021. koji su istraživali utjecaj smanjenog intenziteta obrade tla na zakorovljenost ratarskih usjeva.

Grafikon 4. Broj korova po jedinici površine u soji

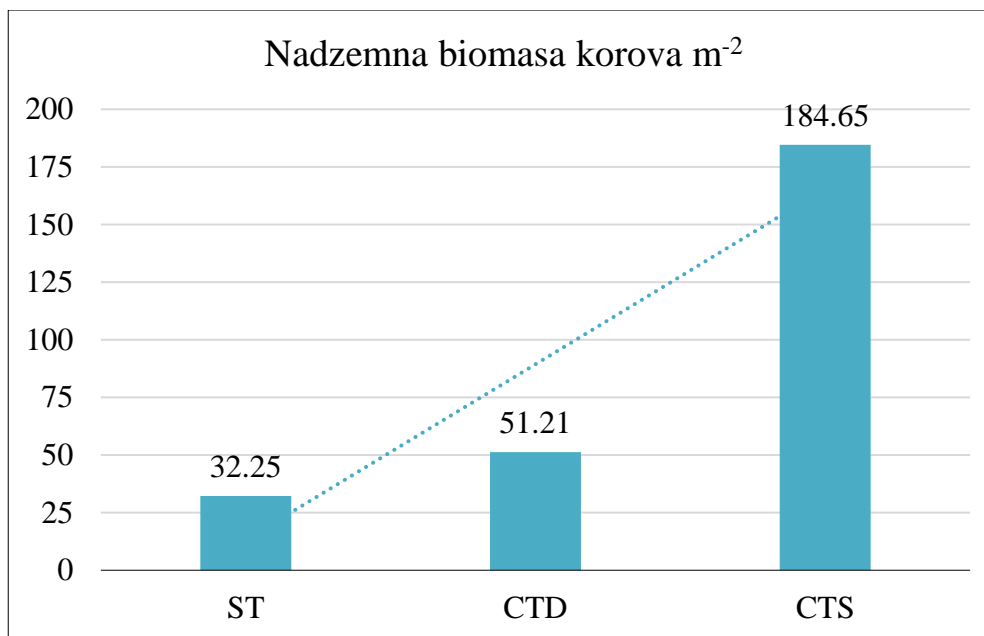


ST - konvencionalna obrada, CTD – duboka konzervacijska obrada, CTS – plitka konzervacijska obrada

Nadzemna biomasa korova u soji pokazuje izrazit trend porasta sa stupnjem reduciranja dubine obrade tla. Iz Grafikona 5. vidljivo je značajno povećanje nadzemne biomase korova

na plitkom konzervacijskom sustavu obrade tla (CTS) u usporedbi s konvencionalnim (ST) i plitkim konzervacijskim (CTS).

Grafikon 5. Nadzemna biomasa korova u soji



ST - konvencionalna obrada, CTD – duboka konzervacijska obrada, CTS – plitka konzervacijska obrada

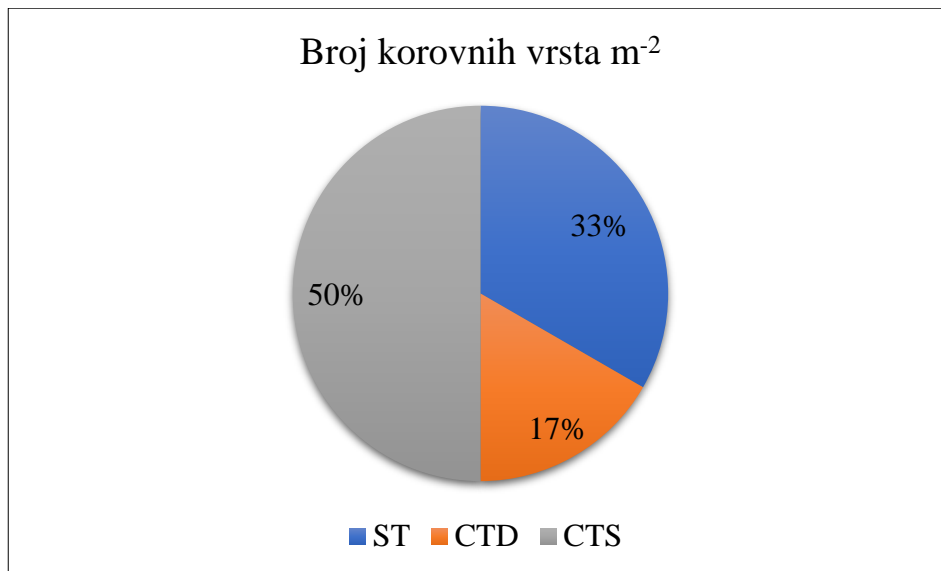
Utvrđena biomasa korova bila je gotovo 6 puta veća na CTS sustavu obrade u odnosu na konvencionalni (ST). Veći prosječan utjecaj konzervacijskog sustava obrade na istraživani parametar zakorovljenosti u soji u odnosu na kukuruz moguć je zbog dulje primjene konzervacijske obrade tla i veće količine žetvenih ostataka na površini tla u odnosu na prvu godinu istraživanja. Žetveni ostaci na površini tla na razinu zakorovljenosti mogu djelovati na način da u ranim fazama nicanja i razvoja korova smanjuju njihovu pojavnost, dok tijekom vegetacije zbog konzervacije vlage u tlu i otpuštanjem hranjivih tvari mogu dovesti do povećanja zakorovljenosti.

Za razliku od kukuruza, najveća raznolikost korovnih vrsta u soji utvrđena je na plitkom konzervacijskom sustavu obrade tla (CTS) (Grafikon 6.) što ukazuje na već dobro istraženu činjenicu o utjecaju konzervacijske obrade tla i reduciranja intenziteta obrade na povećanje bioraznolikosti (Legere i sur., 2008.). Promjene u populaciji korova specifične su za pojedini sustav obrade tla zbog reakcije korovnih biljaka na primijenjenu agrotehniku. Korovi su biljke koje se vrlo brzo prilagođavaju novim okolišnim uvjetima te je promjena u



zastupljenosti različitih korovnih vrsta i intenzitetu zakorovljenosti u primjenom konzervacijskih sustava obrade tla očekivana

Grafikon 6. Broj korovnih vrsta u soji



ST - konvencionalna obrada, CTD – duboka konzervacijska obrada, CTS – plitka konzervacijska obrada

## 7. ZAKLJUČAK

Konzervacijski sustavi obrade tla utjecali su na promjene u razini zakorovljenosti kukuruza i soje u usporedbi s konvencionalnim sustavom obrade tla. Istraživani parametri zakorovljenosti u prosjeku su se razlikovali s obzirom na utvrđene vrijednosti ukupnog broja korova po jedinici površine, nadzemne biomase korova i broja korovnih vrsta u usjevima kukuruza i soje. Najveći prosječni broj korova po jedinici površine u obje istraživane kulture utvrđen je na plitkom konzervacijskom sustavu obrade tla (CTS) ali je po ostvarenim vrijednostima bio gotovo jednak konvencionalnom sustavu obrade (ST). Smanjenje dubine obrade tla i povećanje količine žetvenih ostataka na površini tla dovelo je do povećanja prosječne nadzemne biomase korova u kukuruzu i soji. Konzervacijski sustavi obrade tla u ovom istraživanju rezultirali su prosječnim povećanjem broja korovnih vrsta što ukazuje na pozitivan utjecaj ovakvih sustava na bioraznolikost.

Konzervacijski sustavi obrade tla doveli su do prosječnog povećanja istraživanih parametara zakorovljenosti kukuruza i soje u ovom istraživanju, a potrebna daljnja istraživanja svakako trebaju uključiti više parametara poput agroekoloških uvjeta i u konačnici ostvarenih prinosa ratarskih kultura.

## 8. POPIS LITERATURE

1. Barberi, P., Lo Cascio, B. Long-term tillage and crop rotation effects on weed seedbank size and composition. *Weed Res.* 2001, 41, 325–340
2. Brozović, B., Jug, I, Đurđević, B. Ravlić, M., Vukadinović, V., Rojnica, I., Jug, D. Initial Weed and Maize Response to Conservation Tillage and Liming in Different Agroecological Conditions. *Agronomy* 2023, 13, 1116.
3. Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., Dulazi A. A.: Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment, *International Soil and Water Conservation Research*, Volume 3, Issue 2, 2015, Pages 119-129, ISSN 2095-6339
4. Derksen, D.A.; Blackshaw, R.E.; Boyetchko, S.M. Sustainability, conservation tillage, and weeds in Canada. *Can. J. Plant Sci.* 1996, 76, 651–659.
5. Derpsch, R. The extent of conservation agriculture worldwide. Implications and impact. In *Proceedings of the III World Congress on Conservation Agriculture*, Nairobi, Kenya, 4–8 October 2005
6. Derrouch, D., Chauvel, B., Felten, E., Dessaint, F. (2020). Weed Management in the Transition to Conservation Agriculture: Farmers' Response. *Agronomy*. (10): 843.
7. El Titi, A., 2003. Implications of soil tillage on weed communities. In: El Titi, A. (Ed.), *Soil Tillage in Agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 147-186
8. FAO. (2016). What is Conservation Agriculture? Available online: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/whatis-conservation-agriculture/en/> (accessed on 15 September 2024).
9. Fennimore, S.A.; Jackson, L.E. Organic amendment and tillage effects on vegetable field weed emergence and seedbanks. *Weed Technol.* 2003, 17, 42–50.
10. Gerhards, R.; Bezhin, K.; Santel, H.J. Sugar beet yield loss predicted by relative weed cover, weed biomass and weed density. *Plant Protect. Sci.* 2017, 53, 118–125.
11. Giller, K.E.; Witter, E.; Corbeels, M.; Tittonell, P. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view.
12. Govindasamy, P.; Sarangi, D.; Provin, T.; Hons, F.; Bagavathiannan, M. No-tillage altered weed species dynamics in a long-term (36-year) grain sorghum experiment in southeast Texas. *Weed Sci.* 2020, 68, 476–484

13. Hofmeijer, M.A.J.; Krauss, M.; Berner, A.; Peigné, J.; Mäder, P.; Armengot, L. Effects of Reduced Tillage on Weed Pressure, Nitrogen Availability and Winter Wheat Yields under Organic Management. *Agronomy* 2019, 9, 180
14. Hulina, N. Korovi, Školska knjiga. Zagreb, 1998.
15. Jug, I., Jug, D., Brozović, B., Vukadinović, V., Đurđević, B. Osnove tloznanstva i biljne proizvodnje. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek. Osijek, 2022.
16. Légère, A., Stevenson, F.C., Benoit, D.L., 2011. The selective memory of weed seedbanks after 18 years of conservation tillage. *Weed Science* 59, 98–106
17. Locke, M.A., Reddy, K.N., Zablotowicz, R.M., 2002. Weed management in conservation crop production systems. *Weed Biology and Management* 2, 123–132
18. Oerke, E.-C.; Dehne, H.-W. Safeguarding production—Losses in major crops and the role of crop protection. *Crop Prot.* 2004, 23, 275–286
19. Palm, C.; Blanco-Canqui, H.; De Clerck, F.; Gatere, P. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2013, 187, 87–105.
20. Pittelkow, C.M.; Linquist, B.A.; Lundy, M.E.; Liang, X.; Van Groenigen, K.J.; Lee, J.; Gestel, N.; Six, J.; Venterea, R.T.; Van Kessel, C. When does no-till yield more? A global meta-analysis. *Field Crops Res.* 2015, 183, 156–168.
21. Maceljški., Cvjetković, B., Igrc Barčić, J., Ostojić, Z. (2002): Priručnik iz zaštite bilja, Zavod za zaštitu bilja u poljoprivredi i šumarstvu RH i Hrvatsko društvo biljne zaštite, M&D, Zagreb.
22. Mashingaidze, N.; Madakadze, C.; Twomlow, S.; Nyamangara, J.; Hove, L. Crop yield and weed growth under conservation agriculture in semi-arid Zimbabwe. *Soil Tillage Res.* 2012, 124, 102–110.
23. Mulugeta, D.; Stoltenberg, D.E.; Boerboom, C.M. Weed Species-Area Relationships as Influenced by Tillage. *Weed Sci.* 2001, 49, 217–223.
24. Murphy, S.D.; Clements, D.R.; Belaoussoff, S.; Kevan, P.G.; Swanton, C.J. Promotion of Weed Species Diversity and Reduction of Weed Seedbanks with Conservation Tillage and Crop Rotation. *Weed Sci.* 2006, 54, 69–77.
25. Nichols, V.; Verhulst, N.; Cox, R.; Govaerts, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: A review. *Field Crop. Res.* 2015, 183, 56–68.
26. Ruisi, P.; Frangipane, B.; Amato, G.; Badagliacca, G.; Di Miceli, G.; Plaia, A.; Giambalvo, D. Weed seedbank size and composition in a long-term tillage and crop sequence experiment. *Weed Res.* 2015, 55, 320–328.

27. Sans, F.X.; Berner, A.; Armengot, L.; Mäder, P. Tillage effects on weed communities in an organic winter wheat–sunflower–spelt cropping sequence. *Weed Res.* 2011, 51, 413–421.
28. Shrestha, A.; Knežević, S.Z.; Roy, R.C.; Ball–Coelho, B.R.; Swanton, C.J. Effect of tillage, cover crop and crop rotation on the composition of weed flora in a sandy soil. *Weed Res.* 2022, 42, 76–87.
29. Sosnoskie, L.M.; Herms, C.P.; Cardina, J. Weed seedbank community composition in a 35-yr-old tillage and rotation experiment. *Weed Sci.* 2006, 54, 263–273.
30. Travlos, I.S.; Cheimona, N.; Roussis, I.; Bilalis, D.J. Weed-Species Abundance and Diversity indices in Relation to Tillage Systems and Fertilization. *Front. Environ. Sci.* 2018, 6, 11.
31. Triplett, G.B., Dick, W.A., 2008. No-tillage crop production: a revolution in agriculture! *Agronomy Journal* 100, 153–165.
32. Velykis, A.; Satkus, A. Weed infestation and changes in field pea (*Pisum sativum* L.) yield as affected by reduced tillage of a clay loam soil. *Zemdirbyste* 2010, 97, 73–82.
33. Winkler, J.; Dvořák, J.; Hosa, J.; Martínez Barroso, P.; Vaverková, M.D. Impact of Conservation Tillage Technologies on the Biological Relevance of Weeds. *Land* 2023, 12, 121.
34. Zimdahl, R. L. (1999): *Fundamentals of Weed Science*. Second Edition, by Academic press, USA.