

Eksploatacijski pokazatelji sredstava poljoprivredne mehanizacije i tvorba prinosa pri različitim sustavima obrade tla

Benković, Robert

Doctoral thesis / Disertacija

2022

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:021105>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-31**



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](#)



REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Benković, mag. ing. agr.

**EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI SREDSTAVA
POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE I TVORBA
PRINOSA PRI RAZLIČITIM SUSTAVIMA OBRADE TLA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2022.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Benković, mag. ing. agr.

**EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI SREDSTAVA
POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE I TVORBA
PRINOSA PRI RAZLIČITIM SUSTAVIMA OBRADE TLA**

- Doktorska disertacija -

Osijek, 2022.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Benković, mag. ing. agr.

**EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI SREDSTAVA
POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE I TVORBA PRINOSA
PRI RAZLIČITIM SUSTAVIMA OBRADE TLA**

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Luka Šumanovac
Komentor: prof. dr. sc. Danijel Jug

Povjerenstvo za ocjenu:

- 1. dr. sc. Darko Kiš, redoviti profesor u trajnom zvanju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. dr. sc. Irena Jug, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, član**
- 3. dr. sc. Igor Kovačev, izvanredni profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**

Osijek, 2022.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Robert Benković, mag. ing. agr.

**EKSPLOATACIJSKI POKAZATELJI SREDSTAVA
POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE I TVORBA PRINOSA
PRI RAZLIČITIM SUSTAVIMA OBRADE TLA**

- Doktorska disertacija -

Mentor: prof. dr. sc. Luka Šumanovac
Komentor: prof. dr. sc. Danijel Jug

Javna obrana doktorske disertacije održana je 13.07.2022. godine pred
Povjerenstvom za obranu:

1. **dr. sc. Darko Kiš, redoviti profesor u trajnom zvanju Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, predsjednik**
2. **dr. sc. Irena Jug, redoviti profesor Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, član**
3. **dr. sc. Igor Kovačev, izvanredni profesor Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**

Osijek, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti

Smjer: Tehnički sustavi u poljoprivredi

UDK:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Poljoprivredna tehnika i tehnologija

Eksploatacijski pokazatelji sredstava poljoprivredne mehanizacije i tvorba prinosa pri različitim sustavima obrade tla

Robert Benković, mag. ing. agr.

Disertacija je izrađena na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijeka Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Luka Šumanovac

Komentor: prof. dr. sc. Danijel Jug

Sažetak:

Sustav obrade tla može se istaknuti kao jedan od važnijih načina ublažavanja trenutno vrlo nepovoljnih klimatskih prilika te osiguranja redovitih i visokih (optimalnih) prinosa. Trogodišnje istraživanje provedeno je na teškom pseudoglejnom tlu Brodsko-posavske županije u mjestu Donja Vrba. Tijekom istraživanja promatrane su kulture u plodoredu kako slijedi: 1. godina soja (*Glycine max* L.); 2. godina kukuruz (*Zea mays* L.) i 3. godina ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.). Pokus je postavljen kao potpuno randomizirani blok-dizajn u četiri repeticije s glavnim faktorom: sustav obrade tla (konvencionalna obrada tla (CT), tanjuranje (DH), rahljenje (CH) i podrirvanje (SS)), podfaktorom: radna brzina pri sjetvi i podpodfaktorom: tlakovi pneumatika u sjetvi. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj sustava obrade tla na zbijanje tla, na pokrivenost žetvenim ostatcima i vlažnost površinskog sloja tla, na utrošak goriva traktora u radu te na pokazatelje komponenti prinosa istraživanih kultura i visinu prinosa. Primijenjeni sustavi obrade tla rezultirali su različitom zbijenosti tla pa je najdublje provedena obrada tla SS ostvarila najmanji otpor, a DH obrada najveći otpor u sve tri godine istraživanja. Najveći prinosi, žetveni indeks i visoki biološki prinos u uzgoju soje i kukuruza ostvaren je na SS i CH te potom na DH i CT sustavu obrade tla. Konvencionalna CT i duboka SS obrada tla polučile su najlošije rezultate utroška goriva u sve tri godine istraživanja. Rezultati istraživanja ističu CH konzervacijski sustav obrade tla kao optimalno rješenje za uštedu utroška energenata u proizvodnji ratarskih kultura.

Broj stranica: 147

Broj slika: 43

Broj tablica: 59

Broj literaturnih navoda: 155

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: reducirana i konzervacijska obrada tla, zbijanje tla, potrošnja goriva

Datum obrane:

Povjerenstvo za obranu:

1. prof. dr. sc. Darko Kiš – predsjednik
2. prof. dr. sc. Irena Jug – član
3. doc. dr. sc. Igor Kovačev – član

Disertacija je pohranjena u:

Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Postgraduate university study: Agricultural sciences
Course: Technical systems in agriculture

UDK:

Scientific Area: Biotechnical Sciences
Scientific Field: Agriculture
Branch: Agricultural engineering and technology

**Exploitation indicators of agricultural mechanization and
different tillage systems influence on crops yield formation**

Robert Benković, master in agriculture

Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Supervisor: Prof. dr. sc. Luka Šumanovac

Co-supervisor: Prof. dr. sc. Danijel Jug

Short abstract

The tillage system can be evaluated as one of the most important ways to mitigate the currently very unfavorable climatic conditions and ensure high (optimal) yields. The three-year research was conducted on heavy pseudogley soil of Brodsko-Posavska County in Donja Vrba. During the research, crops were observed in crop rotation as follows: 1st year of cultivation (*Glycine max* L.); 2nd year maize (*Zea mays* L.) and 3rd year winter wheat (*Triticum aestivum* L.). The experiment was set up as a completely randomized block design in four repetitions where the main factor was tillage system (conventional tillage (CT), disk harrowing (DH), chiseling (CH), and subsoiling (SS)), the sub-factor was working speed during sowing and the sub-sub-factor was tire pressures during sowing. The aim of this study was to determine the impact of tillage systems on soil compaction, on the crop residues coverage, surface soil moisture, on tractor fuel consumption during tillage operations and on crop yield indicators. The applied tillage systems resulted with different soil compaction, so the deepest soil tillage SS achieved the lowest penetrometric resistance, and DH tillage has caused the highest resistance in all three years of research. The highest yields, harvest index and high biological yield in soybean and maize cultivation were achieved as follows on SS and CH and then on DH and CT tillage system. Conventional CT and deep SS tillage offer the worst fuel consumption results in all three years of study. These results lead to conclusion that CH conservation tillage system as an optimal solution for saving energy consumption in crop production.

Number of pages: 147

Number of figures: 43

Number of tables: 59

Number of references: 155

Original in: croatian

Key words: reduced and conservation tillage, soil compaction, fuel consumption

Date of the thesis defense:

Reviewers:

1. **PhD Darko Kiš, full professor** – president
2. **PhD Irena Jug, full professor** – member
3. **PhD Igor Kovačev, assistant professor** – member

Thesis deposited in:

National and University Library, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek, University of Zagreb; University of Rijeka; University of Split

Zahvala

Ovim putem se zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Luki Šumanovcu i komentoru prof. dr. sc. Danijelu Jugu na tome što su mi svojim savjetima, smjericama, vremenom, strpljenjem i posudbom opreme pomogli pri izradi ove doktorske disertacije.

Posebno se zahvaljujem predsjedniku povjerenstva prof. dr. sc. Darku Kišu te članovima povjerenstva prof. dr. sc. Ireni Jug i doc. dr. sc. Igoru Kovačev koji su mi svojim korisnim savjetima također pomogli u pisanju i izradi disertacije.

Iako na kraju, najveća zahvalnost ide mojoj supruzi i djeci koji su me u najtežim trenucima podržavali, razumjeli i gurali prema završetku doktorskog studija i okretanju još jedne stranice života.

Hvala Vam svima.

KAZALO

| | Stranica |
|---|----------|
| 1. UVOD..... | 1 |
| 1.1. Pregled literature..... | 6 |
| 1.2. Cilj istraživanja..... | 19 |
| 2. MATERIJAL I METODE RADA..... | 20 |
| 2.1. Materijal i metode - Soja (<i>Glycine max</i> , L.)..... | 34 |
| 2.2. Materijal i metode - Kukuruz (<i>Zea mays</i> L.)..... | 41 |
| 2.3. Materijal i metode - Ozima pšenica (<i>Triticum aestivum</i> L.)..... | 46 |
| 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA..... | 50 |
| 3.1. Soja (<i>Glycine max</i> L.) - 1. godina istraživanja..... | 50 |
| 3.1.1. Utjecaj sustava obrade na mehanički otpor tla i trenutnu vlažnost tla..... | 52 |
| 3.1.2. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka..... | 60 |
| 3.1.3. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve soje na sklop, uzdužnu i poprečnu..... | 61 |
| raspodjelu sjemena te duljinu mezokotila..... | 61 |
| 3.1.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve soje na visinu biljke, grananje biljke, broj..... | 63 |
| etaža, te broj sterilnih i fertilnih mahuna..... | 63 |
| 3.1.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve soje na komponente prinosa..... | 64 |
| 3.1.6. Utjecaj primijenjenog sustava obrade tla te brzine traktora u sjetvi i tlaka..... | 68 |
| pneumatika na utrošak goriva..... | 68 |
| 3.2. Kukuruz (<i>Zea mays</i> L.) - 2. godina istraživanja..... | 70 |
| 3.2.1. Utjecaj sustava obrade na mehanički otpor i trenutnu vlažnost tla..... | 72 |
| 3.2.2. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka..... | 78 |
| 3.2.3. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na sklop, uzdužnu i poprečnu..... | 79 |
| raspodjelu sjemena te duljinu mezokotila..... | 79 |
| 3.2.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na visinu biljke, masu stabljike i..... | 81 |
| ukupnu masu biljke..... | 81 |
| 3.2.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu zrna po klip, masu..... | 82 |
| oklaska, masu klipa..... | 82 |
| 3.2.6. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu 1000 zrna, hektolitarsku..... | 84 |
| masu i poljoprivredni prinos..... | 84 |
| 3.2.7. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na biološki prinos i žetveni indeks..... | 85 |
| 3.2.8. Utjecaj primijenjenog sustava obrade tla te brzine traktora u sjetvi i tlaka..... | 86 |
| pneumatika na utrošak goriva i proklizavanje kotača..... | 86 |
| 3.3. Ozima pšenica (<i>Triticum aestivum</i> L.) - 3. godina istraživanja..... | 88 |
| 3.3.1. Utjecaj sustava obrade na mehanički otpor i trenutnu vlažnost tla..... | 88 |
| 3.3.2. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka..... | 94 |
| 3.3.3. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve na sklop, visinu biljke i broj zrna pšenice po..... | 95 |

| | |
|--|-----|
| klasu..... | 95 |
| 3.3.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na dužinu stabljike, dužinu klasića..... | 96 |
| te broj fertilnih i sterilnih klasića u klasu | 96 |
| 3.3.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na masu zrna po klasu, masu klasa, | 98 |
| masu stabljike | 98 |
| 3.3.6. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na masu biljke, masu 1000 zrna i | 99 |
| hektolitarsku masu | 99 |
| 3.3.7. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na poljoprivredni prinos, | 101 |
| biološki prinos i žetveni indeks | 101 |
| 3.4. Analiza međusobno povezanih i zavisnih parametara: sustava obrade | 103 |
| tla, utroška goriva i proklizavanja kotača | 103 |
| 4. RASPRAVA..... | 110 |
| 5. ZAKLJUČCI..... | 123 |
| 6. LITERATURA | 126 |
| 7. SAŽETAK | 140 |
| 8. SUMMARY | 142 |
| 9. PRILOG..... | 144 |

1. UVOD

Prehrana brzorastuće populacije stanovništva na našem planetu već je dugo primarna zadaća svih grana poljoprivredne proizvodnje. Obradive su površine ograničeni prirodni resursi koji uz izravnu i neizravnu interakciju s klimom te nagle klimatske promjene u velikoj mjeri otežavaju održivost i sigurnost poljoprivredne proizvodnje.

Svaki oblik poljoprivredne proizvodnje ima za konačni cilj dobivanje određenog proizvoda kao što je hrana ili derivat za proizvodnju energije. S ekonomskog aspekta uspjeh poljoprivredne proizvodnje ogleda se kroz ostvareni prinos, odnosno prihod poljoprivrednika. Ostvarivanje zadovoljavajućih prinosa ovisi o jako puno ulaznih varijabli poput: svojstava tla, agroekoloških uvjeta lokaliteta, gnojidbe, zaštite usjeva, sorte, kultivara i primijenjenog sustava obrade tla. Sve navedene varijable važne su za uspješnu poljoprivrednu proizvodnju, ali primijenjeni sustavi obrade tla mogu se istaknuti kao važan način ublažavanja trenutno vrlo nepovoljnih klimatskih prilika i osiguranja redovitih visokih prinosa. Obrada tla za potrebe poljoprivredne proizvodnje može se najjednostavnije definirati kao mehanički zahvat u aktivnoj zoni korijenovog sustava biljke s ciljem stvaranja povoljne strukture, popravka vodozračnog režima, unosa hraniva te popravka fizikalnih, kemijskih i bioloških svojstava tla.

Tlo je temeljni resurs za sve poljoprivredne sustave te ga savjesno, odgovorno i s poštovanjem trebaju koristiti svi, pa tako i poljoprivrednici. Poljoprivrednici kao najvažniji korisnici tla u proizvodnji hrane suočavaju se s najvećim izazovom degradacije tla zbog vlastitog (antropogenog) djelovanja, ali i djelovanja prirodnih ekoloških čimbenika.

Tako danas postoje dokazi o širokoj degradaciji poljoprivrednog tla u obliku erozije, gubitka organske tvari, onečišćenja, zbijanja, povećanog saliniteta i drugih mogućih oštećenja (European Commission, 2002.) te se pojam zdravlja tla kao opis njegove kvalitete i općeg stanja danas uvelike koristi u raspravama o održivoj poljoprivredi. Termin zdravlje tla i s njim usko povezani termin kvaliteta tla može se promatrati kroz dva pojma: redukcijski, koji se temelji na fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima stanja tla i integrirani koji polazi od pretpostavke kako je zdravlje tla kompleksniji pojam koji pretpostavlja interakciju između procesa u tlu i svojstava tla (Kibblewhite i sur., 2008.).

Počeci obrade tla datiraju od prije 7000 godina do 13 000 godina ovisno o geografskoj lokaciji, a kroz povijest je prolazila niz promjena i transformacija s gotovo redovnom razvojnom tendencijom (Jug i sur., 2015.). Razvojne etape mogu se podijeliti u tri osnovne:

ručna, sprežna i strojna, a potonja, koja započinje otkrićem parnog stroja te zatim motora s unutarnjim izgaranjem, traje još i danas.

Ručna obrada predstavlja najrudimentarniji način obrade tla te se još uvijek zadržala samo u nekim tehnološki zaostalim dijelovima svijeta. Alati koji su se koristili za ovaj tip obrade bili su kronološki, kako slijedi, drveni štap, drvena kuka, dok s otkrićem metala dolazi do pojave motike, štahače, lopate, i sličnih ručnih alata. Ručni način obrade tla zadržao se do trenutka domestikacije divljih životinja koje je čovjek prilagodio svojim potrebama. U ovoj fazi razvoja obrade tla kreće sprežna obrada uz pomoć pripitomljenih životinja koje vuku jednostavnije ralo i plug. Neke siromašnije zemlje trećeg svijeta i danas isključivo koriste ovakav sprežni sustav obrade tla (Jug i sur., 2015.).

Revoluciju i ogroman napredak u obradi tla čini izum parnog stroja u 18. stoljeću. Unatoč slaboj iskoristivosti parnog stroja, isti se zadržao kao pogon tadašnjih traktora do otkrića motora s unutarnjim izgaranjem u 19. stoljeću. Kako Otto i Diesel motori postaju glavni pogonski motori traktora, u zadnjih stotinu godina dolazi i do značajnog intenziviranja različitih sustava obrade tla (Šumanovac i sur., 1996.; Jurić i sur., 2008.). Značajan iskorak u proizvodnji hrane započinje otkrićem motora s unutarnjim izgaranjem te upotrebom odgovarajućih trajnih priključnih agregata. Porastom snage pogonskih motora i učinkovitosti traktora agregatiranog raznim priključnim oruđima povećavala se i dubina obrade koja se u prošlosti smatrala intenzivnijom, suvremenijom i boljom. Sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća počinju se intenzivnije provoditi istraživanja koja ukazuju na to da duboka obrada oranjem nije najbolje rješenje pripreme i obrade tla (Jug i sur., 2017.). Zbog ovih spoznaja u posljednja dva desetljeća prošlog stoljeća počinje intenzivnija primjena različitih sustava obrade tla, a ovisno o kulturi uzgoja, agroklimatskim prilikama i svojstvima tla uzgojnog područja.

Primjenom kompleksnih mineralnih gnojiva, sjemena izraženog genetskog potencijala, i drugih suvremenih agrotehničkih mjera uspješno se povećao prinos po jedinici površine. U svijetu visoke tehnologije poljoprivredna tehnika predstavlja jedan od najvažnijih čimbenika kvantitativne i kvalitativne proizvodnje hrane, a uporabom odgovarajuće agrotehlike izravno se utječe na održivost poljoprivredne proizvodnje (Kovačev i sur., 2013.).

Obrada tla može se kvantificirati na različite načine, a prema dubini zahvata oruđa ona se uobičajeno dijeli na (Jug i sur., 2015):

- vrlo plitku obradu (do 10 cm), plitku obradu (do 20 cm), srednje duboku obradu (20-40 cm), duboku obradu (do 100 cm) i vrlo duboku obradu (preko 100 cm).

Intenzivnim agrotehničkim zahvatima pa tako i obradom tla kao njenom sastavnicom,

može se značajno utjecati na povećanje prinosa, ali i degradaciju agroekosustava. Negativan utjecaj agrotehničkih zahvata (obrade, gnojidbe, zaštite) može dovesti do fizikalne, kemijske i biološke degradacije tla. Degradacija tla može biti brza i očita jer loše gospodarenje tlom dovodi do erozije različitog intenziteta, dok sporija i suptilnija degradacija dugotrajno utječe na poljoprivrednu proizvodnju i šire okruženje tijekom više godina (Kisić, 2016.). To je jedan od razloga za provođenje usmjerenih istraživanja i osmišljavanja mjera za održavanje dobre kondicije tla. Takvim je istraživanjima zadatak praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta te informiranje i sugeriranje mjera gospodarstvu s ciljem prevencije degradacije ili popravak degradiranih tala.

Pri razvoju poljoprivrede obvezno je uključiti identificiranje ograničenja koja su primjećena u određenoj poljoprivrednoj grani s ciljem što preciznijeg pružanja tehničkog rješenja za postojeći problem. Problematika zbijanja tla i njegovi posredni i neposredni učinci na rast i razvoj usjeva predstavljaju sve važniji fokus znanstvenih istraživanja. Agrotehnički procesi uključuju određeni stupanj zbijanja tla, koji rezultiraju povećanjem volumne gustoće tla odnosno smanjenjem njegove poroznosti i aeracije te otežavaju drenažu tla (Batey, 1990.). Kao jedno od mogućih rješenja problema zbijanja tla prilikom konvencionalne obrade javlja se reducirana obrada tla koja u odnosu na konvencionalnu predstavlja ekološki i ekonomski prihvatljiviju obradu. Ovim se pristupom, u ovisnosti o agroekološkim uvjetima, smanjuje broj prohoda i dubina obrade. Istraživanja na reduciranim sustavima obrade tla dovode do zaključka (Jug i sur., 2015.; Stipešević i sur., 1997.) kako je reducirana obrada dobar način ekološkog očuvanja tla (manje zbijanje)(Jug i sur., 2010.a), ekonomskog prosperiteta (smanjeni troškovi proizvodnje) te organizacijski manje zahtjevna (manji broj terenskih operacija).

Osnovna obrada plugom kao priključnim oruđem sve više gubi na značaju zbog iznalaženja novih sustava obrade tla koji se pokazuju ekonomski isplativijima, uz istovremeno otklanjanje nedostataka i nepovoljnih svojstava duboke obrade oranjem. Evolucija istraživanja sustava obrade ukazuje da se osim konvencionalne obrade uspješno može primijeniti i reducirana obrada tla. Reducirana obrada predstavlja pojednostavljenu, ekonomski jeftiniju i najvažnije održivu obradu tla sa smanjenim brojem prohoda i smanjenom dubinom obrade. Prema Jug i sur. (2015.) može se podijeliti na sljedeći način:

- Minimalna obrada: primjenom ovog sustava obrade smanjuje se broj operacija, a neke operacije izostavljaju se ili se međusobno kombiniraju. Rezultat primjene ovakvog sustava je smanjenje zbijanja tla uslijed prohoda uz bolji vodozračni režim tla te smanjenje troškova. Negativni učinci ovog sustava su nedovoljno uništavanje korova i velika količina

posliježetvenih ostataka koja sprečava površinsku evaporaciju odnosno zadržava vlagu pa je tlo nešto hladnije u početnim fazama klijanja nekih kultura.

- Izostavljena obrada – "no till": primjena ovog sustava uzgoja zahtijeva primjenu posebnih sijačica za izravnu sjetvu koje prilikom sjetve otvaraju brazdu, polažu sjeme i deponiraju gnojivo po potrebi.

- Konzervacijska obrada: predstavlja sustav obrade tla u kojem se biljni ostaci ciljano ostavljaju na površini tla ili se inkorporiraju u plitki površinski sloj tla. Primjenom ovog sustava obrade pokrivenost površine tla biljnim ostacima treba biti minimalno 30 % kako bi se smanjila erozija i konzervirala vlaga u tlu.

- Racionalna obrada: podrazumijeva smanjeni broj prohoda strojevima i oruđima, smanjenje dubine obrade do dubine koja predstavlja stvarne potrebe biljke. Istovremeno je neophodno voditi brigu o potrebnom uništavanju korova kao i o fizikalnim svojstvima tla te adekvatnoj pripremi tla za sjetvu.

Potrebno je bolje razumijevanje svih čimbenika biljne proizvodnje, odnosno postojećih i primjenjivih mjera agrotehnike koje se danas koriste i utječu na kvalitetu tla, optimalno stanje ekosustava te reakcije uzgajane kulture (Liebman i Gallandt, 1997.).

Prinosi uzgajanih kultura poput soje, kukuruza i pšenice u najvećoj su mjeri pod utjecajem klimatskih čimbenika, ali se negativni utjecaj istih znatno može ublažiti primjenom odgovarajuće tehnike. Osnovni zadatak svake sjetve je ujednačeno ulaganje sjemena na optimalnu dubinu te ravnomjerna raspodjela sjemena na vegetacijskom prostoru (Šumanovac, 1998.). Integralna tehnika obrade tla i sjetve poljoprivrednim strojevima koji obavljaju više radnih operacija istovremeno sve se više primjenjuje. Konvencionalnu obradu tla i sjetvu u novije vrijeme zamjenjuju različiti tipovi reducirane obrade s ciljem izbjegavanja nepotrebnog zbijanja tla. Primjenom reducirane obrade osim smanjenja zbijanja tla postiže se niz drugih pozitivnih efekata s fizikalnog, kemijskog i biološkog aspekta te se utječe na rentabilnost proizvodnje. Upravo ta rentabilnost poljoprivredne proizvodnje za sobom povlači potrebu za pronalaženjem novih sustava održive obrade tla uz vrlo važnu uštedu energenata te smanjenje broja utrošenih radnih sati čovjeka i stroja. Primjena novih tehnologija sa sobom donosi niz nepoznanica koje se istraživanjima i kasnijom primjenom u praksi u određenim regionalnim lokacijama mogu pokazati kao dobra alternativa konvencionalnoj poljoprivredi.

Konzervacijska obrada tla jedna je od alternativa konvencionalnoj obradi i ključni alat za provođenje održive poljoprivredne proizvodnje. Svoj poseban značaj zauzima na područjima sa semiaridnom klimom gdje površinsko isparavanje vode premašuje količinu oborina tijekom

većine mjeseci u godini. Ipak, unatoč naporima istraživača te podacima o uspješnosti konzervacijske poljoprivredne proizvodnje, većina američkih i australskih farmara ne prakticira konzervacijsku obradu na svojim farmama (Lyon, 2004.).

Konzervacijska obrada tla idealna je za primjenu u sušnim regijama ili u regijama s dužim sušnim razdobljima (Jokela i Randall, 1989.), pomaže u očuvanju dušika (Omonode i sur., 2006.; Sainju i sur., 2006.) i pospješuje prinose (Tolimir i sur., 2001.). Utjecaj vode i visok rizik od erozije tla može se smanjiti primjenom konzervacijske obrade tla, ali postoji vjerojatnost da u prvim godinama primjene dođe do smanjenja prinosa (Ray i Rai, 2018.).

Cilj provedenih istraživanja bio je određivanje novih alternativnih tehnologija u sustavima obrade i njihova usporedba s konvencionalnom obradom tla. Određivanjem njihova utjecaja na antropogeno zbijanje tla i komponente prinosa u konačnici bi se potencijalno pronašao najpovoljniji sustav obrade tla za određeno tlo i lokaciju.

Usporedba konvencionalne s reduciranim sustavima obrade tla s utvrđenim eksploatacijskim parametarima pri sjetvi različitih ratarskih kultura omogućila bi pronalaženje optimalnog agrotehničkog rješenja pri specifičnim agroekološkim uvjetima Brodsko-posavske županije. Navedeno je od posebne važnosti budući da u Republici Hrvatskoj postoji potreba za intenziviranjem ovakvih istraživanja i proučavanjem ove problematike.

1.1. Pregled literature

Biljna poljoprivredna proizvodnja vrlo je kompleksna i ovisi o mnoštvu ulaznih varijabli poput svojstava tla, agroklimatskih uvjeta, gnojidbe, zaštite te primijenjene obrade tla.

Poznavanje, usporedba i primjena što je moguće većeg broja različitih varijabli uzgoja vodi u konačnici ka visokom prinosu, profitu i održivoj poljoprivrednoj proizvodnji. Analizom svih varijabli pojedinačno, ali i njihovim međusobnim utjecajima na uspješnost poljoprivredne proizvodnje i očuvanje tla u dobroj kondiciji bavio se velik broj istraživača na području cijelog svijeta. Cilj tih istraživanja bio je među ostalim očuvanje tla kao resursa na kome se odvija proizvodnja uz ostvarenje optimalnih prinosa te optimizacija ljudskog i strojnog rada.

Obrada tla predstavlja jedan od najvažnijih agrotehničkih zahvata poljoprivredne biljne proizvodnje. Obavlja se s ciljem popravljivanja mehaničkih svojstava tla, boljeg i kvalitetnijeg inkorporiranja i miješanja gnojiva i organskih ostataka s tlom, suzbijanja korova i biljnih bolesti i štetočinja, odnosno formiranja optimalnih uvjeta za klijanje, rast i razvoj biljaka (Rasmussen, 1999.). Brzi razvoj tehnike i tehnologije uz sve veći porast industrijske i poljoprivredne proizvodnje zahtijevao je da se strojevi brzo mijenjaju (Šumanovac i sur., 2011.). Poljoprivredni strojevi postajali su sve veći, brži, pouzdaniji, ekonomičniji i općenito produktivniji, ali kao posljedica je značajnije zbijanje i degradacija poljoprivrednog tla.

Istraživanje novih načina obrade tla i pojava novih oruđa za obradu, sve s ciljem očuvanja i smanjenja degradacije tla, vodi ka potrebi da se usvoje i novi termini u načinima obrade tla. Kao rezultat promatranja i usporedbe brojnih podjela sustava obrade tla u svijetu Turan i sur. (2001.) usvojili su podjelu obrade tla na konvencionalnu i konzervacijsku. Konvencionalna obrada tla obuhvaća standardne agrotehničke zahvate pripreme tla za sjetvu poput oranja, tanjuranja, rahljenja, drljanja te frezanja dok je unutar konzervacijske obrade tla prihvaćena podjela na sustave obrade tla poput reducirane obrade, zaštitne obrade, djelomične obrade i izravne sjetve.

Održavanjem i formiranjem povoljne strukture tla cilj je postići visoke i stabilne prinose uzgajanih biljaka. Nepovoljna struktura tla povećava evaporaciju, smanjuje infiltraciju i vodopropusnost tla, ima slabu aeraciju, pridonosi stvaranju pokorice te otvara put intenzivnijoj eroziji (Belić i sur., 2014).

Plodnost tla svojstvo je kojim se može izraziti njegov prirodni potencijal u osiguranju prostora za razvoj korjenovog sustava biljaka preko kojeg se one opskrbljuju zrakom, vodom i hranivima (Vasin, 2008.).

Konzervacijska obrada implementira nekoliko različitih sustava i pristupa obradi tla i

to uglavnom s ciljem očuvanja vlage u tlu i smanjenja erozije ostavljajući nakon provedene obrade i sjetve sljedeće kulture površinu pokrivenu najmanje 30 % žetvenim/biljnim ostacima (Jug i sur., 2017.). Poljoprivrednici koji se bave različitom poljoprivrednom proizvodnjom potiču se na primjenu konzervacijske obrade jer je na taj način moguće smanjiti eroziju i zbijanje, ispiranje hranjivih tvari, potrošnju goriva i radnih sati, a istodobno povećati mikrobiološku aktivnost i skladištenje ugljika (Peigne i sur., 2007.). Reduciranje zahvata obrade tla u današnje vrijeme ima sve veći značaj. Utjecaj različitih varijanata obrade tla (konvencionalna obrada, višekratno tanjuranje, rahljenje i tanjuranje, jednokratno tanjuranje i "no-till") na prinos i dobit kukuruza (*Zea mays* L.) istraživali su kroz tri vegetacijske godine Jug i sur. (2006.a). Analizom rezultata utvrdili su da su na prinos najveći utjecaj imali klimatski uvjeti u vegetacijskoj godini, a tek potom primijenjeni sustavi obrade tla. Nadalje, rezultati ukazuju da je najveća ostvarena ekonomska dobit zabilježena na konvencionalnoj varijanti obrade, a smanjuje se u smjeru pojačavanja reduciranja obrade tla.

Prema rezultatima istraživanja Kovačev i sur. (2013.) ekonomski učinkovita proizvodnja soje jedino je moguća uz primjenu reducirane ili "no-till" sustava uzgoja. Prema ostvarenim rezultatima istraživanja vidljivo je da nekonvencionalna obrada tla može biti važan alat u smanjenju troškova proizvodnje smanjenjem troškova strojnog i ljudskog rada.

Utjecaj reducirane obrade tla na nodulaciju i prinos soje na černozeu sjeverne Baranje tijekom dvije godine proveli su Jug i sur. (2005.) te zaključili kako nijedna od istraživanih reduciranih varijanata obrade tla nije imala statistički značajan utjecaj na nodulacijsku sposobnost fiksatora dušika dok je najveći prinos soje u obje godine istraživanja utvrđen u varijanti konvencionalne obrade tla, manji prinos u varijanti tanjuranja te najmanji na "no-till" sustavu.

Istraživanje različitih sustava obrade tla i njihov utjecaj na fizikalna svojstva glinasto ilovastog luvisola proveli su u sjeverozapadnoj Slavoniji u razdoblju 1997. – 2000. godine Husnjak i sur. (2002.). Pri uzgoju soje zabilježili su značajnije razlike između različitih sustava obrade tla na gustoći, poroznosti, retencijskom kapacitetu tla za vodu, kapacitetu tla za zrak dok kod uzgoja pšenice nisu zabilježene značajnije razlike. Rezultati istraživanja ukazuju na pogoršanja fizikalnih svojstava tla ovisno o istraživanim sustavima obrade. Pogoršanja fizikalnih svojstava tla bila su najveća pri konzervacijskoj i konvencionalnoj obradi, dok su na "no till" sustavu i pri reduciranoj obradi zabilježena nešto manja pogoršanja.

Utjecaj sustava obrade tla na rast i razvoj soje *Glycine max* (L.) na ilovasto pjeskovitom tlu Norfolka istraživao je Kamprath i sur. (1979.). Primijenjeni sustavi obrade tla bili su: oranje s tanjuranjem prije sjetve, oranje s rahljenjem prije sjetve te podrivanje s drljanjem prije sjetve.

Istraživanjem su provedena mjerenja: podzemne i nadzemne biljne mase, površina lista, prinos, sadržaj vode u tlu. U sustavu obrade tla oranje s rahljenjem i podrivanjem tla došlo je do povećanja nadzemne mase i površine lista te rasta korijena ispod 30 cm dubine u uvjetima smanjenih oborina tijekom razdoblja rasta. Prinos je bio također najveći u sustavu obrade tla oranje s rahljenjem i podrivanje tla, ali samo u uvjetima s normalnom količinom oborina tijekom vegetacije. U oba slučaja autori pripisuju povećanje prinosa boljem razvoju korijena u dubljim slojevima s lako dostupnom vlagom.

Kotorová (2007.) istražuje fizičke promjene u glinastoilovastim tlima Slovačke pod utjecajem dvaju različitih sustava uzgoja: "no-till" sustav uzgoja i sustav uzgoja uz primjenu konvencionalne obrade tla. Analizom rezultata istraživanja dolazi do saznanja da se u "no-till" sustavu uzgoja povećava gustoća i smanjuje ukupna poroznost. U sustavu uzgoja s konvencionalnom obradom tla značajno se povećava kapilaritet, dok maksimalni kapacitet tla za vodu nema značajnijih razlika bez obzira na tip obrade.

Utjecaj reducirane obrade na proizvodnju soje na černozeu u sjevernoj Baranji proveli su Jug i sur. (2010.b) na četiri različita sustava obrade: konvencionalna obrada oranjem, tanjuranje, rahljenje, i izravna sjetva soje kroz dvije vegetacijske sezone. Jedan od ciljeva ovog istraživanja bilo je utvrđivanje specifičnog otpora tla pri različitim sustavima obrade. Mjerenja otpora elektronskim penetrometrom izvršena su na dubini 0 - 40 cm, a rezultati su pokazali da je najveće zbijanje i otpor tla bilo na dubini 10 - 15 cm u sustavu obrade tla tanjuračom te na dubini 25 - 30 cm u sustavu obrade tla plugom. Autori navode kako višegodišnja primjena konvencionalne obrade tla može imati negativne posljedice na eroziju tla, ispiranje nitrata i nastajanje "tabana pluga".

Učinke triju različitih načina obrade: "no-till", reducirane obrade, i konvencionalne obrade i tri količine gnojidbe (0, 258, 516 kg ha⁻¹ NPK na području Zemun polje u Srbiji kroz deset godina istraživali su Videnović i sur. (2011.) Analizom rezultata zaključili su da bez obzira na količinu utrošenog gnojiva konvencionalna obrada ima svoje prednosti na prinos kukuruza u danim agroekološkim uvjetima.

Aikins i sur. (2012.) provode istraživanje u proizvodnji kukuruza o utjecaju četiri načina obrade tla (duboko tanjuranje, duboko tanjuranje + plitko tanjuranje, samo plitko tanjuranje i no-till) u Kumasi, Gana. Rezultati pokazuju da je najkraći korijen, najniži postotak suhe tvari, najniža masa vlažnog i suhog klipa te najmanja masa 1000 sjemenki bila na pokusu postavljenom na no-till sustavu uzgoja.

Kako osam različitih sustava obrade utječe na prinos i tvorbu prinosa ozime pšenice na černozeu Baranje tijekom 4 godine istraživali su Jug i sur. (2011.). Obradom rezultata

utvrđeno je da reducirana obrada značajno utječe na prinos, ali ne i na tvorbu prinosa. Tvorba prinosa bila je usko povezana s klimatskim uvjetima u vegetacijskoj godini zbog čega dolazi do statistički značajnijih razlika.

Odgovarajuće upravljanje tlom kao resursom može zaštititi tlo od suvišnih voda, erozije, spriječiti stvaranje pokorice, zbijanje slojeva te osigurati dobru i laku klijavost i razvoj korijena (Wright i sur., 2008.). Za odabir sustava obrade tla važni su specifični položaj, usjev, tip tla i klima (Rasmussen, 1999.). Prema Srivastava i sur. (2006.) jedan od najvažnijih ciljeva obrade tla je načiniti povoljnu strukturu tla za polaganje sjemena na idealnu dubinu, zbog čega obrada tla ima ključnu važnost za sjetvu, rast, razvoj i u konačnici prinos (Atkinson i sur., 2007.).

Rezultati optimalne sjetve s dobrim poprečnim i uzdužnim rasporedom sjemena su bolje klijanje, povećanje prinosa i smanjen utjecaj biljaka jedne na drugu u smislu dostupne svjetlosti, hranjivih tvari i vlage. Istraživanje utjecaja sijačice INO Becker Aeromat 2 i dvadeset hibrida sjemena kukuruza iz različitih FAO skupina proveli su Turan i sur. (2014.). Prilikom klijanja nije bilo statistički značajnih razlika, ali su razlike utvrđene između hibrida različitih FAO skupina. Priprema tla prije sjetve, podešenost sjetvenog aparata, vrsta hibrida i vještina operatera izravno utječu na horizontalnu i vertikalnu raspodjelu sjemena, odnosno na razmake sjetve u redu i po dubini, ali rezultati pokazuju da su za prinos biološka svojstva hibrida utjecajnija od kvalitete sjetve.

U praksi obrada tla utječe na fizikalna, kemijska i biološka svojstva tla i u konačnici izravno utječe na porast biljaka i prinos (Çarman, 1997.; Ozpinar i Cay, 2006.; Rashidi i Keshavarzpour, 2009.).

Kako reducirana obrada utječe na morfološke i fiziološke parametre soje istraživali su Jug i sur. (2010.a). Analiza rezultata istraživanja dovodi do zaključka da interakcija klimatskih uvjeta i načina obrade utječe samo na koncentraciju klorofila i karotenoida dok na morfološka svojstva soje način obrade tla ne utječe na statistički značajnoj razlici.

Kukuruz je jedna od značajnijih kultura koje se uzgajaju u Republici Hrvatskoj, ali uzgoj se uglavnom zasniva na konvencionalnoj obradi tla plugom. Istovremeno je konvencionalna obrada tla najskuplja, po utrošenom vremenu najsporija, nepovoljno utječe na ekologiju te prekomjerno zbijanje tla. Jug i sur. (2007.) provode istraživanja na redukciji i racionalizaciji obrade s ciljem optimizacije sustava obrade tla. U trogodišnjem istraživanju autori su postavili pokus na kukuruza s pet različitih sustava obrade tla i to konvencionalna obrada plugom na dubinu 30 - 35 cm (CT), obrada tanjuračom u jesen na dubinu 15 cm iza koje slijedi sjetva (DHF), jesenska obrada tanjuračom uz rahljenje na dubinu 30 - 35 cm (DSL), gruba obrada tanjuračom u jesen na dubinu 15 cm (DHC) i izravna sjetva (NT). Predsjetvena

priprema je obavljena multitillerom na svim istraživanim sustavima obrade tla osim pri (NT) obradi. Prema dobivenim rezultatima istraživanja u proizvodnji kukuruza konvencionalna obrada (CT) može se preporučiti kao obrada koja donosi najveći prinos dok se izravna sjetva ne preporučuje u istom agroekološkom okruženju.

Utjecaj različitih načina obrade tla na prinos kukuruza i neka fizikalna te kemijska svojstva tla proučavali su Najafinezhad i sur. (2007.). U istraživanju su bile promatrane dvije varijante upravljanja posliježetvenim ostacima pšenice iz prethodnog vegetacijskog perioda. Varijanta jedan: spaljivanje posliježetvenih ostataka i varijanta dva: čuvanje ostataka uz podvarijantu primjene različitih sustava obrade tla (konvencionalnu, reduciranu i minimalnu). Nakon istraživanja provedenog u četiri ponavljanja rezultati su pokazali da je najveći prinos kukuruza bio na reduciranoj i konvencionalnoj obradi. Nakon žetve izmjereni podatci ukazuju da su proteini u zrnu, organska tvar u tlu, kalij i fosfor u tlu bili veći kod minimalne obrade nego kod drugih istraživanih metoda obrade. Varijante s ostacima pšenice nisu imali značajan utjecaj na ispitivana svojstva tla, ali prinos, masa 1000 zrna, proteini u zrnu i organska tvar u tlu bili su veći kod varijante s posliježetvenim ostacima zadržanim na tlu. Prinos na reduciranoj obradi tla s posliježetvenim ostacima zadržanim na površini imala je najveći prinos od 15,96 t ha⁻¹, dok je konvencionalna obrada u istim uvjetima polučila prinos od 14,94 t ha⁻¹.

Pravilnom eksploatacijom tla kao glavnog resursa poljoprivredne proizvodnje može se popraviti plodnost i povećati produktivnost. Utjecaj različitih sustava obrade tla i različitih načina malčiranja na uzgoj kukuruza u Pakistanu proučavali su Javeed i sur. (2013.) Promatrani sustavi obrade tla bili su: izravna sjetva (T1), minimalna obrada (T2), konvencionalna obrada (T3) i obrada podrivanjem (T4), a načini malčiranja bili su: kontrola (M1), malčiranje crnom plastičnom folijom (M2), malčiranje pšeničnom slamom (M3) i malčiranje travom. Zaštita od korova provodila se prema potrebi, a navodnjavanje prema zahtjevima biljke. Kod svih promatranih sustava obrade uočena je statistički značajna razlika ($p < 0,05$) na fizikalna svojstva tla, volumnu gustoću tla, poroznost, infiltraciju vode i otpor prodiranju korijena. Promatrana obrada podrivanjem (T4) u kombinaciji s malčiranjem crnom folijom (M2) značajno je povećala prinos kukuruza u odnosu na ostale promatrane sustave obrade i načine malčiranja. Rezultati su pokazali da malčiranje značajno poboljšava aeraciju tla, infiltracijske sposobnosti tla i smanjuje volumnu gustoću tla u odnosu na kontrolu.

Kako različiti sustavi obrade tla utječu na fizikalna svojstva tla i prinos istraživali su Alavijeh i sur. (2013.). Pokus je postavljen u tri ponavljanja s četiri različita sustava obrade tla kao glavnim faktorom i dvije sorte kukuruza (Single Cross 704 i Maxima) kao podfaktorom. Rezultati su ukazali da različiti sustavi tla daju statistički značajnu razliku od 1 % na fizikalna

svojstva tla i prinos. Najveći prinos bio je na kukuruзу sorte *Single Cross 704* pri obradi tanjuračom na 10 – 15 cm dubine, a s obzirom na analizu fizikalnih osobina tla, autori preporučuju konzervacijsku obradu tla kao alternativu konvencionalnoj obradi tla.

Tullberg i sur. (2001.) istražuju utjecaj prometovanja agrotehnike i primijenjenog sustava obrade tla na kretanje vode i komponente prinosa na teškom glinenom tlu sjeverne Australije. Promatrani su sljedeći sustavi obrade tla: bez obrade, minimalna obrada i malčiranje strništa. Rezultati pokazuju da je površinsko otjecanje bilo 44 % veće na parcelama na kojima se prometovalo i 24 % veće na malčiranim površinama nego na parcelama bez prometa agrotehnike. Minimalna se obrada pokazala kao optimalan sustav obrade tla s ciljem smanjenja površinskog otjecanja vode i ostvarenja stabilnog prinosa.

Moraru i Rusu (2011.). istražuju kako različiti sustavi obrade tla utječu na zbijanje tla, temperaturu tla i prinos na pšenici, kukuruзу i soji. Sustavi obrade tla koje uspoređuju i proučavaju su: konvencionalna obrada, minimalna obrada i izravna "no-till" sjetva, a primijenjena oruđa bila su: plug, podrivač, rahljač, rotodrljača i "no-till" sijačica. Vlažnost tla pri različitim sustavima obrade pokazala je statistički značajne razlike, a izmjerena trenutna vlažnost tla u vrijeme sjetve bila je najveća u sustavu izravne sjetve i minimalne obrade tla.

U sustavima minimalne obrade tla i izravne sjetve tlo je bilo podložnije vanjskim klimatskim utjecajima pa se brže zagrijavalo nego na ostalim istraživanim sustavima obrade tla. Rezultati količine prinosa istraživanih kultura pokazali su kako je kukuruz najosjetljivija kultura na primijenjenim sustavima obrade tla.

Košutić i sur. (2005.) provode istraživanje primjene triju (3) različitih sustava obrade tla u proizvodnji soje, ozime pšenice i kukuruза na antropogeniziranom lesiviranom tlu zapadne Slavonije. U trogodišnjem istraživanju testirani su utjecaji konvencionalnog sustava obrade (CT) - plug, tanjurača i kombinirano oruđe, konzervacijskog sustava obrade (RT) - rovilo i multitiller te nulta obrada (NT) - "no-till" sijačica na utrošak energije i prinos uzgajanih usjeva. Rezultati ukazuju da je konvencionalni sustav (CT) obrade tla najveći potrošač energije s 1813.10 MJ ha⁻¹, dok konzervacijski sustav obrade tla (RT) iziskuje 37,5 % manje, a nulta obrada (NT) čak 85,1 % manje utroška energije po hektaru. Najveći prinos kukuruза od 7,78 t ha⁻¹ ostvaren je konvencionalnim sustavom obrade, gotovo identičan rezultat s 7,77 t ha⁻¹ konzervacijskim (RT) sustavom, dok je nultim (NT) sustavom obrade ostvaren prinos kukuruза od 7,56 t ha⁻¹. U drugoj godini istraživanja najveći prinos ozime pšenice ostvaren je na konzervacijskom (RT) sustavu obrade tla, dok je najmanji prinos bio na nultom (NT) sustavu obrade tla. U trećoj je godini istraživanja prinos soje bio najveći na konzervacijskom (RT) sustavu, zatim konvencionalnom (CT) sustavu i najmanji prinos na nultom (NT) sustavu obrade

tla.

Li i sur. (2007.) istražuju utjecaj prometovanja agrotehnikе i primijenjenog sustava obrade tla na površinsko otjecanje, kretanje vode u tlu i komponente prinosa na teškom vertizolu u Queenslandu - Australija. Promatrani su sljedeći sustavi obrade tla: bez obrade, minimalna obrada i malčiranje strništa, sve varijante s gaženjem i bez gaženja prolaskom kotača. Rezultati pokazuju da se lako dostupna voda u zoni korijena 0 - 500 mm povećala 11,5 %, a prinos za 9,4 % na minimalnoj obradi bez gaženja kotačima. Povećana infiltracija vode u tlu i povećanje prinosa za 14,5 % bio je na varijanti bez obrade tla i bez prohoda kotačima u odnosu na malčiranje strništa uz prohod kotačima. Utjecaj zbijanja u ovom istraživanju je bio više nego očit pa autori preporučuju kontrolu prometovanja po oranici i konzervacijsku obradu tla kao prihvatljivo rješenje.

Četverogodišnje istraživanje utjecaja različitih sustava obrade tla na glinasto ilovastom tlu sjeverozapadne Slavonije proveli su Košutić i sur. (2001.a). Istraživano je pet sustava obrade tla: konvencionalna obrada tla (CT), reducirana obrada tla (RT), konzervacijska obrada I (CP), konzervacijska obrada II (CM), sustav bez obrade tla (NT) i njihov utjecaj na utrošak energije, rada i prinos kukuruza i ozime pšenice. Usporedba rezultata utroška energije pokazala je da RT sustav koristi 16,4 % manje, CP sustav 20,5 % manje, CM sustav 40,8 % manje, dok je za provedbu NT sustava potrebno čak 85,1 % manje energije po hektaru. Rezultati utrošenog rada pokazali su da je RT sustav uštedio 16,4 %, dok je za CP sustav potreban 20,5 % manje, CM sustav 39,5 % manje radne snage, a NT sustav 82,1 % manje utrošene radne snage u odnosu na CT sustav. Najveći prinos kukuruza od 7,78 t ha⁻¹ ostvaren je CT sustavom, dok drugi sustavi u odnosu na CT sustav, osim RT-a, nisu postigli značajno niže prinose. Najveći prinos ozimne pšenice od 5,89 t ha⁻¹ postigao je CM sustav, dok su ostali sustavi za usporedbu s CM, osim RT, postigli neznatno niže prinose. Autori predlažu poljoprivrednim proizvođačima korištenje nekog od ovih nekonvencionalnih sustava obrade tla za smanjenje troškova u proizvodnji kukuruza i ozime pšenice.

Istraživanje utjecaja sustava obrade tla i plodoreda na prinos kukuruza i soje na glinenom tlu centralne Indiane (SAD) tijekom 25 godina proveli su Vyn i sur. (2000.). Promatrane su konvencionalna obrada, podrivanje, obrada u trake i izravna sjetva, a od plodoreda kukuruz u monokulturi, soja u monokulturi, kukuruz poslije soje te soja poslije kukuruza. Rezultati ukazuju da su se na obje kulture povećali prinosi za prosječno 10 - 11 % pri sjetvi u plodoredu u svim primijenjenim sustavima obrade tla. Najveće povećanje prinosa u plodoredu ostvareno je na izravnoj sjetvi kukuruza. Prinos kukuruza u sustavu izravne sjetve u odnosu na konvencionalnu obradu bio je u prosjeku 14 % manji u monokulturi, ali samo 3 %

manji u plodoredu. Prinos soje u sustavu izravne sjetve u odnosu na konvencionalni sustav obrade u prosjeku je bio 5 % manji u monokulturi i u plodoredu. Izravna sjetva kukuruza u monokulturi kroz duži vremenski period rezultira manjim prinosom tako da autori na osnovu dobivenih rezultata preporučuju dugoročno izravnu sjetvu kukuruza i soje na ovom tipu tla samo u primjeni plodoreda.

Osim utjecaja eksploatacijskih parametara i primijenjene agrotehnike na degradaciju tla mnogo istraživača proučava ekonomsku učinkovitost primijenjenog sustava obrade tla. Tako Meyer-Aurich i sur. (2006.) provode dvadesetogodišnju ekonomsku analizu utjecaja dvaju sustava obrade (oranje, rahljenje) uz primjenu sedam verzija plodoreda u uzgoju kukuruza. Rezultati ukazuju da je u odnosu na sjetvu kukuruza u monokulturi plodored sa sojom povećao prinos za 7 %, a plodored sa sojom i pšenicom povećao prinos za 11 % u sustavu obrade rahljenjem dok se u sustavu obrade plugom prinos povećao samo za 5 %. Prema tome, ostvarena ekonomska dobit u plodoredu sa sustavom obrade tla rahljenjem bila je 96\$ i 108\$, a u plodoredu sa sustavom obrade oranjem bila je 51\$ i 64\$. Crvena djetelina u plodoredu nije utjecala na povećanje prinosa, ali je smanjila potrebu za dušičnim gnojivima što je u konačnici utjecalo na smanjenje ukupnih troškova proizvodnje. Reducirana obrada tla rahljenjem loše rezultate u uzgoju kukuruza pokazala je samo u uvjetima uzgoja u monokulturi dok u plodoredu nije bilo negativnih efekata. Na osnovu istraživanja autori sugeriraju poljoprivrednim proizvođačima da s obzirom na cijenu, utrošak i potencijalni nedostatak energenata u bliskoj budućnosti razmisle o mogućem prelasku na neki od reduciranih sustava obrade tla.

Utjecaj različitih varijanti obrade tla na kvalitetu raspodjele sjemena po površini i dubini istražuju Šumanovac i sur. (2000.) Sjetveni pokus provodi se na nekoliko varijanti obrade tla: dvokratno tanjuranje, konvencionalna obrada i oranje te drljanje rotodrljačom. Sama sjetva provodi se sijačicom "ETA - 48" agregatiranom s traktorom "RX - 170", a autori zaključuju da je raspodjela sjemena pšenice po površini i dubini u svim varijantama obrade tla nezadovoljavajuća. Napominju da u uvjetima reducirane obrade tla zadovoljavajuću kvalitetu sjetve bez novih tehničkih rješenja i optimalnih strojeva za predsjetvenu pripremu tla i sjetvu nije moguće ostvariti.

Na temelju dobivenih rezultata istraživanja Malinović (1988.) navodi da se značajno bolja raspodjela sjemena na vegetacijskom prostoru može postići preciznim sjetvenim aparatima za pojedinačno izuzimanje sjemena ili sjetvenim aparatima s volumnim izuzimanjem i dodatnom raspodjelom sjemena na ulagačima dok na ujednačenu dubinu sjetve odlučujući utjecaj ima kvaliteta predsjetvene pripreme tla. Rezultati istraživanja pokazali su da je boljom raspodjelom sjemena po vegetacijskom prostoru i primjenom adaptiranih i novih rješenja

ulagača (npr. "pačja noga") moguće povećati prinos pšenice za 5 do 8 % u odnosu na kontrolnu rednu sjetvu, a preciznom sjetvom pšenice prinos je povećan u odnosu na kontrolnu za 18 %, uz smanjenje norme sjetve od 20 do 25 %.

Utjecaj različitih varijanti obrade tla na kvalitetu sjetve i prinos pšenice istražuju Jurišić i sur. (1995.) na sljedećim varijantama obrade tla: konvencionalna obrada, dvokratno tanjuranje i oranje te drljanje. Raspodjela sjemena po površini i dubini bila je zadovoljavajuća u varijanti konvencionalne obrade tla dok je u ostale dvije nezadovoljavajuća. Sukladno tome i ostvareni prinos pšenice sorte "Sana" u konvencionalnoj obradi je bio $6,44 \text{ t ha}^{-1}$, a u varijanti dvokratnog tanjuranja prinos je bio $6,03 \text{ t ha}^{-1}$, odnosno manji je za 6,8 %. Prema autorima, obrada tla je u uskoj korelaciji s raspodjelom sjemena po površini i dubini te ima značajan utjecaj na formiranje optimalnog sklopa i prinosa. U dvogodišnjem istraživanju u sjemenskoj proizvodnji pšenice Šumanovac i sur. (1998.) utvrdili su povećanje prinosa u sustavu stalnih tragova u odnosu na sustav rada bez stalnih tragova.

U istraživanju provedenom 2006. i 2009. godine na teškom glejnom fluvisol tlu u Slovačkoj Kotorová i sur. (2010.) proučavali su utjecaj 3 načina obrade tla (konvencionalna obrada, minimalna obrada, "no-till" sustav uzgoja) na svojstva tla i prinos usjeva raspoređenih u plodoredu na sljedeći način: proljeće ječam – soja – ozima pšenica – kukuruz. Autori su utvrdili da je na "no-till" sustavu izmjerena veća gustoća i niža ukupna poroznost tla u odnosu na konvencionalnu i minimalnu obradu tla. Smanjenje intenziteta obrade tla utječe na prinos ječma, dok pšenica pruža najmanji, ali ipak zadovoljavajući prinos i na "no-till" sustavu. Kukuruz ostvaruje najveći prinos na konvencionalnoj obradi dok je prinos u varijanti s minimalnom obradom tla još prihvatljiv.

Obrada tla može značajno utjecati na razlike fizikalnih svojstava tla u biljnoj proizvodnji, a pogotovo u uvjetima višegodišnjeg uzgoja u monokulturi. Istraživanja tijekom 11 godina u Centralnoj Kanadi proveli su Dam i sur. (2005.) na tri sustava obrade: "no-till", reduciranoj obradi, konvencionalnoj obradi i kombinirano sa žetvom samo klipa kukuruza *Zea mays* L. (žetveni ostaci ostaju na površini) i žetvom klipa sa svim žetvenim ostacima. Utvrdili su da je na "no-till" sustavu i varijanti sjetve sa žetvenim ostacima klijavost kukuruza bila 18 do 30 % slabija, a gustoća tla veća. Tijekom godina, načini obrade i pokrivenost žetvenim ostacima značajno su utjecali na prinose, zbijenost i gustoću tla.

Prirodno velika količina glinenih čestica u tlu i praksa koju provode poljoprivrednici Južnog Illinoisa dovela je do značajnog smanjenja prinosa kukuruza (*Zea mays* L.). Varsa i sur. (1997.) istraživali su utjecaj duboke obrade tla (0, 40, 60 i 90 cm), povremene reducirane obrade i "no-till" sustava na fizikalna svojstva tla, razvoj korijena biljaka i prinos usjeva.

Utvrđili su da se povećanjem dubine oranja prinos i površina korijenja po dubini povećava, dok je prinos na "no-till" sustavu bio veći nego na reduciranoj obradi uglavnom zbog očuvanja vlage ostavljanjem žetvenih ostataka na površini.

Nestabilni klimatski uvjeti mogu značajno utjecati na biljnu proizvodnju te redovitu proizvodnju hrane. Konzervacijska obrada, kao oblik napredne pripreme tla u modernoj poljoprivredi, može smanjiti emisiju stakleničkih plinova i povećati organski ugljik u tlu (SOC). Utjecaj konzervacijske obrade na količinu posliježetvenih ostataka u lesiviranom tlu Kine proučavali su Kuhn i sur. (2016.). Rezultati ukazuju na razliku organskog ugljika u tlu (SOC) između konzervacijske obrade (NT) i konvencionalne obrade (CT). Primjena konzervacijske obrade tla potvrdila je da se organski ugljik tla (SOC) akumulira u površinskom sloju tla čime se nakon deset godina povećava prinos u prosjeku za 20 % i omogućava stabilan prinos u sušnim godinama.

Moderni sustavi obrade tla koji se temelje na raznim priključnim alatima osim pluga mogu utjecati na povećanje zakorovljenosti usjeva. Istovremeno razni sustavi obrade tla mogu biti učinkoviti u mehaničkom suzbijanju korova, ali i ekonomski zahtjevni (Stipešević i sur., 2007.) te dovesti do negativnih posljedica na tlo (Jug i sur., 2006.b).

Učinke konzervacijske obrade na očuvanje vode u tlu u semiaridnoj klimi sjeverne Španjolske proučavali su Bescansa i sur. (2006.). Istraživanje je obuhvaćalo "no-till" sustav, reduciranu obradu (čizel oruđe) i konvencionalnu obradu na ječmu u monokulturi. Rezultati su pokazali da je poroznost tla bila najveća na reduciranoj i konvencionalnoj obradi, dok je PKV bio veći u obje varijante "no-till" sustava i reduciranoj obradi nego u konvencionalnoj.

Za mjerenje vlažnosti tla može se koristiti više metoda koje se temelje na mjerenju razlike između mase vlažnog i suhog tla (gravimetrijska metoda), mjerenju sile (podtlaka - tenzije) kojom se voda drži za česticu tla za što to se koriste tenziometri, ili pak mjerenju elektrovodljivosti tla (Pernar i sur., 2013.). Gravimetrijska metoda je najstarija, ali i dalje ostaje najtočnija metoda za dobivanje podataka o vlažnosti tla (Johnson, 1962.).

Nepovoljno stanje vlažnosti tla poglavito u vrijeme berbe/žetve u jesenskom razdoblju utječe na loš faktor otpora kotača radnog stroja kotrljanju ($f = 0,08 - 0,12$) čime se povećava zbijanje, naprezanje na smicanje tla, proklizavanje kotača i utrošak energije (Šumanovac i sur., 2011.)

Nepovoljan raspored oborina tijekom vegetacijskog perioda utječe na visoke i redovite prinose te predstavlja ozbiljan izazov za poljoprivredne proizvođače. Zheng i sur. (2014.) provode trogodišnje istraživanje na području sjeverne Kine o utjecaju primijenjenog sustava obrade tla u proizvodnji ozime pšenice na potrošnju vode za navodnjavanje. Promatrani sustavi

obrade tla bili su konvencionalna obrada plugom (P), obrada rotodrljačom (R), obrada u trake rotodrljačom (SR), obrada rotodrljačom nakon podrivanja (RS), obrada u trake rotodrljačom nakon podrivanja (SRS). Rezultati istraživanja pokazali su da je pri obradi (SRS) i (RS) ukupni utrošak vode u tlu bio 11,81 %, 25,18 %, 12,16 % i 14,75 % veći od utroška vode na (SR) i (R) obradama. Na primijenjenim sustavima obrada (SRS) i (RS) prosječno najveći prinosi pšenice od 9.573,76 kg ha⁻¹ i 9.507,49 kg ha⁻¹ bez statistički značajnih razlika između varijanti te zatim slijede po visini prinosa varijante (P), (R), (SR). Autori stoga preporučuju podrivanje uz pripremu tla rotodrljačom kao alternativu dobrog očuvanja povoljne vlažnosti tla i prinosa pšenice konvencionalnim sustavima obrade.

Kako upotreba poljoprivredne agrotehnike utječe na zbijanje tla, stres koji uzrokuje u tlu, usjevima i procesima u tlu te otpor koji tlo pruža proučavali su Håkansson i sur. (1988.). Na temelju rezultata provedenih istraživanja podijelili su utjecaj prometovanja poljoprivrednih strojeva u nekoliko kategorija: izravnu štetu na prinos usjeva, utjecaj na zbijenosti uslijed obrade i dugotrajne štete nastale nakon svih radnih operacija.

Jedna od važnih funkcija obrade tla je povećanje strukturalne makroporoznosti tla s ciljem osiguranja što boljih uvjeta za rast i povećanje obujma korijena kulture koju uzgajamo. Botta i sur. (2002.) istražuju utjecaj osovinskog opterećenja, veličina i tlakova u pneumaticima na zbijanje svježeg obrađenog glinenog tla Argentine. Pravilan raspored balasta na osovinama te odabir odgovarajuće dimenzije i tlaka može se uvelike smanjiti zbijanje prethodnim operacijama prorahljenog tla.

Traktorski pneumatici imaju veliki promjer i širinu s ciljem da podlogu tlače s manjim specifičnim tlakom, dok rebra usmjerena pod 45° na os kotača imaju cilj omogućiti kretanje po slaboj i mekanoj podlozi. Pneumatici kao takvi imaju veću ili manju masu te zahtijevaju određene inercijske sile koje utječu na dinamička svojstva, potrošnju goriva, opterećenje transmisije i zbijanje puta kojim se prometuje (Šumanovac i sur., 2011.).

Uporaba teških strojeva u poljoprivredi kontinuirano raste pa istovremeno raste rizik od podpovršinskog zbijanja. Tako su Keller i Arvidsson (2004.) istraživali učinke utjecaja udvojenih kotača, tandemskog kotača i promjene tlaka zraka u pneumaticima na podpovršinsko zbijanje tla na trima različitim dubinama. Rezultati ukazuju da je smanjenje tlaka zraka u pneumaticima značajno utjecalo na zbijanje tla na 0,3 m dubine, ali ne i na većim dubinama.

Poljoprivredna proizvodnja vrlo je složen proces koji između ostalog obuhvaća varijabilnosti klime, tla, sustava obrade tla i interakciju među tim komponentama. Tradicionalni eksperimentalni pristup vrlo je važan u proučavanju komponenti biljne proizvodnje, ali eksperimentalne studije i računalna simulacija mogu pomoći u razumijevanju

ponašanja sustava poljoprivredne proizvodnje bez višegodišnjeg ponavljanja eksperimenta. Li i sur. (2008.) provode studiju na vertisolu u jugoistočnom Queenslandu u Australiji s petogodišnjim podacima dobivenim terenskim eksperimentima kojima su kontrolirali promet i obradu tla. Ova studija PERFECT (eng. Productivity erosion and runoff functions to evaluate conservation techniques) imala je dva glavna cilja. Prva je kalibracija korištenja PERFECT modela simulacije tla, usjeva za simulaciju reakcija tla, usjeva na promjene u prometu i upravljanju obrađivanjem. Drugi je bio istražiti interakcije između prometa, obrade zemlje, tla i usjeva te pružiti uvid u dugoročne učinke poboljšanih mogućnosti upravljanja tlom i plodoredom. Ulazni podaci za simulacijski model uključivali su svakodnevne vremenske prilike, kretanje vlage, kapacitet vode u tlu i hidraulička svojstva tla, vrstu usjeva te prometovanje agrotehnike i sustav obrade tla. Nakon kalibracije modela, računalno predviđeni i eksperimentalno izmjereni ukupni podaci za petogodišnje razdoblje bili su slični. Rezultati su pokazali da se PERFECT dnevni simulacijski model može koristiti za stvaranje značajnih predviđanja interakcija usjeva, tla i vode u različitim sustavima obrade i prometa.

U poljoprivrednoj proizvodnji ratarskih kultura, obrada tla predstavlja najvećeg potrošača energije, a mehaniziranost radova sve više postaje osnovni čimbenik racionalnosti i ekonomičnosti (Zimmer i sur., 2009.).

Prosječna potrošnja goriva je varijabla koja varira ovisno o teksturi tla, sustav obrade tla, vlazi u tlu i plodoredu (soja, kukuruz, pšenica), (Tajnssek, 2002.).

Obrada teških glinenih tala troši čak 55 - 65 % ukupno utrošene energije za radove u polju (Pellizzi i sur., 1988.). U tehnologiji biljne proizvodnje obrada tla je jedna od glavnih energetske intenzivnih operacija. Izuzetno je skupa, kompleksna, dugotrajna te troši vrijeme operatera i gorivo (Žugec i sur., 2000.). Visoke cijene goriva i potencijalni nedostatak fosilnih goriva usmjerava poljoprivredne proizvođače na provođenje alternativnih i ekonomski isplativijih tehnologija obrade tla. To se očituje činjenicom da se štednjom energije preferiraju smanjiti troškovi uzgoja (Bayhan, 2006.).

Priključno oruđe djeluje na tlo trošeći energiju goriva (kemijska energija) preoblikovanu u mehanički rad putem traktorskog motora (Hernanz i Ortiz-Canavate, 1999.).

Većina oraničnih površina u Hrvatskoj obrađuje se konvencionalno, što obuhvaća oranje plugom, dopunsku obradu tanjuračom i kombiniranim oruđem (Košutić i sur., 2001.a). Pravilnim agregatiranjem priključnog oruđa i traktora moguće je ostvariti povećanje radne učinkovitosti (Filipović i sur., 2005.). Troškove rada bilo kojeg oruđa moguće je smanjiti izborom optimalne brzine kretanja i radne dubine (Kheiralla i sur., 2004.). Poljoprivrednici mogu troškove vezane za utrošak goriva smanjiti na brojne načine i to prvenstveno

ekonomičnijom upotrebom traktora i priključnih oruđa. Smanjenje potrošnje goriva jedan je od bitnih čimbenika za održivu poljoprivredu, koje osim značajnih ušteda izravno pozitivno utječe na okoliš (Poje, 2017.).

Iz dosadašnjih navedenih istraživanja razvidno je kako su istraživanja utjecaja predstetvene obrade tla i drugih eksploatacijskih parametara u sjetvi na različitim tipovima tla potrebna i značajna, no dobrim dijelom, u poljoprivredi, nedostatna.

1.2. Cilj istraživanja

Hipoteza ovog istraživanja je kako će različiti sustavi obrade tla i eksploatacijski parametri sjetve poput brzine i radnih tlakova u pneumaticima utjecati na smanjenje zbijanja tla, fizikalna svojstva tla, utrošak goriva i vrijeme u radu te tvorbu prinosa.. Osim toga istraživanjem će se analizirati utjecaj primjene odgovarajućih brzina sjetve i radnih tlakova u pneumaticima pogonskih i priključnih agregata na teškom pseudoglejnom tlu Brodsko-posavske županije.

Cilj je istraživanja utvrditi:

- utjecaj sustava obrade tla na zbijanje tla
- utjecaj sustava obrade tla na vlažnost tla u površinskom sloju
- utjecaj sustava obrade tla na utrošak goriva
- utjecaj sustava obrade tla na pokrivenost žetvenim ostacima
- praćenje i mjerenje pripreme tla za sjetvu i sjetve - profilogram
- utvrđivanje utjecaja radne brzine i tlakova pneumatika u sjetvi na sklop posijane kulture
- praćenja i mjerenja poprečne i uzdužne raspodjele sjemena i duljina mezokotila
- utvrđivanje utjecaja sustava obrade tla na biometričke pokazatelje komponenti prinosa istraživanih kultura i visinu prinosa.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Trogodišnje istraživanje provedeno je na području Brodsko-posavske županije koja je smještena u južnom dijelu slavonske nizine, na prostoru između planine Psunj, Požeškog i Diljskog gorja sa sjevera i rijeke Save s juga. Ovo područje odlikuje umjereno topla kišna klima s prosječnom godišnjom količinom padalina od 778 mm u Slavonskom Brodu do 819 mm u Novoj Gradiški. Pokus je postavljen na pseudoglejnom tipu tla u mjestu Donja Vrba s točnim koordinatama testnog polja $45^{\circ}10'14''$ sjeverne zemljopisne širine i $18^{\circ}6'3''$ istočne zemljopisne dužine (slika 2.1.).



Slika 2.1. Položaj testnog polja u mjestu Donja Vrba (izvor:

<https://earth.google.com/web/search/45.1705556,18.1008333,91>)

U kolovozu 2016. godine s parcele pokusnog polja i dubine 0 - 30 cm, dijagonalno je uzeto 25 pojedinačnih uzoraka tla. Prosječni uzorak tla dobiven je usitnjavanjem i miješanjem pojedinačnih uzoraka prema Hesse (1972.). Mehanička analiza tla provedena prema normi

HRN ISO 11464 (2004.) te kombinacijom metode prosijavanja i metode sedimentacije prema ISO 11277 (2009.).

Poljoprivredno tlo na pokusnom polju u oraničnom sloju ima izrazito visok postotak praha (sitni i krupni prah) i to u zbroju čak 82,5 %.

Iz oraničnog pedogenetskog horizonta sondom su uzeti uzorci u rasutom stanju za potrebe kemijske analize tla.

Na osnovu kemijske analize tla, i iznošenja hraniva, izračunata je gnojidbena preporuka za svaku od istraživanih kultura.

Kemijskom analizom tla utvrđena su sljedeća svojstva tla:

- 7,7 mg P₂O₅/100 g tla (AL-metoda)
- 12,74 mg K₂O/100 g tla (AL-metoda)
- pH (H₂O) - 5,43
- pH (KCl) - 4,62
- Humus - 2,54 %

Određivanje trenutne vlažnosti tla važne za poljoprivrednu proizvodnju odnosno utjecaja pojedinog istraživanog sustava obrade na kretanje vlage u tlu i njegov retencijski kapacitet utvrđen je gravimetrijski, na sljedeći način: uzorci tla uzeti su na svakih deset centimetara dubine počevši s 10 cm do 50 cm dubine sa svih sustava obrade tla. U laboratoriju na vagi tipa *Ohaus Adventurer pro AV4101* uzorci su izvagani te stavljani u sušionik tipa *Memmert Modell 100 - 800*. Nakon sušenja na temperaturi 105°C do konstantne mase, uzorci su ponovo izvagani. Prema jednadžbi (Škorić, 1982., (1)) izračunata je vlažnost tla u težinskim postotcima:

$$M_v = \frac{T_{mv} - T_s}{T_s} \cdot 100 \quad (1)$$

M_v – trenutna vlažnost tla u težinskim postotcima, (%)

T_{mv} – masa vlažnog tla, (kg)

T_s – masa potpuno suhog tla, (kg)

Pokus je postavljen kao potpuno randomizirani blok-dizajn u četiri repeticije s glavnim faktorom "sustav obrade tla", podfaktorom "radna brzina" pri sjetvi i podpodfaktorom "tlakovi pneumatika u sjetvi". Veličina osnovne pokusne parcele iznosila je 10 m x 30 m (300 m²).

Sustavi obrade tla kao glavni faktor bili su sljedeći:

- Konvencionalna obrada tla (CT), oranje na dubinu 35 cm i predsjetvena priprema tla;
- Tanjuranje (DH), obrada tla tanjuranjem na dubinu 15 cm i predsjetvena priprema;
- Rahljenje (CH), obrada tla rahljenjem na dubinu 30 cm i predsjetvena priprema;
- Podrivanje (SS), obrada tla podrivanjem na dubinu 50 cm i predsjetvena priprema.

Traktorski agregat predstavlja spoj traktora kao vučno pogonske jedinice i radno priključnog oruđa. Za provedbu konvencionalne obrade tla (CT) tijekom sve tri godine istraživanja korišten je traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* (slika 2.2.) agregatiran s *Regent Titan 15* peterobrazdnim plugom (slika 2.3.) i rotodrljačom *Kongskilde HK 31* (slika 2.4.) za predsjetvenu pripremu tla. Tehnički podatci za traktor i priključna oruđa nalaze se u tablicama 2.1., 2.2., 2.3.



Slika 2.2. Traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* (izvor: vlastita fotografija)

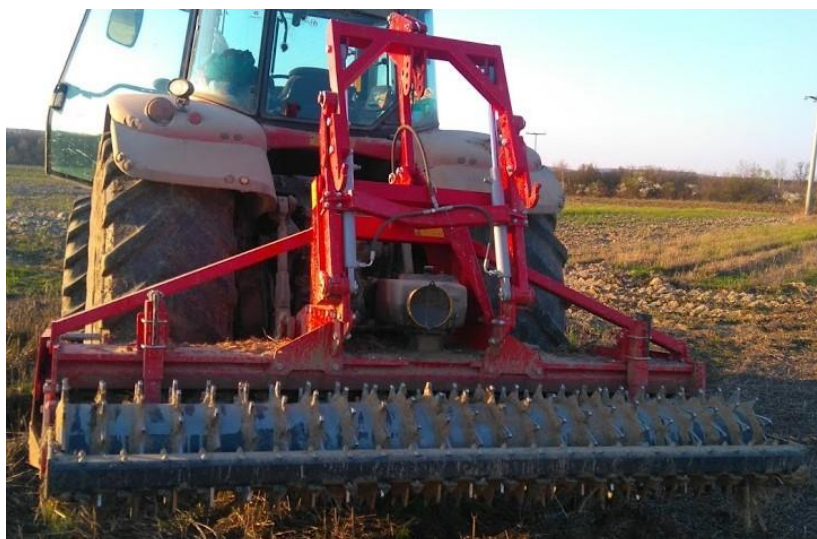
Tablica 2.1. Tehničke karakteristike traktora *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT*

| | |
|--|--|
| Dimenzije (duljina x širina x visina) | 523 cm x 307 cm x 309 cm |
| Masa | 9239 kg |
| Motor | vodom hlađeni 6 - cilindrični turbo-dizel s hladnjakom stlačenog zraka |
| Radni obujam | 8,4 L |
| Nominalna snaga | 216,3 kW |
| Nominalni broj okretaja | 2200 min ⁻¹ |
| Transmisija | Automatska varijabilna |
| Tip | Dyna -VT |
| Broj stupnjeva prijenosa | 42 naprijed i 36 unazad |
| Pneumatici | |
| Prednji | 600/65 R28 |
| Stražnji | 710/70 R38 |
| Priključno podizni mehanizam | Elektronski kontroliran |
| Kategorija | III. |
| Maksimalna podizna masa | 7078 kg |
| Hidraulični sustav i priključno vratilo | |
| Kapacitet pumpe | 147,6 L min ⁻¹ |
| Broj ventila hidrauličkog sustava | 4 - 5 |
| Broj okretaja priključnog vratila | 750, 1000 |

Slika 2.3. *Regent Titan 15* peterobrazdni plug (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.2. Tehničke karakteristike pluga *Regent Titan 150*

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Broj plužnih tijela | 5 |
| Radni zahvat po plužnom tijelu | 29 – 60 cm |
| Visina nosive grede | 82 cm |
| Dvostruki potporni kotač | Ø 510x185 mm |
| Potrebne snaga traktora | 90 – 450 kW |

Slika 2.4. Rotodrljača *Kongskilde HK 31* (izvor: vlastita fotografija)Tablica 2.3. Tehničke karakteristike rotodrljače *Kongskilde HK 31*

| | |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Radni zahvat | 300 cm |
| Masa | 900 kg |
| Broj okretaja rotora noževa - podesiv | 270/360/400 min ⁻¹ |
| Broj rotora s noževima | 12 |
| Potrebna snaga traktora | 80 – 170 kW |

Prilikom odabira traktora i načina agregatiranja s oruđem za izvođenje određenih radnih operacija važno je voditi brigu o zahtjevima agrotehnike s gledišta kvaliteta rada, visokog učinka, ali i racionalnog iskorištenja. Ovdje je ujednačenost primijenjene agrotehnike stavljena u prvi plan jer je jedan od parametara istraživanja bio njezin utjecaj, odnosno utjecaj tlakova pneumatika i brzina kretanja u sjetvi na zbijanje tla.

Za provedbu reducirane obrade tla samo tanjuranje kao osnovna obrada tla (DH) kroz sve tri godine istraživanja korišten je traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* (tablica 2.1.) agregatiran s tanjuračom *RAU Rondo XL 44* (slika 2.5.; tablica 2.4.) za izvođenje i rotodrljačom *Kongskilde HK 31* (tablica 2.3.) za predsjetvenu pripremu tla.

Slika 2.5. Tanjurača *RAU Rondo XL 44* (izvor: vlastita fotografija)Tablica 2.4. Tehničke karakteristike tanjurače *RAU Rondo XL 44*

| | |
|-----------------|-------|
| Broj sekcija | 2 |
| Promjer tanjura | 66 cm |
| Broj tanjura | 44 |
| Radni zahvat | 5 m |

Za provedbu konzervacijske obrade rahljenja tla (CH) kroz sve tri godine istraživanja korišten je traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* (tablica 2.1.) agregatiran s podrivačem *Pegoraro MEGA DRAG 7* (slika 2.6.) podešenim na dubinu rahljenja od 30 cm i rotodrljačom *Kongskilde HK 31* (tablica 2.3.) za predsjetvenu pripremu tla.

Slika 2.6. Podrivač *Pegoraro MEGA DRAG 7* (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.5. Tehničke karakteristike podriivača *Pegoraro MEGA DRAG 7*

| | |
|------------------------------|--------------|
| Broj radnih tijela | 7 |
| Radna širina | 270 – 345 cm |
| Potrebna snaga traktora | 103 – 190 kW |
| Dubina rahljenja/podriivanja | 30 – 75 cm |
| Masa | 1420 kg |

Za provedbu konzervacijske obrade podriivanja tla (SS) kroz sve tri godine istraživanja korišten je traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* (tablica 2.1.) agregatiran s podriivačem *Pegoraro MEGA DRAG 7* (tablica 2.5.) podešenim na dubinu podriivanja od 50 cm i rotodrljačom *Kongsilde HK 31* (tablica 2.3.) za predsjetvenu pripremu tla.

Podfaktor pokusa su "3 različite brzine rada" a podpodfaktor "3 različita tlaka prednjih i stražnjih pneumatika", tijekom sjetve (slika 2.7.).

| BLOK IV | | | | BLOK III | | | | BLOK II | | | | BLOK I | | | | Tlakovi pneumatika | Radna brzina |
|---------------------------|----|----|----|----------|----|----|----|---------|----|----|----|--------|----|----|----|-----------------------|-----------------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_3 | v_3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_3 | v_2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_1 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_3 | v_1 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | p_1 | |
| SS | CH | DH | CT | SS | CH | DH | CT | SS | CH | DH | CT | SS | CH | DH | CT | | |
| SUSTAVI OBRADE TLA | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Slika 2.7. Shematski prikaz pokusa

Veličina parcele ukupno je iznosila 14 400 m², a svaki od četiri sustava obrade tla postavljen je na parceli 10 m x 90 m. Utjecaj tri tlaka pneumatika unutar svake od tri različite brzine u sjetvi postavljen je na parcelama od 10 m x 10 m.

Eksploatacijski parametri sjetve, odnosno brzine rada u sjetvi označeni su sa: v_1 , v_2 i v_3 ,

za radne brzine od 5, 7 i 10 km h⁻¹, odnosno s:

- p_1 za tlak prednjih pneumatika traktora 1,0 bara i tlak stražnjih pneumatika 0,8 bara,
- p_2 za tlak prednjih pneumatika traktora 2,0 bara i tlak stražnjih pneumatika 1,6 bara
- p_3 za tlak prednjih pneumatika traktora 3,0 bara i tlak stražnjih pneumatika 2,4 bara

Svaka od radnih brzina v_1 , v_2 i v_3 u sjetvi je istražena u kombinaciji sa svakim tlakom prednjih i stražnjih pneumatika traktora p_1 , p_2 , p_3 (ukupno 9 kombinacija, slika 2.8.).



Slika 2.8. Podešavanje tlakova pneumatika (izvor: vlastita fotografija)

Brzine kretanja traktorskog agregata u sjetvi regulirane su na putnom računalu samog traktora dok se za regulaciju zadanih tlakova pneumatika traktora koristio klipni kompresor Troxx (tablica 2.6.) pogonjen agregatom za struju Endress ESE 30 BS (tablica 2.7.) i Metabo RF 60 manometar (tablica 2.8.).

Tablica 2.6. Tehničke karakteristike klipnog kompresora Troxx

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Obujam spremnika zraka | 24 L |
| Snaga elektro-motora | 1,1 kW |
| Radni tlak | 8 bar |
| Dobava zraka | 175 L min ⁻¹ |
| Masa | 25 kg |

Tablica 2.7. Tehničke karakteristike agregata za struju *Endress ESE 30 BS*

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Snaga, stalna/maximalna | 1,8 / 2,2 kW - monofazna |
| Dimenzije (D x Š x V) | 640 x 455 x 400 mm |
| Masa | 35 kg |
| Oprema | 2 utičnice 230V/16A |

Tablica 2.8. Tehničke karakteristike manometra *Metabo RF 60*

| | |
|----------------|--------------|
| Radni tlak | 0,5 – 10 bar |
| Dužina crijeva | 35 cm |
| Masa | 0,45 kg |

Agrotehnički zahvat gnojidbe bio je ujednačen za sve varijante obrade tla te je obavljen prema preporuci za gnojidbu traktorom *Massey Ferguson 6485* (slika 2.9.; tablica 2.9.) agregatiranim raspodjeljivačem mineralnog gnojiva *Amazone ZA-M 1200* (slika 2.10.; tablica 2.10.), a zaštita usjeva od korova, bolesti i štetnika obavljena je istim traktorom i prema potrebi nošenom prskalicom *Amazone UF 1501* (slika 2.11.; tablica 2.11.).

Slika 2.9. Traktor *Massey Ferguson 6485* (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.9. Tehničke karakteristike traktora *Massey Ferguson 6485*

| | |
|--|--|
| Dimenzije (duljina x širina x visina) | 502 cm x 304 cm x 249 cm |
| Masa | 7014 kg |
| Motor | vodom hlađeni 6 - cilindrični turbo-dizel s hladnjakom stlačenog zraka |
| Radni obujam | 6,6 L |
| Nominalna snaga | 114,1 kW |
| Nominalni broj okretaja | 2200 min ⁻¹ |
| Transmisija | |
| Tip | Dyna - 6 |
| Broj stupnjeva prijenosa | 24 naprijed i unazad |
| Pneumatici | |
| Prednji | 480/70 R28 |
| Zadnji | 580/70 R38 |
| Priključno podizni mehanizam | Elektronski kontroliran |
| Kategorija | III. |
| Maksimalna podizna masa | 7484 kg |
| Hidraulični sustav i priključno vratilo | |
| Kapacitet pumpe | 109 L min ⁻¹ |
| Broj ventila hidrauličkog sustava | 3 - 5 |
| Broj okretaja priključnog vratila | 540, 750, 1000 |

Slika 2.10. Rasipač mineralnog gnojiva *Amazone ZA-M 1200* (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.10. Tehničke karakteristike rasipača mineralnog gnojiva *Amazone ZA-M 1200*

| | |
|--------------------------------------|---|
| Obujam spremnika | 1200 L |
| Korisna nosivost | 2200 kg |
| Masa | 284 kg |
| Dimenzije (dužina x širina x visina) | 1,35 x 2,3 x 1,05 m |
| Radni širina razbacivanja | 18 – 36 m (ovisi o diskovima i vrsti gnojiva) |

Slika 2.11. Nošena prskalica *Amazone UF 1501* (izvor: vlastita fotografija)Tablica 2.11. Tehničke karakteristike prskalice *Amazone UF 1501*

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| Kapacitet spremnika škropiva | 1500 L |
| Masa osnovna / dopuštena | 550 / 3200 kg |
| Tlak prskanja – podesiv | 0,8 – 10 bar |
| Kapacitet crpke | 210 L min ⁻¹ |
| Radna širina | 15 m |
| Transportna širina | 2998 mm |
| Visina mlaznica- podesiva | 500 – 2200 mm |

Istraživanja su provedena tijekom trogodišnjeg razdoblja na kulturama kako slijedi: 1. godina soja (*Glycine max* L.); 2. godina kukuruz (*Zea mays* L.) i 3. godina ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.).

Tijekom provedbe istraživanja praćeni su sljedeći parametri:

- mjerenja zbijenosti tla provedeno je penetrometrom "Eijkelkamp Penetrologger SN" (slika 2.12., tablica 2.12.), s dinamikom 3 mjerenja tijekom vegetacije



Slika 2.12. Penetrometar "Eijkelkamp Penetrologger SN" (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.12. Tehničke karakteristike penetrometra *Eijkelkamp Penetrologger SN*

| | |
|-----------------------------|-----------------|
| Radna temperatura | 0 – 50 °C |
| Masa bez mjerne šipke | 3,4 kg |
| Mjerni penetrometarski tlak | 0 – 10 000 kPa |
| Mjerna točnost | < +/- 1% |
| Mjerna dubina | do 80 cm |
| Transportne dimenzije | 60 x 30 x 24 cm |
| Zaštita od kiše | IP54 |

- tijekom obrade tla mjerena je dubina obrade, brzina rada traktora, utrošak goriva u radu, utrošeno vrijeme u radu. Ostvarena brzina rada (km h^{-1}) traktora i agregatiranog oruđa u radu dobivena je izračunom utrošenog vremena za svaki prohod po istraživanoj parceli prema formuli (2). Utrošak goriva je očitao s putnog računala traktora "GTA-OPUSA2" prilikom svakog prohoda po parceli te je na osnovi zahvata priključnog oruđa izračunata

potrošnja za svaki primijenjeni sustav obrade tla po površini ($L ha^{-1}$) prema formuli (3). Točnost utroška goriva očitnog s putnog računala traktora utvrđena je volumetrijskom metodom uz pomoć menzura od 1000 ml i 25 ml (slika 2.13.).



Slika 2.13. Ispitivanje točnosti rada putnog računala (izvor: vlastita fotografija)

Utrošeno vrijeme u radu pri svakom proходу mjereno je zapornim satom android telefona *Sony M4 Aqua*.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad (2)$$

v = brzina rada, ($m s^{-1}$)

Δs = put, (m)

Δt = vrijeme, (s)

$$Q_u = \frac{V_{m1}}{A_{c1}} \cdot 10\,000 \quad (3)$$

Q_u = utrošak goriva, ($L ha^{-1}$)

V_{m1} = obujamni utrošak goriva za jedan prolaz traktora i priključnog oruđa, (L)

A_{c1} = površina obrađena u jednom prolasku traktora s priključnim oruđem, (m^2)

Proklizavanje u postotcima je izračunato na osnovi preporučene zadane brzine za pojedinu vrstu obrade tla od strane operatera i stvarne postignute brzine prema formuli (4).

$$\delta_s = \frac{v_p - v_a}{v_p} \cdot 100 \quad (4)$$

δ_s = proklizavanje kotača, (%)

v_p = zadana brzina, (m s^{-1})

v_a = ostvarena brzina, (m s^{-1})

- tijekom sjetve izmjeren je utrošak goriva, utrošeno vrijeme rada sijačice i predsjetveni profilogram tla. Za mjerenje utroška goriva tijekom sjetve i vremena u radu sijačice primijenjeni su isti uređaji i metodologija kako kod mjerenja prilikom obrade tla. Predsjetveni profilogram je izmjeren prije same sjetve svake od promatranih kultura na način da je razvučen konopac u širini zahvata rotodrljače (300 cm). Konopac je označen na svakih 10 centimetara udaljenosti i točno u toj točki je građevinskim metrom mjereno ulegnuće ili ispupčenje nastalo zbog primijenjenog sustava obrade tla (slika 2.14.).



Slika 2.14. Predsjetveni profilogram (izvor: vlastita fotografija)

- nakon sjetve izmjerena je pokrivenost površine žetvenim ostacima te uzdužna i poprečna raspodjela sjemena te njegova raspodjela po dubini. Za mjerenje posliježetvenih ostataka dijagonalno (pod kutom od 45°) na smjer sjetve razvučen je konopac od 10 metara duljine

označen na svakih 10 centimetara. Tom linijskom metodom u četiri ponavljanja točno u točkama na kojima je konopac označen prebrojani su posliježetveni ostatci duži od 2 cm. Prema Laflen i sur. (1981.) Shelton i sur. (1995.), Laamrani i sur. (2017.) prebrojeni ostatci u stotinu mjernih točaka daju postotak pokrivenosti posliježetvenim ostacima. Na svim sustavima obrada u 4 ponavljanja kod svake oznake određivana je prisutnost posliježetvenog ostataka duljeg od 2 cm. Nakon nicanja konopcem duljine kao što je zahvat sijačice za svaku promatranu kulturu građevinskim metrom mjerila se poprečna raspodjela sjemena i dubina sjetve za svaku od primijenjenih brzina i obrada sjetve u 4 ponavljanja.

- tijekom vegetacije određivane su biometrijske komponente (sklop, nadzemna masa biljaka, visina biljaka, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, prinos). Metode određivanja biometrijskih komponenti opisane su zasebno za svaku istraživanu kulturu.

Statistička obrada podataka provedena je statističkim paketom za analizu varijance *Statistica Version 13.5.0.17* (Statistical package TIBCO Software Inc., 2018.) gdje je glavni faktor bio "sustav obrade tla", podfaktor "radna brzina pri sjetvi" i podpodfaktor "različiti tlakovi prednjih i stražnjih pneumatika traktora u sjetvi".

U skladu s *Fisherovim* testom signifikantnih razlika analize varijance, usporedbom srednjih vrijednosti izračunate su najmanje signifikantne razlike (LSD = Least Significant Differences) za statističku značajnost $p < 0,05$. Pomoću Duncanovog testa precizno je određeno između kojih varijanti postoje statistički značajne razlike. Vrijednosti rezultata istraživanja u tablicama označene različitim malim slovima (a, b, c, d, ...) u redu ili velikim slovima (A, B, C, D, ...) u stupcu imaju vjerojatnost od 95 % međusobno statistički značajnih razlika. Korelacijskom analizom utvrđena je međusobna povezanost i zavisnost određivanih parametara.

2.1. Soja (*Glycine max*, L.)

U prvoj godini istraživanja istraživana je soja (*Glycine max*, L.) i to sorta *Sinara* u svim sustavima obrade. Ovu sortu karakterizira visoka stabilnost u proizvodnji, čvrsta stabljika koja osigurava otpornost prema polijeganju, a prema navodima proizvođača prosjek rodosti je iznad 4 t ha^{-1} s punim potencijalom oko 5 t ha^{-1} .

Stanje zbijenosti tla potencijalno prouzročeno primijenjenim sustavima obrade utvrđeno je penetrometrom "Eijkelkamp Penetrologger SN" s konusnim vrhom površine 2 cm^2 do dubine 40 cm profila tla (slika 2.15.). Penetrometriranja na svakom sustavu obrade te na

svakom tlaku pneumatika traktora u sjetvi s ciljem utvrđivanja utjecaja primijenjene agrotehlike na zbijenost obavljani su 9. lipnja, 25. srpnja i 9. rujna 2017. godine.



Slika. 2.15. Penetrometiranje (izvor: vlastita fotografija)

Radi utvrđivanja trenutne vlažnosti tla, istovremeno s penetrometiranjem uzimani su i uzorci tla na svakih 10 cm do ukupne dubine od 50 cm (slika 2.16.) Trenutna vlažnost tla utvrđena je gravimetrijski u laboratoriju Veleučilišta u Slavonskom Brodu.



Slika 2.16. Jama za uzorke trenutne vlažnosti tla 10 - 50 cm dubine (izvor: vlastita fotografija)

Dana 27. rujna 2016. godine sondom za uzimanje uzoraka uzeti su uzorci tla na dubini 0 - 30 cm za potrebe kemijske analize.

Gnojidba s 667 kg ha^{-1} 7:20:30 NPK gnojiva po preporuci je obavljena 18. prosinca

2016. godine i bila je ujednačena za sve sustave obrade tla. Za provedbu gnojidbe korišten je traktor *Massey Ferguson 6485* i rasipač mineralnog gnojiva *Amazona ZA-M 1200* (slika 2.17.)



Slika 2.17. Noćna gnojidba rasipačem mineralnog gnojiva *Amazona ZA-M 1200* (izvor: vlastita fotografija)

Svi istraživani sustavi obrade tla provedeni su dana 25. studenog 2016. godine. Konvencionalna obrada provedena je korištenjem traktorskog agregata *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* i *Regent Titan 15* peterobrazdnim na dubinu oranja (slika 2.18.) od 35 cm.



Slika 2.18. Varijanta obrade tla – CT (izvor: vlastita fotografija)

Za provedbu reducirane obrade tla tanjuranjem (DH) traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiran je tanjuračom *RAU Rondo XL 44* na dubinu od 15 cm (slika 2.19.).



Slika 2.19. Reducirana obrada tla – DH (izvor: vlastita fotografija)

Za provedbu konzervacijske obrade tla rahljenjem (CH) traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiran je s podrivačem *Pegoraro MEGA DRAG 7* podešenim na dubinu rahljenja od 30 cm.

Konzervacijska obrada tla podrivanjem (SS) obavljena je traktorom *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiranim s podrivačem *Pegoraro MEGA DRAG 7* (slika 2.20.) na dubinu od 50 cm.



Slika 2.20. Podrivač *Pegoraro MEGA DRAG 7* (izvor: vlastita fotografija)

Predsjetvena priprema tla bila je ujednačena na svim sustavima obrade tla, a provedena je dana 29. ožujka 2017. godine rotodrljačom *Kongskilde HK 31* na dubinu od 7 cm.

Pred sjetvu soje provedena je inokulacija sjemena s cjepivom za soju "*Biofiks-S*", za što je korišten *Bradyrhizobium japonicum D344*, Zavoda za mikrobiologiju Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Sjetva je obavljena sijačicom *Kongskilde PROFILINE DR23* (slika 2.21.; tablica 2.1.1.) podešenom za sjetvu na dubinu od 3 do 4 cm i 52 cm međuredno dana 15. travnja 2017. Podešeni razmak u redu bio je 4 do 5 cm. Kao predusjev soji, bila je ozima pšenica.



Slika 2.21. Sijačica *Kongskilde PROFILINE DR23* (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.1.1. Tehničke karakteristike žitne sijačice *Kongskilde PROFILINE DR23*

| | |
|----------------------------------|---------|
| Radni zahvat | 3 m |
| Kapacitet spremnika | 740 L |
| Broj diskova ulagača (dvostruki) | 23 |
| Masa | 1041 kg |

Posliježetveni ostatci dulji od 2 cm konopcem dijagonalno razvučenom na smjer sjetve prebrojani su dana 20. travnja 2017. godine u svim primijenjenim sustavima obrade tla.

Soja je ponikla 10. svibnja 2017. pa je konopcem duljine radnog zahvata sijačice (3 m) za svaki provedeni sustav obrade i pri svim brzinama sjetve (v_1 , v_2 , v_3) građevinskim metrom izmjerena poprečna raspodjela sjemena i dubina sjetve u 4 ponavljanja (slika 2.22.).



Slika 2.22. Poprečna raspodjela sjemena (izvor: vlastita fotografija)

Zaštita od korova i štenika bila je ujednačena na svim sustavima obrade tla tijekom istraživanja, a provodila se prema potrebi i to: 2017. godine, 17. svibnja poslije nicanja s *LAGUNA 75WG* 60 g/ha + *HARASS 75WD* 4 g/ha te korektivno prskanje 29. svibnja s *LAGUNA 75WG* 40 g/ha + *HARASS 75WD* 4 g/ha (slika 2.23.).



Slika 2.23. Zaštita od korova prskanjem (izvor: vlastita fotografija)

Na svim sustavima obrade tla prihrana je bila ujednačena te se u vegetacijskoj sezoni 2017. godine provodila kako slijedi: 10. lipanj *FOLIXBOR* 3 l/ha, 12. lipnja *KAN* 150 kg ha⁻¹.

Uzorci za tvorbu prinosa prikupljeni su 8. rujna 2017. godine te su 16. listopada 2017. nakon sušenja na zraku obrađene sljedeće komponente prinosa: visina biljke, grananje biljke, broj fertilnih/sterilnih mahuna, masa zrna po biljci, masa ljuske po biljci, masa mahuna po biljci, masa stabljike, masa biljke, masa zrna po mahuni, broj zrna po mahuni, broj zrna po

biljci, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, broj biljaka po jedinici površine (sklop) i prinos.

Završna operacija u proizvodnji soje bila je žetva (slika 2.24.) i obavljena je 14. rujna 2017. godine kombajnom s klasičnim vršidbenim aparatom *Claas Dominator 88 SL Classic* (tablica 2.1.2.).



Slika 2.24. Žetva soje (*Glycine max*, L.) (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.1.2. Tehničke karakteristike univerzalnog žitnog kombajna
Claas Dominator 88 SL Classic

| | |
|-------------------------------|------------------------------|
| Radni zahvat | 3,9 m |
| Promjer vršidbenog bubnja | 600 mm |
| Broj letvi bubnja | 8 |
| Broj okretaja bubnja | 362 – 1500 min ⁻¹ |
| Površina sita | 5,8 m ² |
| Gornje / donje sito | Lamelasto |
| Obujam spremnika žetvene mase | 4600 L |
| Snaga motora | 117 kW |
| Ukupna masa | 9600 kg |

Nakon vršidbe u vršidbenom aparatu, masa se putem bitera transportira do klasičnog kaskadnog slamotresa te ravnomjerno raspodjeljuje po tlu. Pravilno raspoređeni i usitnjeni žetveni ostaci važan su čimbenik za ispravno provođenje istraživanja u narednoj godini i promatranje učinka različitih sustava obrade na konzervaciju vlage u aktivnom sloju tla.

2.2. Kukuruz (*Zea mays* L.)

U drugoj godini istraživanja promatran je kukuruz (*Zea mays* L.) i to sorta *Kulak* Poljoprivrednog instituta Osijek u svim sustavima obrade tla. Ovaj hibrid iz sredine FAO grupe 400 odlikuje srednje visoka stabljika s krupnim listovima te uspravnim i srednje krupnim klipovima. Čvrsta i elastična stabljika s dubokim i razgranatim korijenom osigurava uspješnost proizvodnje i u nepovoljnim klimatskim uvjetima.

Dana 23. rujna 2017. godine uzeti su uzorci tla za potrebe kemijske analize. Gnojidba po preporuci je obavljena 25. listopada 2017. godine sa 725 kg ha^{-1} 7:20:30 NPK gnojiva te sa 92 kg ha^{-1} UREA N 46 i bila je ujednačena za sve sustave obrade tla. Za provedbu gnojidbe korišten je traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* i rasipač mineralnog gnojiva *Amazona ZA-M 1200* (slika 2.25.).



Slika 2.25. Gnojidba prije sjetve s UREA N 46 (izvor: vlastita fotografija)

Zbijenosti tla na koju je močebitno utjecala primijenjena agrotehnika u uzgoju soje i kukuruza utvrđivana je penetrometrom "*Eijkelkamp Penetrologer SN*" kako slijedi: dana 25. svibnja 2018. godine, 28. lipnja 2018. godine te 28. kolovoza 2018. s po tri uboda na svakom sustavu obrade tla na sva tri istraživana tlaka pneumatika u četiri ponavljanja s vrhom od 2 cm^2 do dubine 40 cm profila tla.

Otvaranjem jame do dubine od 50 cm uzeti su uzorci tla za utvrđivanje trenutne vlažnosti tla na svakih 10 cm pa do 50 cm dubine u vrijeme penetrometriranja (slika 2.26.). Trenutna vlažnost tla utvrđena je prije navedenom opremom i metodologijom u laboratoriju Veleučilišta u Slavanskom Brodu.



Slika 2.26. Uzorci trenutne vlažnosti tla nakon sušenja (izvor: vlastita fotografija)

Svi istraživani sustavi obrade tla provedeni su dana 28. listopada 2017. godine. Konvencionalna obrada provedena je korištenjem traktorskog agregata *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* i *Regent Titan 15* peterobrazdnim plugom na dubinu oranja od 35 cm.

Za provedbu reducirane obrade tla tanjuranjem (DH) traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiran je s tanjuračem *RAU Rondo XL 44* na dubinu 15 cm.

Za provedbu konzervacijske obrade tla rahljenjem (CH) traktor *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiran je s podrivačem *Pegoraro MEGA DRAG 7* podešenim na dubinu rahljenja od 30 cm pa je i izmjerena dubinu bila 30 cm.

Konzervacijska obrada tla podrivanjem (SS) obavljena je traktorom *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiranim s podrivačem *Pegoraro MEGA DRAG 7* na dubinu od 50 cm.

Zatvaranje zimske brazde odrađeno je 9. travnja 2018. godine i bilo je ujednačeno za sve sustave obrade tla te je obavljeno traktorom *Massey Ferguson 8480 Dyna-VT* agregatiranim s rotodrljačem *Kongskilde HK 31*.

Predsjetvena priprema tla bila je ujednačena na svim sustavima obrade tla i provedena je dana 18. travnja 2018. godine rotodrljačem *Kongskilde HK 31* na dubinu od 7 cm.

Sjetva kukuruza obavljena je dana 18. travnja 2018. traktorom agregatiranim pneumatskom sijačicom *Gaspardo DORADA SP6* (slika 2.27., tablica 2.2.1.) podešenom na razmak u redu 18,6 cm i međuredno 70 cm.



Slika 2.27. Pneumatska sijačica *Gaspardo DORADA SP6* (izvor: vlastita fotografija)

Tablica 2.2.1. Tehničke karakteristike sijačice *Gaspardo DORADA SP6*

| | |
|---------------------------|----------------------|
| Broj redova | 6 |
| Razmak između redova | 75 cm (maksimalno) |
| Širina okvira | 4,2 m |
| Pogonski kotači | 6.50 x 15 (2 komada) |
| Obujam spremnika za sjeme | 32 L |
| Masa | 692 kg |

Mjerenje pokrivenosti površine tla posliježetvenim ostacima izvršeno je po ranije spomenutoj linijskoj metodi dana 20. travnja 2018. godine na svim primijenjenim sustavima obrade.

Nakon što je kukuruz ponikao dana 4. svibnja 2018. godine je konopcem duljine zahvata sijačice (4,2 m) u svakom provedenom sustavu obrade i pri svim brzinama sjetve (v_1 , v_2 , v_3) građevinskim metrom izmjerena uzdužna i poprečna raspodjela sjemena te dubina sjetve u 4 ponavljanja (slika 2.28.).



Slika 2.28. Uzdužna raspodjela sjemena kukuruza (izvor: vlastita fotografija)

Kukuruz je u godini istraživanja 2018. uzorkovan na način kako slijedi:

Tijekom 12., 13. i 14. rujna u R6 fazi fiziološke zrelosti prikupljeni su uzorci za tvorbu prinosa (slika 2.29.) te su obrađene sljedeće komponente prinosa: sklop, visina biljke, masa klipa pri uzorkovanju (vlažno), masa klipa zrakom prosušeno, masa zrna po klipu, masa oklasaka, masa stabljike, masa biljke, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, žetveni indeks, biološki prinos, poljoprivredni prinos.



Slika 2.29. Uzorci za tvorbu prinosa (izvor: vlastita fotografija)

Zaštita od korova bila je ujednačena na svim sustavima obrade tla tijekom istraživanja, a provela se 11. svibnja 2018. godine s herbicidom *PRINCIPAL PLUS 66,5 WG 440 g/ha* Švicarskog proizvođača *Du Pont International Operations S.a.r.l.* Disperzija škropiva zaštite od korova prevedena je traktorom agregatiranim prskalicom *Amazone UF 1501* (slika 2.30.).



Slika 2.30. Disperzija škropiva *PRINCIPAL PLUS 66,5 WG* (izvor: vlastita fotografija)

Održavanje usjeva odnosno međureda od štetnog djelovanja korova provodilo se ujednačeno u svim sustavima obrade tla kultiviranjem. Kultiviranje je provedeno traktorom agregatiranim *OLT* Osijek međurenim kultivatorom (slika 2.31., tablica 2.2.2.).



Slika 2.31. Kultivacija kukuruza (izvor: vlastita fotografija)

Na svim sustavima obrade tla prihrana je bila ujednačena te se u vegetacijskoj sezoni 2018. godine provela 12. svibnja s 300 kg ha^{-1} KAN-a.

Tablica 2.2.2. Tehničke karakteristike međurednog kultivatora *OLT Orao-6*

| | |
|-------------------------|--------------------------|
| Broj redova | 6 |
| Razmak redova (podesiv) | 65 – 70 – 75 cm |
| Broj radnih sekcija | 7 |
| Radni zahvat | 3,9 – 4,5 m |
| Radna brzina | 5 – 7 km h^{-1} |
| Potrebna snaga traktora | 30 – 40 kW |

Završna operacija u proizvodnji kukuruza bila je žetva (slika 2.32.), a obavljena je 20. rujna 2018. godine kombajnom *Claas Dominator 88 SL Classic* opremljenim peterorednim adapterom za kukuruz, rotofrezom, korpom i zaštitnim poklopcima bubnja.



Slika 2.32. Žetva kukuruza (izvor: vlastita fotografija)

2.3. Ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.)

U trećoj godini istraživanja promatrana je rana sorta ozime pšenice (*Triticum aestivum* L.) i to sorta *Viktoria*, proizvođača *Agrogenetics* Osijek na svim sustavima obrade tla. Ovu sortu odlikuje niska visina te otpornost na polijeganje, sušu i niske temperature.

Dana 30. kolovoza 2018. godine uzeti su uzorci tla za potrebe kemijske analize (slika 2.33.).



Slika 2.33. Uzorci za kemijsku analizu tla (izvor: vlastita fotografija)

Gnojidba s 508 kg ha^{-1} 7:20:30 NPK gnojiva po preporuci je obavljena 16. listopada 2018. godine i bila je ujednačena za sve sustave obrade tla.

Utjecaj primijenjene agrotehnike u uzgoju soje, kukuruza i pšenice utvrđivana je penetrometrom kako slijedi: dana 9. travnja 2019. godine (slika 2.34.) i 12. lipnja 2019. godine s po tri uboda na svakom sustavu obrade tla na sva tri istraživana tlaka pneumatika u četiri ponavljanja s vrhom od 2 cm^2 do dubine 40 cm profila tla.

Otvaranjem jame do dubine od 50 cm uzeti su uzorci tla za utvrđivanje trenutne vlažnosti tla na svakih 10 cm pa do 50 cm dubine u vrijeme penetrometriranja. Trenutna vlažnost tla utvrđena je prije navedenom opremom i metodologijom u laboratoriju Veleučilišta u Slavonskom Brodu.



Slika 2.34. Utvrđivanje zbijenosti tla penetrometrom (izvor: vlastita fotografija)

Svi istraživani sustavi obrade tla provedeni su dana 24. listopada 2018. godine uz primjenu istovjetne agrotehnike na iste dubine obrada kao i u prethodnim godinama istraživanja.

Predsjetvena priprema tla bila je ujednačena u svim sustavima obrade tla, a provedena je dana 25. listopada 2018. godine.

Predsjetveni profilogram je mjereno prije sjetve označenim konopcem u širini zahvata sijačice za predstojeću kulturu, dana 25. listopada 2018. (slika 2.35.).



Slika 2.35. Predsjetveni profilogram prije sjetve pšenice (izvor: vlastita fotografija)

Traktorom agregatiranim sijačicom *Kongskilde Profiline DR23* (slika 2.36. a) podešenom na međuredni razmak od 13 cm (slika 2.36. b) obavljena je dana 5. studenog 2018. sjetva ozime pšenice.

Mjerenje pokrivenosti površine tla posliježetvenim ostacima predhodne kulture (kukuruza) izvršeno linijskom metodom. Dana 18. studenog 2018. prebrojani su posliježetveni ostaci dulji od 2 cm na svim primijenjenim sustavima obrade.



a)

b)

Slika 2.36. a) Žitna sijačica *Kongskilde Profiline DR23*; b) Mjerenje podešenja sijačice (izvor: vlastite fotografije)

Na svim sustavima obrade tla prihrana je bila ujednačena te se u vegetacijskoj sezoni 2018./2019. godine provodila kako slijedi: 07. ožujka *KAN 27 %* s 250 kg ha^{-1} , 02. travnja folijarna prihrana s *Amcolon NPK 18:18:18*, 3 kg ha^{-1} te 13. travnja druga prihrana s *KAN 27 %* 150 kg ha^{-1} .

Zaštita od korova i štetnika bila je ujednačena na svim sustavima obrade tla tijekom

istraživanja, a provodila se kako slijedi: 2. travnja 2019. godine herbicidom proizvođača *Nufarm*, *NUANCE* s 20 g/ha i fungicidom proizvođača *FMC International Switzerland S.a.r.l*, *POINTER* s 1,00 L ha⁻¹, te 24. svibnja 2019. godine fungicidom Portugalskog proizvođača *Sharda Cropchem Limited* *Tebusha 25 % EW* s 1,00 L/ha i insekticidom *VANTEX CS* s 50 ml/ha. Disperzija škropiva zaštite od korova i štetnika provedena je s traktorom agregatiranim prskalicom *Amazona UF 1501*.

Pšenica je u godini istraživanja 2018./2019. uzorkovana na način kako slijedi:

- 10. prosinca 2018. godine u fenofazi razvoja – nicanje (jedna vlat), okvirom od armaturne žice površine 0,25 m² (0,5 m x 0,5 m) izmjerena je uzdužna i poprečna raspodjela sjemena (sklop) na svim sustavima obade i pri svim promatranim brzinama sjetve (slika 2.37.).



Slika 2.37. Uzdužna i poprečna raspodjela sjemena kod pšenice (izvor: vlastita fotografija)

- 2. srpnja 2019. na kraju voštane zriobe (slika 2.38.) prikupljeni su uzorci za tvorbu prinosa.



Slika 2.38. Prikupljeni uzorci pšenice za tvorbu prinosa (izvor: vlastita fotografija)

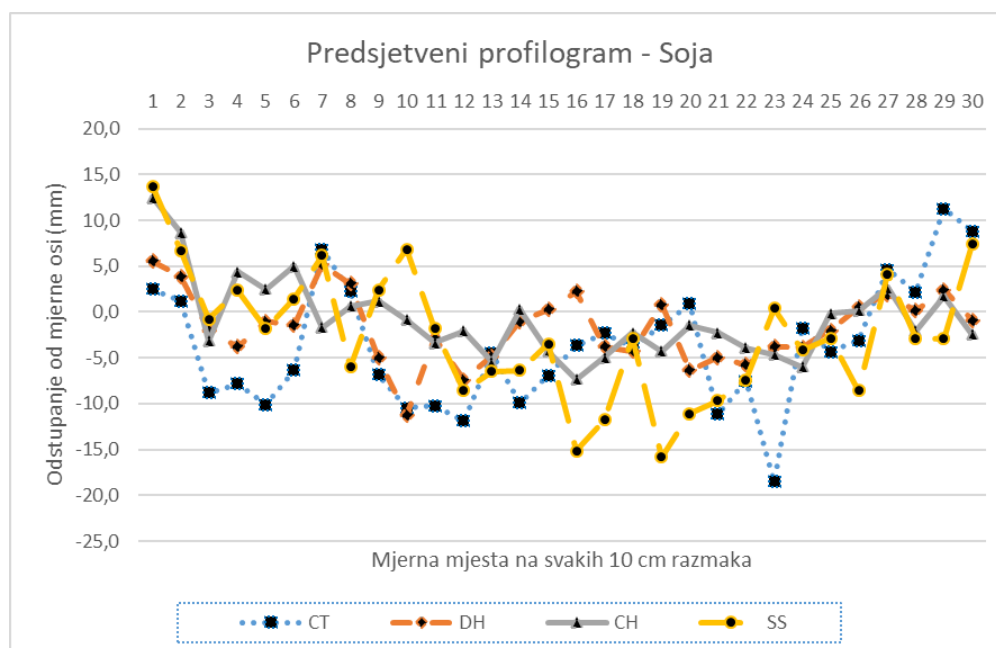
Završna agrotehnička operacija u proizvodnji pšenice bila je žetva, a obavljena je 5. srpnja 2019. godine kombajnom *Claas Dominator 88 SL Classic*.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ovdje se prikazuju rezultati trogodišnjeg istraživanja odnosno utjecaja različitih sustava obrade tla i primijenjene poljoprivredne mehanizacije na zbijanja tla, očuvanje vlažnosti i utrošak goriva. U plodosmjeni izmjenjivali su se kako slijedi soja, kukuruz i pšenica. Osim navedenoga bit će prikazani i rezultati utjecaja obrade tla na pokrivenost posliježetvenim ostacima, predsjetvenu pripremu tla, poprečnu i uzdužnu raspodjelu sjemena te na biometričke pokazatelje komponenti prinosa istraživanih kultura.

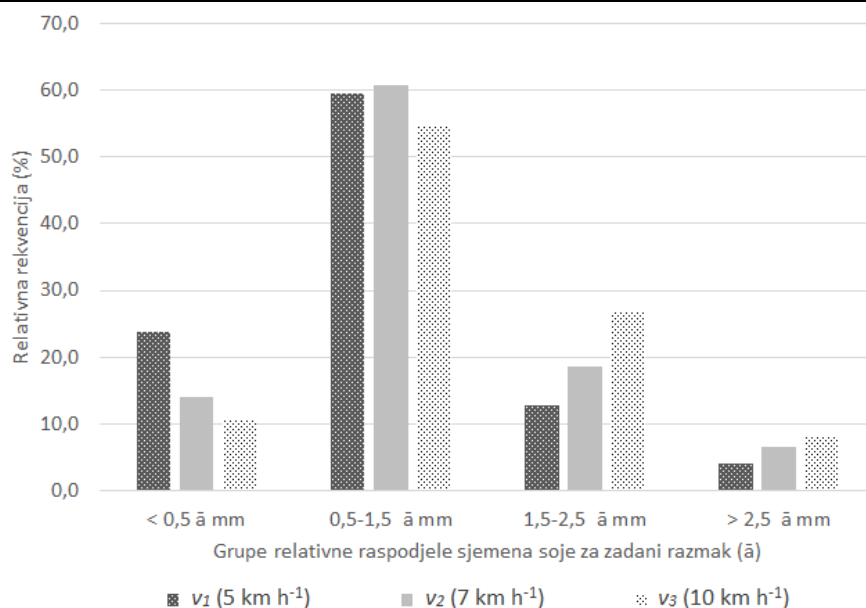
3.1. Soja (*Glycine max* L.)

U prvoj godini istraživanja koje započinje provedbom svih sustava obrade tla dana 25. studenog 2016. godine promatrana je soja (*Glycine max*, L.) sorta *Sinara*. Prije sjetve soje provedena je dopunska obrada tla rotodrljačom s nazubljenim valjkom. Mjerenjem visine udaljenosti čestica tla od konopca duljine 3 m i oznake na svakih 10 cm napravljen je predsjetveni profilogram. Predsjetveni profilogram (grafikon 3.1.1.) prikazuje poravnatost tla nakon svih provedenih osnovnih i dopunskih obrada, a prije sjetve soje.



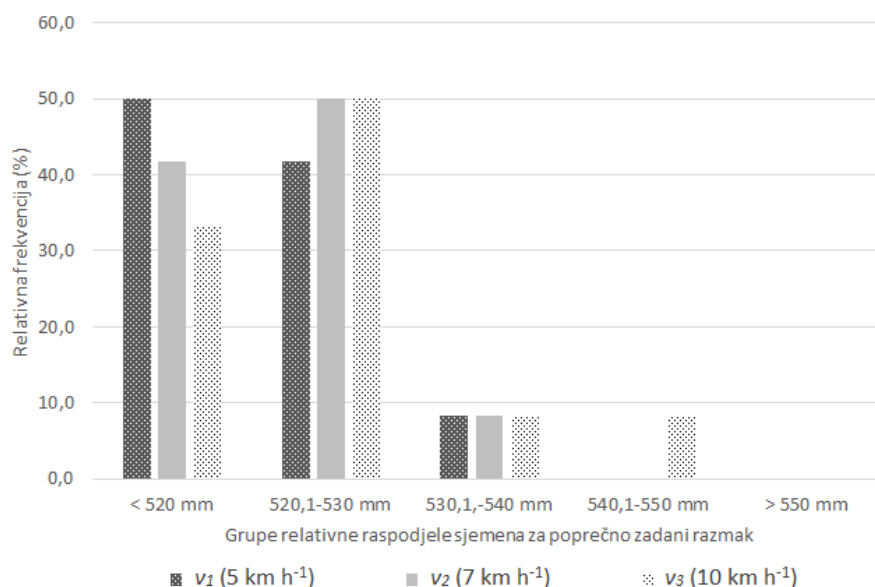
Grafikon 3.1.1. Profilogram za sve varijante obrade tla prije sjetve soje (*Glycine max* L.)

Nakon što je soja ponikla konopcem duljine radnog zahvata sijačice i metrom izmjerena je uzdužna, poprečna i raspodjela sjemena po dubini (grafikoni 3.1.2., 3.1.3. i 3.1.4.) za svaki provedeni sustav obrade i pri svim brzinama sjetve (v_1 , v_2 , v_3).



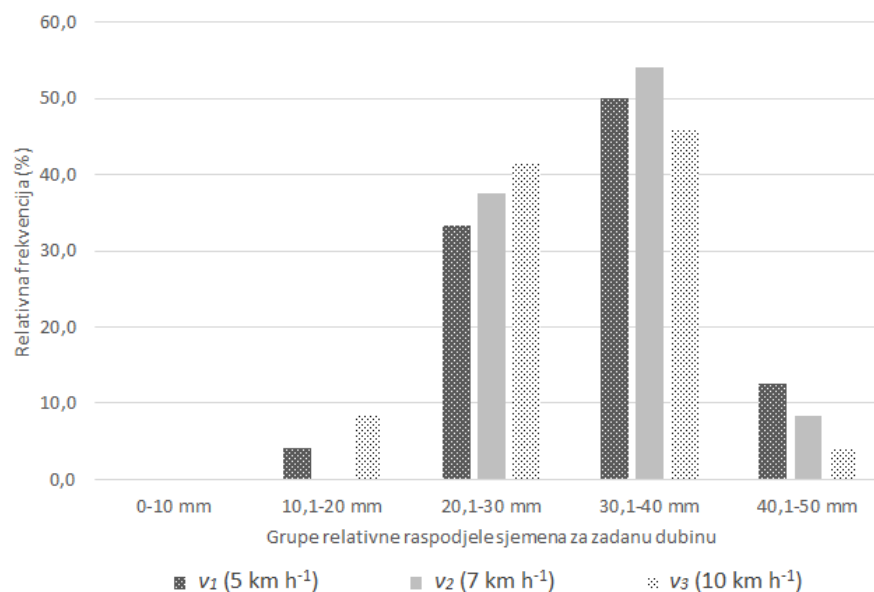
Grafikon 3.1.2. Uzdužna raspodjela sjemena soje pri različitim brzinama sjetve

Na najmanjoj brzina sjetve v_1 ostvaren je najgušći sklop sa najviše sjemena u grupi manjoj od 0,5 \bar{a} mm od zadanog razmaka. Pri brzini v_2 ostvareno je 60,8 % uzdužno raspodjeljenog sjemena u grupi 0,5 - 1,5 \bar{a} mm odnosno zadanjoj uzdužnoj raspodjeli i optimalnom sklopu. Najveća brzina sjetve v_3 pridonijela je značajnom povećanju uzdužne raspodjele 1,5-2,5 \bar{a} mm i na više od 2,5 \bar{a} mm te rijedem sklopu u konačnici.



Grafikon 3.1.3. Poprečna raspodjela sjemena soje pri različitim brzinama sjetve

Primjenjene brzine sjetve (v_1 , v_2 , v_3) nisu značajnije utjecale na zadanu poprečnu raspodjelu sjemena (tablica 3.1.5.), a 40 do 50 % sjemena je bilo u grupi relativne raspodjele sjemena od 520,1 - 530 mm.



Grafikon 3.1.4. Raspodjela sjemena soje po dubini pri različitim brzinama sjetve

Raspodjela sjemena po dubini ovisi o predsjetvenoj pripremi tla koja je bila dobra i ujednačena na svim promatranim sustavima obrade tla. Između 45 i 50 % sjemena položeno je na zadanu dubinu sjetve od 30 do 40 mm. Povećanjem brzine sjetve (v_3) povećava se postotak zrna na manjoj dubini od zadane, ali bez statističke značajnosti (tablica 3.1.5.) u odnosu na druge dvije promatrane brzine.

3.1.1. Utjecaj sustava obrade na mehanički otpor tla i trenutnu vlažnost tla

Primjena velikih snažnih i masivnih traktora, visoki postotak vlažnosti tla, veliki broj prohoda i previsoki tlak pneumatika prilikom provođenja agrotehničkih zahvata može značajno utjecati na zbijanje tla. Osim antropogeno nastalog zbijenog sloja (tabana obrade) dolazi i do kvarenja odnosa mikro i makropora te poremećaja u optimalnoj distribuciji vode. S ciljem utvrđivanja utjecaja sustava obrade na zbijanje tla u oraničnoj zoni 0 cm do 40 cm i očuvanja vlažnosti u zoni 0 cm do 50 cm provedene su konvencionalna (CT), reducirana (DH) i dva sustava konzervacijske obrade tla (CH) i (SS). Izvršena su tri penetrometerska mjerenja mehaničkog otpora tla (tablica 3.1.1. A, B, C, D) i trenutne vlažnosti tla gravimetrijskom metodom (tablica 3.1.2.) kako slijedi 9. lipnja (1. mjerenje), 25. srpnja (2. mjerenje) i 9. rujna 2017. godine (3. mjerenje).

Tablica 3.1.1. A Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 1. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|---------------|------|------|------|---------------------------|-------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 1,60 | 1,56 | 1,61 | 1,62 | 1,60 | 1,91 ^B |
| | 5 - 10 cm | 1,94 | 2,09 | 2,04 | 1,90 | 1,99 | |
| | 10 - 15 cm | 2,05 | 2,26 | 2,30 | 2,20 | 2,20 | |
| | 15 - 20 cm | 2,06 | 2,27 | 1,89 | 2,10 | 2,08 | |
| | 20 - 25 cm | 1,76 | 1,73 | 1,73 | 1,86 | 1,77 | |
| | 25 - 30 cm | 1,78 | 1,80 | 1,68 | 1,71 | 1,74 | |
| | 30 - 35 cm | 2,00 | 1,96 | 1,87 | 1,87 | 1,92 | |
| | 35 - 40 cm | 2,18 | 2,14 | 1,86 | 1,82 | 2,00 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 1,67 | 1,60 | 1,69 | 1,69 | 1,66 | 2,09 ^A |
| | 5 - 10 cm | 2,19 | 2,18 | 2,09 | 2,27 | 2,18 | |
| | 10 - 15 cm | 2,28 | 2,29 | 2,27 | 2,32 | 2,29 | |
| | 15 - 20 cm | 2,31 | 2,36 | 2,33 | 2,37 | 2,34 | |
| | 20 - 25 cm | 2,15 | 2,01 | 2,05 | 2,14 | 2,09 | |
| | 25 - 30 cm | 1,91 | 2,08 | 1,86 | 1,93 | 1,94 | |
| | 30 - 35 cm | 2,38 | 2,18 | 2,10 | 1,78 | 2,11 | |
| | 35 - 40 cm | 2,42 | 2,27 | 1,88 | 1,72 | 2,08 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 1,64 | 1,67 | 1,54 | 1,56 | 1,60 | 1,93 ^B |
| | 5 - 10 cm | 2,09 | 1,85 | 1,92 | 1,93 | 1,95 | |
| | 10 - 15 cm | 2,15 | 2,24 | 2,08 | 2,12 | 2,15 | |
| | 15 - 20 cm | 2,00 | 2,22 | 2,10 | 2,07 | 2,10 | |
| | 20 - 25 cm | 1,68 | 1,84 | 1,93 | 1,87 | 1,83 | |
| | 25 - 30 cm | 1,87 | 1,82 | 1,79 | 2,00 | 1,87 | |
| | 30 - 35 cm | 2,03 | 2,12 | 1,82 | 1,76 | 1,93 | |
| | 35 - 40 cm | 2,20 | 2,37 | 1,97 | 1,66 | 2,05 | |
| Prosjek | | 2,01 | 2,04 | 1,93 | 1,93 | | |
| F _O | n.s. (p<0,05, F=2,49) | | | | | | |
| F _P | * (p<0,05, F=9,55) | | | | | | |

F_O – F test varijante obrade; F_P – F test podvarijante tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na otpore tla u 1. mjerenju statistički su značajno utjecali tlakovi pneumatika (F=9,55). Prosječna vrijednost otpora tla iznosila je 1,98 MPa. Najveći penetrometarski otpor (2,09 MPa) izmjeren je pri tlaku pneumatika p_2 i na dubini 10 - 15 cm (2,21 MPa), a najmanji kod p_1 (1,91 MPa) i na dubini 0 - 5 cm (1,62 MPa). Razlike u otporima između varijanti p_2 i p_1 (0,17 MPa) i p_2 i p_3 (0,15 MPa) bile su statistički opravdane.

Tablica 3.1.1. B Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 2. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 0,52 | 1,32 | 0,57 | 0,54 | 0,74 | 2,78 ^B |
| | 5 - 10 cm | 0,83 | 1,64 | 1,35 | 1,00 | 1,20 | |
| | 10 - 15 cm | 0,99 | 2,43 | 2,15 | 2,10 | 1,92 | |
| | 15 - 20 cm | 2,13 | 3,50 | 3,07 | 2,39 | 2,77 | |
| | 20 - 25 cm | 2,79 | 4,68 | 3,67 | 3,22 | 3,59 | |
| | 25 - 30 cm | 3,37 | 4,96 | 3,17 | 3,28 | 3,69 | |
| | 30 - 35 cm | 3,59 | 5,05 | 3,71 | 3,37 | 3,93 | |
| | 35 - 40 cm | 4,41 | 5,48 | 3,97 | 3,86 | 4,43 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 0,41 | 0,97 | 0,83 | 0,89 | 0,78 | 3,27 ^A |
| | 5 - 10 cm | 0,72 | 1,90 | 1,61 | 1,60 | 1,46 | |
| | 10 - 15 cm | 1,43 | 3,04 | 2,23 | 1,46 | 2,04 | |
| | 15 - 20 cm | 2,58 | 3,65 | 3,56 | 2,59 | 3,10 | |
| | 20 - 25 cm | 3,57 | 4,86 | 4,21 | 3,79 | 4,11 | |
| | 25 - 30 cm | 4,68 | 5,50 | 4,30 | 4,03 | 4,62 | |
| | 30 - 35 cm | 4,92 | 5,38 | 4,78 | 4,42 | 4,87 | |
| | 35 - 40 cm | 5,50 | 5,57 | 4,95 | 4,85 | 5,22 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 0,64 | 0,67 | 0,67 | 0,57 | 0,64 | 3,18 ^A |
| | 5 - 10 cm | 1,58 | 1,53 | 1,84 | 1,25 | 1,55 | |
| | 10 - 15 cm | 2,54 | 2,24 | 2,78 | 1,73 | 2,32 | |
| | 15 - 20 cm | 2,87 | 3,14 | 2,84 | 2,73 | 2,90 | |
| | 20 - 25 cm | 3,99 | 3,71 | 3,49 | 3,23 | 3,60 | |
| | 25 - 30 cm | 4,75 | 4,34 | 3,66 | 3,61 | 4,09 | |
| | 30 - 35 cm | 5,44 | 5,45 | 4,53 | 4,08 | 4,87 | |
| | 35 - 40 cm | 5,80 | 5,84 | 5,44 | 4,90 | 5,50 | |
| Prosjek | | 2,92 ^{bc} | 3,62 ^a | 3,06 ^b | 2,73 ^c | | |
| F_O | * ($p < 0,05$, $F = 27,06$) | | | | | | |
| F_P | * ($p < 0,05$, $F = 16,72$) | | | | | | |

F_O – F test varijante obrade; F_P – F test podvarijante tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

Na otpore tla u 2. mjerenju statistički je značajno utjecala obrada tla ($F = 11,488$) i tlakovi pneumatika ($F = 31,146$). Prosječna vrijednost otpora iznosila je 2,68 MPa. Najveći otpor izmjeren je na DH obradi (2,96 MPa), kod p_3 (3,09 MPa) i na dubini 35 - 40 cm (4,82 MPa), a najmanji na SS (2,35 MPa), kod p_2 (2,40 MPa) i na dubini 0 - 5 cm (0,79 MPa).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u vrijednosti otpora tla između svih varijanti obrade osim između CT i CH varijanti obrade. Tako je otpor tla izmjeren na CT bio za 0,32 MPa manji u odnosu na otpor tla izmjerena na DH, a za 0,29 MPa veći u odnosu na otpor tla izmjerena na SS varijanti obrade. Otpori tla na DH bili su za 0,22 MPa veći u odnosu

na otpore tla na CH varijanti i za 0,61 MPa veći u odnosu na otpore tla na SS varijanti obrade tla. Na SS varijanti obrade otpor tla je bio za 0,39 MPa manji u odnosu na CH varijanti obrade tla.

LSD testom utvrđene se statistički značajne razlike u otporima tla između p_1 i p_3 varijanti (0,55 MPa) i između p_2 i p_3 (0,69 MPa). Razlika u otporima tla između p_1 i p_2 nije bila statistički značajna.

Tablica 3.1.1.C Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 3. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 0,69 | 0,60 | 0,66 | 0,65 | 0,65 | 2,54 ^B |
| | 5 - 10 cm | 1,14 | 1,23 | 1,10 | 1,03 | 1,13 | |
| | 10 - 15 cm | 1,42 | 1,53 | 1,37 | 1,12 | 1,36 | |
| | 15 - 20 cm | 2,09 | 2,37 | 1,91 | 1,55 | 1,98 | |
| | 20 - 25 cm | 2,38 | 3,33 | 3,00 | 2,22 | 2,73 | |
| | 25 - 30 cm | 3,06 | 4,05 | 3,88 | 3,13 | 3,53 | |
| | 30 - 35 cm | 4,51 | 4,66 | 4,25 | 3,79 | 4,30 | |
| | 35 - 40 cm | 4,83 | 5,05 | 4,89 | 3,85 | 4,66 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 0,77 | 0,89 | 0,91 | 0,78 | 0,84 | 2,40 ^B |
| | 5 - 10 cm | 0,88 | 1,10 | 1,03 | 0,86 | 0,97 | |
| | 10 - 15 cm | 1,95 | 2,33 | 2,05 | 1,81 | 2,04 | |
| | 15 - 20 cm | 1,72 | 2,14 | 2,06 | 1,72 | 1,91 | |
| | 20 - 25 cm | 2,07 | 2,37 | 2,10 | 2,08 | 2,15 | |
| | 25 - 30 cm | 3,33 | 3,35 | 3,55 | 3,14 | 3,34 | |
| | 30 - 35 cm | 3,56 | 3,76 | 3,47 | 3,23 | 3,51 | |
| | 35 - 40 cm | 4,73 | 4,88 | 4,60 | 3,64 | 4,46 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 0,94 | 0,87 | 0,78 | 0,89 | 0,87 | 3,09 ^A |
| | 5 - 10 cm | 1,68 | 2,11 | 1,26 | 1,14 | 1,55 | |
| | 10 - 15 cm | 3,02 | 3,42 | 3,09 | 2,73 | 3,07 | |
| | 15 - 20 cm | 2,85 | 3,18 | 2,88 | 2,27 | 2,80 | |
| | 20 - 25 cm | 2,55 | 3,01 | 3,02 | 2,11 | 2,67 | |
| | 25 - 30 cm | 3,58 | 4,52 | 3,62 | 4,11 | 3,96 | |
| | 30 - 35 cm | 4,23 | 4,88 | 4,59 | 4,13 | 4,46 | |
| | 35 - 40 cm | 5,52 | 5,56 | 5,84 | 4,49 | 5,35 | |
| Prosjek | | 2,65 ^b | 2,97 ^a | 2,75 ^b | 2,35 ^c | | |
| F _O | * (p<0,05, F=11,49) | | | | | | |
| F _P | * (p<0,05, F=31,15) | | | | | | |

F_O – F test varijante obrade; F_P – F test podvarijante tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na otpore tla u 3. mjerenju statistički je značajno utjecala obrada tla (F=27,058) i tlakovi pneumatika (F=16,717). Prosječna vrijednost otpora iznosila je 3,08 MPa. Najveći

otpor izmjeren je na DH obradi (3,62 MPa), kod p_2 (3,27 MPa) i na dubini 35 - 40 cm (5,05 MPa), a najmanji na SS (2,73 MPa), kod p_1 (2,78 MPa) i na dubini 0 - 5 cm (0,71 MPa).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u vrijednosti otpora tla između DH i CT (0,70 MPa), DH i CH (0,56 MPa), DH i SS (0,89 MPa), CH i SS (0,33 MPa).

Razlike između otpora na p_2 i p_1 (0,49 MPa) i p_3 i p_1 (0,40 MPa) bile su statistički značajne, dok razlike u izmjerenim otporima između p_2 i p_3 nisu bile statistički opravdane.

Tablica 3.1.1. D Utjecaj dubine mjerenja na mehanički otpor tla

| Otpori po promatranoj dubini | | | |
|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Dubina mjerenja otpora | Otpori mjerenje 1. prosjeak (MPa) | Otpori mjerenje 2. prosjeak (MPa) | Otpori mjerenje 3. prosjeak (MPa) |
| 0 - 5 cm | 1,62 ^d | 0,72 ^h | 0,79 ^g |
| 5 - 10 cm | 2,04 ^b | 1,40 ^g | 1,21 ^f |
| 10 - 15 cm | 2,21 ^a | 2,10 ^f | 2,15 ^e |
| 15 - 20 cm | 2,17 ^{ab} | 2,92 ^e | 2,23 ^{ed} |
| 20 - 25 cm | 1,90 ^{cb} | 3,77 ^d | 2,52 ^d |
| 25 - 30 cm | 1,85 ^c | 4,14 ^c | 3,61 ^c |
| 30 - 35 cm | 1,99 ^{bc} | 4,56 ^b | 4,09 ^b |
| 35 - 40 cm | 2,04 ^b | 5,05 ^a | 4,82 ^a |
| F_D | * ($p < 0,05$, $F = 14,58$) | * ($p < 0,05$, $F = 224,30$) | * ($p < 0,05$, $F = 173,27$) |

F_D – F test podpodvarijante dubina penetrometiranja; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

Na otpore tla u 1. mjerenju statistički je značajno utjecala dubina tla ($F = 14,58$). Otpor tla na dubini 0 - 5 cm bio je za 0,42 MPa manji od otpora na 5 - 10 cm i za 0,60 MPa manji od otpora na dubini 10 - 15 cm, za 0,55 MPa manji od otpora na 15 - 20 cm, za 0,28 MPa manji od otpora na 20 - 25 cm, za 0,23 MPa manji od otpora na 25 - 30 cm, za 0,37 MPa manji od otpora na 30 - 35 cm dubine tla i za 0,42 MPa manji od otpora izmjerenog na 35 - 40 cm dubine tla. Otpori na dubini od 5 - 10 cm bili su manji za 0,17 MPa u odnosu na otpore izmjerene na dubini 10 - 15 cm, a za 0,15 i 0,19 MPa veći u odnosu na otpore izmjerene na 20 - 25 cm i 25 - 30 cm dubine tla. Na dubini 10 - 15 cm izmjereni otpori bili su za 0,32 MPa veći u odnosu na otpore izmjerene s dubine 20 - 25 cm, za 0,36 MPa veći u odnosu na otpore s dubine 25 - 30 cm, za 0,23 MPa veći u odnosu na otpore izmjerene na dubini 30 - 35 cm i za 0,17 MPa veći u odnosu na otpore tla s dubine 35 - 40 cm. Na dubini od 15 - 20 cm izmjereni su otpori koji su veći od otpora tla s dubine 20 - 25 cm za 0,28 MPa, za 0,32 MPa veći u odnosu na otpore s dubine 25 - 30 cm i za 0,18 MPa veće otpore u odnosu na otpore tla izmjerene s dubine 30 - 35 cm. Izmjereni otpori tla na dubini od 25 - 30 cm bili su statistički značajno manji u odnosu na

otpore tla izmjerene na dubini 35 - 40 cm (za 0,19 MPa). Ostale razlike u otporima nisu bile statistički značajne.

Na otpore tla u 2. mjerenju statistički je značajno utjecala dubina tla ($F=173,274$).

Otpor tla na dubini 0 - 5 cm bio je za 0,43 MPa manji od otpora na 5 - 10 cm, za 1,37 MPa manji od otpora na 10 - 15 cm, za 1,44 MPa manji od otpora na 15 - 20 cm, za 1,73 MPa manji od otpora na 20 - 25 cm, za 2,82 MPa manji od otpora na 25 - 30 cm, za 3,30 MPa manji od otpora na 30 - 35 cm i za 4,04 MPa manji od otpora na 35 - 40 cm dubine tla.

Otpori na dubini od 5 - 10 cm bili su manji za 0,94 MPa, u odnosu na otpore s dubine 10 - 15 cm, za 1,02 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 15 - 20 cm, za 1,30 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 20 - 25 cm, za 2,40 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 25 - 30 cm, za 2,87 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 30 - 35 cm i za 3,61 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 35 - 40 cm.

Otpori na 10 - 15 cm bili su manji za 0,36 MPa u odnosu na otpore izmjerene na dubini 20 - 25 cm, za 1,46 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 25 - 30 cm, za 1,94 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 30 - 35 cm i 2,67 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini 35 - 40 cm.

Na dubini od 15 - 20 cm izmjereni su otpori koji su manji za: 1,38 MPa (u odnosu na otpore tla izmjerene na 25 - 30 cm dubine tla), za 1,86 MPa u odnosu na otpor tla izmjeren na 30 - 35 cm dubine i 2,59 MPa u odnosu na otpor tla s dubine 35 - 40 cm.

Na dubini od 20 - 25 cm izmjereni su otpori koji su manji za 1,09 MPa (25 - 30 cm), 1,57 MPa (30 - 35 cm) i 2,30 MPa (35 - 40 cm).

Na dubini od 25 - 30 cm izmjereni su otpori koji su za 0,48 MPa bili manji u odnosu na otpore s dubine 30 - 35 cm tla i za 1,21 manji u odnosu na otpor tla s dubine 35 - 40 cm.

Otpor tla na 30 - 35 cm bio je manji za 0,73 MPa u odnosu na otpor s dubine tla 35 - 40 cm.

Na otpore tla u 3. mjerenju statistički je značajno utjecala dubina tla ($F=224,303$).

Otpor tla na dubini 0 - 5 cm bio je za 0,69 MPa manji od otpora na 5 - 10 cm, za 1,38 MPa manji od otpora na 10 - 15 cm, za 2,20 MPa manji od otpora na 15 - 20 cm, za 3,05 MPa manji od otpora na 20 - 25 cm, za 3,42 MPa manji od otpora na 25 - 30 cm, za 3,84 MPa manji od otpora na 30 - 35 cm i za 4,33 MPa manji od otpora na 35 - 40 cm dubine tla.

Otpori na dubini od 5 - 10 cm bili su manji za 0,69 MPa u odnosu na otpor izmjeren na 10 - 15 cm, za 1,52 MPa manji u odnosu na otpor na 15 - 20 cm dubine tla, za 2,36 MPa manji u odnosu na otpor na dubini 20 - 25 cm, za 2,73 MPa manji u odnosu na otpor s dubine 25 - 30

cm, za 3,16 MPa manji u odnosu na otpor izmjeren na 30 - 35 cm i za 3,64 MPa manji u odnosu na otpor izmjeren na dubini 35 - 40 cm.

Otpori na 10 - 15 cm bili su manji za 0,83 MPa u odnosu na otpor s dubine 15 - 20 cm, za 1,67 MPa manji u odnosu na otpor tla na dubini 20 - 25 cm, za 2,04 MPa manji u odnosu na otpor s dubine 25 - 30 cm, za 2,46 MPa manji u odnosu na otpor tla s dubine 30 - 35 cm i 2,95 MPa manji u odnosu na otpor s 35 - 40 cm dubine tla.

Na dubini od 15 - 20 cm izmjereni su otpori koji su manji za 0,85 MPa (u odnosu na otpor na dubini tla od 20 - 25 cm), za 1,21 MPa u odnosu na otpor s dubine 25 - 30 cm, za 1,64 MPa manji u odnosu na otpor tla na 30 - 35 cm dubine i za 2,13 MPa manji u odnosu na otpor s 35 - 40 cm dubine tla. Na dubini od 20 - 25 cm izmjereni su otpori koji su manji za 0,37 MPa u odnosu na otpor s 25 - 30 cm dubine, za 0,79 MPa manji u odnosu na otpor s 30 - 35 cm i za 1,28 MPa manji u odnosu na otpor s 35 - 40 cm dubine tla.

Na dubini od 25 - 30 cm izmjereni su otpori koji su manji za 0,42 MPa (30 - 35 cm) i 0,91 MPa (35 - 40 cm). Na dubini od 30 - 35 cm izmjereni su otpori koji su za 0,49 MPa manji u odnosu na otpore izmjerene na dubini od 35 - 40 cm.

Tablica 3.1.2. Utjecaj sustava obrade na vlažnost tla

| Trenutna vlažnost, mjerenje 1. (%) | | | | | | Trenutna vlažnost, mjerenje 2. (%) | | | | | Trenutna vlažnost, mjerenje 3. (%) | | | | |
|------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Dubina uzorkovanja (cm) | Obrada | | | | Prosjek po dubini | Obrada | | | | Prosjek po dubini | Obrada | | | | Prosjek po dubini |
| | CT | DH | CH | SS | | CT | DH | CH | SS | | CT | DH | CH | SS | |
| 10 cm | 11,51 | 12,47 | 14,58 | 16,45 | 13,75 ^E | 11,38 | 12,32 | 15,89 | 17,32 | 14,23 ^C | 20,04 | 20,11 | 22,75 | 24,55 | 21,86 ^E |
| 20 cm | 16,05 | 17,06 | 21,35 | 18,24 | 18,18 ^C | 16,00 | 17,87 | 21,00 | 19,23 | 18,53 ^B | 21,54 | 20,52 | 23,66 | 25,05 | 22,69 ^D |
| 30 cm | 20,86 | 18,57 | 21,45 | 22,63 | 20,88 ^A | 19,59 | 18,84 | 22,33 | 22,49 | 20,81 ^A | 22,67 | 22,41 | 24,38 | 26,06 | 23,88 ^C |
| 40 cm | 16,98 | 13,23 | 18,42 | 18,02 | 16,66 ^D | 18,02 | 15,86 | 19,70 | 19,41 | 18,25 ^B | 23,50 | 23,60 | 25,18 | 26,14 | 24,61 ^B |
| 50 cm | 17,94 | 20,01 | 24,52 | 18,79 | 20,31 ^B | 18,74 | 20,25 | 25,19 | 19,55 | 20,93 ^A | 25,10 | 24,23 | 26,76 | 27,78 | 25,97 ^A |
| Prosjek obrada | 16,67 ^c | 16,27 ^d | 20,06 ^a | 18,83 ^b | 17,96 | 16,75 ^c | 17,03 ^c | 20,82 ^a | 19,60 ^b | 18,55 | 22,57 ^c | 22,17 ^c | 24,55 ^b | 25,91 ^a | 23,80 |
| F _O | * (p<0,05, F=421,60) | | | | | * (p<0,05, F=76,84) | | | | | * (p<0,05, F=88,49) | | | | |
| F _D | * (p<0,05, F=872,70) | | | | | * (p<0,05, F=115,15) | | | | | * (p<0,05, F=59,75) | | | | |

F_O – F test variante obrade; F_D – F test dubina penetrometiranja; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Trenutna vlažnost u prvom mjerenju je u prosjeku iznosila 17,96 % i na njeno variranje značajno je utjecala dubina tla (F=872,7) i obrada tla (F=421,6). Interakcija obrade i dubine tla bila je signifikantna (F=72,3). Najveća trenutna vlažnost izmjerena je na CH obradi (20,06 %) i na dubini od 30 cm (20,88 %), a najmanja na DH (16,27 %) i na 10 cm dubine (13,75 %). Trenutna vlažnost na CT obradi bila je za 0,40 % veća u odnosu na DH, a za 3,39 % manja u

odnosu na CH i za 2,16 % manja u odnosu na SS varijantu obrade. Trenutna vlažnost na DH varijanti bila je za 3,79 % manja u odnosu na CH i za 2,56 % manja u odnosu na SS. Razlika između CH i SS iznosila je 1,24 %.

Na dubini od 10 cm trenutna vlažnost bila je značajno manja u odnosu na ostale dubine tla i to za 4,42 % u odnosu na dubinu od 20 cm, 7,12 % u odnosu na 30 cm, 2,91 % u odnosu na 40 cm i za 6,56 % u odnosu na 50 cm dubine tla. Trenutna vlažnost na dubini od 20 cm bila je za 2,70 % manja u odnosu na 30 cm i 2,14 % manja u odnosu na 50 cm, dok je u odnosu na trenutnu vlažnost na 40 cm bila za 1,51 % veća. Trenutna vlažnost na 40 cm bila je za 3,65 % manja u odnosu na trenutnu vlažnost na 50 cm.

U drugom mjerenju na trenutnu vlažnost tla statistički je značajno utjecala dubina tla ($F=115,15$) i obrada tla ($F=76,84$). Uočena je statistički značajna interakcija varijanti obrade tla i dubine tla ($F=7,58$). Prosječna vlažnost tla u 2. mjerenju iznosila je 18,54 %. Najveća vlažnost izmjerena je u uzorcima tla na CH (20,82 %) i na dubini od 50 cm (20,93 %). Najmanja vlažnost tla je izmjerena na CT varijanti (16,74 %) i na dubini 10, cm (14,23 %).

LSD testom utvrđeno je kako je vlažnost tla na CT varijanti bila statistički značajno manja za 4,07 % u odnosu na vlažnost tla s CH i za 2,85 % manja u odnosu na SS. Vlažnost tla na DH varijanti bila je za 3,79 % manja u odnosu na CH i za 2,57 % manja u odnosu na tlo sa SS varijante obrade. Tlo na CH varijanti imalo je za 1,22 % manju vlažnost u odnosu na tlo sa SS varijante obrade. Razlika trenutne vlažnosti između CT i DH varijante obrade nije bila značajna.

Na dubini od 10 cm tlo je imalo za 4,30 % manju vlažnost u odnosu na dubinu od 20 cm, za 6,58 % manju vlažnost u odnosu na 30 cm, za 4,01 % manju vlažnost u odnosu na 40 cm i za 6,70 % manju vlažnost u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na dubini od 20 cm bila je za 2,29 % manja od vlažnosti tla na 30 cm, i za 2,40 % manja u odnosu na tlo s 50 cm dubine. Vlažnost tla na dubini od 30 cm bila je za 2,57 % manja od tla s 40 cm. Vlažnost tla na 40 cm bila je za 2,68 % manja u odnosu na 50 cm. Ostale razlike u trenutnoj vlažnosti nisu bile statistički značajne.

U trećem mjerenju na trenutnu vlažnost tla statistički je značajno utjecala obrada tla ($F=88,49$) i dubina tla ($F=59,75$). Prosječna vlažnost tla u 3. mjerenju iznosila je 23,80 %. Najveća vlažnost izmjerena je u uzorcima tla na SS (25,91 %) i na dubini od 50 cm (25,97 %). Najmanja vlažnost tla je izmjerena na DH varijanti (22,17 %) i na dubini 10 cm (21,86 %).

LSD testom utvrđeno je kako je vlažnost tla na CT varijanti bila statistički značajno manja u odnosu na s CH (1,97 %) i SS (3,34 %). Vlažnost tla na DH varijanti bila je za 2,37 % manja u odnosu na CH i za 3,74 % manja u odnosu na tlo sa SS varijantu obrade. Tlo na CH

varijanti imalo je za 1,37 % manju vlažnost u odnosu na tlo sa SS varijante obrade.

Na dubini od 10 cm tlo je imalo za 0,83 % manju vlažnost u odnosu na dubinu od 20 cm, za 2,01 % manju vlažnost u odnosu na 30 cm, za 2,74 % manju vlažnost u odnosu na 40 cm i za 4,10 % manju vlažnost u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na dubini od 20 cm bila je za 1,19 % manja od vlažnosti tla na 30 cm, za 1,91 % manja u odnosu na vlažnost tla s 40 cm i za 3,27 % manja vlažnost u odnosu na tlo s 50 cm dubine. Vlažnost tla na dubini od 30 cm bila je za 0,73 % manja od vlažnosti tla s 40 cm i za 2,09 % manja u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na 40 cm bila je za 1,36 % manja u odnosu na 50 cm.

3.1.2. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka

Predusjev soji u prvoj godini istraživanja bila je ozima pšenica. Mjerenje pokrivenosti površine tla posliježetvenim ostacima izvršeno je po linijskoj metodi. Tom metodom prebrojani su posliježetveni ostatci pšenice dana 20. travnja 2017. godine na svim primijenjenim sustavima obrade obrade u 4 ponavljanja, a rezultati su vidljivi u tablici 3.1.3.

Tablica 3.1.3. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka

| Posliježetveni ostatci (%) | | | | |
|----------------------------|----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| Obrada | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 15,00 | 13,67 | 11,67 | 13,44 ^D |
| DH | 30,00 | 24,67 | 25,67 | 26,78 ^C |
| CH | 51,33 | 39,67 | 51,00 | 47,33 ^B |
| SS | 51,00 | 51,67 | 50,33 | 51,00 ^A |
| Prosjek brzine | 36,83 ^a | 32,42 ^b | 34,67 ^{ab} | 34,64 |
| F _O | * (p<0,05, F=314,25) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=6,52) | | | |

F_O – F test varijante obrade; F_P – F test podvarijante tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na pokrivenost tla posliježetvenim ostacima statistički je značajno utjecala obrada tla (F=314,25) i brzina sjetve (F=6,52), a uočena je i značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve (F=4,00). Prosječna pokrivenost tla posliježetvenim ostacima iznosila je 34,64 %. Najveća pokrivenost izmjerena je kod SS varijante obrade (51,00 %), i kod v_1 (36,83 %), a najmanja kod CT varijante obrade (13,44 %) i v_2 (32,42 %).

Pokrivenost tla posliježetvenim ostacima na CT varijanti bila je za 13,33 % manja u odnosu na DH, za 33,89 % manja u odnosu na CH i za 37,56 % manja u odnosu na SS. Razlike u pokrivenosti tla posliježetvenim ostacima između DH i CH (20,56 %) i DH i SS (24,22 %) bile su statistički značajne kao i razlika između pokrivenosti tla posliježetvenim ostacima između CH i SS varijanti obrade (3,67 %).

Pokrivenosti tla posliježetvenim ostacima na v_2 bila je značajno veća jedino u odnosu na v_1 (4,42 %).

3.1.3. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve soje na sklop, uzdužnu i poprečnu raspodjelu sjemena te duljinu mezokotila

Na sklop soje prikazan u tablici 3.1.4., koji je u prosjeku iznosio 424 494 biljaka ha^{-1} , statistički je značajno utjecala obrada tla ($F=6,57$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je statistički značajna ($F=5,67$).

Najveći sklop ostvaren je kod soje na SS obradi (443 659 biljaka ha^{-1}), a najmanji na CT obradi (413 661 biljaka ha^{-1}).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u sklopu između SS i CT obrade (29 997 biljaka ha^{-1}), SS i DH (43 699 biljaka ha^{-1}), CH i CT (27 034 biljaka/ha) i CH i DH (40 736 biljaka ha^{-1}). Razlike u sklopu soje između CT i DH te između CH i SS obrade nisu bile statistički značajne.

Tablica 3.1.4. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na sklop i uzdužna raspodjela sjemena

| Obrada | Sklop (biljaka ha^{-1}) | | | | Uzdužna raspodjela sjemena (cm) | | | |
|----------------|-----------------------------|---------|---------|----------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 439 956 | 391 072 | 409 957 | 413 661 ^B | 5,19 | 5,12 | 5,67 | 5,32 |
| DH | 386 628 | 375 518 | 437 734 | 399 960 ^B | 5,12 | 5,27 | 5,77 | 5,39 |
| CH | 433 290 | 466 620 | 422 180 | 440 696 ^A | 5,12 | 5,15 | 5,52 | 5,26 |
| SS | 464 398 | 466 620 | 399 960 | 443 659 ^A | 4,56 | 4,75 | 5,68 | 5,00 |
| Prosjek brzine | 431 068 | 424 957 | 417 457 | 424 494 | 5,00 ^a | 5,10 ^a | 5,66 ^b | 5,24 |
| F_0 | * ($p<0,05$, $F=6,57$) | | | | n.s. ($p<0,05$, $F=1,82$) | | | |
| F_B | n.s. ($p<0,05$, $F=0,9$) | | | | * ($p<0,05$, $F=10,79$) | | | |

F_0 – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

Na uzdužnu raspodjelu sjemena soje (tablica 3.1.4.), koja je u prosjeku iznosila 5,24 cm, značajno je utjecala brzina sjetve ($F=10,79$). Najveća uzdužna raspodjela zabilježena je kod v_3 brzine (5,66 cm), a najmanja kod v_1 (5,00 cm).

LSD testiranjem zabilježene su statistički značajne razlike kod uzdužne raspodjele sjemena soje između v_3 i v_1 (0,66 cm) i v_3 i v_2 (0,59 cm). Razlike između v_1 i v_2 nisu bile značajne.

U tablici 3.1.5. prikazan je utjecaj obrade i brzine sjetve na poprečnu raspodjelu sjemena i duljinu mezokotila. Poprečna raspodjela sjemena iznosila je 52,42 cm i na njeno variranje je značajno utjecala obrada tla ($F=11,10$). Najveći međuredni razmak zabilježen je kod CH (54,19 cm), a najmanji kod DH (51,42 cm). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između CH i CT (1,71 cm), CH i DH (2,78 cm) i CH i SS (2,61 cm). Ostale razlike u poprečnoj raspodjeli sjemena statistički nisu bile značajne.

Na duljinu mezokotila, koja je u prosjeku iznosila 3,01 cm, statistički je značajno utjecala obrada tla ($F=8,44$). Najveća duljina mezokotila izmjerena je na CH varijanti (3,79 cm), a najmanja na DH (2,60 cm). LSD testom utvrđene su značajne razlike u duljini mezokotila između CH i CT (0,85 cm), CH i DH (1,19 cm) i CH i SS (1,07 cm). Ostale razlike statistički nisu bile značajne.

Tablica 3.1.5. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na poprečnu raspodjela sjemena i duljina mezokotila

| Obrada | Poprečna raspodjela sjemena (cm) | | | | Duljina mezokotila (cm) | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|-------|--------------------|------------------------------|-------|-------|-------------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 52,38 | 52,54 | 52,54 | 52,49 ^B | 3,12 | 2,71 | 2,99 | 2,94 ^B |
| DH | 50,42 | 51,83 | 52,00 | 51,42 ^B | 2,07 | 3,41 | 2,32 | 2,60 ^B |
| CH | 54,08 | 54,17 | 54,33 | 54,19 ^A | 4,09 | 3,54 | 3,76 | 3,79 ^A |
| SS | 51,64 | 51,86 | 51,26 | 51,58 ^B | 2,75 | 2,71 | 2,72 | 2,72 ^B |
| Prosjek | 52,13 | 52,60 | 52,53 | 52,42 | 3,01 | 3,09 | 2,94 | 3,01 |
| F _O | * ($p<0,05$, $F=11,10$) | | | | * ($p<0,05$, $F=8,44$) | | | |
| F _B | n.s. ($p<0,05$, $F=0,60$) | | | | n.s. ($p<0,05$, $F=0,21$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

3.1.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve soje na visinu biljke, grananje biljke, broj etaža, te broj sterilnih i fertilnih mahuna

Na visinu biljke značajno je utjecala obrada tla ($F=11,62$). Prosječna visina biljke iznosila je 79,40 cm. Najviša soja izmjerena je na DH varijanti (83,81 cm), a najmanja na CH (77,71 cm). Razlike u visini biljke između DH i CT (5,99 cm), DH i CH (6,10 cm) i DH i SS (5,53 cm) bile su statistički značajne (tablica 3.1.6.).

Tablica 3.1.6. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na visinu biljke, grananje biljke i broj etaža

| Obrada | Visina biljke (cm) | | | | Gnananje biljke | | | | Broj etaža | | | |
|-----------------|------------------------------|-------|-------|--------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------|-------|-----------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 79,05 | 77,85 | 76,53 | 77,81 ^B | 1,47 | 2,47 | 1,87 | 1,93 ^B | 11,20 | 10,87 | 11,00 | 11,02 |
| DH | 81,65 | 86,57 | 83,20 | 83,81 ^A | 2,07 | 2,87 | 2,13 | 2,36 ^A | 11,80 | 11,07 | 10,47 | 11,11 |
| CH | 76,31 | 79,69 | 77,11 | 77,71 ^B | 2,13 | 1,87 | 2,07 | 2,02 ^B | 11,07 | 10,13 | 11,40 | 10,87 |
| SS | 80,48 | 77,28 | 77,08 | 78,28 ^B | 1,80 | 2,07 | 1,27 | 1,71 ^{BC} | 10,93 | 11,00 | 11,93 | 11,29 |
| Prosjeak brzine | 79,37 | 80,35 | 78,48 | 79,40 | 1,87 ^b | 2,32 ^a | 1,83 ^b | 2,01 | 11,25 | 10,77 | 11,20 | 11,07 |
| F _O | * ($p<0,05$, $F=11,62$) | | | | * ($p<0,05$, $F=7,83$) | | | | n.s. ($p<0,05$, $F=0,68$) | | | |
| F _B | n.s. ($p<0,05$, $F=1,56$) | | | | * ($p<0,05$, $F=10,64$) | | | | n.s. ($p<0,05$, $F=2,06$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

Iz tablice 3.1.6. vidljivo je da je na grananje soje statistički značajan utjecaj imala brzina sjetve ($F=10,64$) i obrada tla ($F=7,83$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je značajna ($F=4,19$). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između DH i CT (0,42), DH i CH (0,33), DH i SS (0,64) i CH i SS (0,31). Ostale razlike nisu bile statistički značajne. Razlike u grananju soje kod v_1 i v_2 (0,45) te kod v_2 i v_3 (0,48) bile su statistički značajne.

Na broj etaža soje statistički nije značajno utjecala niti obrada tla niti brzina sjetve (tablica 3.1.5.). Soja je u prosjeku imala 11,07 etaža.

Na broj fertilnih mahuna kod soje značajno je utjecala samo brzina sjetve ($F=5,862$). Soja je u prosjeku imala 30,23 fertilnih mahuna po biljci. Najviše fertilnih mahuna izmjereno je kod soje na v_1 (32,85), a najmanje kod v_3 (27,07). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između broja fertilnih mahuna na v_1 i v_3 (5,78) i v_2 i v_3 (3,72). Razlika u broju fertilnih mahuna između v_1 i v_2 nije bila statistički značajna.

Soja je u prosjeku imala 1,19 sterilnu mahunu po biljci i na ovaj pokazatelj statistički nije značajno utjecala niti obrada tla niti brzina sjetve (tablica 3.1.7.).

Tablica 3.1.7. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na broj sterilnih i fertilnih mahuna

| Obrada | Broj mahuna (F) | | | | Broj mahuna (S) | | | |
|----------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------------------|-------|-------|----------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade | Brzina sjetve | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 36,07 | 37,00 | 24,53 | 32,53 | 1,53 | 1,00 | 0,93 | 1,16 |
| DH | 32,73 | 31,00 | 28,60 | 30,78 | 2,20 | 1,07 | 1,13 | 1,47 |
| CH | 32,93 | 24,00 | 27,40 | 28,11 | 0,67 | 1,53 | 0,87 | 1,02 |
| SS | 29,67 | 31,13 | 27,73 | 29,51 | 0,93 | 1,47 | 1,0 | 1,13 |
| Prosjek brzine | 32,85 ^a | 30,78 ^a | 27,07 ^b | 30,23 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,19 |
| F _O | n.s. ($p < 0,05$, $F = 1,81$) | | | | n.s. ($p < 0,05$, $F = 0,95$) | | | |
| F _B | * ($p < 0,05$, $F = 5,86$) | | | | n.s. ($p < 0,05$, $F = 1,21$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

3.1.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve soje na komponente prinosa

Na masu zrna po biljci značajno je utjecala brzina sjetve ($F = 11,24$) i obrada tla ($F = 3,76$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je značajna ($F = 15,85$). Prosječno je soja imala 10,48 g zrna po biljci. Najveću masu zrna imala je na CT varijanti obrade tla (10,85 g po biljci), a najmanju na DH (9,67 g po biljci). Najveću masu zrna soja je imala na v_1 (11,41 g po biljci), a najmanju na v_3 (9,88 g po biljci, tablica 3.1.8.). LSD testom utvrđene su značajne razlike u masi zrna između CT i DH (1,17 g po biljci), CH i DH (1,01 g po biljci) i SS i DH (1,06 g po biljci). Razlike u masi zrna soje između v_1 i v_2 (1,25 g po biljci) i v_1 i v_3 (1,53 g po biljci) bile su statistički opravdane.

Na masu ljuske/biljci statistički je značajno utjecala brzina sjetve ($F = 3,48$). Interakcija između obrade tla i brzine sjetve bila je statistički značajna ($F = 5,14$). Soja je imala prosječnu masu ljuske 4,38 g. Najveća masa izmjerena je kod soje na v_1 (4,65 g), a najmanja kod v_3 (4,04 g). LSD testom utvrđeno je kako je statistički značajna razlika u masi ljuske bila značajna samo između v_1 i v_3 (0,61 g).

Analizom varijance utvrđen je značajan utjecaj brzine sjetve ($F = 9,63$) na masu cijelih mahuna soje. Ujedno je zabilježena značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve ($F = 14,24$). Prosječna masa cijelih mahuna soje iznosila je 14,82 g. Najveću masu cijelih mahuna imala je soja na v_1 (16,07 g), a najmanju na v_3 (13,92 g). Razlika u masi cijelih mahuna soje između v_1 i v_2 (1,47 g) i između v_1 i v_3 (2,14 g) bila je statistički opravdana (tablica 3.1.8.).

Tablica 3.1.8. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na masu zrna, masu ljuske i masu cijelih mahuna po biljci

| Obrada | Masa zrna po biljci (g) | | | | Masa ljuske po biljci (g) | | | | Masa cijelih mahuna po biljci (g) | | | |
|-----------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 11,78 | 12,65 | 8,10 | 10,85 ^A | 4,89 | 5,69 | 3,41 | 4,66 | 16,67 | 18,34 | 11,51 | 15,51 |
| DH | 9,53 | 9,16 | 10,33 | 9,67 ^B | 4,35 | 4,38 | 4,20 | 4,31 | 13,87 | 13,54 | 14,53 | 13,98 |
| CH | 13,62 | 8,09 | 10,34 | 10,69 ^A | 5,19 | 3,50 | 4,27 | 4,32 | 18,81 | 11,59 | 14,61 | 15,00 |
| SS | 10,72 | 10,74 | 10,74 | 10,73 ^A | 4,19 | 4,18 | 4,31 | 4,23 | 14,91 | 14,92 | 15,05 | 14,96 |
| Prosjeak brzine | 11,41 ^a | 10,16 ^b | 9,88 ^b | 10,48 | 4,65 ^a | 4,44 ^{ab} | 4,04 ^b | 4,38 | 16,07 ^a | 14,60 ^b | 13,92 ^b | 14,86 |
| F _O | * (p<0,05, F=3,76) | | | | n.s. (p<0,05, F=1,03) | | | | n.s. (p<0,05, F=2,46) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=11,24) | | | | * (p<0,05, F=3,48) | | | | * (p<0,05, F=9,63) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na masu stabljike soje značajno je utjecala obrada tla (F=15,35) i brzina sjetve (F=13,80). Značajna je interakcija obrade tla i brzine sjetve (F=7,03). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u masi stabljike između CT i CH (2,03 g), CT i SS (1,79 g), DH i CH (1,48 g), DH i SS (1,24 g). Statistički su značajne razlike u masi stabljike soje između v₁ i v₂ (0,88 g), v₁ i v₃ (1,60 g) i v₂ i v₃ (0,71 g).

Statistički je značajno na ukupnu masu biljke soje utjecala brzina sjetve (F=14,57) i obrada tla (F=4,22). Uočena je statistički značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve (F=13,667). Prosječna masa soje iznosila je 22,40 g po biljci. Najveću masu imala je soja na CT varijanti (24,14 g), a najmanju na CH varijanti (21,60 g). Na v₁ izmjerena je najveća masa soje (24,43 g), a najmanja na v₃ (20,69 g). Masa soje na CT varijanti obrade bila je za 2,08 g veća u odnosu na DH, za 2,54 g veća u odnosu na CH i za 2,34 g veća u odnosu na SS. Ostale razlike nisu bile značajne. Masa soje na v₁ bila je za 2,35 g veća od v₂ i za 3,74 g veća u odnosu na v₃.

Na broj zrna po mahuni soje, koji je u prosjeku iznosio 2,42, značajno je utjecala jedino obrada tla (F=7,38). Najviše zrna imala je soja na CH varijanti obrade (2,71), a najmanje na CT i SS varijanti (2,33). LSD testom utvrđene se statistički značajne razlike u broju zrna soje između CT i CH (0,39), DH i CH (0,41) i CH i SS (0,39) (tablica 3.1.9.).

Tablica 3.1.9. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na masu stabljike i biljke te broj zrna po mahuni

| Obrada | Masa stabljike (g) | | | | Masa biljke ukupna (g) | | | | Broj zrna po mahuni (komada) | | | |
|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------|----------------|----------------|-------------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjeck obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeck obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeck obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 10,38 | 9,14 | 6,37 | 8,63 ^A | 27,05 | 27,48 | 17,88 | 24,14 ^A | 2,33 | 2,40 | 2,26 | 2,33 ^B |
| DH | 8,30 | 8,33 | 7,59 | 8,08 ^A | 22,18 | 21,87 | 22,12 | 22,06 ^B | 2,31 | 2,34 | 2,27 | 2,31 ^B |
| CH | 7,93 | 5,18 | 6,69 | 6,60 ^B | 26,74 | 16,78 | 21,29 | 21,60 ^B | 2,90 | 2,43 | 2,82 | 2,71 ^A |
| SS | 6,84 | 7,26 | 6,42 | 6,84 ^B | 21,75 | 22,18 | 21,47 | 21,80 ^B | 2,39 | 2,30 | 2,30 | 2,33 ^B |
| Prosjeck brzine | 8,36 ^a | 7,48 ^b | 6,77 ^c | 7,54 | 24,43 ^a | 22,08 ^b | 20,69 ^b | 22,40 | 2,48 | 2,37 | 2,41 | 2,42 |
| F _O | * (p<0,05, F=15,35) | | | | * (p<0,05, F=4,22) | | | | * (p<0,05, F=7,38) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=13,80) | | | | * (p<0,05, F=14,57) | | | | n.s. (p<0,05, F=0,87) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini P<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na broj zrna soje (tablica 3.1.10.) po biljci značajno je utjecala brzina sjetve (F=50,07) i obrada tla (F=31,85). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je značajna (F=41,48). Prosječni broj zrna soje po biljci iznosio je 73,67. Najveći broj zrna imala je soja na CH varijanti (84,02) i na v₁ (83,10), a najmanju na DH (66,28) i na v₃ (67,01). Soja na CT varijanti imala je za 8,48 više zrna u odnosu na soju na DH varijanti, za 5,15 više zrna u odnosu na SS varijantu i za 9,26 manje zrna u odnosu na CH varijantu obrade. Soja na DH obradi imala je 17,74 više zrna u odnosu na DH i za 14,41 više u odnosu na SS.

Broj zrna soje na v₁ bio je za 12,21 veći od broja zrna na v₂ i za 16,09 veći od v₃. Broj zrna soje na v₂ bio je za 3,88 više od broja zrna soje na v₃.

Tablica 3.1.10. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na broj zrna po biljci, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu

| Obrada | Broj zrna po biljci (komada) | | | | Masa 1000 zrna (g) | | | | Hektolitarska masa (kg hl ⁻¹) | | | |
|-----------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---|----------------|----------------|-----------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjeck obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeck obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeck obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 80,57 | 88,38 | 55,34 | 74,76 ^B | 147,01 | 147,26 | 154,67 | 149,65 ^A | 63,90 | 60,83 | 64,97 | 63,24 |
| DH | 68,30 | 65,58 | 64,98 | 66,28 ^C | 151,39 | 155,00 | 151,47 | 152,62 ^A | 63,38 | 64,60 | 64,12 | 64,03 |
| CH | 109,58 | 58,45 | 84,03 | 84,02 ^A | 145,90 | 140,15 | 150,69 | 145,58 ^B | 65,08 | 63,29 | 64,70 | 64,36 |
| SS | 73,96 | 71,17 | 63,69 | 69,61 ^C | 143,86 | 150,55 | 159,70 | 151,37 ^A | 66,76 | 65,17 | 64,70 | 65,54 |
| Prosjeck brzine | 83,10 ^a | 70,89 ^b | 67,01 ^c | 73,67 | 147,04 ^b | 148,24 ^b | 154,13 ^a | 149,80 | 64,8 | 63,5 | 64,6 | 64,29 |
| F _O | * (p<0,05, F=31,85) | | | | * (p<0,05, F=5,75) | | | | n.s. (p<0,05, F=2,17) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=50,07) | | | | * (p<0,05, F=11,74) | | | | n.s. (p<0,05, F=1,60) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini P<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Masa 1000 zrna bila je pod značajnim utjecajem obrade tla ($F=5,75$) i brzine sjetve ($F=11,74$). Interakcija obrade i brzine sjetve bila je značajna ($F=3,84$). Prosječna masa 1000 zrna iznosila je 149,80 g. Najveću masu 1000 zrna imala je soja na DH (152,62 g) i v_3 (154,13 g), a najmanju na CH (145,58 g) i v_1 (147,04 g). Razlika u masi 1000 zrna soje na CT bila je za 4,07 g veća u odnosu na CH gdje je masa 1000 zrna bila za 7,04 g manja od soje na DH, i za 5,79 g manja u donosu na SS. Masa 1000 zrna soje na v_3 bila je za 7,09 g veća od v_1 i za 5,89 g veća u odnosu na v_2 .

Na hektolitarsku masu soje koja je u prosjeku iznosila 64,29 kg hl⁻¹ nije značajno utjecao niti jedan promatrani faktor (tablica 3.1.10.).

Značajan utjecaj na poljoprivredni prinos soje prikazan u tablici 3.1.11. imala je obrada tla ($F=7,96$) i brzina sjetve ($F=12,30$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je značajna ($F=11,51$). Prosječan prinos soje iznosio je 4,45 t ha⁻¹. Najveći prinos imala je soja na SS obradi (4,76 t ha⁻¹) i v_1 (4,93 t ha⁻¹), a najmanji na DH (3,89 t ha⁻¹) i v_3 (4,13 t ha⁻¹).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u prinosu između CT i DH (0,59 t ha⁻¹) CH i DH (0,79 t ha⁻¹) te SS i DH (0,87 t ha⁻¹). Razlike u visini prinosa soje kod v_1 i v_2 (0,64 t ha⁻¹) i v_1 i v_3 (0,80 t ha⁻¹) bile su statistički značajne.

Tablica 3.1.11. Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na poljoprivredni i biološki prinos te žetveni indeks

| Obrada | Poljoprivredni prinos (t ha ⁻¹) | | | | Biološki prinos (t ha ⁻¹) | | | | Žetveni indeks (%) | | | |
|-----------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|--------------------|
| | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade | Brzina sjetve | | | Prosjeak obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 5,15 | 4,97 | 3,32 | 4,48 ^A | 17,01 | 15,74 | 10,65 | 14,47 ^A | 30,25 | 31,50 | 31,18 | 30,98 ^B |
| DH | 3,69 | 3,44 | 4,53 | 3,89 ^B | 12,27 | 11,65 | 14,25 | 12,72 ^B | 30,05 | 29,51 | 31,87 | 30,48 ^B |
| CH | 5,91 | 3,77 | 4,36 | 4,68 ^A | 17,53 | 11,56 | 13,34 | 14,15 ^A | 33,79 | 32,61 | 32,67 | 33,02 ^A |
| SS | 4,97 | 5,01 | 4,30 | 4,76 ^A | 15,04 | 15,33 | 12,89 | 14,42 ^A | 33,03 | 32,65 | 33,37 | 33,02 ^A |
| Prosjeak brzine | 4,93 ^a | 4,29 ^b | 4,13 ^b | 4,45 | 15,46 ^a | 13,57 ^b | 12,78 ^b | 13,94 | 31,78 | 31,57 | 32,27 | 31,87 |
| F _O | * (p<0,05, F=7,96) | | | | * (p<0,05, F=3,53) | | | | * (p<0,05, F=15,65) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=12,30) | | | | * (p<0,05, F=13,23) | | | | n.s. (p<0,05, F=1,52) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na biološki prinos soje značajno je utjecala obrada tla ($F=3,53$) i brzina sjetve ($F=13,23$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je značajna ($F=9,74$). Prosječan biološki prinos soje iznosio je 13,94 t ha⁻¹. Najveći prinos imala je soja na CT obradi (14,47 t ha⁻¹) i v_1

(15,46 t ha⁻¹), a najmanji na DH (12,72 t ha⁻¹) i v₃ (12,78 t ha⁻¹). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u prinosu između CT i DH (1,74 t ha⁻¹) CH i DH (1,42 t ha⁻¹) te SS i DH (1,70 t ha⁻¹). Razlike u visini biološkog prinosa između CT i SS, kao i između CT i CH te između CH i SS nisu bile statistički značajne. Razlike u visini biološkog prinosa soje kod v₁ i v₂ (1,89 t ha⁻¹) i v₁ i v₃ (2,68 t ha⁻¹) bile su statistički značajne. Razlika u visini biološkog prinosa između v₂ i v₃ iznosila je 0,79 t ha⁻¹ i nije bila statistički značajna.

Na žetveni indeks soje, koji je u prosjeku iznosio 31,87 %, statistički je značajno utjecala samo obrada tla (F=15,65). Najveći žetveni indeks zabilježen je kod soje na CH varijanti (33,02 %), a najmanji na DH varijanti (30,47 %). LSD testom utvrđeno je kako je žetveni indeks soje na CT varijanti bio za 2,05 % manji u odnosu na CH i SS varijante. Žetveni indeks soje na DH varijanti obrade bio je za 2,55 % manji u odnosu na CH i za 2,54 % manji u odnosu na SS varijantu obrade. Razlika u žetvenom indeksu između soje na CT i DH te između soje na CH i SS nije bila statistički opravdana.

3.1.6. Utjecaj primijenjenog sustava obrade tla te brzine traktora u sjetvi i tlaka pneumatika na utrošak goriva

Rezultati utjecaja primijenjenog sustava obrade tla na potrošnju goriva i proklizavanje kotača vidljiv je u tablici 3.1.12. Jednosmjernom analizom varijance (p<0,05) utvrđen je statistički značajan utjecaj varijanti obrade (F=152,31) na potrošnju u radu (L ha⁻¹) koja je u prosjeku iznosila 20,60 L ha⁻¹. Najveća potrošnja izmjerena je na CT, a najmanja na DH. Statistički značajne razlike utvrđene su između CT i DH (24,63 L ha⁻¹), CT i CH (24 L ha⁻¹), CT i SS (14,05 L ha⁻¹) te između DH i SS (10,58 L ha⁻¹), CH i SS (9,96 L ha⁻¹). Razlika u potrošnji goriva između DH i CH iznosila je 0,63 L ha⁻¹ i statistički nije bila značajna.

Statistički značajan utjecaj varijanti obrade (F=82,34) utvrđen je na proklizavanje (%) koje je u prosjeku iznosilo 19,01 %. Najveće proklizavanje izmjereno je na varijanti DH a najmanje na CH. LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između svih varijanti obrade osim između DH i SS varijanti gdje razlika od 0,24 % statistički nije bila opravdana. Proklizavanje na CT varijanti bilo je za 4,87 % manje u odnosu na DH, za 11,01 % veće u odnosu na CH varijantu i za 4,63 % manje u odnosu na SS. DH je imao za 15,88 % veće proklizavanje u odnosu na CH, a proklizavanje na CH je bilo za 15,63 % manje u odnosu na SS.

Tablica 3.1.12. Utjecaj sustava obrade tla na potrošnju u radu i proklizavanje kotača

| Obrade | Potrošnja u radu (L ha ⁻¹) | Proklizavanje kotača (%) |
|------------------|--|--------------------------|
| CT | 36,27 ^A | 19,39 ^B |
| DH | 11,64 ^B | 24,26 ^A |
| CH | 12,27 ^B | 8,38 ^C |
| SS | 22,22 ^C | 24,02 ^A |
| prosjek | 20,60 | 19,01 |
| F _{Ofc} | * (p<0,05, F=152,21) | |
| F _{Ows} | * (p<0,05, F=82,34) | |

F_{Ofc} – F test varijanti obrada/potrošnja u radu; F_{Ows} – F test varijanti obrada/proklizavanje kotača; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Prilikom sjetve soje na potrošnju je značajan utjecaj (tablica 3.1.13.) imala brzina rada traktora (F=64,57) i tlak u pneumaticima traktora (F=37,52). Interakcija brzine i tlaka bila je značajna (F=9,24). Prosječna potrošnja goriva u sjetvi iznosila je 15,29 L ha⁻¹. Najveća potrošnja zabilježena je kod v₃ (18,61 L ha⁻¹), a najmanja kod v₁ (12,39 L ha⁻¹). Najveća potrošnja u sjetvi zabilježena je kod p₁ (17,69 L ha⁻¹), a najmanja kod p₃ (12,92 L ha⁻¹). LSD testom utvrđena je značajna razlika u potrošnji između v₁ i v₂ (2,48 L ha⁻¹), v₁ i v₃ (6,21 L ha⁻¹) te između v₂ i v₃ (3,73 L ha⁻¹). LSD testom utvrđene su značajne razlike u potrošnji između p₁ i p₂ (2,42 L ha⁻¹), p₁ i p₃ (4,77 L ha⁻¹) i p₂ i p₃ (2,35 L ha⁻¹).

Tablica 3.1.13. Utjecaj brzine sjetve i tlaka pneumatika na utrošak goriva

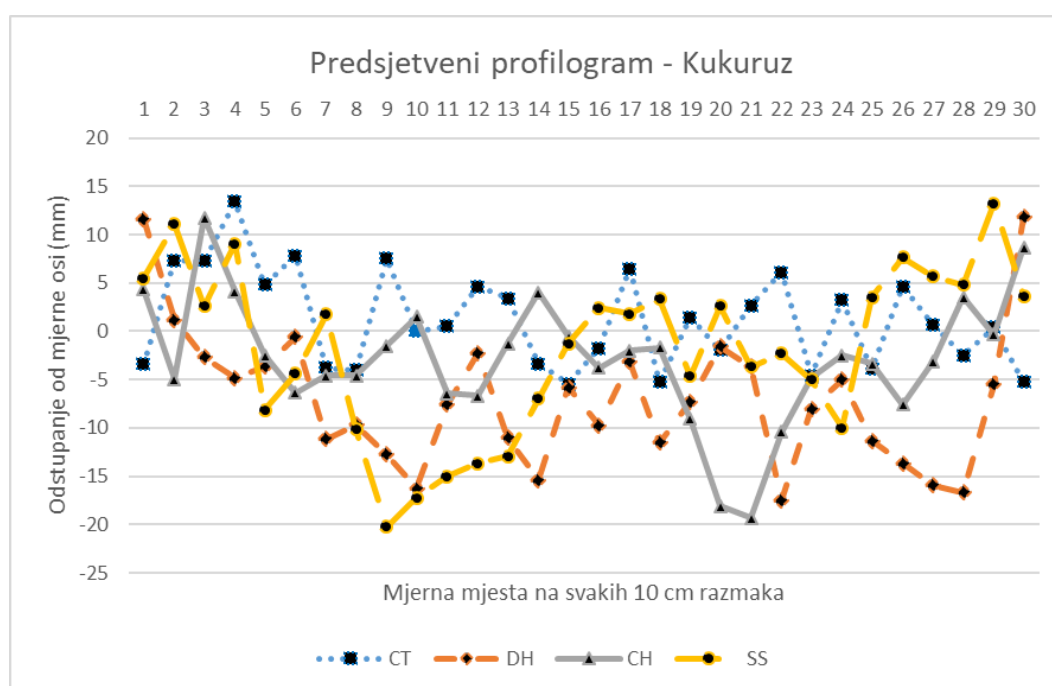
| Potrošnja u radu – sjetva (L ha ⁻¹) | | | | |
|---|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Tlak pneumatika | Brzina sjetve | | | Prosjek tlakovi |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| p ₁ | 13,36 | 19,59 | 20,10 | 17,69 ^A |
| p ₂ | 12,62 | 12,95 | 20,24 | 15,27 ^B |
| p ₃ | 11,20 | 12,08 | 15,48 | 12,92 ^C |
| Prosjek brzine | 12,39 ^c | 14,88 ^b | 18,60 ^a | 15,29 |
| F _T | * (p<0,05, F=37,52) | | | |
| F _B | *(p<0,05, F=64,57) | | | |

F_B – F test varijanti brzina sjetve; F_T – F test podvarijanti tlak pneumatika; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.2. Kukuruz (*Zea mays* L.)

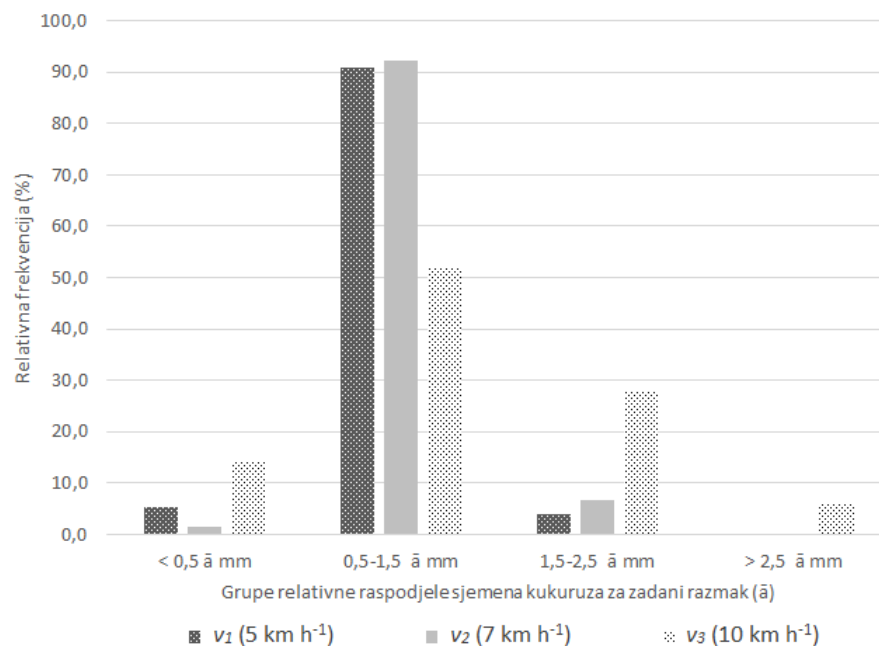
U drugoj godini istraživanja koje započinje provedbom svih sustava obrade tla dana 28. listopada 2017. godine. godine promatran je kukuruz (*Zea mays* L.), sorta *Kulak*. Dopunska obrada tla rotodrljačom s nazubljenim valjkom provedena je prije sjetve. Na osnovu izmjerenih udaljenosti čestica tla od označenog konopca napravljen je predsjetveni profilogram.

Poravnatost tla nakon svih provedenih osnovnih i dopunskih obrada prikazana je u predsjetvenom profilogramu u grafikonu 3.2.1.



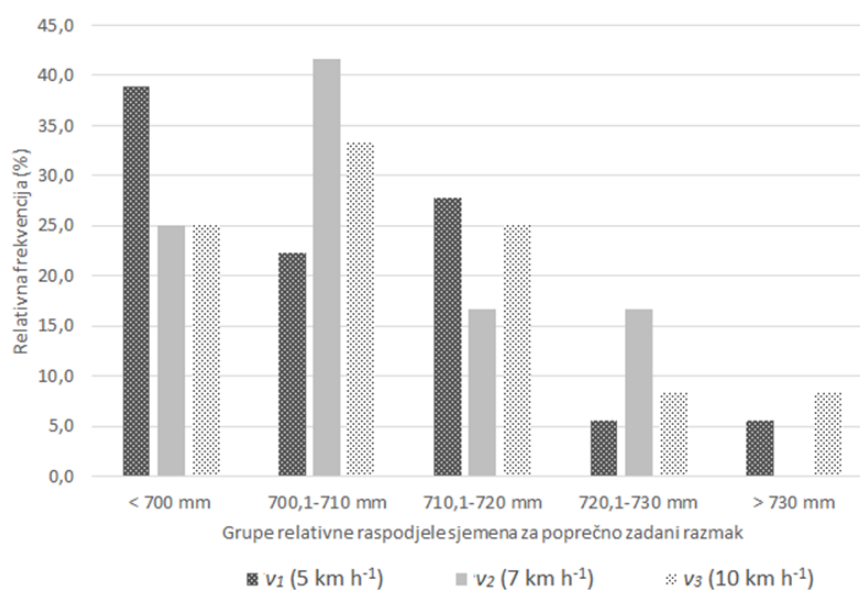
Grafikon 3.2.1. Profilogram za sve varijante obrade tla prije sjetve kukuruza (*Zea mays* L.)

Nakon nicanja kukuruza konopcem duljine radnog zahvata sijačice i metrom izmjerena je uzdužna, poprečna i raspodjela sjemena po dubini (grafikoni 3.2.2., 3.2.3. i 3.2.4.) za provedene sustave obrade i sve primijenjene brzine sjetve (v_1 , v_2 , v_3).



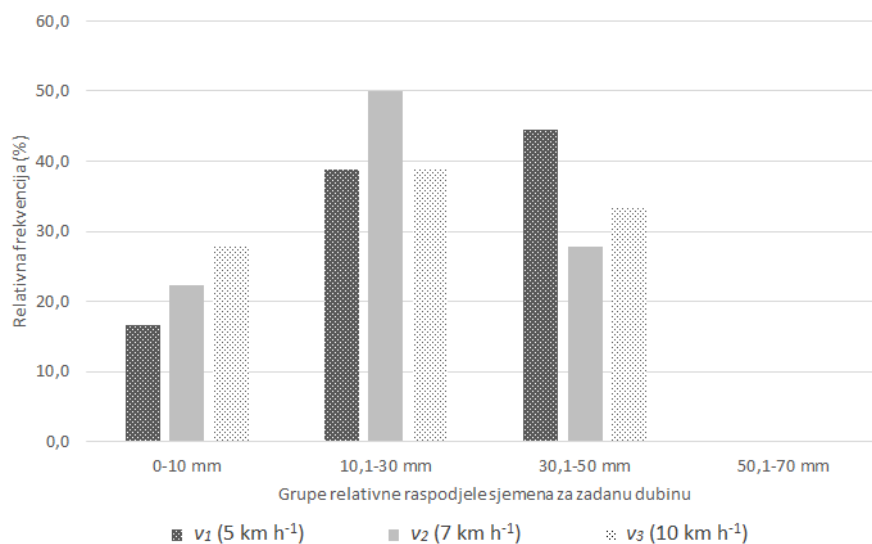
Grafikon 3.2.2. Uzdužna raspodjela sjemena kukuruza pri različitim brzinama sjetve

U brzini sjetve v_2 najviše sjemena raspodjeljeno je u grupi od 0,5 do 1,5 ā mm odnosno unutar zadanog razmaka (92,19 %). Brzina v_1 također je osigurala visoki postotak raspodjele sjemena u zadanom razmaku bez statistički značajne razlike u odnosu na brzinu sjetve v_2 (tablica 3.2.4.). Najveća brzina sjetve v_3 pridonijela je značajnom povećanju uzdužne raspodjele sjemena u grupi 1,5 od 2,5 ā mm (28 %) te rijedem sklopu od zadano očekivanog.



Grafikon 3.2.3. Poprečna raspodjela sjemena kukuruza pri različitim brzinama sjetve

Primjenjene brzine sjetve (v_1 , v_2 , v_3) nisu statistički utjecale na zadanu poprečnu raspodjelu sjemena kukuruza koja je bila ujednačena (tablica 3.2.5.). Pri brzini sjetve v_3 više od 30 % te više od 40 % sjemena pri brzini v_2 se smjestilo u zadanom poprečnom razmaku raspodjele sjemena od 700,1 - 710 mm.



Grafikon 3.2.4. Raspodjela sjemena kukuruza po dubini pri različitim brzinama sjetve

Najviše sjemena na zadanoj dubini ostvareno je pri najmanjoj brzini sjeve v_1 (gotovo 45 %) pri ostalim promatranim brzinama sjetve v_2 i v_3 najviše sjemena 38 - 50 % izmjereno je na dubini raspodjele od 10,1 - 30 mm. Obzirom na ujednačenu predsjetvenu pripremu nije bilo statističkih razlika dubine položenog sjemena između promatranih brzina sjetve (tablica 3.2.5.).

3.2.1. Utjecaj sustava obrade na mehanički otpor i trenutnu vlažnost tla

U drugoj godini istraživanja je utjecaj sustava obrade tla i tlaka pneumatika traktora u sjetvi te su izvršena tri penetrometerska mjerenja mehaničkog otpora tla (tablica 3.2.1.A,B,C,D) i trenutne vlažnosti tla gravimetrijskom metodom (tablica 3.2.2.) kako slijedi dana 25. svibnja 2018. godine (1. mjerenje), 28. lipnja 2018. godine (2. mjerenje) te 28. kolovoza 2018. (3. mjerenje).

Tablica 3.2.1. A Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 1. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 1,70 | 1,47 | 1,51 | 1,16 | 1,46 | 1,62 ^B |
| | 5 - 10 cm | 2,20 | 1,97 | 1,57 | 1,48 | 1,81 | |
| | 10 - 15 cm | 1,73 | 2,12 | 1,48 | 1,50 | 1,71 | |
| | 15 - 20 cm | 1,57 | 2,39 | 1,43 | 1,35 | 1,68 | |
| | 20 - 25 cm | 1,32 | 1,96 | 1,99 | 1,36 | 1,66 | |
| | 25 - 30 cm | 1,23 | 1,72 | 2,01 | 1,19 | 1,54 | |
| | 30 - 35 cm | 1,41 | 1,67 | 1,79 | 1,18 | 1,51 | |
| | 35 - 40 cm | 1,43 | 1,75 | 1,69 | 1,46 | 1,59 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 1,92 | 1,88 | 1,55 | 1,56 | 1,73 | 1,80 ^A |
| | 5 - 10 cm | 2,73 | 2,08 | 2,14 | 2,41 | 2,34 | |
| | 10 - 15 cm | 2,22 | 2,08 | 1,86 | 1,96 | 2,03 | |
| | 15 - 20 cm | 1,67 | 2,12 | 1,92 | 1,60 | 1,83 | |
| | 20 - 25 cm | 1,39 | 2,10 | 1,87 | 1,33 | 1,67 | |
| | 25 - 30 cm | 1,53 | 1,85 | 1,88 | 1,20 | 1,61 | |
| | 30 - 35 cm | 1,51 | 1,66 | 1,83 | 1,40 | 1,60 | |
| | 35 - 40 cm | 1,53 | 1,75 | 1,68 | 1,57 | 1,63 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 1,40 | 1,36 | 1,48 | 1,41 | 1,41 | 1,71 ^{AB} |
| | 5 - 10 cm | 2,38 | 2,29 | 2,33 | 1,97 | 2,24 | |
| | 10 - 15 cm | 2,13 | 2,22 | 2,27 | 1,61 | 2,06 | |
| | 15 - 20 cm | 1,74 | 2,16 | 2,17 | 1,35 | 1,85 | |
| | 20 - 25 cm | 1,26 | 1,75 | 2,00 | 1,21 | 1,56 | |
| | 25 - 30 cm | 1,00 | 1,66 | 1,97 | 1,31 | 1,49 | |
| | 30 - 35 cm | 1,24 | 1,75 | 1,69 | 1,35 | 1,51 | |
| | 35 - 40 cm | 1,67 | 1,58 | 1,66 | 1,42 | 1,58 | |
| Prosjek | | 1,66 ^b | 1,89 ^a | 1,82 ^a | 1,47 ^c | | |
| F _O | * (p<0,05, F=19,96) | | | | | | |
| F _P | * (p<0,05, F=6,67) | | | | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na otpore u prvom mjerenju je značajno utjecala obrada tla (F=19,96), dubina uzorkovanja (F=14,01) i tlak pneumatika (F=6,67). Prosječna vrijednost otpora iznosila je 1,71 MPa.

Najveći otpori izmjereni su kod DH (1,89 MPa), pri p_2 (1,80 MPa) i na dubini 5 - 10 cm (2,13 MPa), a najmanji na SS (1,47 MPa), p_1 (1,62 MPa) i 0 - 5 cm (1,53 MPa).

LSD testom utvrđene su slijedeće statistički značajne razlike u otporima između: CT i DH (0,23 MPa), CT i CH (0,16 MPa), CT i SS (0,19 MPa), DH i SS (0,41 MPa) te CH i SS (0,35 MPa). Razlika u tlakovima pneumatika bila je značajna samo između p_1 i p_2 i iznosila je 0,19 MPa.

Tablica 3.2.1.B Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 2. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|--------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 1,23 | 1,66 | 1,63 | 1,36 | 1,47 | 2,44 ^{AB} |
| | 5 - 10 cm | 2,07 | 2,27 | 2,00 | 1,50 | 1,96 | |
| | 10 - 15 cm | 2,86 | 2,60 | 1,92 | 1,66 | 2,26 | |
| | 15 - 20 cm | 3,12 | 2,91 | 2,51 | 1,37 | 2,48 | |
| | 20 - 25 cm | 3,14 | 3,28 | 3,06 | 1,43 | 2,73 | |
| | 25 - 30 cm | 2,95 | 3,39 | 3,35 | 1,51 | 2,80 | |
| | 30 - 35 cm | 2,99 | 3,33 | 3,27 | 2,05 | 2,91 | |
| | 35 - 40 cm | 3,06 | 3,25 | 2,94 | 2,47 | 2,93 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 2,12 | 1,93 | 1,48 | 1,20 | 1,69 | 2,53 ^A |
| | 5 - 10 cm | 2,65 | 2,86 | 2,10 | 1,87 | 2,37 | |
| | 10 - 15 cm | 2,64 | 2,94 | 2,38 | 1,77 | 2,43 | |
| | 15 - 20 cm | 2,65 | 3,10 | 2,41 | 1,84 | 2,50 | |
| | 20 - 25 cm | 2,18 | 3,51 | 3,15 | 1,70 | 2,64 | |
| | 25 - 30 cm | 2,16 | 3,37 | 3,49 | 1,93 | 2,74 | |
| | 30 - 35 cm | 2,57 | 3,44 | 3,42 | 2,38 | 2,95 | |
| | 35 - 40 cm | 2,55 | 3,14 | 3,36 | 2,57 | 2,90 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 1,75 | 1,51 | 1,85 | 1,32 | 1,61 | 2,26 ^B |
| | 5 - 10 cm | 2,20 | 1,92 | 2,53 | 1,63 | 2,07 | |
| | 10 - 15 cm | 2,12 | 2,07 | 2,95 | 1,84 | 2,25 | |
| | 15 - 20 cm | 2,18 | 2,21 | 3,02 | 1,77 | 2,30 | |
| | 20 - 25 cm | 2,54 | 2,20 | 2,97 | 1,74 | 2,36 | |
| | 25 - 30 cm | 2,65 | 2,21 | 3,21 | 1,76 | 2,45 | |
| | 30 - 35 cm | 2,44 | 2,21 | 3,34 | 1,81 | 2,45 | |
| | 35 - 40 cm | 2,63 | 2,46 | 3,05 | 2,18 | 2,58 | |
| Prosjek | | 2,48 ^b | 2,66 ^{ab} | 2,72 ^a | 1,78 ^c | | |
| F_0 | * ($p < 0,05$, $F=31,83$) | | | | | | |
| F_p | * ($p < 0,05$, $F=4,26$) | | | | | | |

F_0 – F test varijanti obrade; F_p – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

U drugom mjerenju statistički značajan utjecaj bio je kod obrade ($F=31,83$), tlaka ($F=4,26$) i dubine ($F=13,82$), a prosječan otpor 2,41 MPa. Najveći penetrometerski otpor izmjeren je na CH (2,72 MPa), pri tlaku pneumatika p_2 (2,53 MPa) i na 35 - 40 cm (2,80 MPa). Najmanji otpor izmjeren je na SS (1,78 MPa), p_3 (2,26 MPa) i na dubini od 0 - 5 cm (1,59 MPa).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u otporima između CT i CH (0,25 MPa), CT i SS (0,70 MPa), DH i SS (0,88 MPa) i CH i SS (0,95 MPa). Razlika u otporima bila je opravdana samo između p_2 i p_3 i iznosila je 0,27 MPa.

Tablica 3.2.1.C Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 3. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 0,71 | 1,76 | 0,76 | 0,57 | 0,95 | 2,95 |
| | 5 - 10 cm | 1,32 | 2,46 | 1,68 | 1,35 | 1,70 | |
| | 10 - 15 cm | 1,66 | 3,11 | 3,11 | 1,42 | 2,33 | |
| | 15 - 20 cm | 2,32 | 3,99 | 3,61 | 1,82 | 2,93 | |
| | 20 - 25 cm | 2,91 | 4,43 | 4,02 | 2,68 | 3,51 | |
| | 25 - 30 cm | 3,78 | 4,22 | 4,23 | 3,77 | 4,00 | |
| | 30 - 35 cm | 3,97 | 4,35 | 4,23 | 3,68 | 4,06 | |
| | 35 - 40 cm | 4,01 | 4,55 | 4,03 | 3,86 | 4,11 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 1,10 | 0,93 | 0,86 | 1,03 | 0,98 | 3,11 |
| | 5 - 10 cm | 1,35 | 2,23 | 2,08 | 1,59 | 1,81 | |
| | 10 - 15 cm | 1,62 | 3,25 | 3,40 | 1,83 | 2,52 | |
| | 15 - 20 cm | 2,53 | 3,52 | 3,99 | 2,39 | 3,11 | |
| | 20 - 25 cm | 2,59 | 4,13 | 4,35 | 3,34 | 3,60 | |
| | 25 - 30 cm | 3,49 | 4,15 | 4,39 | 3,66 | 3,92 | |
| | 30 - 35 cm | 3,77 | 4,41 | 5,06 | 3,92 | 4,29 | |
| | 35 - 40 cm | 4,69 | 4,74 | 5,06 | 4,10 | 4,65 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 0,80 | 0,93 | 0,84 | 0,95 | 0,88 | 2,87 |
| | 5 - 10 cm | 1,00 | 1,58 | 1,73 | 1,54 | 1,46 | |
| | 10 - 15 cm | 1,68 | 2,41 | 1,65 | 2,45 | 2,05 | |
| | 15 - 20 cm | 1,97 | 3,08 | 2,27 | 3,55 | 2,72 | |
| | 20 - 25 cm | 2,56 | 3,40 | 2,82 | 3,86 | 3,16 | |
| | 25 - 30 cm | 3,45 | 3,77 | 4,24 | 4,24 | 3,93 | |
| | 30 - 35 cm | 4,25 | 3,93 | 4,05 | 4,93 | 4,29 | |
| | 35 - 40 cm | 4,64 | 3,77 | 4,05 | 5,30 | 4,44 | |
| Prosjek | | 2,59 ^a | 3,30 ^b | 3,19 ^b | 2,83 ^a | | |
| F_0 | * ($p < 0,05$, $F=12,55$) | | | | | | |
| F_p | n.s. ($p < 0,05$, $F=2,48$) | | | | | | |

F_0 – F test varijanti obrade; F_p – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

Na otpore trećeg mjerenja značajno je utjecala obrada tla ($F=12,55$), dubina uzorkovanja ($F=93,75$). Prosječna vrijednost otpora iznosila je 2,98 MPa. Najveći otpori izmjereni su kod DH (3,30 MPa), pri p_2 (3,11 MPa) i na dubini 35 - 40 cm (4,40 MPa), a najmanji na CT (2,59 MPa), p_3 (2,86 MPa) i 0 - 5 cm (0,94 MPa).

LSD testom utvrđene su slijedeće statistički značajne razlike u otporima između: CT i DH (0,70 MPa), CT i CH (0,60 MPa), DH i SS (0,47 MPa) te CH i SS (0,36 MPa).

Tablica 3.2.1.D Utjecaj dubine mjerenja na mehanički otpor tla

| Otpori po promatranoj dubini | | | |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Dubina mjerenja otpora | Otpori mjerenje 1. prosjek (MPa) | Otpori mjerenje 2. prosjek (MPa) | Otpori mjerenje 3. prosjek (MPa) |
| 0 - 5 cm | 1,53 ^c | 1,59 ^d | 0,94 ^g |
| 5 - 10 cm | 2,13 ^a | 2,13 ^c | 1,66 ^f |
| 10 - 15 cm | 1,93 ^b | 2,31 ^{bc} | 2,30 ^e |
| 15 - 20 cm | 1,79 ^b | 2,42 ^{abc} | 2,92 ^d |
| 20 - 25 cm | 1,63 ^{bc} | 2,58 ^{ab} | 3,43 ^c |
| 25 - 30 cm | 1,54 ^c | 2,66 ^a | 3,95 ^{ab} |
| 30 - 35 cm | 1,54 ^c | 2,77 ^a | 4,21 ^a |
| 35 - 40 cm | 1,60 ^c | 2,80 ^a | 4,40 ^a |
| F _D | * (p<0,05, F=14,01) | * (p<0,05, F=13,82) | * (p<0,05, F=93,75) |

F_D – F test podpodvarijanti dubina penetrometriranja; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

U prvom mjerenju LSD testom utvrđene su razlike u otporima na dubinama mjerenja između 0 - 5 cm i: 5 - 10 cm (0,60 MPa), 10 - 15 cm (0,40 MPa), 15 - 20 cm (0,26MPa); zatim između 5 - 10 cm i: 10 - 15 cm (0,20 MPa), 15 - 20 cm (0,34 MPa), 20 - 25 cm (0,50 MPa), 25 - 30 cm (0,59 MPa), 30 - 35 cm (0,59 MPa) i 35 - 40 cm (0,53 MPa); između 10 - 15 cm i: 20 - 25 cm (0,30 MPa), 25 - 30 cm (0,39 MPa), 30 - 35 cm (0,39 MPa) i 35 - 40 cm (0,33 MPa); između 15 - 20 cm i: 25 - 30 cm (0,24 MPa), 30 - 35 cm (0,25 MPa) i 35 - 40 cm (0,19 MPa).

LSD testom utvrđene su razlike u otporima drugog mjerenja na dubinama mjerenja između 0 - 5 cm i: 5 - 10 cm (0,55 MPa), 10 - 15 cm (0,73 MPa), 15 - 20 cm (0,84MPa), 20 - 25 cm (0,99 MPa), 25 - 30 cm (1,08 MPa), 30 - 35 cm (1,18 MPa), 35 - 40 cm (1,22 MPa); zatim između 5 - 10 cm i : 20 - 25 cm (0,44 MPa), 25 - 30 cm (0,53 MPa), 30 - 35 cm (0,64 MPa) i 35 - 40 cm (0,67 MPa); između 10 - 15 cm i: 25 - 30 cm (0,35 MPa), 30 - 35 cm (0,46 MPa) i 35 - 40 cm (0,49 MPa); između 15 - 20 cm i : 30 - 35 cm (0,35 MPa) i 35 - 40 cm (0,38 MPa).

U trećem mjerenju LSD testom utvrđene su razlike u otporima na dubinama mjerenja između 0 - 5 cm i: 5 - 10 cm (0,72 MPa), 10 - 15 cm (1,36 MPa), 15 - 20 cm (1,98MPa), 20 - 25 cm (2,49 MPa), 25 - 30 cm (3,01 MPa), 30 - 35 cm (3,27 MPa), 35 - 40 cm (3,47 MPa); zatim između 5 - 10 cm i : 10 - 15 cm (0,64 MPa), 15 - 20 cm (1,26 MPa), 20 - 25 cm (1,77 MPa), 25 - 30 cm (2,29 MPa), 30 - 35 cm (2,55 MPa) i 35 - 40 cm (2,74 MPa); između 10 - 15 cm i: 15 - 20 cm (0,62 MPa), 20 - 25 cm (1,13 MPa), 25 - 30 cm (1,65 MPa), 30 - 35 cm (1,91 MPa) i 35 - 40 cm (2,10 MPa); između 15 - 20 cm i : 20 - 25 cm (0,50 MPa), 25 - 30 cm (1,03 MPa), 30 - 35 cm (1,29 MPa) i 35 - 40 cm (1,48 MPa); između 20 - 25 cm i: 25 - 30 cm (0,52 MPa), 30 - 35 cm (0,79 MPa), 35 - 40 cm (0,98 MPa); između 25 - 30 cm i 35 - 40 cm (0,45 MPa).

Tablica 3.2.2. Utjecaj sustava obrade na vlažnost tla

| Dubina uzorkovanja (cm) | Trenutna vlažnost, mjerenje 1. (%) | | | | | Trenutna vlažnost, mjerenje 2. (%) | | | | | Trenutna vlažnost, mjerenje 3. (%) | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Obrada | | | | Prosjeak po dubini | Obrada | | | | Prosjeak po dubini | Obrada | | | | Prosjeak po dubini |
| | CT | DH | CH | SS | | CT | DH | CH | SS | | CT | DH | CH | SS | |
| 10 cm | 18,80 | 17,24 | 21,97 | 21,75 | 19,94 ^B | 16,42 | 15,74 | 19,12 | 19,12 | 17,60 ^C | 14,15 | 14,84 | 16,74 | 17,98 | 15,93 ^E |
| 20 cm | 11,67 | 17,06 | 18,87 | 22,78 | 17,59 ^E | 15,88 | 16,49 | 19,43 | 21,14 | 18,24 ^B | 14,89 | 15,88 | 17,76 | 19,30 | 16,96 ^D |
| 30 cm | 14,60 | 19,25 | 16,68 | 23,63 | 18,54 ^D | 14,76 | 18,12 | 18,60 | 22,83 | 18,58 ^B | 16,69 | 17,26 | 19,22 | 21,01 | 18,54 ^B |
| 40 cm | 11,53 | 15,93 | 23,43 | 21,27 | 18,04 ^C | 13,11 | 16,19 | 21,55 | 24,00 | 18,71 ^B | 15,10 | 15,86 | 19,20 | 20,72 | 17,72 ^C |
| 50 cm | 17,81 | 19,09 | 29,68 | 21,58 | 22,04 ^A | 17,62 | 18,67 | 22,55 | 24,40 | 20,81 ^A | 17,83 | 17,70 | 22,36 | 21,94 | 19,96 ^A |
| Prosjeak obrada | 14,88 ^c | 17,72 ^b | 22,13 ^a | 22,20 ^a | 19,23 | 15,56 ^d | 17,04 ^c | 20,25 ^b | 22,30 ^a | 18,79 | 15,73 ^d | 16,31 ^c | 19,06 ^b | 20,19 ^a | 17,82 |
| F _O | * (p<0,05, F=1156,20) | | | | | * (p<0,05, F=409,23) | | | | | * (p<0,05, F=192,94) | | | | |
| F _D | * (p<0,05, F=234,20) | | | | | * (p<0,05, F=51,51) | | | | | * (p<0,05, F=79,11) | | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_D – F test dubina penetrometiranja; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Analizom varijance utvrđeno je da trenutna vlažnost u prvom mjerenju bila pod značajnim utjecajem obrade tla (F=1156,2) i dubine (F=234,2). Interakcija obrade tla i dubine bila je statistički značajna (F=157,5). Prosječna trenutna vlažnost iznosila je 19,23 %. Najveća trenutna vlažnost izmjerena je na SS (22,20 %), i na 50 cm dubine tla (22,04 %), dok je najmanja izmjerena na CT (14,88 %) i na 20 cm dubine tla (17,59 %).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u trenutnoj vlažnosti između CT i DH (2,83 %), CT i CH (7,24 %), CT i SS (7,32 %), DH i CH (4,41 %) te DH i SS (4,49 %). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u trenutnoj vlažnosti s obzirom na dubinu uzorkovanja tla pa su tako zabilježene značajne razlike u trenutnoj vlažnosti između 10 i 20 cm dubine (2,34 %), 10 i 30 cm (1,40 %), 10 i 40 cm (1,90 %), 10 i 50 cm (2,10 %), 20 i 30 cm (0,95 %), 20 i 40 cm (0,44 %), 20 i 50 cm (4,45 %), 30 i 40 cm (0,50 %), 30 i 50 cm (3,50 %) i 40 i 50 cm (4,00 %).

Na trenutnu vlažnost tla u drugom mjerenju statistički je značajno utjecala obrada tla (F=409,23) i dubina s koje je uzorkovano tlo (F=51,51). Uočena je statistički značajna interakcija varijanti obrade tla i dubine uzorkovanja (F=18,71).

Prosječna vlažnost tla u 2. mjerenju iznosila je 18,79 %. Najveća vlažnost izmjerena je u uzorcima tla na SS (22,29 %) i na dubini od 50 cm (20,81 %). Najmanja vlažnost tla je izmjerena na CT varijanti (15,56 %) i na dubini 10, cm (17,60 %).

LSD testom utvrđeno je kako je vlažnost tla na CT varijanti bila statistički značajno manja u odnosu na vlažnost tla s DH (za 1,48 %), s CH (4,69 %) i SS (6,74 %). Vlažnost tla na DH varijanti bila je za 3,20 % manja u odnosu na CH i za 5,25 % manja u odnosu na tlo sa SS

varijante obrade. Tlo na CH varijanti imalo je za 2,05 % manju vlažnost u odnosu na tlo sa SS varijante obrade.

Na dubini od 10 cm tlo je imalo za 0,64 % manju vlažnost u odnosu na dubinu od 20 cm, za 0,98 % manju vlažnost u odnosu na 30 cm, za 1,11 % manju vlažnost u odnosu na 40 cm i za 3,21 % manju vlažnost u odnosu na 50 cm. Trenutna vlažnost tla na dubini od 20 cm bila je za 2,57 % manja od vlažnosti tla na 50 cm. Vlažnost tla na dubini od 30 cm bila je za 2,23 % manja u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na 40 cm bila je za 2,10 % manju u odnosu na 50 cm. Razlike u trenutnoj vlažnosti tla na dubinama 20, 30 i 40 cm nisu bile statistički značajne.

Na trenutnu vlažnost tla trećeg mjerenja statistički je značajno utjecala obrada tla ($F=192,94$) i dubina s koje je uzorkovano tlo ($F=79,11$). Uočena je statistički značajna interakcija varijanti obrade tla i dubine uzorkovanja ($F=3,01$). Prosječna vlažnost tla u 3. mjerenju iznosila je 17,82 %. Najveća vlažnost izmjerena je u uzorcima tla na SS (20,19 %) i na dubini od 50 cm (19,96 %). Najmanja vlažnost tla je izmjerena na CT varijanti (15,73 %) i na dubini 10 cm (15,93 %).

LSD testom utvrđeno je kako je vlažnost tla na CT varijanti bila statistički značajno manja u odnosu na vlažnost tla s DH (za 0,57 %), s CH (3,32 %) i SS (4,46 %). Vlažnost tla na DH varijanti bila je za 2,75 % manja u odnosu na CH i za 3,88 % manja u odnosu na tlo sa SS varijanti obrade. Tlo na CH varijanti imalo je za 1,13 % manju vlažnost u odnosu na tlo sa SS varijante obrade.

Na dubini od 10 cm tlo je imalo za 1,03 % manju vlažnost u odnosu na dubinu od 20 cm, za 2,61 % manju vlažnost u odnosu na 30 cm, za 1,79 % manju vlažnost u odnosu na 40 cm i za 4,03 % manju vlažnost u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na dubini od 20 cm bila je za 1,58 % manja od vlažnosti tla na 30 cm, za 0,77 % manja u odnosu na vlažnost tla s 40 cm i za 3,00 % manja vlažnost u odnosu na tlo s 50 cm dubine. Trenutna vlažnost tla na dubini od 30 cm bila je za 0,82 % manja od vlažnosti tla s 40 cm i za 1,41 % manja u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na 40 cm bila je za 2,23 % manja u odnosu na 50 cm.

3.2.2. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka

Mjerenje pokrivenosti površine tla posliježetvenim ostacima izvršeno je po linijskoj metodi (eng. "line-transect method") prilagođenoj metričkom mjernom sustavu. Tom metodom prebrojani su posliježetveni ostatci soje dana 20. travnja 2018. godine na svim primijenjenim sustavima obrade u 4 ponavljanja, a rezultati su prikazani u tablici 3.2.3.

Tablica 3.2.3. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka

| Obrada | Posliježetveni ostaci (%) | | | |
|----------------|---------------------------|-------|-------|--------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 7,50 | 5,25 | 9,00 | 7,25 ^D |
| DH | 32,50 | 29,50 | 27,25 | 29,75 ^C |
| CH | 42,75 | 45,75 | 45,00 | 44,5 ^B |
| SS | 53,25 | 53,75 | 51,25 | 52,75 ^A |
| Prosjek brzine | 34,00 | 33,56 | 33,13 | 33,56 |
| F _O | * (p<0,05, F=427,68) | | | |
| F _B | n.s. (p<0,05, F=0,27) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istog stupca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na pokrivenost žetvenim ostacima, koja je u prosjeku iznosila 33,56 %, statistički je značajno utjecala obrada tla (F= 427,68).

Najveća pokrivenost izmjerena je na SS varijanti obrade (52,75 %), a najmanja na CT (7,25 %). Sve razlike u pokrivenosti žetvenim ostacima između varijanti obrade tla bile su statistički značajne te su iznosile: između DH i CT 22,5 %, CH i CT – 37,25 %, SS i CT – 45,50 %, CH i DH – 14,75 %, SS i DH – 23 % te SS i CH – 8,25 %.

3.2.3. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na sklop, uzdužnu i poprečnu raspodjelu sjemena te duljinu mezokotila

Rezultati utjecaja provedenog sustava obrade tla i primijenjene brzine u sjetvi na sklop i uzdužnu raspodjelu sjemena te poprečnu raspodjelu sjemena i duljinu mezokotila, prikazani su u tablicama 3.2.4. i 3.2.5.

Broj biljaka kukuruza po hektaru (biljaka ha⁻¹) u prosjeku je iznosio 78 250 i bio je pod značajnim utjecajem obrade tla (F=34,2) i brzine (F=152,4). F testom je utvrđena statistički značajna interakcija obrade i brzine (F=14,9). Najveći sklop izmjeren je na CH varijanti (80 777 biljaka ha⁻¹) i na v_1 (80 750 biljaka ha⁻¹), a najmanji na CT (75 333 biljaka ha⁻¹) i na v_3 (73 500 biljaka ha⁻¹).

LSD testiranjem utvrđene su statistički značajne razlike u sklopu kukuruza između DH i CT (5444 biljaka ha⁻¹), SS i CT (3444 biljaka ha⁻¹), DH i CT (2777 biljaka ha⁻¹), CH i DH (2666 biljaka ha⁻¹) i CH i SS (2000 biljaka ha⁻¹). Sklop kukuruza na v_3 je bio za 7250 biljaka ha⁻¹ manji od v_1 i za 7000 biljaka ha⁻¹ manji od v_2 . Razlike u sklopu između kukuruza na v_1 i v_2

nisu bile statistički značajne.

Na uzdužnu raspodjelu sjemena kukuruza, koja je u prosjeku iznosila 18,76 cm, značajno je utjecala brzina sjetve ($F=43,48$) i varijanta obrade tla ($F=4,78$). Najveća uzdužna raspodjela zabilježena je kod v_3 brzine (20,35 cm), a najmanja kod v_1 (17,86 cm). Najveća uzdužna raspodjela sjemena kukuruza bila je zabilježena na SS varijanti obrade tla i iznosila je 19,35 cm, a najmanja na CH varijanti obrade (18,11 cm).

LSD testiranjem zabilježene su statistički značajne razlike kod uzdužne raspodjele sjemena kukuruza između v_3 i v_1 (2,49 cm) te između v_3 i v_2 (2,27 cm). Razlike između v_1 i v_2 nisu bile statistički značajne.

Uzdužna raspodjela sjemena kukuruza na CT varijanti obrade bila je za 0,73 cm manja u odnosu na SS varijantu obrade. Razlike između uzdužne raspodjele sjemena kukuruza na CT, DH i CH varijantama obrade nisu bile statistički opravdane. Uzdužna raspodjela sjemena kukuruza na DH bila je statistički značajno veća (za 0,86 cm) u odnosu na CH, dok je uzdužna raspodjela sjemena kukuruza na CH bila za 1,24 cm manja u odnosu na uzdužnu raspodjelu sjemena kukuruza na SS varijanti obrade tla.

Tablica 3.2.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na sklop i uzdužnu raspodjelu sjemena

| Obrada | Sklop (biljaka ha ⁻¹) | | | | Uzdužna raspodjela sjemena (cm) | | | |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 77 667 | 75 667 | 72 667 | 75 333 ^C | 17,57 | 18,23 | 20,06 | 18,62 ^B |
| DH | 81 667 | 79 667 | 73 000 | 78 111 ^B | 17,73 | 18,71 | 20,47 | 18,97 ^{AB} |
| CH | 84 667 | 85 333 | 72 333 | 80 777 ^A | 17,43 | 17,17 | 19,73 | 18,11 ^{BC} |
| SS | 79 000 | 81 333 | 76 000 | 78 777 ^B | 18,71 | 18,21 | 21,14 | 19,35 ^A |
| Prosjek brzine | 80 750 ^a | 80 500 ^a | 73 500 ^b | 78 250 | 17,86 ^b | 18,08 ^b | 20,35 ^a | 18,76 |
| F _O | * ($p<0,05$, $F=34,2$) | | | | * ($p<0,05$, $F=4,78$) | | | |
| F _B | * ($p<0,05$, $F=152,4$) | | | | * ($p<0,05$, $F=43,48$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

Na poprečnu raspodjelu sjemena nije statistički značajno utjecala niti jedna od varijanti i podvarijanti. Prosječna raspodjela sjemena iznosila je 70,46 cm.

Prosječna duljina mezokotila iznosila je 2,59 cm i nije bila pod značajnim utjecajem sustava obrade tla niti brzine sjetve.

Tablica 3.2.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na uzdužnu raspodjelu sjemena i duljinu mezokotila

| Obrada | Duljina mezokotila (cm) | | | | Poprečna raspodjela sjemena (cm) | | | |
|----------------|----------------------------------|-------|-------|----------------|----------------------------------|-------|-------|----------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 2,84 | 2,65 | 2,78 | 2,75 | 69,52 | 70,55 | 70,58 | 70,21 |
| DH | 2,71 | 2,54 | 2,45 | 2,57 | 70,40 | 71,04 | 71,05 | 70,83 |
| CH | 3,00 | 2,60 | 3,00 | 2,86 | 70,83 | 71,01 | 69,46 | 70,43 |
| SS | 2,21 | 2,22 | 2,16 | 2,20 | 70,15 | 70,90 | 70,10 | 70,38 |
| Prosjek brzine | 2,69 | 2,50 | 2,60 | 2,60 | 70,22 | 70,87 | 70,30 | 70,46 |
| F _O | n.s. ($p < 0,05$, $F = 1,70$) | | | | n.s. ($p < 0,05$, $F = 0,40$) | | | |
| F _B | n.s. ($p < 0,05$, $F = 0,23$) | | | | n.s. ($p < 0,05$, $F = 1,00$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti;

3.2.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na visinu biljke, masu stabljike i ukupnu masu biljke

Visina biljaka u prosjeku je iznosila 248,42 cm i na njeno variranje je značajno utjecala obrada tla ($F = 20,3$) i brzina ($F = 239,0$). Interakcija između obrade i brzine bila je statistički značajna ($F = 19,0$). Najveću visinu imao je kukuruz na DH (253,50 cm) i na v_1 (261,15 cm), a najmanju na CT (245,50 cm) i pri brzini sjetve v_3 (240,34 cm) (tablica 3.2.6.).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u visini biljaka između kukuruza na DH i CT (7,99 cm), CH i CT (3,52 cm), DH i CH (4,47 cm), DH i SS (7,83 cm) i CH i SS (3,37 cm).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u visini biljaka pri v_1 i v_2 (17,37 cm), v_1 i v_3 (20,81 cm) te v_2 i v_3 (3,44 cm).

Masa stabljike kukuruza, koja je u prosjeku iznosila 246,35 g, bila je pod značajnim utjecajem obrade tla ($F = 10,71$) i brzine ($F = 81,59$). Utvrđena je statistički značajna interakcija oba faktora ($F = 79,56$). Najveća masa stabljike izmjerena je na kukuruzu kod DH (255,08 g), a najmanja kod CT (235,32 g). Na v_2 kukuruz je imao najveću masu stabljike (269,04 g), a na v_3 najmanju (231,82 g).

Sve razlike između varijanti obrade bile su statistički značajne, osim između DH i SS i CH i SS. Masa stabljike kukuruza na CT varijanti obrade bila je statistički značajno manja u odnosu na DH za 19,76 g, u odnosu na CH za 10,20 g i u odnosu na SS za 14,12 g. Masa stabljike kukuruza na DH je bila za 9,56 g veća u odnosu na kukuruz s CH varijante obrade tla.

Provedbom LSD testa utvrđene su statistički značajne razlike u masi stabljike kukuruza između v_2 i v_1 (30,86 g) i v_2 i v_3 (37,22 g). Razlika između v_1 i v_3 nije bila statistički značajna.

Na masu biljke koja je u prosjeku iznosila 465 g, statistički je značajno utjecala varijanta obrade tla (F=13,81) i brzina (F=103,76). Interakcija obrade tla i brzine bila je statistički značajna (F=75,51). Najveću masu biljke imao je kukuruz na DH varijanti (477 g), a najmanju na CT varijanti obrade (450 g). Najveća masa biljke kukuruza izmjerena je na v_2 brzini (497 g), a najmanja na v_3 (442 g).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u masi biljke kukuruza između CT i DH (27,13 g), CT i CH (12,83 g), CT i SS (21,72 g) te između DH i CH (14,29 g).

LSD testom je utvrđeno da je razlika u masi biljke kukuruza između brzina bila značajna i iznosila je 38,49 g (između v_2 i v_1), 16,28 g (između v_1 i v_2) i 54,78 g (između v_3 i v_2).

Tablica 3.2.6. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na visinu biljke, masu stabljike i ukupnu masu biljke

| Obrada | Visina biljke (cm) | | | Prosjek obrade | Masa stabljike (g) | | | Prosjek obrade | Masa biljke ukupna (g) | | | Prosjek obrade |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| | Brzina | | | | Brzina | | | | Brzina | | | |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 260,77 | 246,30 | 229,45 | 245,51 ^C | 247,56 | 285,35 | 173,06 | 235,33 ^A | 454,40 | 518,27 | 378,69 | 450,45 ^C |
| DH | 260,38 | 247,12 | 253,00 | 253,50 ^A | 246,12 | 262,36 | 256,78 | 255,08 ^B | 472,54 | 482,42 | 477,79 | 477,589 ^A |
| CH | 260,25 | 244,63 | 242,20 | 249,03 ^B | 257,03 | 225,35 | 254,20 | 245,53 ^{BC} | 485,74 | 438,07 | 466,05 | 463,29 ^B |
| SS | 263,20 | 237,07 | 236,72 | 245,66 ^C | 202,01 | 303,11 | 243,23 | 249,45 ^B | 421,2 | 549,1 | 446,2 | 472,18 ^{AB} |
| Prosjek brzine | 261,15 ^a | 243,78 ^b | 240,34 ^c | 248,42 | 238,18 ^b | 269,04 ^a | 231,82 ^b | 246,35 | 458,47 ^b | 496,97 ^a | 442,19 ^c | 465,88 |
| F _O | * (p<0,05, F=20,3) | | | | * (p<0,05, F=10,71) | | | | * (p<0,05, F=13,81) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=239,0) | | | | * (p<0,05, F=81,59) | | | | * (p<0,05, F=103,76) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.2.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu zrna po klipju, masu oklaska, masu klipa

Kako su primjenjeni sustavi obrade tla i brzine sjetve utjecali na masu zrna po klipju, masu oklaska, masu klipa vidljivo je u tablici 3.2.7.

Na variranje mase zrna po klipju statistički je značajno utjecala obrada tla (F=4,20) i brzina (F=36,25). Interakcija obrade i brzine bila je značajna (F=17,48). Prosječna masa zrna po klipju iznosila je 194,53 g: Najveću masu zrna po klipju imao je kukuruz na SS (197,63 g) i na v_2 (202,29 g), a najmanju na CT (191,42 g) i na v_3 (186,69 g).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između varijanti obrade tla: SS i CT

(6,21 g) i DH i CT (5,22 g) te između SS i CH (5,21 g). Razlike u masi zrna kukuruza pri različitim brzinama bile su statistički značajne i iznosile su 7,67 g (između v_2 i v_1), 7,92 g (između v_1 i v_3) te 15,60 g (između v_2 i v_3).

Masa oklaska kukuruza u prosjeku je iznosila 25 g te je bila pod značajnim utjecajem obrade tla ($F=7,63$) i brzine ($F=15,60$). Utvrđena je statistički značajna interakcija obrade tla i brzine ($F=22,69$). Najveća masa oklaska izmjerena je kod kukuruza na DH (25,86 g) i kod v_1 (25,68 g), a najmanja kod CT (23,70 g) i v_3 (23,69 g).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između CT i DH (2,15 g), CT i CH (1,64 g) i CT i SS (1,39 g). Ostale razlike statistički nisu bile opravdane. LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u masi oklaska između v_1 i v_3 (1,99 g) i v_2 i v_3 (1,95 g). Razlika između v_1 i v_2 nije bila statistički značajna.

Prosječna masa klipa iznosila je 219,53 g i bila je pod značajnim utjecajem obrade tla ($F=5,72$) i brzine ($F=42,66$). Međusobna interakcija obrade tla i brzine bile je statistički značajna ($F=23$). Najveća masa klipa izmjerena je kod kukuruza na SS varijanti (222,72 g) i kod v_2 (227,92 g), a najmanja na CT varijanti (215,13 g) te na v_3 (210,37 g).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između DH i CT (7,37 g), SS i CT (7,60 g), CH i DH (4,74 g) te SS i DH (4,97 g). LSD testom utvrđeno je da su sve razlike u masi klipa kukuruza s obzirom na varijante brzine bile statistički značajne: v_2 i v_1 (7,63 g), v_1 i v_3 (9,92 g) i v_2 i v_3 (17,55 g).

Tablica 3.2.7. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu zrna po klipu, masu oklaska, masu klipa

| Obrada | Masa zrna po klipu (g) | | | | Masa oklaska (g) | | | | Masa klipa (zrakom prosušeno) (g) | | | |
|----------------|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 183,70 | 205,13 | 185,44 | 191,42 ^B | 23,14 | 27,79 | 20,19 | 23,70 ^B | 206,84 | 232,92 | 205,63 | 215,13 ^B |
| DH | 198,18 | 196,09 | 195,66 | 196,64 ^A | 28,24 | 23,98 | 25,35 | 25,86 ^A | 226,43 | 220,07 | 221,01 | 222,50 ^A |
| CH | 201,43 | 189,46 | 186,37 | 192,42 ^{AB} | 27,28 | 23,27 | 25,48 | 25,34 ^A | 228,71 | 212,72 | 211,85 | 217,76 ^B |
| SS | 195,14 | 218,48 | 179,28 | 197,63 ^A | 24,06 | 27,51 | 23,72 | 25,10 ^A | 219,19 | 245,99 | 203,00 | 222,73 ^A |
| Prosjek brzine | 194,61 ^b | 202,29 ^a | 186,69 ^c | 194,53 | 25,68 ^a | 25,64 ^a | 23,68 ^b | 25,00 | 220,29 ^b | 227,92 ^a | 210,37 ^c | 219,53 |
| F _O | * ($p<0,05$, $F=4,20$) | | | | * ($p<0,05$, $F=9,47$) | | | | * ($p<0,05$, $F=5,72$) | | | |
| F _B | * ($p<0,05$, $F=36,25$) | | | | * ($p<0,05$, $F=19,35$) | | | | * ($p<0,05$, $F=42,66$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

3.2.6. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu 1000 zrna, hektolitarsku masu i poljoprivredni prinos

Rezultati utjecaja provedenog sustava obrade tla i primijenjene brzine u sjetvi na masu 1000 zrna, hektolitarsku masu i prinos prikazani su u tablici 3.2.8.

Na masu 1000 zrna, koja je u prosjeku iznosila 359,92 g, statistički je značajno utjecala obrada tla ($F=25,5$) dok je utjecaj brzine izostao. Uočena je statistički značajna interakcija između obrade tla i brzine ($F=5,9$). Najveću masu 1000 zrna imao je kukuruz na DH obradi tla (374,24 g), a najmanju na CH obradi (352,51 g).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između DH i CT varijanti obrade (16,88 g), DH i CH (21,73 g) te između DH i SS varijanti obrade tla (18,66 g). Razlika u masi 1000 zrna između DH i SS nije bila statistički opravdana.

Hektolitarska masa u prosjeku je iznosila 71,04 kg hl⁻¹ i bila pod značajnim utjecajem brzine ($F=76,5$) i obrade tla ($F=14,5$), a značajna je bila i interakcija obrade i brzine ($F=61,6$). Najveća hektolitarska masa izmjerena je kod kukuruza na CH varijanti obrade tla (71,95 kg hl⁻¹), a najmanja kod SS varijante obrade tla (70,49 kg hl⁻¹). Najveću hektolitarsku masu imao je kukuruz kod v_2 (72,23 kg hl⁻¹), a najmanju kod v_1 (69,71 kg hl⁻¹).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u hektolitarskoj masi između CH i CT (1,19 kg hl⁻¹), CH i DH (0,99 kg hl⁻¹) i CH i SS (1,46 kg hl⁻¹). Kukuruz pri v_2 je imao statistički značajno veću hektolitarsku masu u odnosu na v_1 (2,52 kg hl⁻¹) i u odnosu na v_3 (1,07 kg hl⁻¹).

Razlika u hektolitarskoj masi između v_2 i v_3 iznosila je 1,07 kg hl⁻¹ i bila je statistički značajna.

Poljoprivredni prinos (koji je u prosjeku iznosio 15 238,88 kg ha⁻¹) bio je pod značajnim utjecajem brzine ($F=123,95$) i obrade tla ($F=15,82$), a značajna je i interakcija obrade i brzine ($F=14,62$). Najveći prinos kod kukuruza od 15 603,69 kg ha⁻¹ izmjeren je pri SS obradi tla koja osigurava bolje kretanje vlage i manju zbijenost tla. Provedba višegodišnje CT obrade tla na istu dubinu polučila je najmanji prinos kukuruza od 14 421,04 kg ha⁻¹. Prinos zrna kukuruza bio je najveći kod v_2 brzine (16 271 kg ha⁻¹), a najmanji kod v_3 brzine (13 716,09 kg ha⁻¹).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u visini prinosa kukuruza između CT i DH (941,85 kg ha⁻¹), CT i CH (1146,87 kg ha⁻¹) te CT i SS (1182,65 kg ha⁻¹). Razlike u visini prinosa između ostalih varijanti obrade nisu bile statistički značajne.

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u visini prinosa zrna kukuruza između v_1 i v_2 brzine (541,96 kg ha⁻¹), v_1 i v_3 (2013,19 kg ha⁻¹) te v_2 i v_3 (2555,16 kg ha⁻¹).

Tablica 3.2.8. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu 1000 zrna, hektolitarsku masu i poljoprivredni prinos

| Obrada | Masa 1000 zrna (g) | | | | Hektolitarska masa (kg) | | | | Poljoprivredni prinos (kg ha ⁻¹) | | | |
|-----------------|----------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Brzina | | | Prosjeck obrade | Brzina | | | Prosjeck obrade | Brzina | | | Prosjeck obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 368,56 | 347,88 | 355,63 | 357,36 ^B | 70,72 | 71,67 | 69,89 | 70,76 ^B | 14 262,54 | 15 521,46 | 13 479,11 | 14 421,04 ^B |
| DH | 373,85 | 376,00 | 372,88 | 374,24 ^A | 69,46 | 74,30 | 69,10 | 70,95 ^B | 16 184,28 | 15 620,80 | 14 283,59 | 15 362,89 ^A |
| CH | 347,87 | 348,13 | 361,52 | 352,51 ^B | 69,28 | 72,21 | 74,35 | 71,95 ^A | 17 055,08 | 16 169,99 | 13 478,65 | 15 567,90 ^A |
| SS | 352,92 | 362,07 | 351,77 | 355,58 ^B | 69,41 | 70,75 | 71,31 | 70,49 ^B | 15 415,27 | 17 772,77 | 13 623,02 | 15 603,69 ^A |
| Prosjeck brzine | 360,8 | 358,5 | 360,5 | 359,92 | 69,71 ^c | 72,23 ^a | 71,163 ^b | 71,04 | 15 729,29 ^b | 16 271,25 ^a | 13 716,09 ^c | 15 238,88 |
| F _O | * (p<0,05, F=25,5) | | | | * (p<0,05, F=14,5) | | | | * (p<0,05, F=15,82) | | | |
| F _B | n.s. (p<0,05, F=0,5) | | | | * (p<0,05, F=76,5) | | | | * (p<0,05, F=123,95) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.2.7. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na biološki prinos i žetveni indeks

Na visinu biološkog prinosa (tablica 3.2.9.), koji je u prosjeku iznosio 36 500,24 kg ha⁻¹, statistički je značajno utjecala brzina (F=184,95) i varijante obrade (F=27,32), a značajna je i interakcija između varijanti obrade tla i brzine (F=42,35). Najveći biološki prinos izmjeren je kod kukuruza na CH varijanti obrade (37 404,91 kg ha⁻¹), a najmanji na CT obradi (34 009,91 kg ha⁻¹). Najveći biološki prinos izmjeren je kod kukuruza pri v₂ brzini (39 927,09 kg ha⁻¹), a najmanji pri v₃ (32 506,65 kg ha⁻¹).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u visini biološkog prinosa između CH i CT (3395,00 kg ha⁻¹), SS i CT (3276,46 kg ha⁻¹) i DH i CT (3289,87 kg ha⁻¹). Razlike u visini biološkog prinosa između CH, DH i SS varijanti obrade, statistički nisu bile značajne.

LSD testom utvrđene su značajne razlike u visini biološkog prinosa pri svim brzinama pa je tako izmjerena statistički značajna razlika u visini biološkog prinosa kukuruza između v₂ i v₃ (7420,44 kg ha⁻¹), između v₁ i v₃ (4560,33 kg ha⁻¹) i između v₂ i v₁ (2860 kg ha⁻¹).

Na variranje žetvenog indeksa značajno je utjecala obrada tla (F=9,3) i brzina (F=19,9). Prosječna vrijednost žetvenog indeksa iznosila je 41,96 %. Analizom varijance utvrđena je statistički značajna interakcija obrade tla i brzine (F=66,8). Najveći žetveni indeks ostvaren je na CT (42,99 %), a najmanji na DH (41,19 %). Na v₁ ostvaren je najveći žetveni indeks (42,54 %), a najmanji na v₂ (40,82 %).

LSD testom utvrđeno je kako je žetveni indeks kukuruza na CT bio statistički značajno veći u odnosu na DH (1,81 %), CH (1,42 %), i SS (0,89 %). Žetveni indeks kukuruza na SS bio je značajno veći u odnosu na DH (0,90 %) dok ostale razlike statistički nisu bile opravdane.

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u žetvenom indeksu kod v₂ i v₁ (1,73 %) te

kod v_2 i v_3 (1,70 %).

Tablica 3.2.9. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na biološki prinos i žetveni indeks

| Obrada | Biološki prinos (kg ha ⁻¹) | | | | Žetveni indeks (%) | | | |
|-----------------|--|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| | Brzina | | | Prosjeak obrade | Brzina | | | Prosjeak obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 35 287,96 | 39 216,64 | 27 525,13 | 34 009,91 ^B | 40,42 | 39,58 | 48,97 | 42,99 ^A |
| DH | 38 586,49 | 38 433,88 | 34 878,96 | 37 299,78 ^A | 41,95 | 40,65 | 40,96 | 41,19 ^B |
| CH | 41 117,70 | 37 387,68 | 33 709,33 | 37 404,91 ^A | 41,48 | 43,25 | 40,00 | 41,57 ^{BC} |
| SS | 33 275,77 | 44 670,16 | 33 913,17 | 37 286,37 ^A | 46,32 | 39,79 | 40,18 | 42,10 ^C |
| Prosjeak brzine | 37 066,98 ^b | 39 927,09 ^a | 32 506,65 ^c | 36 500,24 | 42,55 ^a | 40,82 ^b | 42,53 ^a | 41,96 |
| F _O | * (p<0,05, F=27,32) | | | | * (p<0,05, F=9,3) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=184,95) | | | | * (p<0,05, F=19,9) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.2.8. Utjecaj primijenjenog sustava obrade tla te brzine traktora u sjetvi i tlaka pneumatika na utrošak goriva i proklizavanje kotača

Rezultati utjecaja primijenjenog sustava obrade tla na potrošnju goriva i proklizavanje kotača vidljiv je u tablici 3.2.10. Jednosmjernom analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj (P<0,05) varijanti obrade (F=71,51) na potrošnju u radu (L ha⁻¹) koja je u prosjeku iznosila 19,14 L ha⁻¹. Najveća potrošnja izmjerena je na CT (30,06 L ha⁻¹), a najmanja na DH (10,99 L ha⁻¹). Statistički značajne razlike utvrđene su između CT i DH (19,07 L ha⁻¹), CT i CH (18,50 L ha⁻¹), CT i SS (6,09 L ha⁻¹) te između DH i SS (12,98 L ha⁻¹) i CH i SS (12,41 L ha⁻¹). Razlika u potrošnji goriva između DH i CH iznosila je 0,57 L ha⁻¹ i nije bila statistički značajna.

Za razinu značajnosti P<0,05 jednosmjernom analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj varijanti obrade (F=23,62) na proklizavanje (%) koje je u prosjeku iznosilo 16,41 %. Kao posljedica obrade podrivanjem na dubini 50 cm najveće proklizavanje izmjereno je na varijanti SS (23,71 %), a najmanje na CH (6,28 %) provedenoj istim oruđem kao SS na manjoj dubini (30 cm). LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između svih varijanti obrade osim između DH i SS varijanti gdje razlika od 1,63 % statistički nije bila opravdana. Proklizavanje na CT varijanti bilo je manje za 8,51 % u odnosu na DH i za 10,13 % u odnosu na SS, dok je u odnosu na CH, proklizavanje bilo za 7,30 % veće. Razlika između DH i CH iznosila je 15,80 % i bila je statistički značajna kao i razlika između proklizavanja na CH i SS koja je iznosila 17,43 %.

Tablica 3.2.10. Utjecaj sustava obrade tla na potrošnju u radu i proklizavanje kotača

| Obrade | Potrošnja u radu (L ha ⁻¹) | Proklizavanje kotača (%) |
|-----------------|--|--------------------------|
| CT | 30,06 ^A | 13,58 ^B |
| DH | 10,99 ^C | 22,08 ^A |
| CH | 11,56 ^C | 6,28 ^C |
| SS | 23,97 ^B | 23,71 ^A |
| Prosjek | 19,14 | 16,41 |
| F _{OC} | * (p<0,05, F=71,51) | |
| F _{OS} | * (p<0,05, F=23,62) | |

F_{OC} – F test varijanti obrada/potrošnja u radu; F_{OS} – F test varijanti obrada/proklizavanje kotača; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Analizom varijance utvrđeno je da je potrošnja goriva u sjetvi (tablica 3.2.11.) bila pod statistički značajnim utjecajem brzine sjetve (F=2,42) i tlakova pneumatika (F=1,63). Prosječna potrošnja goriva iznosila je 6,39 L ha⁻¹. Najveća potrošnja izmjerena je pri v₃ (6,74 L ha⁻¹), a najmanja pri v₂ (5,79 L ha⁻¹). Najveća potrošnja zabilježena je kod p₁ (6,79 L ha⁻¹), a najmanja kod p₃ (5,94 L ha⁻¹).

Testom najmanje značajne razlike utvrđene su značajne razlike u potrošnji između v₁ i v₂ (0,84 L ha⁻¹) i v₃ i v₂ (0,95 L ha⁻¹). Razlike u potrošnji goriva između v₁ i v₃ nisu bile značajne.

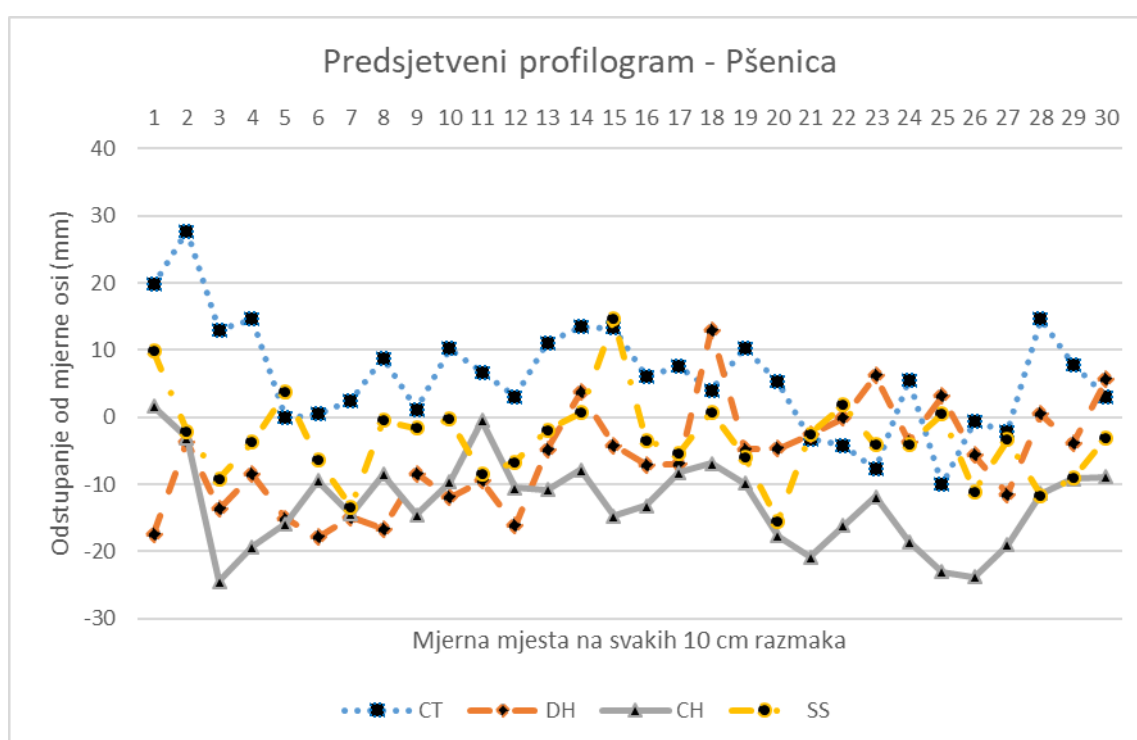
Tablica 3.2.11. Utjecaj brzine sjetve i tlaka pneumatika na utrošak goriva

| Tlak pneumatika | Potrošnja u radu – sjetva (L ha ⁻¹) | | | |
|-----------------|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Brzina | | | Prosjek tlakovi |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| p ₁ | 7,17 | 6,29 | 6,91 | 6,79 ^A |
| p ₂ | 6,68 | 5,77 | 6,82 | 6,43 ^A |
| p ₃ | 6,03 | 5,31 | 6,49 | 5,94 ^B |
| Prosjek brzine | 6,67 ^a | 5,79 ^b | 6,74 ^a | 6,39 |
| F _T | * (p<0,05, F=8,89) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=13,23) | | | |

F_B – F test varijanti brzina sjetve; F_T – F test podvarijanti tlak pneumatika; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.3. Ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.)

U trećoj godini istraživanja koje započinje provedbom svih sustava obrade tla dana 24. listopada 2018. godine istraživana je ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.) sorta *Viktorija*. Nakon svih provedenih osnovnih varijanti obrade, a prije sjetve, provedena je i dopunska obrada tla rotodrljačom s nazubljenim valjkom. Na osnovu izmjerenih udaljenosti čestica tla od mjerne osi označenog konopca napravljen je predsjetveni profilogram. Predsjetvena priprema tla nakon svih provedenih osnovnih i dopunskih obrada prikazana je profilogramom u grafikonu 3.3.1.



Grafikon 3.3.1. Profilogram za sve varijante obrade tla prije sjetve pšenice (*Triticum aestivum* L.)

3.3.1. Utjecaj sustava obrade na mehanički otpor i trenutnu vlažnost tla

Istraživani utjecaj sustava obrade tla i tlaka pneumatika traktora u sjetvi na penetrometarski otpor i trenutnu vlažnost tla provedeni su kako slijedi dana 9. travnja 2019. godine i 12. lipnja 2019. godine. a rezultati su prikazani u tablicama 3.3.1. A, B, C i 3.3.2.

Tablica 3.3.1. A Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 1. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 0,92 | 2,03 | 0,81 | 1,14 | 1,22 | 3,14 ^B |
| | 5 - 10 cm | 1,99 | 3,31 | 1,96 | 2,09 | 2,34 | |
| | 10 - 15 cm | 2,71 | 4,24 | 3,22 | 1,94 | 3,03 | |
| | 15 - 20 cm | 3,98 | 4,59 | 3,95 | 2,25 | 3,69 | |
| | 20 - 25 cm | 4,28 | 4,46 | 4,10 | 2,79 | 3,91 | |
| | 25 - 30 cm | 3,97 | 4,35 | 4,19 | 3,13 | 3,91 | |
| | 30 - 35 cm | 3,67 | 3,61 | 4,02 | 3,03 | 3,58 | |
| | 35 - 40 cm | 3,77 | 3,38 | 3,27 | 3,31 | 3,43 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 1,15 | 1,07 | 1,30 | 1,01 | 1,13 | 3,35 ^A |
| | 5 - 10 cm | 2,16 | 3,02 | 2,50 | 2,11 | 2,45 | |
| | 10 - 15 cm | 2,59 | 4,74 | 3,22 | 2,84 | 3,35 | |
| | 15 - 20 cm | 2,90 | 4,67 | 4,25 | 3,27 | 3,77 | |
| | 20 - 25 cm | 3,63 | 5,63 | 4,64 | 3,39 | 4,32 | |
| | 25 - 30 cm | 3,98 | 5,24 | 4,17 | 4,16 | 4,39 | |
| | 30 - 35 cm | 3,99 | 4,20 | 3,84 | 3,78 | 3,95 | |
| | 35 - 40 cm | 3,58 | 3,53 | 3,35 | 3,22 | 3,42 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 1,04 | 1,76 | 1,40 | 1,05 | 1,31 | 3,55 ^A |
| | 5 - 10 cm | 2,23 | 3,75 | 3,36 | 2,69 | 3,01 | |
| | 10 - 15 cm | 3,10 | 4,91 | 4,67 | 3,56 | 4,06 | |
| | 15 - 20 cm | 3,70 | 4,98 | 5,06 | 3,54 | 4,32 | |
| | 20 - 25 cm | 3,79 | 5,16 | 4,97 | 3,64 | 4,39 | |
| | 25 - 30 cm | 3,88 | 4,65 | 4,32 | 3,87 | 4,18 | |
| | 30 - 35 cm | 3,75 | 3,81 | 3,95 | 3,77 | 3,82 | |
| | 35 - 40 cm | 3,56 | 3,24 | 3,31 | 3,26 | 3,34 | |
| Prosjek | | 3,10 ^c | 3,93 ^a | 3,49 ^b | 2,87 ^c | | |
| FO | * ($p < 0,05$, $F = 29,76$) | | | | | | |
| FP | * ($p < 0,05$, $F = 7,81$) | | | | | | |
| F _D | * ($p < 0,05$, $F = 68,37$) | | | | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

Na otpore 1. mjerenja značajno je utjecala obrada tla ($F = 29,76$), dubina uzorkovanja ($F = 68,37$), tlak pneumatika ($F = 7,81$) i dubina tla ($F = 68,37$). Prosječna vrijednost otpora iznosila je 3,35 MPa. Najveći otpori izmjereni su kod DH (3,93 MPa), pri p_3 (3,55 MPa) i na dubini 20 - 25 cm (4,21 MPa), a najmanji na SS (2,87 MPa), p_1 (3,14 MPa) i 0 - 5 cm (1,22 MPa).

LSD testom utvrđeno je kako je otpor na CT bio za 0,83 MPa manji od otpora izmjenjenog na DH i za 0,40 MPa manji u odnosu na CH. Otpor tla na DH varijanti bio je za 0,44 MPa veću u odnosu na CH i za 1,06 MPa veći u odnosu na SS varijantu obrade tla. Razlika

u otporima tla na CH i SS varijantama iznosila je 0,62 MPa i bila je statistički značajna. Razlike u otporima bile su statistički značajne samo između p_3 i p_1 (0,41 MPa) i p_2 i p_1 (0,21 MPa). Razlika u otporu između p_2 i p_3 nije bila statistički značajna.

Tablica 3.3.1.B Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla

| Otpori tla – 2. mjerenje (MPa) | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| Tlak pneumatika | Dubina mjerenja otpora | Sustav obrade | | | | Prosjek po dubini i tlaku | Prosjek po tlaku |
| | | CT | DH | CH | SS | | |
| p_1 | 0 - 5 cm | 1,19 | 0,88 | 1,10 | 0,95 | 1,03 | 1,69 ^C |
| | 5 - 10 cm | 1,81 | 1,76 | 1,70 | 1,14 | 1,60 | |
| | 10 - 15 cm | 1,69 | 2,50 | 1,83 | 1,29 | 1,83 | |
| | 15 - 20 cm | 1,61 | 2,36 | 1,78 | 1,26 | 1,75 | |
| | 20 - 25 cm | 1,77 | 2,16 | 1,92 | 1,33 | 1,80 | |
| | 25 - 30 cm | 1,75 | 2,24 | 1,89 | 1,41 | 1,82 | |
| | 30 - 35 cm | 1,65 | 2,23 | 1,91 | 1,62 | 1,85 | |
| | 35 - 40 cm | 1,57 | 2,03 | 1,95 | 1,88 | 1,86 | |
| p_2 | 0 - 5 cm | 0,84 | 1,53 | 1,03 | 0,65 | 1,01 | 1,89 ^B |
| | 5 - 10 cm | 1,23 | 2,53 | 1,43 | 0,98 | 1,54 | |
| | 10 - 15 cm | 1,48 | 2,89 | 1,86 | 0,98 | 1,80 | |
| | 15 - 20 cm | 1,48 | 3,20 | 2,26 | 1,17 | 2,03 | |
| | 20 - 25 cm | 1,72 | 3,43 | 2,33 | 1,22 | 2,17 | |
| | 25 - 30 cm | 1,69 | 3,08 | 2,48 | 1,49 | 2,19 | |
| | 30 - 35 cm | 1,93 | 2,82 | 2,37 | 1,69 | 2,21 | |
| | 35 - 40 cm | 1,93 | 2,76 | 2,26 | 1,79 | 2,18 | |
| p_3 | 0 - 5 cm | 1,25 | 1,37 | 0,85 | 0,79 | 1,07 | 2,03 ^A |
| | 5 - 10 cm | 1,81 | 2,79 | 1,56 | 1,25 | 1,85 | |
| | 10 - 15 cm | 1,98 | 2,93 | 2,28 | 1,57 | 2,19 | |
| | 15 - 20 cm | 2,10 | 2,77 | 2,59 | 1,77 | 2,31 | |
| | 20 - 25 cm | 2,09 | 2,82 | 2,43 | 1,75 | 2,27 | |
| | 25 - 30 cm | 1,96 | 2,72 | 2,43 | 1,63 | 2,19 | |
| | 30 - 35 cm | 2,08 | 2,51 | 2,47 | 1,69 | 2,19 | |
| | 35 - 40 cm | 2,09 | 2,50 | 2,37 | 1,71 | 2,17 | |
| Prosjek | | 1,70 ^c | 2,45 ^a | 1,96 ^b | 1,38 ^d | | |
| F _O | * (p<0,05, F=110,21) | | | | | | |
| F _P | * (p<0,05, F=20,23) | | | | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na jačinu otpora tla 2. mjerenja (tablica 3.3.1.B) statistički je značajno utjecala obrada tla (F=110,21), tlak (F=20,23) i dubina (F=35,51). Prosječan otpor iznosio je 1,87 MPa. Najveći

otpor izmjeren je na DH (2,45 MPa), na p_3 (2,03 MPa) i na 30 - 35 cm (2,08 MPa). Najmanji otpor izmjeren je na SS (1,38 MPa), p_1 (1,69 MPa) i na dubini od 0 - 5 cm (1,04 MPa).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u otporima između DH i CT (0,76 MPa), CH i CT (0,27 MPa), CT i SS (0,32 MPa), DH i CH (0,49 MPa), DH i SS (1,08 MPa) i CH i SS (0,59 MPa).

Razlike u otporima s obzirom na tlakove pneumatika bile su signifikantne. Otpori tla pri p_1 bili su za 0,20 MPa manji u odnosu na otpore s p_2 i za 0,34 MPa manji u odnosu na p_3 . Otpori tla na p_2 varijanti bili su manji za 0,14 MPa u odnosu na otpore s varijanti p_3 .

Tablica 3.3.1.C Utjecaj dubine mjerenja na mehanički otpor tla

| Veličina otpora na različitim dubinama | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Dubina mjerenja otpora | Otpori mjerenje 1. prosjeak (MPa) | Otpori mjerenje 2. prosjeak (MPa) |
| 0 - 5 cm | 1,22 ^d | 1,04 ^c |
| 5 - 10 cm | 2,60 ^c | 1,67 ^b |
| 10 - 15 cm | 3,48 ^b | 1,94 ^a |
| 15 - 20 cm | 3,93 ^a | 2,03 ^a |
| 20 - 25 cm | 4,21 ^a | 2,08 ^a |
| 25 - 30 cm | 4,16 ^a | 2,06 ^a |
| 30 - 35 cm | 3,78 ^{ab} | 2,08 ^a |
| 35 - 40 cm | 3,40 ^b | 2,07 ^a |
| F_D | * ($p < 0,05$, $F = 68,37$) | * ($p < 0,05$, $F = 35,51$) |

F_D – F test podpodvarijanti dubina penetrometriranja; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p < 0,05$.

U prvom mjerenju (tablica 3.3.1.C) na dubini od 0 - 5 cm zabilježen je za 1,38 MPa manji otpor u odnosu na 5 - 10 cm, za 2,26 MPa manji otpor u odnosu na dubinu 10 - 15 cm, za 2,70 MPa manji otpor u odnosu na 15 - 20 cm, za 2,98 MPa manji otpor u odnosu na 20 - 25 cm, za 2,94 MPa manji otpor u odnosu na 25 - 30 cm, za 2,56 MPa manji otpor u odnosu na dubinu od 30 - 35 cm i za 2,18 MPa manji otpor u odnosu na dubinu od 35 - 40 cm.

Otpor izmjeren na dubini 5 - 10 cm bio je za 0,88 MPa manji u odnosu na otpor s dubine od 10 - 15 cm, za 1,33 MPa manji u odnosu na 15 - 20 cm, za 1,61 MPa manji u odnosu na 20 - 25 cm, za 1,56 MPa manji u odnosu na 25 - 30 cm, za 1,19 MPa manji u odnosu na 30 - 35 cm i za 0,80 MPa manji u odnosu na 35 - 40 cm. Otpor na 10 - 15 cm bio je za 0,45 MPa manji od otpora na 15 - 20 cm, za 0,73 MPa manji od otpora na 20 - 25 cm i za 0,68 MPa manji od otpora

izmjenog na 25 - 30 cm.

Otpor tla na dubini od 15 - 20 cm bio je za 0,53 MPa veći u odnosu na otpor na dubini od 35 - 40 cm. Otpor na 20 - 25 cm bio je veći od otpora na 30 - 35 cm (0,42 MPa) i 35 - 40 cm (0,81 MPa).

Otpor na 25 - 30 cm bio je za 0,38 MPa veći u odnosu na otpor na dubini 30 - 35 cm i za 0,76 MPa veći u odnosu na 35 - 40 cm dubine. Razlika između otpora tla na dubini 30 - 35 cm i 35 - 40 cm iznosila je 0,38 MPa.

U drugom mjerenju (tablica 3.3.1.C) otpori na dubini tla od 0 - 5 cm bili su statistički značajno manji za 0,63 MPa u odnosu na otpore s dubine 5 - 10 cm, za 0,90 MPa manji u odnosu na otpore s 10 - 15 cm, za 0,99 MPa manji u odnosu na otpore s 15 - 20 cm, za 1,04 MPa manji u odnosu na otpore s 20 - 25 cm, za 1,03 MPa manji u odnosu na otpore s dubine 25 - 30 cm, za 1,05 MPa manji u odnosu na otpore s 30 - 35 cm i za 1,03 MPa manji u odnosu na otpore s 35 - 40 cm dubine tla. Otpori tla izmjereni na dubini od 5 - 10 cm bili su značajno manji u odnosu na otpore s svih ostalih dubina i to za 0,27 MPa (10 - 15 cm), 0,36 MPa (15 - 20 cm), 0,42 MPa (20 - 25 cm), 0,40 MPa (25 - 30 cm), 0,42 MPa (30 - 35 cm) i 0,40 MPa (35 - 40 cm).

Tablica 3.3.2. Utjecaj sustava obrade na vlažnost tla

| Dubina uzorkovanja (cm) | Trenutna vlažnost, mjerenje 1. (%) | | | | | Trenutna vlažnost, mjerenje 2. (%) | | | | |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | Obrada | | | | Prosjek po dubini | Obrada | | | | Prosjek po dubini |
| | CT | DH | CH | SS | | CT | DH | CH | SS | |
| 10 cm | 7,18 | 6,57 | 16,49 | 15,12 | 11,34 ^D | 13,06 | 12,49 | 20,21 | 20,65 | 16,60 ^E |
| 20 cm | 9,33 | 16,17 | 20,02 | 11,92 | 14,36 ^C | 14,16 | 15,19 | 21,62 | 22,00 | 18,24 ^D |
| 30 cm | 20,45 | 10,04 | 21,05 | 21,03 | 18,14 ^A | 16,08 | 16,81 | 22,83 | 23,29 | 19,75 ^C |
| 40 cm | 12,23 | 16,12 | 17,51 | 20,05 | 16,48 ^B | 18,68 | 18,29 | 22,29 | 23,28 | 20,63 ^B |
| 50 cm | 16,89 | 11,11 | 19,71 | 25,54 | 18,31 ^A | 19,13 | 18,89 | 23,78 | 25,40 | 21,80 ^A |
| Prosjek obrada | 13,22 ^b | 12,00 ^c | 18,95 ^a | 18,73 ^a | 15,73 | 16,22 ^c | 16,33 ^c | 22,1 ^b | 22,93 ^a | 19,41 |
| F _O | * (p<0,05, F=1414,70) | | | | | * (p<0,05, F=324,58) | | | | |
| F _D | * (p<0,05, F=732,80) | | | | | * (p<0,05, F=81,80) | | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_D – F test dubina penetrometiranja; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Trenutna vlažnost tla prvog mjerenja u slojevima od 0 - 50 cm u prosjeku je iznosila 15,73 % i bila je pod značajnim utjecajem obrade tla (F=1414,7) i dubine tla (F=732,8). Uočena je i statistički značajna interakcija između obrade tla i dubine tla (F=316).

Najveća trenutna vlažnost tla izmjerena je u uzorcima tla na CH varijanti obrade (18,95 %), a najmanja na DH (12,00 %). Na dubini od 50 cm tlo je imalo najveću trenutnu vlažnost (18,31 %), a najmanju trenutnu vlažnost imalo je na dubini do 10 cm (11,34 %).

LSD testom utvrđeno je kako su razlike u trenutnoj vlažnosti između varijanti obrade bile statistički značajne. CT je imao za 1,22 % veću trenutnu vlažnost u odnosu na DH, a za 5,74 % manju u odnosu na CH i za 5,52 % manju u odnosu na SS. Trenutna vlažnost na DH varijanti obrade bila je za 6,95 % manja u odnosu na CH, i za 6,74 % manja u odnosu na SS. Razlike u trenutnoj vlažnosti između SS i CH nisu bile značajne.

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u trenutnoj vlažnosti s obzirom na dubinu uzorkovanja tla pa su tako zabilježene značajne razlike u trenutnoj vlažnosti između 10 i 20 cm dubine (3,02 %), 10 i 30 cm (6,80 %), 10 i 40 cm (5,14 %), 10 i 50 cm (6,98 %), 20 i 30 cm (3,78 %), 20 i 40 cm (2,12 %), 20 i 50 cm (3,96 %), 30 i 40 cm (1,67 %), i 40 i 50 cm (1,84 %).

Na trenutnu vlažnost tla drugog mjerenja statistički je značajno utjecala obrada tla ($F=324,58$) i dubina tla ($F=81,80$). Uočena je statistički značajna interakcija varijanti obrade tla i dubine tla ($F=3,59$).

Prosječna vlažnost tla u 2. mjerenju iznosila je 19,41 %. Najveća vlažnost izmjerena je u uzorcima tla na SS (22,92 %) i na dubini od 50 cm (21,80 %). Najmanja vlažnost tla je izmjerena na CT varijanti (16,22 %) i na dubini 10, cm (16,60 %).

LSD testom utvrđeno je kako je vlažnost tla na CT varijanti bila statistički značajno manja u odnosu na vlažnost tla s CH (5,92 %) i SS (6,70 %). Trenutna vlažnost tla na DH varijanti bila je za 5,81 % manja u odnosu na CH i za 6,59 % manja u odnosu na tlo sa SS varijanti obrade. Tlo na CH varijanti imalo je za 0,78 % manju vlažnost u odnosu na tlo sa SS varijanti obrade. Razlika trenutne vlažnosti između CT i DH varijanti obrade nije bila značajna.

Na dubini od 10 cm tlo je imalo za 1,63 % manju vlažnost u odnosu na dubinu od 20 cm, za 3,15 % manju vlažnost u odnosu na 30 cm, za 4,03 % manju vlažnost u odnosu na 40 cm i za 5,20 % manju vlažnost u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na dubini od 20 cm bila je za 1,51 % manja od vlažnosti tla na 30 cm, za 2,39 % manja u odnosu na vlažnost tla s 40 cm i za 3,56 % manja u odnosu na tlo s 50 cm dubine. Vlažnost tla na dubini od 30 cm bila je za 0,88 % manja od tla s 40 cm i za 2,05 % manja u odnosu na 50 cm. Vlažnost tla na 40 cm bila je za 1,17 % manja u odnosu na 50 cm.

3.3.2. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka

Linijском metodom prebrojani su posliježetveni ostaci kukuruza dana 18. studenog 2018. godine na svim primijenjenim sustavima obrade u 4 ponavljanja, a rezultati su prikazani u tablici 3.3.3.

Tablica 3.3.3. Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka

| Posliježetveni ostaci (%) | | | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Obrada | Brzina | | | Prosjeck obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 4,63 | 3,53 | 5,20 | 4,46 ^D |
| DH | 23,00 | 28,33 | 24,67 | 25,33 ^C |
| CH | 31,00 | 46,00 | 39,67 | 38,89 ^B |
| SS | 55,00 | 54,67 | 50,00 | 53,22 ^A |
| Prosjeck brzine | 28,41 ^b | 33,13 ^a | 29,88 ^b | 30,48 |
| F _O | * (p<0,05, F=1120,49) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=20,28) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Pokrivenost posliježetvenim ostacima u prosjeku je iznosila 30,47 %. Analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj obrade tla (F=1120) i brzine (F=20,28) na pokrivenost tla posliježetvenim ostacima. Interakcija obrade tla i brzine bila je značajna (F=14,26). Najveća pokrivenost zabilježena je na SS varijanti obrade (53,22 %), a najmanja na CT (4,45 %). Najmanja pokrivenost izmjerena je na v_1 (28,41 %) , a najveća na v_2 (33,13 %). Pokrivenost tla posliježetvenim ostacima na SS obradi bila je za 48,77 % veća u odnosu na CT, za 27,89 % veća u odnosu na DH i za 14,33 % veća u odnosu na CH. Pokrivenost tla posliježetvenim ostacima na CH obradi bila je za 34,43 % veća u odnosu na CT i za 13,55 % veća u odnosu na DH. Razlika između DH i CT iznosila je 20,88 %. Pokrivenost tla posliježetvenim ostacima na v_2 bila je značajno veća u odnosu na v_1 (4,73 %) i v_3 (3,25 %). Razlika u pokrivenost tla posliježetvenim ostacima između v_1 i v_3 nije bila značajna.

3.3.3. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve na sklop, visinu biljke i broj zrna pšenice po klasu

Rezultati utjecaja provedenog sustava obrade tla i primijenjene brzine u sjetvi na sklop, visinu biljke i broj zrna po klasu prikazani su u tablici 3.3.4.

Prosječan sklop pšenice iznosio je 661 biljku po m². Analizom varijance utvrđen je statistički značajna utjecaj obrade tla na sklop ($F=21,90$) dok je utjecaj brzine sjetve bio statistički nesignifikantan. Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je statistički značajna uz vrijednost $F=5,03$. Najveći sklop imala je pšenica na SS obradi (692 biljaka po m²), a najmanji sklop je ostvaren na CT (600 biljaka po m²).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između sklopova na SS i CT (92 biljaka po m²), DH i CT (86 biljaka po m²) i CH i CT (67 biljaka po m²). Ostale razlike u broju biljaka po površini od 1 m² nisu bile statistički značajne.

Visina biljke je u prosjeku iznosila 71,73 cm i bila je pod značajnim utjecajem brzine sjetve ($F=31,7$). Interakcija obrade i brzine je bila statistički značajna ($F=7,4$). Najveća visina je izmjerena kod pšenice na v_1 (73,12 cm), a najmanja kod v_3 (69,34 cm). Visina biljke na v_3 je bila za 3,78 cm manja u odnosu na v_1 i za 3,41 cm manja u odnosu na v_2 .

Prosječan broj zrna po klasu iznosio je 30,48 i bio je pod značajnim utjecajem brzine sjetve ($F=26,16$) i obrade tla ($F=14,11$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je statistički značajna ($F=14,72$). Najveći broj zrna imala je pšenica na CT obradi (32,89) i na v_1 (32,67), a najmanji na CH (29,42) i v_2 (29,16). Broj zrna po klasu kod pšenice na CT varijanti obrade bio je statistički značajno veći u odnosu na broj zrna po klasu kod pšenice na CH (3,47), DH (3,17) i SS (3,01). Broj zrna po klasu kod pšenice kod v_1 bio je statistički značajno veći u odnosu na v_2 (3,51) i v_3 (3,07). Razlike u broj zrna po klasu kod pšenice između v_2 i v_3 nisu bile statistički značajne.

Tablica 3.3.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve na sklop, visinu biljke i broj zrna pšenice po klasu

| Obrada | Sklop (biljaka po m ²) | | | | Visina biljke (cm) | | | | Broj zrna po klasu (komada) | | | |
|-----------------|------------------------------------|----------------|----------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Brzina | | | Prosjeak obrade | Brzina | | | Prosjeak obrade | Brzina | | | Prosjeak obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 591,33 | 573,33 | 634,67 | 599,78 ^B | 72,73 | 71,54 | 70,30 | 71,52 | 34,33 | 32,60 | 31,73 | 32,89 ^A |
| DH | 705,33 | 708,00 | 642,67 | 685,33 ^A | 72,61 | 75,38 | 66,77 | 71,59 | 31,33 | 24,80 | 33,00 | 29,71 ^B |
| CH | 626,67 | 688,00 | 686,00 | 666,89 ^A | 72,90 | 72,97 | 68,77 | 71,55 | 31,90 | 28,47 | 27,90 | 29,42 ^B |
| SS | 696,00 | 706,67 | 672,67 | 691,78 ^A | 74,24 | 71,08 | 71,50 | 72,27 | 33,10 | 30,77 | 25,77 | 29,88 ^B |
| Prosjeak brzine | 654,83 | 669,00 | 659,00 | 660,94 | 73,12 ^a | 72,74 ^a | 69,34 ^b | 71,73 | 32,67 ^a | 29,16 ^b | 29,60 ^b | 30,48 |
| F _O | * (p<0,05, F=21,90) | | | | n.s. (p<0,05, F=0,7) | | | | * (p<0,05, F=14,11) | | | |
| F _B | n.s. (p<0,05, F=0,87) | | | | * (p<0,05, F=31,7) | | | | * (p<0,05, F=26,16) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.3.4. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na dužinu stabljike, dužinu klasića te broj fertilnih i sterilnih klasića u klasu

Kako su primijenjeni sustavi obrade tla i brzine sjetve utjecali na dužinu stabljike, dužinu klasića te broj fertilnih i sterilnih klasića u klasu vidljivo je u tablicama 3.3.5. i 3.3.6. kako slijedi.

Dužina stabljike pšenice u prosjeku je iznosila 64,82 cm i na njeno variranje značajno je utjecala brzina sjetve (F=49,7) dok je utjecaj obrade izostao. Interakcija obrade i brzine bila je statistički značajna.

Najduža stabljika pšenice izmjerena je na v₁ (66,23 cm), a najmanja na v₃ (62,49 cm). LSD testiranjem utvrđene su statistički značajne razlike u dužini stabljike pšenice između v₁ i v₃ (3,74 cm) i između v₂ i v₃ (3,26 cm).

Na dužinu klasa pšenice, koja je u prosjeku iznosila 6,91 cm, nije statistički značajno utjecala niti obrada tla niti brzina sjetve. Zabilježena je statistički značajna interakcija ovih dvaju faktora uz F=12,14.

Tablica 3.3.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na dužinu stabljike i dužinu klasića

| Obrada | Dužina stabljike (cm) | | | | Dužina klasića (cm) | | | |
|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------|
| | Brzina | | | Prosjeak obrade | Brzina | | | Prosjeak obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 65,98 | 64,70 | 62,77 | 64,48 | 6,74 | 6,85 | 7,53 | 7,04 |
| DH | 65,91 | 68,25 | 59,81 | 64,66 | 6,70 | 7,13 | 6,95 | 6,93 |
| CH | 66,08 | 65,93 | 62,13 | 64,71 | 6,82 | 7,04 | 6,64 | 6,83 |
| SS | 66,94 | 64,10 | 65,23 | 65,42 | 7,30 | 6,97 | 6,27 | 6,85 |
| Prosjeak brzine | 66,23 ^a | 65,75 ^a | 62,49 ^b | 64,82 | 6,89 | 7,00 | 6,85 | 6,91 |
| F _O | n.s. (p<0,05, F=0,93) | | | | n.s. (p<0,05, F=1,88) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=29,84) | | | | n.s. (p<0,05, F=1,67) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_P – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

Na broj fertilnih klasića statistički je značajno utjecala brzina sjetve (F=125,63) i obrada tla (F=13,14). Prosječan broj fertilnih klasića iznosio je 30,95. Zabilježena je značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve (F=10,37). Najveći broj fertilnih klasića zabilježen je kod pšenice na CT (32,33) i na v₂ (32,84), a najmanji kod SS (29,70) i kod v₃ (27,57).

Pšenica na CT imala je za 1,7 više fertilnih klasića u odnosu na DH, 1,20 u odnosu na CH i 2,63 u odnosu na SS. Na DH je zabilježen veći broj fertilnih klasića u odnosu na SS (0,93) koji je imao manji broj fertilnih klasića u odnosu na CH (1,43). Razlike u broju fertilnih klasića između v₁ i v₃ (4,88) i između v₂ i v₃ (5,28) bile su statistički značajne.

Analizom varijance utvrđeno je kako su na broj sterilnih klasića kod pšenice značajan utjecaj imale obrada tla (F=20,56) i brzina (F=18,15). Zabilježena je značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve (F=5,79). Prosječan broj sterilnih klasića za sve brzine i sve sustave obrade iznosio je 10,73. Najviše sterilnih klasića imala je pšenica na SS (11,41) i na v₃ (11,27), a najmanji na CT (9,77) i na v₂ (10,14). Pšenica na CT imala je za 1,02 manji broj sterilnih klasića u odnosu na DH, 1,18 u odnosu na CH i 1,64 u odnosu na SS. Na SS je zabilježen veći broj sterilnih klasića u odnosu na DH (0,62) i CH (0,47).

LSD testom utvrđene su značajne razlike u broju sterilnih klasića između v₁ i v₂ (0,63), v₁ i v₃ (0,49) i v₂ i v₃ (1,13).

Tablica 3.3.6. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na broj fertilnih i sterilnih klasića u klasu

| Obrada | Broj fertilnih klasića u klasu (F) | | | | Broj sterilnih klasića u klasu (S) | | | |
|----------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 32,67 | 33,60 | 30,73 | 32,33 ^A | 9,07 | 9,10 | 11,13 | 9,77 ^C |
| DH | 31,23 | 34,60 | 26,07 | 30,63 ^B | 11,10 | 9,97 | 11,30 | 10,79 ^B |
| CH | 32,77 | 32,73 | 27,90 | 31,13 ^B | 11,63 | 10,17 | 11,03 | 10,94 ^B |
| SS | 33,10 | 30,43 | 25,57 | 29,70 ^C | 11,30 | 11,33 | 11,60 | 11,41 ^A |
| Prosjek brzine | 32,44 ^a | 32,84 ^a | 27,57 ^b | 30,95 | 10,78 ^b | 10,14 ^c | 11,27 ^a | 10,73 |
| F _O | * (p<0,05, F=13,14) | | | | * (p<0,05, F=20,56) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=125,63) | | | | * (p<0,05, F=18,15) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti tlak pneumatika u sjetvi; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.3.5. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na masu zrna po klasu, masu klasa, i masu stabljike

Kako su primijenjeni sustavi obrade tla i brzine sjetve utjecali na masu zrna po klasu, masu klasa i masu stabljike vidljivo je u tablici 3.2.7.

Na masu zrna po klasu, koja je u prosjeku iznosila 1 g, statistički je značajno utjecala brzina sjetve (F=12,95) i obrada tla (F=7,10). Interakcija obrade i brzine bila je značajna (F=7,09). Najveću masu zrna po klasu imala je pšenica na CH (1,047g) i na v_1 (1,054 g), dok je najmanja masa zrna po klasu izmjerena kod pšenice na CT (0,941 g) i v_3 (0,949 g). Razlike između mase zrna po klasu bile su statistički značajne između CT i DH (0,082 g), CT i CH (0,105 g) i SS i CT (0,072 g). Ostale razlike nisu bile značajne.

LSD testom je utvrđeno kako je razlika u masi zrna po klasu između v_1 i v_2 (0,105 g) te između v_2 i v_3 (0,066 g) bila statistički značajna.

Prosječna masa klasa pšenice iznosila je 1,37 g i na njeno variranje značajno su utjecale brzina sjetve (F=9,87) i varijanta obrade tla (F=4,41). Interakcija između brzine i obrade tla bila je također statistički značajna (F=7,16). Najveću masu klasa imala je pšenica na CT varijanti obrade (1,44 g) dok je namanju masu imao klas pšenice na DH obradi tla (1,33 g). Najveća masa klasa pšenice izmjerena je kod v_1 (1,45 g), a najmanja kod v_3 (1,33 g).

LSD testom utvrđene su statistički signifikantne razlike između CT i DH (0,11 g) i CT

i CH (0,10 g), dok ostale razlike nisu bile statistički opravdane. Masa klasa pšenice kod v_1 bila je za 0,10 g veća u odnosu na pšenicu na v_2 i za 0,12 g veća u odnosu na v_3 .

Prosječna masa stabljike pšenice iznosila je 1,12 g. Analizom varijance utvrđeno je kako je na masu stabljike pšenice statistički značajno utjecala samo obrada tla ($F=7,16$). Interakcija obrade tla i brzine bila je također statistički značajna ($F=3,77$). Najveća masa stabljike izmjerena je kod pšenice na CH varijanti obrade (1,22 g), a najmanja na CT i DH (1,04 g).

Razlike u masi stabljike pšenice bile su statistički značajne između SS i CT varijanti (0,13 g), CH i CT (0,17 g) te između CH i DH (0,17 g) i SS i DH (0,13 g). Razlike u masi stabljike između SS i CH kao i između CT i DH nisu bile statistički značajne.

Tablica 3.3.7. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve na masu zrna po klasu, na masu klasa i na masu stabljike pšenice

| Obrada | Masa zrna po klasu (g) | | | | Masa klasa (g) | | | | Masa stabljike (g) | | | |
|----------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------------|-------|-------|-------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 0,93 | 1,04 | 0,85 | 0,94 ^B | 1,35 | 1,45 | 1,52 | 1,44 ^A | 0,98 | 1,11 | 1,05 | 1,04 ^B |
| DH | 1,05 | 0,96 | 1,06 | 1,02 ^A | 1,45 | 1,26 | 1,28 | 1,33 ^B | 1,05 | 0,93 | 1,15 | 1,04 ^B |
| CH | 1,16 | 1,01 | 0,97 | 1,05 ^A | 1,52 | 1,26 | 1,24 | 1,34 ^B | 1,24 | 1,33 | 1,07 | 1,22 ^A |
| SS | 1,07 | 1,05 | 0,92 | 1,01 ^A | 1,48 | 1,43 | 1,27 | 1,39 ^{AB} | 1,22 | 1,23 | 1,08 | 1,17 ^A |
| Prosjek brzine | 1,05 ^a | 1,02 ^a | 0,95 ^b | 1,01 | 1,45 ^a | 1,35 ^b | 1,33 ^b | 1,37 | 1,12 | 1,15 | 1,09 | 1,12 |
| F _O | * ($p<0,05$, $F=7,10$) | | | | * ($p<0,05$, $F=4,41$) | | | | * ($p<0,05$, $F=7,16$) | | | |
| F _B | * ($p<0,05$, $F=12,95$) | | | | * ($p<0,05$, $F=9,87$) | | | | n.s. ($p<0,05$, $F=1,21$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

3.3.6. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na masu biljke, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu

Rezultati utjecaja provedenog sustava obrade tla i primijenjene brzine u sjetvi na ukupnu masu biljke, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu i prinos prikazani su u tablici 3.3.8. Analizom varijance utvrđeno je kako je masa biljke bila pod značajnim utjecajem obrade tla ($F=3,69$) i brzine sjetve ($F=3,81$), a zabilježena je i značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve ($F=5,57$). Prosječna masa biljke za sve varijante obrade i sve brzine sjetve iznosila je 2,94 g. Najveća masa izmjerena je kod SS varijante obrade tla i iznosila je 2,57 g, a najmanju

masu imala je pšenica na DH obradi (2,37 g). Pšenica je ostvarila najveću masu biljke na varijanti v_1 (2,57 g), a najmanju masu na v_3 (2,41 g).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u masi biljke pšenice. Pšenica na DH obradi imala je značajno manju masu biljke u odnosu na CH (0,18 g) i SS (0,19 g) varijante obrade. Sjetva pšenice pri brzini v_1 imala je za posljedicu značajno veću masu stabljike (0,16 g) u odnosu na v_3 . Ostale razlike u masi biljke pšenice između varijanti obrade i između ostalih brzina sjetve, nisu bile statistički značajne.

Masa 1000 zrna pšenice u prosjeku je iznosila 38,02 g. Analizom varijance utvrđen je značajan utjecaj brzine sjetve ($F=3,86$) i obrade tla ($F=3,76$) na variranje mase 1000 zrna pšenice. Utvrđena je statistički značajna interakcija obrade tla i brzine sjetve ($F=5,50$). Najveću masu 1000 zrna imala je pšenica na varijanti obrade SS (38,72 g), a najmanju na CT (37,43 g). Brzina sjetve značajno je utjecala na masu 1000 zrna te je najveća masa izmjerena kod pšenice na v_2 (38,38 g), a najmanja na v_1 (37,45 g).

LSD testom utvrđeno je kako je masa 1000 zrna pšenice na SS obradi bila za 1,28 g statistički značajno veća u odnosu na CT i za 1,01 g u odnosu na SS varijantu obrade tla.

Razlike u masi 1000 zrna bile su statistički značajne i to samo između v_2 i v_1 (0,93 g) i v_3 i v_1 (0,79 g).

Prosječna hektolitarska masa pšenice iznosila je 76,73 kg hl⁻¹ i bila je pod statistički značajnim utjecajem obrade tla ($F=39$) i brzine sjetve ($F=28,9$). Interakcija obrade tla i brzine sjetve bila je statistički značajna ($F=12,3$).

Testom najmanje značajne razlike utvrđene su statistički značajne razlike u hektolitarskoj masi pšenice između CT i DH varijanti obrade (1,15 kg hl⁻¹), SS i CT varijanti obrade (2,88 kg hl⁻¹), DH i CH (1,56 kg hl⁻¹), SS i DH (1,72 kg hl⁻¹) i između SS i CH (kg hl⁻¹).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u hektolitarskoj masi pšenice kod v_1 i v_2 (kg hl⁻¹) i v_1 i v_3 (kg hl⁻¹). Razlika u hektolitarskoj masi između v_2 i v_3 nije bila statistički značajna.

Tablica 3.3.8. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na masu biljke ukupnu, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu

| Obrada | Masa biljke ukupna (g) | | | | Masa 1000 zrna (g) | | | | Hektolitarska masa (kg hl ⁻¹) | | | |
|----------------|------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | | v ₁ | v ₂ | v ₃ | |
| CT | 2,33 | 2,56 | 2,56 | 2,48 ^{AB} | 38,27 | 36,17 | 37,87 | 37,43 ^B | 78,58 | 73,25 | 75,63 | 75,82 ^C |
| DH | 2,49 | 2,20 | 2,43 | 2,37 ^B | 37,70 | 39,23 | 37,73 | 38,22 ^{AB} | 78,75 | 76,83 | 75,33 | 76,97 ^B |
| CH | 2,76 | 2,59 | 2,32 | 2,56 ^A | 35,90 | 38,43 | 38,80 | 37,71 ^{AB} | 76,17 | 75,67 | 74,42 | 75,42 ^C |
| SS | 2,70 | 2,65 | 2,34 | 2,57 ^A | 37,93 | 39,67 | 38,57 | 38,72 ^A | 78,46 | 78,79 | 78,83 | 78,69 ^A |
| Prosjek brzine | 2,57 ^a | 2,50 ^{ab} | 2,41 ^b | 2,49 | 37,45 ^b | 38,38 ^a | 38,24 ^a | 38,02 | 77,99 ^a | 76,14 ^b | 76,05 ^b | 76,73 |
| F _O | * (p<0,05, F=3,69) | | | | * (p<0,05, F=3,76) | | | | * (p<0,05, F=39,0) | | | |
| F _B | * (p<0,05, F=3,81) | | | | * (p<0,05, F=3,86) | | | | * (p<0,05, F=28,9) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

3.3.7. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na poljoprivredni prinos, biološki prinos i žetveni indeks

Utjecaj provedenog sustava obrade tla i primijenjene brzine u sjetvi na poljoprivredni prinos, biološki prinos i žetveni indeks prikazan je u tablici 3.3.9.

Prosječna visina poljoprivrednog prinosa pšenice iznosila je 6,64 t ha⁻¹. Analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj obrade tla (F=4,21) i brzine sjetve (F=1,49) na visinu poljoprivrednog prinosa. Najveći prinos ostvaren je na SS varijanti obrade (7,01 t ha⁻¹) i na v₁ (6,91 t ha⁻¹) dok je najmanji prinos pšenica imala na CT obradi (5,62 t ha⁻¹) i na v₃ (6,25 t ha⁻¹).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u visini prinosa pšenice na CT varijanti i prinosa pšenice na ostalim varijantama obrade. Prinos zrna pšenice na CT bio je za 1,38 t ha⁻¹ manji u odnosu na DH, za 1,33 t ha⁻¹ manji u odnosu na CH i za 1,39 t ha⁻¹ manji u odnosu na SS varijantu obrade tla. Ostale razlike u visini prinosa statistički nisu bile značajne.

Razlike u visini prinosa zrna pšenice ostvarene pri različitim brzinama sjetve bile su statistički značajne. LSD testom utvrđeno je kako je prinos zrna pšenice na v₁ bio za 0,66 t ha⁻¹ veći u odnosu na v₃, a prinos pšenice na v₂ bio je za 0,53 t ha⁻¹ veći u odnosu na v₃. Razlike u visini prinosa između v₁ i v₂ nisu bile statistički opravdane.

Na visinu biološkog prinosa kod pšenice, koji je u prosjeku iznosio 16,47 t ha⁻¹,

statistički je značajno utjecala varijanta obrade tla ($F=13,64$) i brzina sjetve ($F=3,27$). Interakcija obrade tla i brzine bila je statistički značajna ($F=9,01$). Najveći biološki prinos ostvarila je pšenica na SS varijanti obrade ($17,77 \text{ t ha}^{-1}$) i na v_1 brzini ($16,85 \text{ t ha}^{-1}$), a najmanji na CT obradi ($14,87 \text{ t ha}^{-1}$) i v_3 brzini sjetve ($15,87 \text{ t ha}^{-1}$).

LSD testiranjem utvrđene su statistički značajne razlike u visini biološkog prinosa pšenice i to između sljedećih varijanti obrade tla: DH i CT ($1,38 \text{ t ha}^{-1}$), CH i CT ($2,11 \text{ t ha}^{-1}$), SS i CT ($2,90 \text{ t ha}^{-1}$), SS i DH ($1,51 \text{ t ha}^{-1}$) i SS i CH ($0,79 \text{ t ha}^{-1}$).

LSD testom utvrđeno je da je biološki prinos pšenice ostvaren na v_1 bio za $0,97 \text{ t ha}^{-1}$ manji u odnosu na v_3 i za $0,81 \text{ t ha}^{-1}$ manji u odnosu na v_2 .

Žetveni indeks je u prosjeku iznosio $40,45 \%$ i bio je pod statistički značajnim utjecajem obrade tla ($F=6,98$) uz značajnu interakciju obrade tla i brzine sjetve ($F=3,16$). Najveći žetveni indeks imala je pšenica na DH ($43,13 \%$), a najmanji na CT ($39,62 \%$).

LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike u žetvenom indeksu pšenice između DH i CT ($5,12 \%$), DH i SS ($3,52 \%$) i CH i CT ($3,02 \%$).

Tablica 3.3.9. Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na poljoprivredni prinos, biološki prinos i žetveni indeks

| Obrada | Poljoprivredni prinos (t ha^{-1}) | | | | Biološki prinos (t ha^{-1}) | | | | Žetveni indeks (%) | | | |
|----------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-------|-------|---------------------|
| | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade | Brzina | | | Prosjek obrade |
| | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | | v_1 | v_2 | v_3 | |
| CT | 5,51 | 5,99 | 5,37 | 5,62 ^B | 13,73 | 14,65 | 16,23 | 14,87 ^C | 40,14 | 40,86 | 33,06 | 38,02 ^B |
| DH | 7,43 | 6,77 | 6,80 | 7,00 ^A | 17,59 | 15,55 | 15,63 | 16,26 ^B | 42,28 | 43,57 | 43,56 | 43,13 ^A |
| CH | 7,26 | 6,95 | 6,65 | 6,95 ^A | 17,26 | 17,80 | 15,87 | 16,98 ^B | 42,10 | 39,10 | 41,90 | 41,03 ^{AB} |
| SS | 7,44 | 7,41 | 6,17 | 7,01 ^A | 18,81 | 18,74 | 15,76 | 17,77 ^A | 39,73 | 39,62 | 39,49 | 39,62 ^B |
| Prosjek brzine | 6,91 ^a | 6,78 ^a | 6,25 ^b | 6,65 | 16,85 ^a | 16,69 ^a | 15,87 ^b | 16,47 | 41,06 | 40,79 | 39,50 | 40,45 |
| F _O | * ($p<0,05$, $F=74,50$) | | | | * ($p<0,05$, $F=20,98$) | | | | * ($p<0,05$, $F=6,99$) | | | |
| F _B | * ($p<0,05$, $F=26,31$) | | | | * ($p<0,05$, $F=5,03$) | | | | * ($p<0,05$, $F=1,37$) | | | |

F_O – F test varijanti obrade; F_B – F test podvarijanti brzina sjetve; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; Vrijednosti unutar istog retka označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim velikim slovima statistički se značajno razlikuju na razini $p<0,05$.

3.4. Analiza međusobno povezanih i zavisnih parametara: sustava obrade tla, utroška goriva i proklizavanja kotača

Volumetrijskom metodom utvrđena je točnost utroška goriva očitnog s putnog računala traktora. Prema dobivenim rezultatima putno računalo pokazivalo je manju potrošnju od volumetrijski izmjerene i to kako slijedi 4,74 % na CT obradi, 4,71 % na DH obradi, 4,63 % na CH obradi te 4,70 % na SS obradi tla (tablica 3.4.1.). Prosječna potrošnja očitana s putnog računala bila je 4,69 % manja nego izmjerena, ali je između obrada bez obzira na utrošenu količinu goriva pogreška bila ujednačena.

Tablica 3.4.1. Vrijednosti utroška goriva putno računalo – volumetrijska izmjera

| Obrada | Utrošak goriva - očitano s putnog računala po proходу (\bar{x}), (L) | Utrošak goriva - volumetrijski izmjereno po proходу (\bar{x}), (L) | Apsolutna razlika, (L) | Relativna pogreška, (%) |
|-----------------------------------|--|--|------------------------|-------------------------|
| CT | 1,167 | 1,225 | 0,058 | 4,74 |
| DH | 0,600 | 0,630 | 0,030 | 4,71 |
| CH | 0,667 | 0,699 | 0,032 | 4,63 |
| SS | 1,000 | 1,049 | 0,049 | 4,70 |
| Prosječna relativna pogreška (%): | | | | 4,69 |

Tumač kratice: \bar{x} – prosjek

U tablici 3.4.2. prikazani su rezultati istraživanja utjecaja priključnog oruđa za obradu tla na proklizavanje kotača i utrošak goriva. Jednosmjernom analizom varijance ($p < 0,05$) utvrđen je statistički značajan utjecaj varijante obrade (soja $F=152,31$; kukuruz $F=71,51$; pšenica $F=60,38$) na potrošnju u radu ($L ha^{-1}$) koja je u prosjeku iznosila $20,60 L ha^{-1}$ u prvoj godini istraživanja, $19,14 L ha^{-1}$ u drugoj godini istraživanja te $18,49 L ha^{-1}$ u trećoj godini istraživanja. Najveći utrošak goriva izmjeren je na CT, a najmanji na DH u sve tri godine istraživanja.

U prvoj godini istraživanja (soja) statistički značajne razlike utvrđene su između obrada CT i DH ($24,63 L ha^{-1}$), CT i CH ($24 L ha^{-1}$), CT i SS ($14,05 L ha^{-1}$) te između DH i SS ($10,58 L ha^{-1}$), CH i SS ($9,96 L ha^{-1}$). Razlika u potrošnji goriva između obrada DH i CH iznosila je $0,63 L ha^{-1}$ i statistički nije bila značajna.

Statistički značajne razlike u drugoj godini istraživanja (kukuruz) utvrđene su između obrada CT i DH ($19,07 L ha^{-1}$), CT i CH ($18,50 L ha^{-1}$), CT i SS ($6,09 L ha^{-1}$) te između DH i SS ($12,98 L ha^{-1}$) i CH i SS ($12,41 L ha^{-1}$). Razlika u potrošnji goriva između DH i CH iznosila je $0,57 L ha^{-1}$ i nije bila statistički značajna.

U trećoj godini istraživanja (pšenica) statistički značajne razlike utvrđene su između CT i DH (16,42 L ha⁻¹), CT i CH (11,24 L ha⁻¹), CT i SS (3,08 L ha⁻¹) te između DH i CH (5,18 L ha⁻¹), DH i SS (13,34 L ha⁻¹) i CH i SS (8,16 L ha⁻¹).

Tablica 3.4.2. Utrošak goriva i proklizavanje kotača traktora pri različitim sustavima obrade tla

| Obrade | Soja | | Kukuruz | | Pšenica | |
|----------------|--|--------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|
| | Potrošnja u radu (L ha ⁻¹) | Proklizavanje kotača (%) | Potrošnja u radu (L ha ⁻¹) | Proklizavanje kotača (%) | Potrošnja u radu (L ha ⁻¹) | Proklizavanje kotača (%) |
| CT | 36,27 ^a | 19,39 ^b | 30,06 ^a | 13,58 ^b | 26,18 ^a | 19,65 ^b |
| DH | 11,64 ^b | 24,26 ^a | 10,99 ^c | 22,08 ^a | 9,76 ^d | 18,07 ^b |
| CH | 12,27 ^b | 8,38 ^c | 11,56 ^c | 6,28 ^c | 14,94 ^c | 11,25 ^c |
| SS | 22,22 ^c | 24,02 ^a | 23,97 ^b | 23,71 ^a | 23,10 ^b | 22,96 ^a |
| prosjeak | 20,60 | 19,01 | 19,14 | 16,41 | 18,49 | 17,98 |
| F ₀ | * (p<0,05, F=152,21) | * (p<0,05, F=82,34) | * (p<0,05, F=71,51) | * (p<0,05, F=23,62) | * (p<0,05, F=60,38) | * (p<0,05, F=41,34) |

F₀ – F test varijanti obrade; * - statistička značajnost; n.s. – nema statističke značajnosti; vrijednosti unutar istih stupaca označene različitim malim slovima statistički se značajno razlikuju na razini p<0,05.

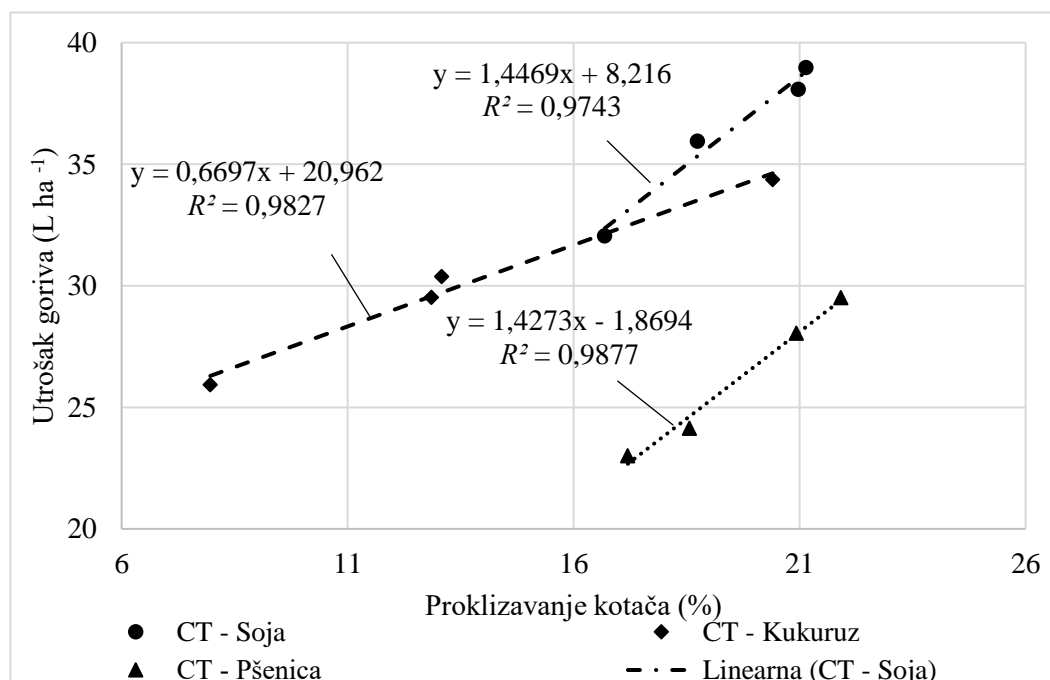
Jednosmjernom analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj varijanti obrade (soja F=82,34; kukuruz F=23,62; pšenica F=41,34) na proklizavanje kotača (%) koje je u prosjeku iznosilo 19,01 % u prvoj godini, 16,41 % u drugoj godini i 17,98 % u trećoj godini istraživanja. Najmanje proklizavanje kotača u sve tri godine istraživanja bilo je na varijanti obrade CH te je prosječno iznosilo 8,64 %. LSD testom utvrđene su statistički značajne razlike između svih varijanti obrade osim između DH i SS varijanti u prvoj godini (razlika od 0,24 %) i drugoj godini (razlika od 1,63 %) te varijanti CT i DH u trećoj godini (razlika od 1,58 %) istraživanja statistički nisu bila opravdana. U prvoj godini istraživanja proklizavanje kotača na CT varijanti bilo je za 4,87 % manje u odnosu na DH, za 11,01 % veće u odnosu na CH varijantu i za 4,63 % manje u odnosu na SS. DH je imao za 15,88 % veće proklizavanje u odnosu na CH, a proklizavanje na CH bilo je za 15,63 % manje u odnosu na SS. Proklizavanje kotača u drugoj godini istraživanja na CT varijanti bilo je manje za 8,51 % u odnosu na DH i za 10,13 % u odnosu na SS, dok je u odnosu na CH, proklizavanje bilo za 7,30 % veće. Razlika između DH i CH iznosila je 15,80 % i bila je statistički značajna kao i razlika između proklizavanja na CH i SS koja je iznosila 17,43 %. U trećoj godini istraživanja proklizavanje kotača na CT varijanti bilo je za 8,40 % veće u odnosu na CH, a za 3,31 % manje u odnosu na SS. Proklizavanje na DH bilo je 6,82 % veće u odnosu na CH i za 4,89 % manje u odnosu na SS. Proklizavanje na SS varijanti bilo je 11,71 % veće u odnosu na CH.

Na osnovi prikupljenih podataka istraživanja provedena je regresijska analiza utjecaja proklizavanja kotača traktora na utrošak goriva pri četiri sustava obrade tla: konvencionalnoj

obradi tla (CT), tanjuranju (DH), rahljenju (CT) i podrivanju (SS). Odabir jednadžbe regresije između pet mogućih (linearne, kvadratne, potencijske, logaritamske i eksponencijalne) temelji se na odabiru s obzirom na najveću vrijednost koeficijenta korelacije između promatranih obilježja. Intenzitet ili jačina veze između dvaju obilježja definirana je koeficijentom korelacije i rangirana je prema *Roemer-Orphalovoj* ljestvici. Koeficijent determinacije (R^2) predstavlja protumačenost utjecaja nezavisne na zavisnu promjenljivu i obično se izražava u (%). Ostatak objašnjen utjecajem nekih drugih neistraživanih čimbenika izražava se koeficijentom alijenacije ($1 - R^2$) izraženim također u (%).

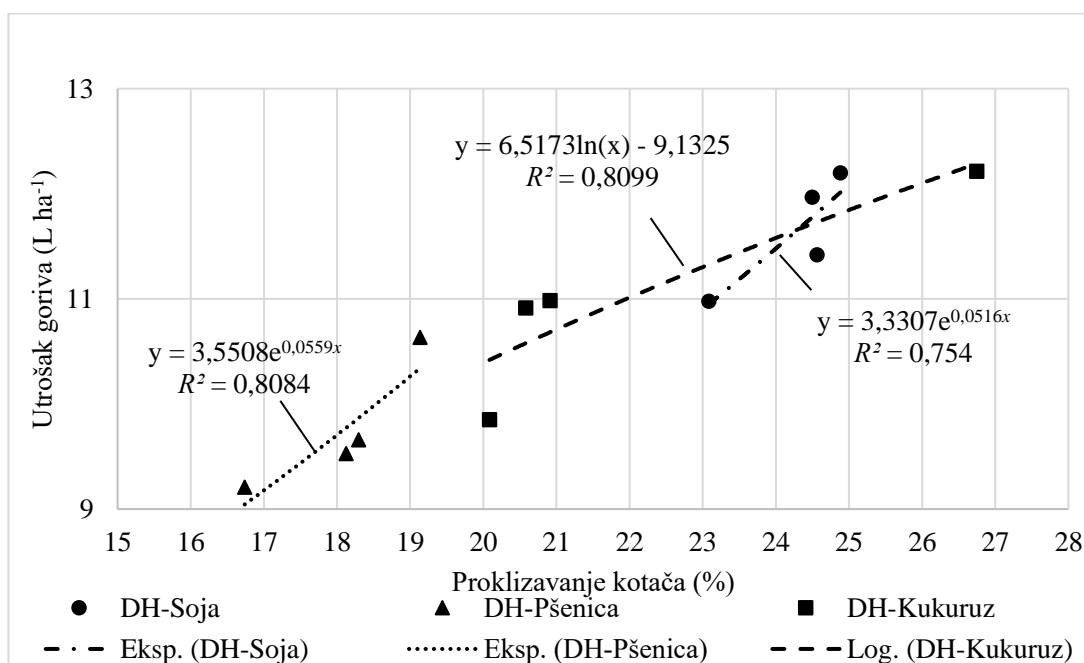
Rezultati izvedene regresijske analize pokazuju postojanje linearnog oblika ovisnosti između stupnja proklizavanja kotača traktora i prosječne potrošnje goriva za sve tri poljoprivredne kulture u konvencionalnoj obradi tla (CT) u istraživanom razdoblju (slika 3.4.1.).

Za soju se ova zavisnost može prikazati linearnom jednadžbom regresije: $y = 1,4469x + 8,216$ s koeficijentom korelacije $R = 0,987$, dok je istodobno za kukuruz ova ovisnost definirana jednadžbom: $y = 0,6697x + 20,962$ isto s izrazito visokim koeficijentom korelacije $R = 0,991$. Za treću poljoprivrednu kulturu, odnosno za ozimu pšenicu, ovisnost je definirana linearnom jednadžbom sljedećeg oblika: $y = 1,4273x - 1,8694$ s koeficijentom korelacije $R = 0,994$.



Slika 3.4.1. Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u konvencionalnoj obradi tla

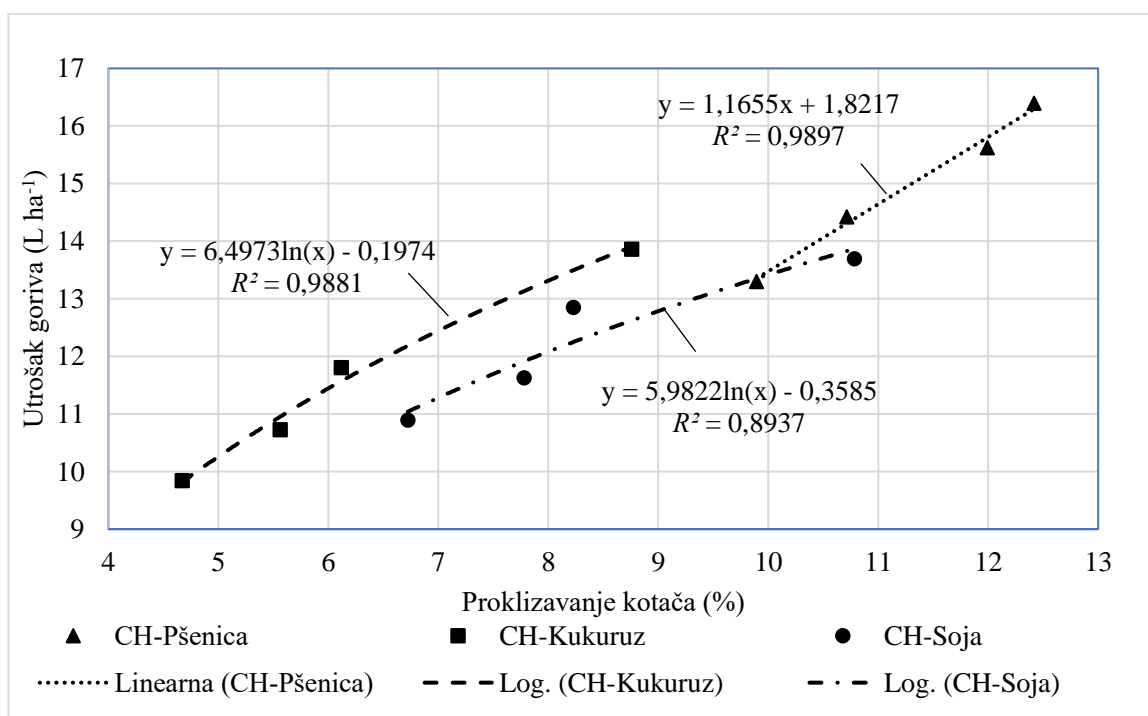
Sa svrhom utvrđivanja značajnosti koeficijenta korelacije (tj. razlikuje li se značajno od nule bez obzira na predznak) provedeno je testiranje značajnosti koeficijenta korelacije za istraživana obilježja na razini značajnosti od 95 % i 99 %, rabeći standardne statističke metode. Nakon provođenja testiranja značajnosti koeficijenta korelacije na razini od 95 % i 99 %, može se zaključiti da tablična vrijednost t uz 2 stupnja slobode iznosi $t_5=4,31$, i $t_1=9,09$, a izračunata vrijednost za soju iznosi 8,73. Izračunati t znatno je veći na razini praga značajnosti 95 % od tabličnog t_5 što ukazuje na statistički značajnu korelaciju dok na razini praga značajnosti od 99 % korelacija nije statistički značajna. Za kukuruz izračunata vrijednost t iznosi 10,65 što ukazuje na statistički značaj korelacije za obje razine od 95 % i 99 % budući da je izračunata vrijednost t veća od tabličnih koji iznose $t_5=4,31$, i $t_1=9,09$. I na koncu je napravljeno testiranje za ozimu pšenicu u trećoj godini istraživanja te izračunati t iznosi 12,64 što je znatno više od tabličnih vrijednosti $t_5=4,31$, i $t_1=9,09$, što upućuje na zaključak o statističkoj značajnosti korelacije. U sustavu obrade tla tanjuranje (DH) (slika 3.4.2.) ovisnost između istraživanih čimbenika je za soju eksponencijalnog oblika izražena jednadžbom $y = 3,3307 e^{0,0516x}$ s pripadajućim koeficijentom korelacije $R=0,868$. U proizvodnji kukuruza ovisnost između proklizavanja i potrošnje goriva je logaritamska izražena jednadžbom $y=6,5173 \ln(x) - 9,1325$ s koeficijentom korelacije $R=0,9$, dok je u proizvodnji ozime pšenice istraživana ovisnost eksponencijalnog oblika $y=3,5508 e^{0,0559x}$ s identičnim koeficijentom korelacije $R=0,9$.



Slika 3.4.2. Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u sustavu obrade tla tanjuranjem

Provedeno testiranje značajnosti koeficijenta korelacije za varijantu obrade tla tanjuranjem u prvoj godini istraživanja, odnosno za soju ukazuje da su tablične vrijednosti $t_5=4,31$, i $t_1=9,09$, znatno veće od izračunate t -vrijednosti koja iznosi 2,47, što ukazuje na nepostojanje statističke značajnosti korelacije. U drugoj i trećoj godini istraživanja, odnosno u kukuruзу i ozimjoj pšenici izračunati t iznosi 2,91 i 2,9 što ukazuje na nepostojanje statističke značajnosti za obje kulture.

U trećem istraživanom sustavu obrade tla rahljenje (CH) (slika 3.4.3.) za soju je ovisnost prikazana logaritamskom jednadžbom sljedećeg oblika $y=5,9822 \ln(x) - 0,3585$ s koeficijentom korelacije $R=0,945$. U proizvodnji kukuruza ovisnost između istraživanih čimbenika je logaritamska izražena jednadžbom $y=6,4973 \ln(x) - 0,1974$ pri čemu je izrazito visok koeficijent korelacije $R=0,994$. U proizvodnji ozime pšenice ovisnost između stupnja proklizavanja kotača i potrošnje goriva pogonskog agregata je linearna i prikazana je jednadžbom pravca $y=1,1655x + 1,8217$ s koeficijentom korelacije $R=0,994$.



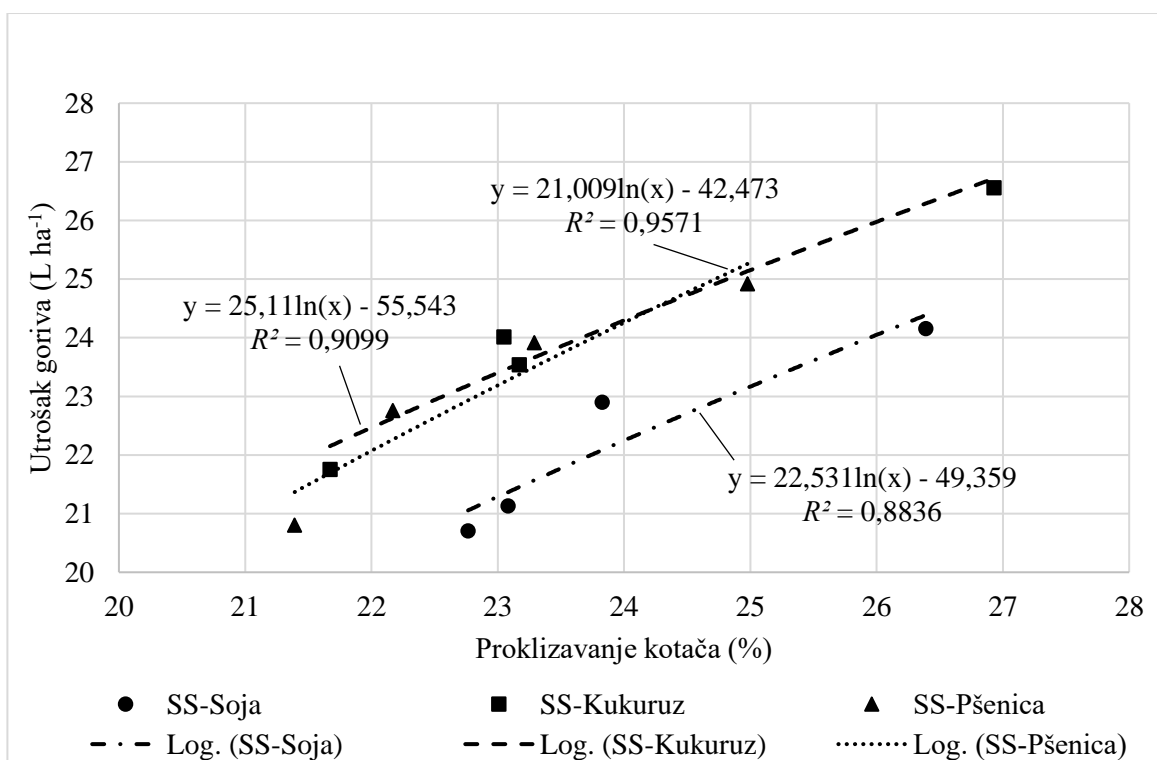
Slika 3.4.3. Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u obradi tla rahljenjem

Provedeno je i utvrđivanje značajnosti koeficijenta korelacije na razini značajnosti od 95 i 99 % za varijantu obrade tla rahljenjem. Tablična vrijednost t uz 2 stupnja slobode iznosi $t_5=4,31$, $t_1=9,09$, a izračunata vrijednost t za soju je 4,01. Budući da je izračunati t manji od

tabličnih t_5 i t_1 može se zaključiti da korelacija nije statistički značajna. U proizvodnji kukuruza izračunati t iznosi 12,91 što ukazuje na statističku značajnost korelacije, dok za ozimu pšenicu izračunati t ima vrijednost 14, što je znatno veći od tabličnih vrijednosti, što ukazuje na visoku statističku značajnost korelacije.

U zadnjem provedenom sustavu obrade tla, odnosno u podrivanju (SS) (slika 3.4.4.) za soju, kukuruz i ozimu pšenicu ovisnost je determinirana logaritamskim jednadžbama:

Za soju jednadžba ima sljedeći oblik $y = 22,531 \ln(x) - 49,359$, s koeficijentom korelacije $R=0,94$. Za kukuruz jednadžba je $y = 25,11 \ln(x) - 55,543$ s koeficijentom regresije $R=0,953$ i na koncu za ozimu pšenicu jednadžba regresije ima sljedeći oblik $y = 21,009 \ln(x) - 42,473$ s izrazito visokim koeficijentom regresije $R=0,978$.



Slika 3.4.4. Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u obradi tla podrivanjem

Nakon provođenja testiranja značajnosti koeficijenta korelacije na razini od 95 % i 99 %, u varijanti obrade tla podrivanjem, za soju izračunati t iznosi 3,88 što ukazuje da korelacija nije statistički značajna, dok je izračunata t -vrijednost za kukuruz 4,5 što ukazuje na statističku značajnost za razinu značajnosti 95 %, dok je za razinu značajnosti 99 % korelacija statistički beznačajna.

Za ozimu pšenicu izračunati t iznosi 6,65 što znači da je korelacija značajna za prag, odnosno razinu značajnosti 95 %, dok je za prag značajnosti 99 % korelacija statistički bez značaja. Tablične vrijednosti t uz 2 stupnja slobode iznose $t_5=4,31$, $t_1=9,09$ kao i u prethodnim varijantama obrade tla.

4. RASPRAVA

U radu su predloženi rezultati trogodišnjeg istraživanja provedenog u Brodsko-posavskoj županiji koja se prema Hrvatskoj poljoprivrednoj regionalnoj podjeli (Bašić i sur., 2007.) ubraja u Centralnu panonsku podregiju. Istraživanja su provedena na teškom pseudoglejnom tlu lošeg mehaničkog sastava, nepovoljnih fizikalnih osobina i niske prirodne plodnosti.

U posljednjih trideset godina dolazi do pojave ekstremnih klimatskih uvjeta poput povišenja temperature zraka i nepravilnog rasporeda oborina što je utvrdio veliki broj inozemnih i domaćih autora (Anić i sur., 2009.; Fallon i Betts, 2010.; Varallyay, 2007.). Isti autori predviđaju nepovoljan rasplet aktualnih klimatskih promjena što značajno može ugroziti poljoprivrednu proizvodnju. Poljoprivredno tlo često je izloženo nepovoljnim vremenskim utjecajima, posebno nepovoljnom rasporedu oborina. Primarni zadatak poljoprivrednika je ublažiti te nepovoljne klimatske prilike pazeći na održavanje vlage u tlu, sprječavanjem prekomjernog zbijanja, stvaranja pokorice i erozije. Primjena obrade tla koja će zadržati poslijezetvene ostatke prethodne kulture na površini zemljišta omogućava bolju konzervaciju vlage u aktivnoj zoni korijena, sprečava eroziju, slijeganje zemljišta i stvaranje pokorice.

Klimu koja utječe na biljke u sustavu uzgoja na otvorenom nije moguće mijenjati, ali primjenom za okoliš prihvatljive agrotehnike i tehnologije obrade tla štetne klimatske promjene moguće je ublažiti. Jedan od najvažnijih zadataka obrade je priprema tla za polaganje sjemena i osiguranje povoljnih uvjeta za rast i razvoj uzgajanih kultura. Osnovni zadatak sjetve je ujednačeno ulaganje sjemena na optimalnu dubinu te ravnomjerna uzdužna i poprečna raspodjela sjemena na vegetacijskom prostoru (Šumanovac, 1998.). Butorac i sur., (1986.) navode da su sustavi minimalne obrade tla prihvatljiviji na lakšim i plodnim tlima, a manje prihvatljivi ili neprihvatljivi na teškim tlima niske prirodne plodnosti. Reduciranjem zahvata obrade može se utjecati na smanjenje degradacije tla, a posebno na smanjenje zbijanja tla (Jug i sur., 2010.b). Znatna oštećenja nastaju, između ostalog, i neadekvatnom uporabom i pogrešnim izborom poljoprivredne tehnike koja se koristi za obradu tla čime se narušava njegov proizvodni potencijal, a time i prirodna ravnoteža ekosustava. Najčešća pojava ove vrste degradacije tla je antropogeno zbijanje tla nastalo uporabom teških traktora i ostalih priključnih strojeva i oruđa na način koji nije prihvatljiv u uzgoju usjeva kao i za sam agroekosustav. Doprinos ovog istraživanja temelji se na pretpostavkama da će različiti sustavi obrade tla rezultirati i različitim eksploatacijskim pokazateljima rada primijenjene poljoprivredne mehanizacije te drugim pokazateljima tvorbe prinosa. Održivi sustavi

gospodarenja tlom postaju sve važniji i naglašeniji segment poljoprivredne proizvodnje posljednjih godina. Vrlo veliku pažnju potrebno je usmjeriti na ulogu koju imaju sustavi obrade tla, broj prohoda mehanizacije i utrošak energenata na stanje tla.

Provođenje osnovne obrade tla povećava njegov obujam, porozitet, pogoduje boljem razvoju korijenovog sustava i lakšem usvajanju hraniva (Pietola, 2005.; Qin i sur., 2006.) Istraživanjima su utvrđena i zbijanja tla u plićim slojevima pod utjecajem suše (Birkas i sur., 2009.) čime očuvanje vlage provođenjem konzervacijskih sustava obrade kao mjera ublažavanja klimatskih promjena dobiva na dodatnoj važnosti (Jug i sur., 2017.).

Različiti primijenjeni tlakovi pneumatika traktora pri sjetvi u ovom istraživanju rezultirali su različitom zbijenosti tla u obrađivanom sloju. Penetrometerska mjerenja prve godine istraživanja u lipnju 2017. ukazuju da je najmanja zbijenost bila na p_1 , odnosno tlaku prednjih pneumatika traktora 1,0 bar i tlaku stražnjih pneumatika 0,8 bara. U srpnju 2017. zbijenost na primijenjenim tlakovima p_2 (tlak prednjih pneumatika traktora 2,0 bara i tlak stražnjih pneumatika 1,6 bara) i p_3 (tlak prednjih pneumatika traktora 3,0 bara i tlak stražnjih pneumatika 2,4 bara) bila je bez značajnih razlika, ali značajno veća od zbijenosti na najmanjem tlaku p_1 . U trećem se mjerenju utjecaja tlakova pokazuje još izraženija zbijenost pri najvećem tlaku pneumatika p_3 . Slične rezultati istraživanja dobili su Jakobsen i Dexter (1989.), a autori ukazuju da se smanjenjem tlaka u pneumaticima s $p_{\max} = 160$ kPa (1,6 bar) na $p_{\max} = 120$ kPa (1,2 bara), posebno u više prolaza agrotehnike, može značajno smanjiti zbijanje tla.

U drugoj godini mjerenja zbijenosti tla najveća zbijenost zabilježena je pri tlaku pneumatika p_2 uz malu statističku značajnost između ostalih tlakova. Zbijenost trećeg mjerenja u drugoj godini bila je ujednačena na svim tlakovima. Ovakva ujednačenost zbijenosti između svih primijenjenih tlakova pneumatika može se pripisati optimalnom stanju vlažnosti tla prilikom obrada tla, sjetve i u trenutku mjerenja penetrometerskog otpora.

U oba mjerenja treće godine istraživanja zbijenost pod utjecajem tlakova pneumatika bila je za 13,2 % u prvom i 20 % veća u drugom mjerenju na tlaku p_3 u odnosu na p_1 , što je slično rezultatima istraživanja Parkhomenka i sur. (2019.).

Različiti primijenjeni sustavi obrade tla u ovom istraživanju rezultirali su različitom zbijenosti tla u promatranom sloju. Prosječni izmjereni penetrometerski otpori prve godine istraživanja bili su najmanji u sustavu obrade SS te su prosječno iznosili 1,93 MPa u 1. mjerenju, 2,73 MPa u 2. mjerenju i 2,35 MPa u 3. mjerenju. Najveći prosječni izmjereni penetrometerski otpori prve godine istraživanja izmjereni su kako slijedi u sustavima obrade tla DH, CH, CT.

U drugoj godini za vrijeme vegetacije kukuruza ponovo su najmanji zabilježeni otpori bili u sustavu obrade tla SS (1,47 MPa – 1. mjerenje), dok su najveći izmjereni otpori zabilježeni na DH (3,30 MPa – 3. mjerenje), CH (3,19 MPa – 3. mjerenje) i CT (2,59 MPa – 3. mjerenje) obradama.

U oba mjerenja penetrometarskih otpora treće godine istraživanja rezultati su slični kao u predhodnim godinama te je na SS obradi zabilježen najmanji prosječni otpor od 1,38 MPa, a najveći na obradama DH i CH.

Tijekom svih triju godina istraživanja obrada CT pokazala je manju zbijenost u odnosu na DH i CH sustave obrade što se podudara s rezultatima Stošić i sur. (2020.) provedenim na sličnim dubinama. Duboka obrada SS provedena podrivačem sa sedam radnih tijela na radnoj dubini od 50 cm rezultirala je najmanjim penetrometarskim otporima u sve tri godine istraživanja, što se podudara s rezultatima Negev i sur. (2020.); Parkhomenko i sur. (2019.). Isti autori utvrdili su da je upotrebom podrivača na većim dubinama obrade zbijenost smanjena za 21 %. Radna dubina priključnog oruđa u provedbi osnovne obrade tla rezultirala je smanjenjem zbijenosti tla.

Ispod obrađivanog sloja u sustavu obrade DH na dubini većoj od 15 cm zabilježeno je u gotovo svim provedenim mjerenjima naglo povećanje otpora. Birkas i sur. (2004.) imaju slične rezultate penetrometarskog otpora na dubini 25 - 30 cm (3,75 MPa) nastale kao posljedica višegodišnje obrade tla na istoj dubini. Isti autori provode istraživanja na smanjenju dubine osnovne obrade i primjeni tanjurače, što kroz višegodišnji promatrani period rezultira povećanjem otpora na 4,6 MPa (na dubini 17,5 – 27,5 cm) kao posljedica spajanja dvaju tabana obrade (oranja i tanjuranja).

Posliježetveni ostatci mogu biti predloženi kao alat za prilagodbu usjeva na fiziološki stres uzrokovan nedostatkom oborina kao jednoj od klimatskih promjena. Linijskom metodom prebrojani su posliježetveni ostatci pšenice kao predkulture soji u prvoj godini istraživanja, zatim soje i kukuruza kako slijedi na svim primijenjenim sustavima obrade. Rezultati ukazuju na statistički značajne razlike na površini tla zaostalih posliježetvenih ostataka između konvencionalne (CT), reducirane (DH) i konzervacijske (CH i SS) obrade tla. U sve tri godine istraživanja najviše posliježetvenih ostataka zabilježeno je na SS obradi (51 %, 52,75 % i 53,22 %). Manju količina posliježetvenih ostataka ostalih na površini tla polučila je CH konzervacijska obrada tla s 47,33 %, 44,5 % i 38,89 % u posljednjoj godini istraživanja. Kod DH sustava obrade po istraživanim godinama zabilježeno je 26,78 %, 29,75 % i 25,33 % posliježetvenih ostataka, dok je CT obrada na površini tla zadržala samo 13,45 %, 7,25 % i 4,46 % posliježetvenih ostataka. Navedeni rezultati su u skladu s istraživanjima Jug i sur.

2017.; Hunter i sur. 2021.).

Količina posliježetvenih ostataka značajno je utjecala na trenutnu vlažnost tla, ali je imala nedostataka prilikom sjetve. Povećana količina posliježetvenih ostataka utječe na nestabilnost vođenja sijačice u sjetvi, što rezultira neadekvatnom raspodjelom sjemena po površini i dubini odnosno manjom gustoćom sklopa i možebitnim smanjenjem prinosa (Šumanovac, 2004.). Jesenskim oranjem tlo je prorahljeno, povećan mu je obujam i mogućnost infiltracije oborina tijekom zime, a većina posliježetvenih ostataka na CT obradi je zaorana. Prilikom mjerenja penetrometarskih otpora prosječna vlažnost u sve tri godine istraživanja bila je najveća na konzervacijskim varijantama obrade tla (SS i CH). Manja trenutna vlažnost zabilježena je na DH te najmanja na konvencionalnoj CT obradi.

Veće površine otvorene brazde i manja količina posliježetvenih ostataka na varijantama obrade CT i DH prouzročile su jaču površinsku evaporaciju te manju trenutnu vlažnost. Bolju trenutnu vlažnost tla po dubini profila s većom količinom posliježetvenih ostataka u svojim istraživanjima zabilježio je Schneekloth i sur. (2020.). Isti autori navode da bi na varijantama bez posliježetvenih ostataka bilo potrebno dodatno navodnjavanje od 60 mm za ostvarenje istih prinosa kao na varijantama s više ostavljenih posliježetvenih ostataka na površini tla. Na promatranoj dubini 10 do 30 cm najveću vlažnost u gotovo svim mjerenjima imaju varijante SS i DH, a najlošiju ima varijanta CT. Najveća trenutna vlažnost na dubini od 50 cm u prvoj godini istraživanja zabilježena je na varijanti CH s prosječno 21,81 %, u drugoj godini istraživanja na varijanti SS s prosječno 21,56 % dok je u trećoj godini na istoj dubini najveća vlažnost bila za 0,31 % veća na SS nego na CH (20,52 %) varijanti. Da konzervacijski sustavi obrade tla (CH i SS) imaju bolju raspodjelu para što utječe na bolje prozračivanje tla i dostupnost vode za poboljšani razvoj korijena, ističu Jug i sur. (2018.) Isti autori ističu da ovo posebno vrijedi za sušna razdoblja kada konzervacijski učinak obrade tla osigurava znatno više vode za usjeve. U svom istraživanju Pietola (2005.) je tijekom petogodišnjeg promatranja potpuno izostavio konvencionalnu obradu plugom. Rezultati su ukazali da je konzervacijska obrada osiguravala više vlažnosti tla u oraničnom sloju. Istovremeno, autor upozorava da promatrana glinena tla mogu pokvariti svoju prirodnu zbijenost i gustoću od 3 do 6 godina nakon preskakanja obrade plugom.

- **Soja** predstavlja važan i nezaobilazan usjev u održivoj poljoprivrednoj proizvodnji, a zbog svoje višestruke namjene sve se više uzgaja u svijetu i kod nas. Tehnologija i način sjetve, uz optimalnu pripremu tla i brzinu sjetve, predstavljaju jedan od važnijih faktora koji utječu na sklop, prinos i druge biometrijske komponente soje.

Dopunska obrada tla rotodrljačom na svim promatranim sustavima osnovne obrade osigurala je ujednačen predstjetveni profil tla. Najveća odstupanja u ujednačenosti sjetvene površine od 29,7 mm zabilježena su na CT obradi dok je predstjetvena priprema bila ujednačenija na SS (29,5 mm), DH (16,9 mm), te CH (14 mm) kao optimalna. Neadekvatnu predstjetvenu površinsku strukturu konvencionalne obrade utvrdili su Šumanovac i sur. (2000.).

Najveća uzdužna raspodjela soje ostvarena je na najvećoj brzini sjetve v_3 (5,6 cm) dok je na brzinama v_1 i v_2 raspodjela bila ujednačena 5 cm odnosno 5,1 cm. Povećana brzina sjetve utječe na ulaganje sjemena u sjetveni žlijeb, kao i na uzdužnu promjenu razmaka između biljaka (Bertelli i sur., 2016.), dok optimalne brzine sjetve mogu rezultirati ravnomjernijom raspodjelom sjemena u sjetvenoj brazdi (Karayel, 2009.), što je i ovdje bio slučaj. Brzina sjetve nije značajnije utjecala na poprečnu raspodjelu sjemena, a sklop je u konačnici bio najveći na v_1 , najmanji na v_3 , ali bez statističke značajnosti. Prema provedenom sustavu obrade tla najveći sklop je ostavaren na SS i CH obradi, dok je najmanji bio na CT i DH obradi kako slijedi. Na raspodjelu biljaka u sjetvenom redu utječe nekoliko čimbenika kao što su sustav obrade tla, svojstva tla i mehanizmi za doziranje sjemena (Machado i Reynaldo, 2017.).

Najveća duljina mezokotila zabilježena je na CH (3,79 cm) obradi dok se na drugim primijenjenim sustavima obrade tla nije statistički razlikovala. Najmanja dubina sjetve odnosno duljina mezokotila od 2,94 cm zabilježena je na v_3 što je 1,5 cm manje nego na v_2 . Potpuno identične podatke o utjecaju brzine na dubinu sjetve soje u svom istraživanju ostvarili su Brandelero i sur. (2015.) Obično se niža gustoća sklopa u sjetvi nadoknađuje povećanjem broja grana i povećanim brojem mahuna (Manuad i sur., 2010.). U ovom istraživanju ostvareni su slični rezultati gdje je na najnižem sklopu DH obrade zabilježeno najveće grananje (2,36) i gotovo najveći broj fertilnih (30,78) i sterilnih (1,47) mahuna po biljci.

Nizak sklop biljaka soje daje manje mahuna po površini, a posljedično i slabiju produktivnost u pogledu prinosa (Ludwig i sur., 2011.; Cruz i sur., 2016.). Isti su rezultati zabilježeni na ovom pokusu gdje je najniži prinos (3,89 t ha⁻¹) i sklop bio na DH obradi i v_3 brzini sjetve. U svom istraživanju utjecaja pet različitih sjetvenih brzina Bortoli i sur. (2021.) Utvrdili su da je brzina sjetve glavni čimbenik u raspodjeli sjemena soje, što vodi do ujednačenijeg sklopa.

Pri najvećoj brzini sjetve v_3 na komponentama prinosa poput mase stabljike (6,77 g), ukupne mase biljke (20,69 g), mase zrna po biljci (9,88 g), mase ljuske po biljci (4,04 g), mase cijelih mahuna po biljci (13,92 g) i broja zrna po biljci (67,01 komada) ostvareni su najlošiji rezultati. Pri nižim brzinama sjetve v_2 i v_1 rezultati za ove komponente prinosa bili su značajno

bolji, što je u skladu s rezultatima Bortoli i sur. 2021. koji su utvrdili da snižavanjem brzine sjetve s $7,7 \text{ km h}^{-1}$ na $4,2 \text{ km h}^{-1}$ ostvaruju bolje rezultate na nekim komponentama prinosa. Isti autori ukazuju da brzine sjetve od $2,5 \text{ km h}^{-1}$ do $7,7 \text{ km h}^{-1}$ neće uzrokovati značajnije gubitke na prinosu zrna.

Na masu zrna po biljci i broj zrna po biljci značajno su utjecali i primijenjeni sustavi obrade tla. Najveća masa zrna po biljci ostvarena je na CT obradi (10,85 g), zatima na SS (10,73 g) i CH (10,69 g) dok je na DH obradi ostvareno samo (9,67 g). Obrade su na broj zrna po biljci utjecale kako slijedi CH (84,02 komada), CT (74,76 komada), SS (69,61 komada) i DH (66,28 komada).

Na visinu i grananje biljke značajno je utjecao primijenjeni sustav obrade te su najveće biljke s najvećim brojem grana zabilježene na DH obradi. Visina biljke i broj grana predstavlja indikator biološkog potencijala biljke te rezultat agrotehničkih i agroekoloških uzgojnih uvjeta (Boomsma i sur., 2010.).

Masa 1000 zrna soje kao pokazatelj kakvoće ovisi o plodnosti tla, sorti, klimatskim prilikama, a kreće se od 70 do 250 g. Obrade su na masu 1000 zrna utjecale tako je na DH s 152,62 g ostvarena najveća masa, slijede ju SS s 151,37 g i CT s 149,65 g te CH s najmanjom masom od 145,58 g. Ovakva masa 1000 zrna na DH obradi slaže se s rezultatima istraživanja Olaoye i Ariyo (2020.) čiji rezultati pokazuju da plići sustavi obrade tla pogoduju dostupnosti i zadržavanju hranjivih sastojaka tla unutar glavnine korijena plitkih usjeva (Pospišil i sur., 2009.).

Hektolitarska masa soje u 2017. godini nije se statistički razlikovala u odnosu na primijenjeni sustav obrade tla, niti u odnosu na primijenjenu brzinu sjetve. Slične rezultate utjecaja različitih varijanti obrade tla na hektolitarsku masu soje navodi i Kvaternjak (2011.).

Najveći ostvareni: prinosi zrna na obradama SS ($4,73 \text{ t ha}^{-1}$) i CH ($4,68 \text{ t ha}^{-1}$), žetveni indeks na obradama SS i CH ($33,02 \text{ t ha}^{-1}$) i visoki biološki prinos na obradama SS ($14,42 \text{ t ha}^{-1}$) i CH ($14,15 \text{ t ha}^{-1}$) u korelaciji su s rezultatima Gaweda i sur. (2014.); Košutić i sur. (2005.) da konzervacijski sustavi obrade tla pogoduju proizvodnji soje. Potpuno suprotne rezultate i smanjenje neto prinosa od 14 % na konzervacijskom sustavu obrade muljevito ilovastog tla u Stonevilleu, USA, ostvarili su Bryant i sur. 2020. Pedersen i Lauer (2004.) tvrde da je sposobnost sorte soje da kompenzira određene komponente prinosa na koje više utječe vremenska varijabilnost u godini uzgoja nego sklop.

Prinos zrna u sustavima obrade SS, CH i CT pokazao je značajnu povezanost s sklopom, visinom biljke, biološkim prinosom, masom 1000 zrna i žetvenim indeksom, što je u skladu s rezultatima istraživanja Ali i sur (2013.).

• **Kukuruz** u strukturi biljne proizvodnje na istraživanom području Brodsko-posavske županije zauzima vrlo visoko mjesto. Istraživani sustavi osnovne obrade tla u uzgoju kukuruza provedeni su 28. listopada 2017. godine, dok je zatvaranje zimske brazde provedeno 9. travnja 2018. godine rotodrljačom. Predsjetvena priprema tla bila je ujednačena na svim sustavima osnovne obrade te je provedena rotodrljačom na dubinu od 7 cm isti dan kada je obavljena i sjetva. Optimalni agrotehnički rokovi sjetve kukuruza za istočnu Hrvatsku su od 10. do 20. travnja što je u ovom istraživanju i provedeno (sjetva 18. travnja 2018.). Upotreba rotodrljače kao oruđe predsjetvene obrade osigurala je ujednačen predsjetveni profilogram tla na svim provedenim sustavima obrade. Unatoč ujednačenosti pripremljene sjetvene površine, najveća prosječna odstupanja zabilježena su kako slijedi 33,5 mm na SS obradi, 31,08 mm na CH obradi, 29,77 mm na DH obradi i 18,67 mm na CT obradi tla. Većina zaoranih posliježetvenih ostataka soje na CT obradi omogućila je rotodrljači da najbolje usitni tlo te ostvari najbolji predsjetveni profilogram. Priprema tla osigurava povoljne uvjete za rast i razvoj biljaka te kvalitetno provođenje sjetve kao jednog od najvažnijih čimbenika u proizvodnji kukuruza. U svom petnaest godina dugom istraživanju Lamichhane i sur. (2021.), promatrali su različite sustave obrade tla i njihov utjecaj na pripremu tla za sjetvu. Rezultati su pokazali da prometovanje tehnike, u sustavu obrade tla i upotreba rotodrljače (na dubini 5 cm) ne utječu značajno na količinu strukturnih agregata većih od 20 mm zaostalih na površini, što je vrlo slično ovom istraživanju.

Najveća uzdužna raspodjela kukuruza ostvarena je na najvećoj brzini sjetve v_3 (20,35 cm) dok je pri brzinama v_2 (18,08 cm) i v_1 (17,86 cm) bila značajno bliža podešenom planiranom razmaku sijanja od 18,60 cm. Povećanje brzina sjetve ($v_3 = 10 \text{ km h}^{-1}$) utjecalo je na preciznost ulaganja sjemu u redu. Ovakvo povećanje sjetvene brzine rezultiralo je povećanjem uzdužne raspodjele sjemena i manjim sklopom. Slična istraživanja utjecaja različitih brzina na uzdužnu raspodjelu sjemena kukuruza provode Machado, (2019.); Mello i sur. (2007.); Mahl i sur. 2008.). Rezultatima autori potvrđuju da se snižavanjem brzine sjetve postiže bolja ujednačenost razmaka između biljaka u redu za sve vrste istraživanih pneumatskih sijačica kukuruza.

Na duljinu mezokotila nije značajno utjecao primijenjeni sustav obrade tla niti brzina sjetve. Najveća duljina mezokotila od 2,69 cm zabilježen je na v_1 , no povećanje brzine nije značajno smanjilo duljinu mezokotila niti na najvećoj primijenjenoj brzini sjetve v_3 . Iste rezultate istraživanja utjecaja sjetvenih brzina ostvario je i Pozzolo i sur. (2020.). Agnes i sur. (2010.) upozoravaju da povećanjem brzine sjetve može dovesti do poskakivanja sijačice i smanjenja dubine sjetve, što ovdje nije bio slučaj.

Za osiguranje najvećeg sklopa biljaka po površini pokazao se najbolji sustav obrade tla CH s 80 777 biljaka ha⁻¹, te SS s 78 777 biljaka ha⁻¹, dok je ujednačen sklop zabilježen na brzinama sjetve v_1 s 80 750 biljaka ha⁻¹ te v_2 80 500 biljaka ha⁻¹. Na najvećoj promatranoj brzini sjetve v_3 ostvaren je najlošiji sklop od samo 73 500 biljaka ha⁻¹, slično kao u sustavu obrade tla CT s 75 333 biljaka ha⁻¹ te DH s 78 111 biljaka ha⁻¹. Iz ovih rezultata vidljivo je da osim smanjenja brzine sjetve na povećanje sklopa utječe priprema tla za polijeganje sjemena te značajna količina posliježetvenih ostataka (44,5 %) koja osigurava optimalnu vlažnost za klijanje u sustavu obrade CH. Posliježetveni ostaci na konzervacijskim sustavima obrade tla mogu biti razlog boljem klijanju i nicanju jer osim što osiguravaju povoljniju vlažnost, utječu i na manja temperaturna kolebanja tla (Dalmago i sur., 2004.). Značajnu pozitivnu korelaciju između sklopa i ostvarenog prinosa u svom istraživanju ističe Weyers i sur. (2017.), što je slučaj i u ovom istraživanju.

U ovom dijelu poljoprivredne proizvodnje konvencionalna obrada tla najviše se primjenjuje u RH. Kompetitivnost proizvoda na tržištu Europe nameće sve veće zahtjeve u pogledu smanjenja troškova proizvodnje, jednostavnog i jeftinog uzgoja te očuvanje prirodne plodnosti tla uz istovremeno smanjenje degradacije. Glavni je cilj smanjiti intenzitet obrade, zadržati visoke prinose i visoku kakvoću zrna. Prinos zrna kukuruza u vegetacijskoj 2018. godini bio je na zavidnoj razini. Najveći prinos ostvaren je na konzervacijskim (SS=15 603,69 kg ha⁻¹; CH=15 567,90 kg ha⁻¹), reduciranim (DH=15 362,89 kg ha⁻¹), a najlošiji na konvencionalnom sustavu obrade tla (CT=14 421,04 kg ha⁻¹). Slične rezultate usporedbe konzervacijske SS te konvencionalne CT obrade na prinos u svom istraživanju ostvario je Jug i sur. (2018.). Duboka obrada tla SS u odnosu na ostale primijenjene sustave osigurala je najbolju konzervaciju vlage i najmanju zbijenost tla u fazi metličanja. To je pridonijelo jačem razvoju korijena, boljem usvajanju hraniva te optimalnijoj vlažnosti što je u konačnici rezultiralo najvećim prinomom. Slične rezultate u svojim istraživanjima zabilježili su Rusu (2005.) i Moret i sur. (2006.). Da kukuruz pozitivno reagira na dublju obradu na pseudoglejnom tlu, zaključili su Mihalić i Butorac (1969.).

U svom istraživanju Balverde i sur. (2018.) i Mahl i sur. (2008.) navode da različite brzine sjetve utječu na odstupanje u sklopu biljaka, ali istovremeno nemaju značajnije razlike u prinosu zrna. I ostali autori u svojim istraživanjima utjecaja različitih sustava obrade tla utvrđuju ekonomske prednosti, bolju konzervaciju vlage, poboljšanja fizikalnih i kemijskih svojstava tla, ali kod rezultata ostvarenih prinosa nema pravilnosti (Dam i sur., 2005.; Fuentes i sur., 2009.; Josa i Hereter, 2005.; Košutić i sur., 2001.b; Kisić i sur., 2002.).

Masa 1000 zrna ovisi o razvoju biljke i popunjenosti zrna, a pokazatelj je krupnoće

zrna. Zrna s većom masom posjeduju veće rezerve hraniva za klijanje te veću klicu. Masa 1000 zrna ima veliku važnost za izračun količine sjemena za sjetvu. Granične vrijednosti mase 1000 zrna kukuruza trebale bi se kretati između 240 g do 480 g (Ujević i Kovačević, 1972.), što je i ovdje bio slučaj. Najveća masa 1000 zrna ustanovljena je na DH (374,24 g) obradi te se statistički malo ali značajno razlikovala od ostalih primijenjenih obrada između kojih nije zabilježena statistička značajnost. Na masu 1000 zrna nije statistički značajno utjecala brzina kojom je provedena sjetva. S obzirom na mali utjecaj primijenjenog sustava obrade i beznačajan utjecaj brzine sjetve, na masu 1000 zrna više utječu gnojidba, količina i raspored oborina te optimalna vlažnost tla u fazi nalijevanja zrna (Cakir (2004.); Pospišil (2010.)).

Najveće masa zrakom prosušenog klipa i mase zrna po klipu zabilježene su na SS i DH sustavima obrade tla i v_2 brzini sjetve, a nešto manje sa statističkom značajnošću na CT i CH obradama i v_1 brzini sjetve.

Hektolitarska masa važna je za prehrambenu industriju što podrazumijeva bolju merkantilnu kakvoću. Najmanja hektolitarska masa u ovom istraživanju zabilježena je na SS sustavu obrade i v_3 brzini sjetve, dok je najveća bila na CH obradi. U varijanti obrade tla CH ostvaren je najgušći sklop u odnosu na ostale varijante i podvarijante. Dok je masa 1000 zrna na CH obradi bila najmanja od istraživanih, ta činjenica istovremeno osigurava da u isti obujam (100 litara) stane najveća masa zrna (CH=71,95 kg).

Biološki prinos čini ukupna organska tvar uzgajane biljke. Prema primijenjenim brzinama sjetve najveći biološki prinos ostvaren je na srednjoj brzini sjetve v_2 , zatim na v_1 te najlošiji na najvećoj brzini v_3 . U odnosu na primijenjene sustave obrade tla najveći biološki prinos ostvaren je kako slijedi na CH, DH, SS te značajno najmanji na CT sustavu obrade tla. Ostvareni biološki prinos je u korelaciji s gustoćom sklopa ostvarenoj po sustavu obrade i brzine sjetve. Više autora upozorava da na biološki prinos utječe raspoloživost vode u tlu (Grant i sur., (1989.); Novero i sur., 1985.). Stres zbog deficita vode tijekom rasta ima kumulativne učinke koji se u konačnici odražavaju na smanjenje biološkog prinosa (Kamara i sur., 2003.). Na visinu biološkog prinosa izravan utjecaj je imala srednja brzina sjetve v_2 kao optimalna za sklop i CH sustav pripreme tla osiguravajući veliku količinu posliježetvenih ostataka i povoljnu vlažnost tla za rast kukuruza. U svom istraživanju Jug i sur. 2018. ukazuju da su na biološki prinos kukuruza značajno utjecali vremenski uvjeti (u najvlažnijoj promatranoj godini), zatim gnojidba dušikom te u konačnici konzervacijska obrada tla s najvišim izmjerenim vrijednostima.

Odnos poljoprivrednog i biološkog prinosa nazivamo žetveni indeks, a izražavamo ga u postotcima. Veći žetveni indeks ujedno znači da je veći udio poljoprivrednog prinosa u

ukupnom biološkom prinosu. Međusobnom usporedbom primijenjenih sustava obrade tla vidljivo je da je najmanji žetveni indeks bio na DH sustavu obrade i v_2 brzini sjetve, dok je najveći zabilježen na CT sustavu obrade tla i v_1 brzini sjetve. Na ujednačenoj gnojidbi po preporuci i istovjetnim vremenskim prilikama kukuruz je na konvencionalnom sustavu obrade CT i najgušćem ostvarenom sklopu v_1 brzine sjetve polučio najbolji žetveni indeks. Ostali primijenjeni sustavi polučili su slične, ali ipak statistički značajno manje žetvene indekse.

- **Pšenica** je treća svjetska vodeća žitarica po proizvodnji, odmah uz bok kukuruzu i riži. Kao takva neizostavna je u prehrani velikog dijela svjetske populacije te se svrstava u jedan od najvažnijih usjeva za proizvodnju hrane u svijetu. Optimalna osnovna i dopunska priprema tla ima značajnu važnost u rastu i razvoju pšenice.

Ujednačeno ulaganja sjemena na optimalnu dubinu i ravnomjeran raspored po vegetacijskoj površini temeljni je cilj sjetve pšenice. Svi sustavi osnovne obrade tla u sjetvi pšenice provedeni su 24. listopada 2018. godine, a dopunska obrada rotodrljačom dan kasnije. Ista dopunska obrada tla osigurala je ujednačen predstjetveni profil tla na svim provedenim sustavima obrade tla. Najveća odstupanja ujednačenosti površine pripremljene za sjetvu od 37,5 mm zabilježena su na CT obradi, dok je najbolja predstjetvena priprema bila na CH obradi s 23,9 mm odstupanja od potpune ravnine tla. U svojim istraživanjima Šumanovac i sur. (2000.) ukazuju na to da konvencionalnom obradom tla nije moguće postići zadovoljavajuću strukturu tla te radi toga kvaliteta sjetve može biti neodgovarajuća, a upozoravaju i na veliku varijabilnost polaganja sjemena pšenice po dubini pri različitim varijantama obrade tla.

Sukladno tome i u ovom istraživanju na CT obradi zabilježen je najlošiji sklop od 599,78 biljaka/m², 666,89 biljaka/m² na CH, 685,33 biljaka/m² na DH i 691,78 biljaka/m² na SS sustav obrade tla. Raspodjela sjemena ovisi prvenstveno o predstjetvenoj pripremi tla, količini biljnih ostataka u tlu, zakorovljenosti, vlažnosti tla i slično. Ukoliko su isti nepovoljni, niti jedan stroj neće dati zadovoljavajući rezultat (Malinović i Mehandžić, 1991.; Šumanovac i sur., 2000.). Potpuno suprotne rezultate ovima u svom istraživanju na tri različite obrade dobivaju Jurišić i sur. (1995.). Njihovi rezultati ukazuju da je najpovoljnija raspodjela sjemena ostvarena u varijanti konvencionalne obrade tla dok je u ostale dvije bila nezadovoljavajuća.

Dužina klasića, dužina stabljike i ukupna visina biljke bila je ujednačena i nije bilo statističkih značajnosti između primijenjenih sustava obrade. Slične rezultate istraživanja sustava obrade na visinu biljke ostvaruju Jug i sur. (2011.)

Najbolji rezultati proizvodnje pšenice postižu se na dubokim i rahlim tlima, umjerene vlažnosti. Na tlima težeg mehaničkog sastava, što je u ovom istraživanju bio slučaj, može doći

do stagnacije suvišne oborinske ili slobodne podzemne vode. Pri uzgoju pšenice na takvom tlu potrebno je izvršiti podrivanje s ciljem razbijanja teško propusnog sloja ili ostavljanja značajnije količine posliježetvenih ostataka na površini koje će osigurati optimalnu vlažnost u sušnim uvjetima. Sukladno tome najveća hektolitarska masa, masa 1000 zrna, ukupna masa biljke te prinos zrna ostvarena je na konzervacijskoj obradi tla podrivanjem SS dok su najslabiji rezultati zabilježeni na CT sustavu obrade. Ciha (1982.) pripisuje porast mase zrna vlažnosti očuvanoj od strane posliježetvenih ostataka prethodne kulture. Slabije rezultate ostvarene na CT obradi u odnosu na ostale istraživane sustave obrade bilježe Jug i sur. (2011.). Neki autori prijavljuju ujednačene prinose CT i CH sustava tijekom godina promatranja uz napomenu da na prinos pšenice veću značajnost imaju klimatski uvjeti tijekom uzgoja. U odnosu na primijenjenu obradu (Rieger i sur., (2008.); Sabo i sur., (2006.); De vita i sur., (2007.); Svečnjak i sur., (2007.) napominju da s obzirom na mali utjecaj primijenjenog sustava obrade i slabo značajan utjecaj brzine sjetve, na masu 1000 zrna više utječu količina i raspored oborina te optimalna vlažnost tla u fazi nalijeivanja zrna.

Najveći broj zrna po klasu bio je na obradi CT (32,89 komada), dok su ostali sustavi polučili značajno slabiji rezultat, što je u skladu s istraživanjem Jug i sur. (2011.). DH obrada je ostvarila 29,71 komada zrna po klasu što se slaže s tvrdnjama Košutić i sur. (2005.) da je konvencionalna (CT) obrada prikladnija za uzgoj pšenice nego plića reducirana obrada tanjuranjem (DH). Broj zrna po klasu u godini istraživanja bio je manji na reduciranim sustavima obrade tla, što je u skladu s istraživanjem Tanaka (1989.).

Na brzini sjetve v_1 i obradi CT zabilježen je najveći broj zrna po klasu. Na istoj promatranoj brzini v_1 i obradi CT zabilježen je najmanji sklop po m^2 . Autori Akkaya (1994.); Khan i sur. (2000.) sa sličnim rezultatima utjecaja sklopa na broj zrna navode kao mogući razlog bolji prodor svjetla i bolju fotosintetsku aktivnost rjeđeg sklopa, odnosno manju konkurenciju među biljkama za svjetlost, vlagu i hraniva.

Zhai i sur. (2018.) u svom istraživanju navode da povećanje sklopa i prinosa nije nužno praćeno smanjenjem broja zrna po klasu ili masom 1000 zrna, što ovdje nije bio slučaj.

Najveći biološki prinos pšenice ostvarene je kako slijedi na SS, CH, DH i CT obradama te v_1 , v_2 i v_3 brzinama. S obzirom na to da je sklop bio ostvaren sukladno padajućem biološkom prinosu rezultati se slažu s istraživanjima Ballatore i sur. (1985.) i Khan i sur. (2000.).

Žetveni indeks od 43,13 % ostvaren je na DH obradi te 41,06 % na v_1 brzini sjetve. Statistički manji žetveni indeks zabilježen je na CH, SS i CT obradama, a na v_2 i v_3 brzinama sjetve bio je manji, ali bez statističke razlike. Kao takav, žetveni indeks je u korelaciji s ostvarenim sklopom i sukladan rezultatima Fasoula i sur. (1997.)

U odnosu prema promatranima sustavima obrade tla najveći poljoprivredni prinos pšenice ostvaren je na SS, DH i CH obradi dok je statistički manji bio na CT obradi. Ujednačeno visok prinos ostvaren je na v_1 i v_2 brzinama sjetve, dok je na najvećoj v_3 brzini ostvaren statistički manji rezultat. Niže vrijednosti izmjerenih penetrometarskih otpora (oba mjerenja) na primijenjenim tlakovima pneumatika traktora u sjetvi p_1 i p_2 , ujednačen sklop po primijenjenoj brzini sjetve (v_1 , v_2 , v_3) osigurali su optimalne uvjete za rast i razvoj korijena te visoki prinos pšenice. Konzervacijska (SS i CH) i reducirana (DH) obrada tla s velikom količinom posliježetvenih ostataka (SS=53,22 %; CH=38,89 %; DH=25,33 %) osigurala je i optimalnu vlažnost u klimatskim uvjetima 2019. godine za značajno bolje rezultate u odnosu na CT obradu. Sve navedeno doprinosi boljem razvoju korijena i usvajanju hraniva što je u konačnici rezultiralo najvećim prinosom. Slične rezultate u svojim istraživanjima zabilježili su i Ahmand i sur. (2009.). Neki autori u svojim istraživanjima navode da je prinos bio značajnije pod utjecajem agroekoloških uvjeta (vremenskih i vrste tla) (Jug i sur., 2018.) i rasporedu oborina tijekom vegetacije (Jug i sur., 2014.; Birkás i sur., 2013.) nego pod primijenjenim sustavom obrade tla. Komljenović i sur. (2013.) tijekom nekoliko godina istraživanja utvrdio je da je na prinos promatranih ratarskih kultura (kukuruz, ozima pšenica i soja) utjecalo vrijeme, a tek potom sustav obrade tla. Rezultati njegova istraživanja ukazuju na to da konvencionalna obrada tla nije jedino rješenje, nego postoje druga racionalnija i prihvatljiva rješenja ublažavanja klimatskih nepogoda, što se i u ovom istraživanju pokazalo kao takvo.

Uspješna poljoprivredna proizvodnja ovisi o ulaznim varijablama poput: značajki tla, agroklimatskih uvjeta, gnojidbe, zaštite bilja, sorte, primijenjenog sustava obrade tla i troškova koji usko prate proizvodnju. Mnogi znanstvenici istražuju utjecaj različitih sustava obrade tla na komponente prinosa (Jug i sur., 2006.a; Acar i sur., 2010.; Stošić i sur., 2020.), ali postoji potreba za intenzivnijim istraživanjem utjecaja sustava obrade tla na smanjenje visokih proizvodnih troškova u poljoprivredi. Obrada tla jedna je od intenzivnijih energetske operacije poljoprivredne proizvodnje. Potencijalna mogućnost nestanka fosilnih goriva u bliskoj budućnosti usmjerava poljoprivrednike na alternativne i ekonomski održive tehnologije za obradu tla. Uobičajena konvencionalna obrada tla, u usporedbi s nekom vrstom nekonvencionalnih sustava obrade tla, poput konzervacijske i reducirane može polučiti značajno različite količine utrošenog goriva. Cilj ovog dijela istraživanja bio je utvrditi utjecaj različitih priključnih oruđa za osnovnu obradu tla na potrošnju goriva i proklizavanje pogonskih kotača.

Na potrošnju goriva prilikom obrade tla prvenstveno utječe primijenjeni sustav obrade,

ali utjecaj ima i radna dubina. Najveći zabilježeni utrošak goriva u sve tri godine istraživanja ostvaren je na CT obradi provedenoj na 35 cm dubine te na dubokoj konzervacijskoj SS obradi provedenoj na 50 cm dubine, što je u skladu s rezultatima Kovačev i sur. (2011.). Konzervacijski sustav obrade tla CH proveden istim priključnim oruđem kao SS, ali na dubinu od 30 cm ostvario je značajno manji utrošak goriva. Velike oscilacije u potrošnji tijekom godina promatranja mogu se pripisati stanju vlažnosti teškog pseudoglejnog tla u trenutku obrade. Tako je povećanje dubine od 20 cm na SS obradi u odnosu na CH obradu (istim priključnim oruđem) prouzročilo 81,1 % veću potrošnju u prvoj godini, 107,4 % veću potrošnju u drugoj godini i 54,6 % u trećoj godini istraživanja. Ovakve uštede na utrošku goriva zagovaraju i Bayhan i sur. (2006.) što će za posljedicu imati smanjenje troškova proizvodnje usjeva (Benković i sur., 2021.). Na reduciranom sustavu obrade tla DH ostvaren je najmanji utrošak goriva u svim promatranim godinama. Po godinama istraživanja na DH sustavu obrade tla utrošeno je 211,6 % - 2016. godine, 173,5 % - 2017. godine, 168,2 % - 2018. godine manje goriva u odnosu na najveću potrošnju goriva zabilježenu na CT sustavu obrade tla. Dobiveni rezultati utroška goriva u skladu su s Goricka, (2011.) i Bayhan i sur. (2006.), koji ukazuju na potrebu povećanja učinkovitosti i racionalnijeg korištenja energije primjenom alternativnih načina obrade tla.

Nepovoljna vlažnost tla i sile koje nastaju pri vuči različitih priključnih oruđa utječu na loš faktor kotrljanja kotača radnog stroja, čime se povećava zbijanje, posmično naprezanje, proklizavanje kotača i potrošnja energenata (Šumanovac i sur., 2011.). Najveće proklizavanje kotača traktora zabilježeno je na DH sustavu obrade tla, na što je vjerojatno utjecao velik otpor dodirne površine 5 m vučene tanjurače s 44 radna tijela. Kod utjecaja radne dubine između CH i SS obrade istim priključnim oruđem javljaju se također velike statističke razlike. Plića (30 cm) konzervacijska CH obrada uzrokovala je proklizavanje kotača traktora kako slijedi 8,38 % - 2016. godine, 6,28 % - 2017. godine, 11,25 % - 2018. godine, dok je dublja (50 cm) konzervacijska SS obrada uzrokovala proklizavanje od 24,02 % -2016., 23,71 % - 2017. i 22,96 % - 2018. Moitzi i sur. (2014.) i Gozubuyuk i sur. (2020.) utvrdili su da se klizanje kotača i potrošnja goriva povećavaju gotovo kvadratno s povećanjem radne dubine, što je u skladu s rezultatima ovog istraživanja.

Nastavak istraživanja dodatno će pojasniti nejasnoće koje su možebitno ostale nakon ovog istraživanja. To se posebno odnosi na ponašanje usjeva u istim varijantama obrade tla, ali u višegodišnjem istraživanju pri ekstremno sušnim ili vlažnim uvjetima.

5. ZAKLJUČCI

Na pokusu postavljenom u periodu od 2016. do 2019. godine i kulturama u plodosmjeni soja, kukuruz i ozima pšenica istraživana je utjecaj različitih sustava obrade tla, različitih brzina sjetve i različitih tlakova pneumatika u sjetvi na otpore u tlu, komponente prinosa i eksploatacijske pokazatelje sredstava mehanizacije te se može zaključiti sljedeće:

- Primijenjeni sustavi obrade tla rezultirali su različitom zbijenosti tla. Najdublje provedena obrada tla SS (podrivanje na 50 cm dubine) ostvarila je prosječno najmanji otpor odnosno zbijenost u sve tri godine istraživanja. Najveći penetrometarski otpori u sve tri godine promatranja (posebno izraženo u 3. mjerenjima druge i treće godine) izmjereni su na DH obradi. Razlog ovakvih otpora DH obrade je nastajanje novog tabana obrade ispod zahvata tanjurače (ispod 15 cm dubine) u kombinaciji s tabanom konvencionalne obrade provedene u prijašnjim godinama.
- Na zbijenost su tla osim sustava obrade utjecali i različiti tlakovi pneumatika traktora prilikom sjetve. Penetrometarska mjerenja zbijenosti već u prvoj godini ukazuju da najniži tlak pneumatika traktora p_1 (prednji 1,0 bar / stražnji 0,8 bara) značajno utječe na smanjenje zbijenosti. U drugoj godini ostvareni su relativno ujednačeni penetrometarski otpori što ukazuje na činjenicu da su agrotehnički zahvati i mjerenja obavljena u optimalnom stanju vlažnosti tla. Treća godina promatranja rezultira značajnim povećanjem otpora na najvišem promatranom p_3 tlaku pneumatika traktora (prednji 3,0 bara / stražnji 2,4 bara), što ujedno ukazuje da se snižavanjem tlaka pneumatika može utjecati na smanjenje zbijanja tla.
- Količina posliježetvenih ostataka zaostalih na površini tla u sve tri godine promatranja značajno se razlikovala između primijenjenih sustava obrade tla. Na konzervacijskim SS i CH zabilježeno je značajno više posliježetvenih ostataka nego na reduciranom DH i konvencionalnom CT sustavu obrade tla. Posliježetveni ostatci pozitivno su utjecali na trenutnu vlažnost tla pa je najveća vlažnost tla zabilježena na SS i CH obradama, a najmanja na DH i CT obradama. Ovakvi rezultati povećanja vlažnosti tla konzervacijskim sustavima obrade tla potencijano mogu osigurati optimalnije uvjete za klijanje, nicanje, rast korijena i razvoj biljke.

-
- Brzina kojom je provedena sjetva ima značajan utjecaj na sklop posijane kulture. Najveća v_3 sjetvena brzina od 10 km h^{-1} ostvarila je najlošiji sklop te se najviše udaljila od zadane sjetvene norme i kao takva se ne preporučuje.
 - Konzervacijski sustavi obrade tla SS i CH provedeni na teškom pseudoglejnom tlu pozitivno su utjecali na visoki sklop svih triju istraživanih kultura.
 - Najveći prinosi zrna, žetveni indeks i visoki biološki prinos soje i kukuruza ostvaren je na SS i CH te potom na DH i CT sustavu obrade tla, čime se rezultati u potpunosti slažu s tezama nekih domaćih i stranih istraživača da konzervacijski sustavi obrade tla odgovaraju uzgoju tih kultura.
 - Reducirana DH obrada tla i najmanja brzina sjetve v_1 ostvarila je najveći žetveni indeks kod uzgoja ozime pšenice. Dok je najveći biološki prinos ostvaren kako slijedi na SS, CH, DH, CT obradi, a poljoprivredni prinos pšenice na SS, DH, CH, CT, obradi kako slijedi. Iz navedenog se može zaključiti da su konzervacijske i reducirane obrade te niže brzine sjetve optimalno rješenje u postizanju visokih komponenti prinosa kod ozime pšenice.
 - Upotreba rotodrljače kao oruđa za dopunsku obradu tla osigurala je vrlo ujednačenu predsjetvenu pripremu tla za polaganje sjemena na svim promatranim osnovnim obradama. Na duljinu mezokotila samo je u prvoj godini utjecala najveća brzina sjetve v_3 . Na temelju toga rotodrljača može se preporučiti kao idealno oruđe za predsjetvenu pripremu na pseudoglejnom tlu i kao dopunska obrada u svim promatranim osnovnim obradama tla ovog istraživanja.
 - Utrošak goriva traktora u sve tri godine istraživanja prilikom provedbe osnovne obrade bio je najveći na CT pa potom na SS sustavu obrade tla. Iz kuta gledanja visoke cijene energenata i potencijalnog nestanka fosilnih goriva u bliskoj budućnosti ovi sustavi nisu preporučljivi. Značajne uštede na utrošku goriva ostvarene su sniženjem radne dubine SS obrade za 20 cm uz primjenu istog priključnog oruđa. Time se CH konzervacijski sustav obrade tla pokazao kao optimalno rješenje za uštedu utroška energenata u proizvodnji ratarskih kultura.

-
- Različita priključna oruđa agregatirana na traktor prilikom provedbe različitih sustava obrade tla značajno utječu i na proklizavanje kotača. Najveće proklizavanje zabilježeno je na DH obradi kao posljedica velike dodirne površine 44 radna tijela tanjurače. Smanjenje dubine od 20 cm između CH i SS obrade rezultiralo je značajnim smanjenjem proklizavanja. Uz poznatu činjenicu da proklizavanje pogonskih kotača traktora utječe na zbijanje tla, posmični otpor (otkidanje) i povećanje utroška energenata, između promatranih sustava obrade tla CH sustav se ističe kao najpreporučljiviji.

Konzervacijski i reducirani sustavi obrade tla imaju svoje specifičnosti. Te specifičnosti proizlaze iz različitih agroekoloških, tehničkih i tehnoloških preduvjeta. Konzervacijsku i reduciranu obradu tla ne smijemo primjenjivati bezuvjetno na račun ostvarenog prinosa, narušavanja mehaničke struktura tla i ostalog, već se ona može racionalno primijeniti samo tamo gdje je visoka razina savjesti i gdje su se stvorili visokozahtjevni tehnički i tehnološki preduvjeti. U Republici Hrvatskoj postoji potreba za provedbom istraživanja konzervacijskih i reduciranih sustava obrade tla na svim dominantnim tipovima tala. Kod ratarskih kultura očekuje se pozitivna reakcija na te sustave obrade tla, što je i ovdje bio slučaj. Primjena pravilnog sustava obrade može biti najučinkovitija praksa upravljanja tlom za postizanje visokih (optimalnih) prinosa, uz istovremeno očuvanje tla kao resursa.

Istraživani sustavi obrade tla i promatrani eksploatacijski parametri (brzina sjetve i tlak pneumatika) pozitivno su utjecali su na zbijanje tla, utrošak goriva i komponente prinosa soje, kukuruza i pšenice čime je potvrđena nulta hipoteza.

Zbog potrebe izvođenja što kvalitetnijih zaključaka, ovakva i proširena istraživanja potrebno je provoditi u kontinuitetu i pri različitim agroekološkim uvjetima.

6. LITERATURA

1. Acar, M., Çelik, I., Günal, H. (2017.): Effects of long-term tillage systems on soil water content and wheat yield under Mediterranean conditions, *Journal of New Theory*, 17, 98-108.
2. Agnes, D.W., Tourn, M.C., Soza, E.L. (2010.): Distribution of maize seeds variability, *Rev. Facultad de Agronomía UBA*, 30(1-2): 101-121.
3. Ahmand, N., Hassan, F.U., Belford R.K. (2009.): Effect of soil compaction in the sub-humid cropping environment in Pakistan on uptake of NPK and grain yield in wheat (*Triticum aestivum*): I. Compaction, *Field Crops Research*, Volume 110, Issue 1, 5 January 2009, Pages 54-60.
4. Aikins, S.H.M., Afuakwa, J.J., Owusu-Akuoko, O. (2012.): Effect of four different tillage practices on maize performance under rainfed conditions, *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2012, 3(1): 25-30.
5. Akkaya, A. (1994.): Effects of different sowing rates on yield and some yield components of two winter wheat cultivars grown at Erzurum, *Turk. J. Agric. For.*, 18: 161-168.
6. Alavijeh, H.R.G., Chenarbon, H.A., Zand, B. (2013.): Effect of different tillagemethods on soil physical properties and yield of two varieties of forage maize in varamin province. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* Vol. 6 (15). s.1092-1098.
7. Ali, A., Iqbal, Z., Safdar, M.E., Ashraf, M., Aziz, M., Asif, M., Mubeen, M., Noorka, I.R., Rehman, A. (2013.): Comparison of yield performance of soybean varieties under semi-arid conditions, *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 23(3): 2013, Page: 828-832.
8. Anić, I., Vukelić, J., Mikac, S., Bakšić, D., Ugarković, D. (2009.): Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies Alba Mill. L.*) u Hrvatskoj. *Šumarski list* 3/4: 135-144.
9. Atkinson, H.S., Sparkes, D.L. and Mooney, S.J. (2007.): Using selected soil physical properties of seedbeds to predict crop establishment, *Soil and Tillage Research*. 97(2): 218-228.
10. Ballatore, G.P., Prima, G.D., Sarno, R. (1985.): Effect of sowing density on biological performance and yield of various durum wheat cultivars, *Rivista Agronomica*, 3: 159-169.

11. Bašić, F., Bogunović, M., Božić, M., Husnjak, S, Jurić, I., Kisić, I., Mesić, M., Mirošević, N., Romić, D., Žugec, I. (2007.): Regionalisation of Croatian Agriculture. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 72 (2007) No. 1 (27-38).
12. Batey, T. (1990.): Control of compaction on the farm: a personal view. *Soil Technology*. 3: 225-229.
13. Bayhan, Y., Kayisoglu, B., Gonulol, E., Yalcin, H., Sungur, N. (2006.): Possibilities of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soil and Tillage Research*, 88, (1-2).
14. Balverde, B., Nagore, M.L., Platz, P., Martínez, D.R., Pereyra Iraola, M.M., Bodega, J.L. (2018.): Effect of sowing speed on plant spatial uniformity in a high technology maize crop, XI Congreso Nacional de Maiz, Pergamino.
15. Benković, R., Šumanovac, L., Jug, D., Jug, I.; Japundžić-Palenkić, B., Miroslavljević, K., Popijač, M., Benković-Lačić, T. (2021.): Influence of Aggregated Tillage Implements on Fuel Consumption and Wheel Slippage, *Technical Gazette* 28, 3(2021), 956-962.
16. Bertelli, G.A., Jadoski, S.O., Da Luz Dolato, M., Rampim, L., Maggi, M.F. (2016.): Plantability performance of pneumatic seeders in the soybean culture implantation in the Piauí cerrado-Brasil, *Appl Res Agrotec*. 9 (1): 91-103.
17. Bescansa, P., Imaz, M.J., Virto, I., Enrique, A., Hoogmoed, W.B. (2006.): Soil water retention as affected by tillage and residue management in semiarid Spain, *Soil and Tillage Research*, Volume 87, Issue 1, Pages 19-27.
18. Birkás, M., Jolánkai, M., Gyuricza, C., Percze, A. (2004.): Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary, *Soil and Tillage Research*, Volume 78, Issue 2, August 2004, Pages 185-196.
19. Birkás, M., Kisić, I., Jug, D., Smutný, V. (2013.): Soil management to adaptation and mitigation of climate threats, *Proceedings & Abstract of 2nd International Scientific Conference Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change*, CROS-TRO – Croatian Soil Tillage Research Organization, Osijek, 2013. 14-24.
20. Bortoli, L.F., de Almeida Arismendi, G., Ferreira, M.M., Martin, T.N. (2021.): Sowing speed can affect distribution and yield of soybean, *Australian Journal of Crop Science*, Volume 15, Issue 1, 2021, Pages 16-22.
21. Boomsma, C.R., Santini, J.B., West, T.D., Brewer, J.C., McIntyre, L.M., Vyn, T.J. (2010.): Maize grain yield response to plant height variability resulting from crop

-
- rotation and tillage system in a long-term experiment. *Soil & Tillage Research* 106, 227-240.
22. Botta, G.F., Jorajuria, D., Draghi, L.M. (2002.): Influence of the axle load, tyre size and configuration on the compaction of a freshly tilled clayey soil, *Journal of Terramechanics*, Volume 39, Issue 1, Pages 47-54.
 23. Brandelero, E.M., Adami, P.F., Modolo, A.J., Baesso, M.M., Fabian, A.J. (2015.): Seeder performance under different speeds and its relation to soybean cultivars yield, *Journal of Agronomy*, Volume 14, Issue 3, 2015., Pages 139-145.
 24. Bryant, C.J., Krutz, L.J., Reynolds, D.B., Locke, M.A., Golden, B.R., Irby, T., Steinriede, R.W., Jr., Spencer, G.D., Mills, B.E., Wood, C.W. (2020.): Conservation soybean production system in the mid-southern USA: I. Transitioning from conventional to conservation tillage, *Crop, Forage and Turfgrass Management*, Volume 6, Issue 1, 2020, Article no. E20055.
 25. Butorac, A., Žugec, I., Bašić, F. (1986.): Stanje i perspektive reducirane obrade tla u svijetu i kod nas. *Poljoprivredne aktualnosti*, 25/1-2, 159-262.
 26. Cakir, R. (2004.): Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn, *Field Crops Research*, 89, 1-16.
 27. Çarman, K. (1997.): Effect of different tillage systems on soil properties and wheat yield in Middle Anatolia, *Soil and Tillage Research*. 40 (3–4): 201–207.
 28. Ciha, A.J. (1982.): Yield and yield components of four spring wheat cultivars grown under three tillage systems, *Agron J.* 74: 317-320.
 29. Cruz, S.C.S., Junior, D.G.S., Dos Santos, D.M.A., Lunezzo, L.O., Machado, C.G. (2016.): Soybean cropping under different plant densities and spatial arrangements, *Journal of neotropical agriculture* 3(1):1-6.
 30. Dalmago, G.A., Bergamaschi, H., Comiran, F., Bianchi, C.A.M., Bergonci, J.I., Heckler, B.M.M. (2004.): Soil temperature in maize crops as function of soil tillage systems, *ISCO 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, July 2004*.
 31. Dam, R.F., Mehdi, B.B., Burgess, M.E.E., Madramootoo, C.A., Mehuys, G.R., Callum, I.R. (2005.): Soil bulk density and crop yield under eleven consecutive years of corn with different tillage and residue practices in a sandy loam soil in central Canada, *Soil Tillage Research*., vol. 84, 2005, N. 1, pp. 41–53.
 32. De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., Pisante, M. (2007.): No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture

-
- content in southern Italy, *Soil and Tillage Research*, 92 (1-2), 69-78.
33. European Commission (2002.): Communication of 16 April 2002 from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: towards a thematic strategy for soil protection [COM (2002) 179 final]. Brussels, Belgium: European Commission.
 34. Fallon, P., Betts, R. (2010.): Climate impacts on European agriculture and water management in the context of adaption and mitigation – The importance of an integrated approach. *Science of the total Environment*, 408/23; 5667-5687.
 35. Fasoula, D.A., Fasoula, V.A. (1997.): Competitive ability and plant breeding, In *Plant Breeding Reviews*, John Wiley & Sons, Inc.: New York, USA, (1997.); pp. 89–138.
 36. Filipović, D., Košutić, S., Gospodarić, Z. (2005.): Energy requirement in conventional tillage of silty clay soil in west slavonia, *Agronomski glasnik* 5/2005., 383-392.
 37. Fuentes, M., Govaerts, B., León, F.D., Hidalgo, C., Dendooven, L., Sayre, K.D., Etchevers, J. (2009.): Fourteen years of applying zero and conventional tillage, crop rotation and residue management systems and its effect on physical and chemical soil quality, *Europ. J. Agronomy* 30 (2009) 228–237.
 38. Gaweda, D., Cierpiała, R., Bujak, K., Wesołowski, M. (2014.): Soybean Yield Under Different Tillage Systems, *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 13(1): 43-54.
 39. Gozubuyuk, Z., Sahin, U., Celik, A. (2020.): Operational and yield performances and fuel-related CO₂ emissions under different tillage-sowing practices in a rainfed crop rotation, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17, 4563-4576.
 40. Grant, R.F., Jackson, B.S., Kiniry, J.R., Arkin, G.F. (1989.): Water deficit timing effects on yield components in maize, *Agronomy Journal* 81, 61–65.
 41. Håkansson, I., Voorhees, W.B., Riley, H. (1988.): Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes, *Soil and Tillage Research*, Volume 11, Issues 3–4, June 1988, Pages 239-282.
 42. Hernanz, L.J., Ortiz-Canavate, J. (1999.): Energy saving in crop production. In: O. Kitani (Ed.) *CIGR Handbook of Agricultural Engineering*, Vol. 5. Energy and Biomass Engineering. ASAE, St. Joseph, Michigan, USA, 24-39.
 43. Hesse, P.R. (1972.): *A Textbook of Soil Chemical Analysis*. Published by Chemical Publishing Company Ltd., New York. pp. 556.
 44. HRN ISO 11464 (2004.): Soil quality. Pretreatment of samples for physico-chemical analyses. Croatian Standards Institute Zagreb
-

45. Hunter, M.C., Kemanian, A.R., Mortensen, D.A. (2021.): Cover crop effects on maize drought stress and yield, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 311, 1 May 2021, Article no. 107294.
46. Husnjak, S., Filipović, D., Košutić, S. (2002.): Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield, In *Rostlinná výroba*, vol. 48, 2002, no. 6, pp. 249–254.
47. ISO 11277 (2009.): Soil quality. Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. ISO 11277
48. Jakobsen, B.F., Dexter A.R. (1989.): Prediction of soil compaction under pneumatic tyres. *Journal of Terramechanics*, Vol. 26, No. 2, pp. 107-119, 1989.
49. Javeed, H.M.R., Zamir, M.S.I., Tanveer, A., Yaseen, M. (2013.): Soil physical properties and grain yield of spring maize (*Zea mays* L.) as influence by tillage practices and mulch treatments. Effect of tillage and mulch on the soil physical properties and yield of spring maize. *Cercetari Agronomice in Moldova*, Vol. XLVI, No. 1 (153), 2013, page 69-75.
50. Johnson, A.I. (1962.): Methods of measuring Soil moisture in the field, *Geological survey Water-Supply Paper*, 1619-U, Washington.
51. Josa, R., Hereter, A. (2009.): Effects of tillage systems in dryland farming on near-surface water content during the late winter period. *Soil and Tillage Research Volume* 82, Issue 2, June 2005, Pages 173-183.
52. Jug, D., Blažinkov, M., Redžepović, S., Jug, I., Stipešević, B. (2005.): Effects of different soil tillage systems on nodulation and yield of soybean, *Poljoprivreda*, Vol.11 No.2, Prosinac 2005., str. 38-43.
53. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Stošić, M., Kopas, G. (2006.a): Prinos kukuruza (*Zea mays* L.) na različitim varijantama obrade tla, *Poljoprivreda*, Vol.12 No.2 Prosinac 2006.
54. Jug, D., Stipešević, B., Žugec, I., Knežević, M., Šeput, M. (2006.b): Effects of conventional and alternating tillage systems in winter wheat-soybean crop rotation. *Proceedings of the 17th Triennial Conference of the International Soil Tillage Research Organisation (ISTRO)*, August 28th – September 3rd, Kiel, Germany, pp. 477-482.
55. Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Samota, D., Vukadinović, V. (2007.): Influence of different soil tillage systems on yield of maize. *Cereal Research Communications*, 35/2-1:557-560.
56. Jug, I., Jug, D., Stipešević, B., Vukadinović, V., Sabo, M., Grabić, A., Stanić, M. (2010.a): The impact of reduced tillage on the morphological and physiological parameters of soybean, *1st International Scientific Conference-CROSTRO, Soil tillage-*

-
- Open approach, Osijek, 2010. 105-111.
57. Jug, D., Jug, I., Stipešević, B., Stošić, M., Brozović, B., Đurđević, B. (2010.b): Influence of different soil tillage treatments on soil compaction and nodulation of soybean root. 1st International Scientific Conference-CROSTRO, Soil tillage-Open approach, Osijek. 09-11 September. 188-195. ISBN 978-953-6331-83-3.
58. Jug, D., Komljenović, I., Jug, I., Birkás, M., Vukadinović, V., Marković, M., Đurđević, B., Stipešević, B., Brozović, B., Knežević, Š., Kotorac, F. (2014.): Prilagodba sustava obrade tla u nepovoljnim vremenskim prilikama, 7th International Scientific/Professional Conference, Agriculture in Nature and Environment Protection, Vukovar, Croatia, 28th-30th May 2014., pp. 168-173.
59. Jug D., Birkás M., Kisić I. (2015.): Obrada tla u agroekološkim okvirima, Sveučilišni udžbenik, Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tala (HDPOT), Osijek.
60. Jug, D., Jug, I., Đurđević, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Brozović, B. (2017.): Konzervacijska obrada tla kao mjera ublažavanja klimatskih promjena. Sveučilišni priručnik, Hrvatsko društvo za proučavanje obrade tala (HDPOT), Osijek, 2017.
61. Jug, D., Jug, I., Birkás, M., Vukadinović, V., Lipiec, J., Brozović, B., Đurđević, B. (2018.): Effect of conservation soil tillage and nitrogen fertilization on selected soil properties and crop productivity, Proceedings of the 21 th ISTRO International Conference_Paris 2018 / Boizard, Hubert ; Roger-Estrade, Jean – Pariz, 2018, 267-269.
62. Jug, I., Jug, D., Sabo, M., Stipešević, B., Stošić, M. (2011.): Winter wheat yield and yield components as affected by soil tillage systems, Turkish journal of agriculture and forestry (1300-011X) 35 (2011), 1; 1-7.
63. Jurić, T., Plaščak, I., Lovrić, Ž., Zidarić, N., Zubčić, K. (2008.): Problematika rabljenog ulja u ekološki prihvatljivoj poljoprivredi, Organizacija i tehnologija održavanja OTO 2008., Osijek, 2008. 43-48.
64. Jurišić, M., Šumanovac, L., Kanisek, J., Steiner, Z., Bukvić, Ž. (1995.): Influence of different soil tillage variants on seed distribution quality and wheat grain yield (*Triticum aestivum*). *Fragmenta Agronomica* 2, Conference of the European Society for Agronomy and Polish Society of Agrotechnical Sciences, Puławy, 144-145.
65. Kamara, A.Y., Menkir, A., Badu-Apraku, B., Ibikunle, O. (2003.): The influence of drought stress on growth, yield and yield components of selected maize genotypes, *Journal of Agricultural Science* (2003.), 141, 43–50.
66. Kamprath, E.J., Cassel, D.K., Gross, H.D., Dibb, D.W. (1979.): Tillage Effects on Biomass Production and Moisture Utilization by Soybeans on Coastal Plain Soils¹,
-

-
- Agronomy journal 71(6).
67. Karayel, D. (2009.): Performance of a modified precision vacuum seeder for no-till sowing of maize and soybean, *Soil & Tillage Research*, 104 (1): 121-125.
 68. Keller, T., Arvidsson, J. (2004.): Technical solutions to reduce the risk of subsoil compaction: effects of dual wheels, tandem wheels and tyre inflation pressure on stress propagation in soil, *Soil and Tillage Research*, 2004., Volume 79, Issue 2, Pages 191-205.
 69. Khan, R.A.R., Sadozai, G.U., Ahmad, K. (2000.): Effect of sowing rates on the grain yield of wheat variety Punjab-96, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3: 1158-1160.
 70. Kheiralla, A.F., Yahya, A., Zohadie, M., Ishak, W. (2004): Modelling of power and energy requirements for tillage implements operating in Serdang sandy clay clay, Malaysia. *Soil and Tillage Research* 78, 21-34.
 71. Kibblewhite, G. M., Ritz, K., i Swift, M. J. (2008.): Soil health in agricultural systems, *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 363(1492): 685–701.
 72. Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., Sabolić M. (2002.): Influence of Different Tillage Systems on Yield of Maize on Stagnic Luvisols of Central Croatia, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol 67, No 2 (2002), 81-89.
 73. Kisić, I. (2016.): *Antropogena erozija tla*, Sveučilišni udžbenik, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2016.
 74. Komljenović, I., Jug, D., Marković, M., Kovačević, V., Mišić, M. (2013.): Reduced tillage as the agricultural techniques in agricultural productivity and to mitigate climate change in Croatia and Bosnia and Herzegovina, *Proceedings Scientific-professional Conference, Environment protection between science and practice – status and perspectives*, Institute of protection, ecology and informatics, scientific-research institute, Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina, 401-412.
 75. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z. (2001.a): Maize and winter wheat production with different soil tillage systems on silty loam, *Agricultural and Food Science in Finland*, Vol. 10 (2001): 81–90.
 76. Košutić, S., Husnjak, S., Filipović, D., Bogunović, M. (2001.b): Influence of different tillage systems on soil water availability in the Ap-horizon of an Albic Luvisol and yield in north-west Slavonia, Croatia. *Die Bodenkultur*, 52 (3) 2001., 215-223.
 77. Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Kovačev, I., Čopec, K. (2005): Effects of different soil tillage systems on yield of maize, winter wheat and soybean on
-

-
- albic luvisol in North-West Slavonia, *Journal of Central European Agriculture*, Volume 6 (2005) No. 3 241-248.
78. Kotorová, D. (2007.): The changes of clay-loamy soil properties at its different tillage. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 53, N. 4, pp. 183–190.
79. Kotorová, D., Hnát, A., Danilovič, M., Šariková, D., Balla, P. (2010.): Soil tillage in relation to soil properties and yields of crops. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 56, no. 3, pp. 67–75.
80. Kovačev, I., Košutić, S., Filipović, D., Pospišil, M., Čopec, K. (2011.): Economic efficiency of non-conventional soil tillage systems in oil seed rape and winter barley production, *Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede. Zbornik radova*, 39. Međunarodnog simpozija iz područja mehanizacije poljoprivrede, Opatija, Hrvatska, 22-25 veljače, 2011., str. 271-279.
81. Kovačev, I., Čopec, K., Košutić, S., Filipović, D. (2013.): Soybean and barley production with conservation soil tillage systems, *Croatian soil tillage research organization*, 2013. Osijek, str. 136-143.
82. Kuhn, N.J., Hu, Y., Bloemertz, L., He, J., Li, H., Greenwood, P. (2016.): Conservation tillage and sustainable intensification of agriculture: regional vs. Global benefit analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 216. str. 155-165.
83. Kvaternjak, I. (2011.): Utjecaj načina i rokova obrade na fizikalna svojstva pseudoglejnog tla i prinose kukuruza i soje, *Doktorska disertacija obranjena na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu*, 2011., Zagreb.
84. Laamrani, A., Joosse, P., Feisthauer, N. (2017.): Determining the number of measurements required to estimate crop residue cover by different methods, *Journal of Soil and Water Conservation* September 2017, 72 (5) 471-479.
85. Laflen, J. M., Amemiya, M., Hintz, E.A. (1981.): Measuring crop residue cover, *Journal of Soil and Water Conservation* November 1981, 36 (6) 341-343.
86. Lamichhane, J.R., Boiffin, J., Boizard, H., Dürr, C., Richard, G. (2021.): Seedbed structure of major field crops as affected by cropping systems and climate: Results of a 15-year field trial, *Soil and Tillage Research*, Volume 206, February 2021, Article number 104845.
87. Li, Y.X., Tullberg, J.N., Freebairn, D.M. (2007.): Wheel traffic and tillage effects on runoff and crop yield, *Soil & Tillage Research* 97 (2007) 282–292.
88. Li, Y.X., Tullberg, J.N., Freebairn, D.M., McLaughlin, N.B., Li, H.W. (2008.): Effects of tillage and traffic on crop production in dryland farming systems: I. Evaluation of

-
- PERFECT soil-crop simulation model, *Soil & Tillage Research* vol. 100. page 15-24.
89. Liebman, M., Gallandt, E.R. (1997.): Many little hammers: ecological management of crop-weed interaction. *Ecology in Agriculture*. Pp: 291-341.
90. Ludwig, M.P., Dutra, L.M.C., Lucca Filho, A.O., Zobot, L., Jaue, A., Uhry, D. (2011.): Soybean plant stand in conventional cultivars and Roundup Ready, *Rev Ceres*. Vol. 58 (3): 305-313.
91. Lyon, D., Bruce, S., Vyn, T., Peterson, G. (2004.): Achievements and Future Challenges in Conservation Tillage, "New directions for a diverse planet", Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1 Oct 2004, Brisbane, Australia.
92. Machado, T.M., Reynaldo, É.F. (2017.): Seeders different assessment and mechanisms seed dosers in relation to shifting speed, *Energia na Agricultura*. 32 (1): 12-16.
93. Machado, T.M., Reynaldo, É.F., Vale, W.G. (2019.): Fertilizer seeders with different seed doser mechanisms and the influence of speed on corn sowing. *Rev. Fac. Agron.*, Vol 118, (1): 37-42.
94. Mahl, D., Furlani, C.E.A., Gamero, C.A. (2008.): Efficiency of pneumatic and horizontal perforated disk meter mechanism in corn no-tillage seeders in soil with different mobilization reports, *Eng. Agríc*. Vol. 28 no. 3 Jaboticabal July/Sept. 2008.
95. Malinović, N. (1988.): Uticaj tehničko-tehnoloških rešenja uskorednih sejalice na kvalitet raspodele semena po površini i dubini. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1.-179.
96. Malinović, N., Mehandžić, R. (1991.): Komparativno ispitivanje sistema za doziranje i ulaganje semena pri setvi pšenice. Zbornik radova XV simpozijuma "Naučno-tehnički progres u poljoprivrednoj proizvodnji (1991-2000)", Opatija, 246.-251.
97. Manuad, M., Silva T.L.B., Neto, A.I.A., Abreu, V.G. (2010.): The influence of sowing density on agronomic characteristics of soybean crop, *Agrarian*. 3 (9): 175-181.
98. Mello, L.M.M., Pinto, E.R., Yano, E.H. (2007.): Corn hybrids yield as a function of seeding speed, *Eng. Agríc*. Vol.27 no. 2 Jaboticabal May/Aug. 2007.
99. Meyer-Aurich, A., Janovicek, K., Deen, W., Weersink, A. (2006.): Impact of Tillage and Rotation on Yield and Economic Performance in Corn-Based Cropping Systems, *Agronomy Journal*, Vol. 98, Issue 5, pag.1204-1212.
100. Mihalić, V., Butorac, A. (1969.): Utjecaj različite dubine oranja i različitih količina mineralnih gnojiva na prinos kukuruza. *Agronomski glasnik*, 10/12: 663-674.
101. Moitzi, G., Wagentristl, H., Refenner, K., Weingartmann, H., Piringer, G., Boxberger, J., Gronauer, A. (2014.): Effects of working depth and wheel slip on fuel consumption
-

-
- of selected tillage implements. *Agriculture Engineering International CIGR journal*, 6(1), 182-190.
102. Moraru, P.I., Rusu, T., Bogdan I., Pop, A.I., Sopterean, M.L. (2011.): Effect of diferent tillage systems on soil properties and production on wheat, maize and soybean crop. *Lucrari stiintifice – vol. 54, Nr. 2-2011m seria Agronomie*, pag. 258-262.
103. Moret, D., Arrúe, J.L., López, M.V., Gracia, R. (2006.): Influence of fallowing practices on soil water and precipitation storage efficiency in semiarid Aragon (NE Spain), *Agricultural Water Management*, Volume 82, Issues 1–2, 10 April 2006, Pages 161-176.
104. Najafinezhad, H., Javaheri, M.A., Gheibi, M., Rostami, M.A. (2007.): Influence of tillage practices on the grain yield of maize and some soil properties in maize – wheat cropping system of Iran, *Journal of Agriculture & Social Sciences* 1813-2235/2007/03-3-87-90, pag. 87-91.
105. Negev, I., Shechter, T., Shtrasler, L., Rozenbach, H., Livne, A. (2020.): The effect of soil tillage equipment on the recharge capacity of infiltration ponds, *Water (Switzerland)* Volume 12, Issue 2, 1 February 2020, Article no. 541.
106. Novero, R.P., O'toole, J.C., Cruz, R.T. Garrity, D.P. (1985.): Leaf water potential, crop growth response and microclimate of dryland rice under line source sprinkler irrigation, *Agricultural and Forest Meteorology* 35, (1985.) 71–82.
107. Olaoye, J.O., Ariyo, E.O. (2020.): Influence of tillage systems, nutrient application and weed management on chemical properties of sandy loamy soil and yield components of Soybean, 2020 ASABE Annual International Meeting; Virtual, Online; 13 July 2020 through 15 July 2020; Code 164152.
108. Ozpinar, S., Cay, A. (2006.): Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay–loam soil in semi-arid north-western Turkey, *Soil and Tillage Research*. 88 (1–2): 95–106.
109. Parkhomenko, G.G., Voinash, S.A., Sokolova, V.A., Krivonogova, A.S., Rzhavtsev, A.A. (2019.): Reducing the negative impact of undercarriage systems and agricultural machinery partson soils. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 316 (2019) 012049.
110. Pedersen, P., Lauer, J.G. (2004.): Response of soybean yield components to management system and planting date, *Agronomy Journal*, 96: 5. 1372-1381.
111. Peigne, J., Ball, B.C., Roger-Estrade, J., David, C. (2007.): Is conservation tillage suitable for organic farming?, *Journal compilation 2007 British Society of Soil Science*,

Soil Use and Management, doi: 10.1111/j.1475-2743.2006.00082.x

112. Pellizzi, G., Guidobono-Cavalchini, A., Lazzari, M. (1988.): Energy savings in agricultural machinery and mechanization. Elsevier Applied Science, London-New York.
113. Pernar, I., Bakšić, D., Perković, I. (2013.): Terenska i laboratorijska istraživanja tla, Priručnik za uzorkovanje i analizu, Šumarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
114. Pietola, L. M. (2005.): Root growth dynamics of spring cereals with discontinuation of moldboard ploughing, *Soil and Tillage Research* 80(1-2):103-114.
115. Poje, T., Jejčić, V., Sito, S. (2017.): Lower fuel consumption – one of the conditions for sustainable agriculture, *Glasnik zaštite bilja* 4/2017, 16-23.
116. Pospišil, A., Pospišil, M., Matotan, S., Jareš, D., Korić, B. (2009.): Influence of cropping system intensity on yield and yield components of new soybean genotypes, *Cereal research communications* (0133-3720) 37 (2009), S1; 41-44.
117. Pospišil, A. (2010.): Ratarstvo, Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, Agronomski fakultet u Zagrebu, 1-220.
118. Pozzolo, O.R., Hidalgo, R.J., Domínguez, J.F., Giménez, L. (2020.): Corn (*Zea mais* L.) sowing quality in the province of Corrientes, Argentina, *Rev. FCA UNCUIYO*. 2020. 52(2): 111-123. ISSN (en línea) 1853-8665.
119. Qin, R., StaMPa, P., Richner, W. (2006.): Impact of tillage on maize rooting in a Cambisol and Luvisol in Switzerland. *Soil and Tillage Research*, Volume 85, Issues 1–2, January 2006, Pages 50-61.
120. Rashidi, M., Keshavarzpour, F. (2009.): Effect of Different Tillage Methods on Grain Yield and Yield Components of Maize (*Zea mays* L.), *International Journal of Agriculture and Biology*. 9 (2): 274–277.
121. Rasmussen, K.J. (1999.): Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review, *Soil and Tillage Research*. 53(1): 3–14.
122. Ray, A., Rai, A. (2018.): Effect of Different Tillage Practices on Soil Health and Yield, *Trends in Biosciences* 11(11), Print: ISSN 0974-8431, 2107-2112, 2018.
123. Rieger, S., Richner, W., Streit, B., Frossard, E., Liedgens M. (2008.): Growth, yield, and yield components of winter wheat and the effects of tillage intensity, preceding crops, and N fertilisation, *Europ. J. Agronomy*, 28 (2008.) 405–411.
124. Rusu T. (2005.): The influence of minimum tillage systems upon the soil properties, yield and energy efficiency in some arable crops, *Journal of Central European Agriculture*, Vol. 6 No. 3, 2005. 287-294.

-
125. Sabo, M, Jug, D, Ugarčić-Hardi, Ž. (2006.): Effect of reduced tillage on wheat quality traits, *Acta Alime* 35: 269-279.
 126. Sainju, U.M., Lenssen, A., Caesar-Tonthat, T., Waddell, J. (2006.): Tillage and crop rotation effects on dryland soil and residue carbon and nitrogen, *Soil Science Society of America Journal*, 70, 668–678.
 127. Schneekloth, J., Calderón, F., Nielsen, D., Fonte, S.J. (2020.): Tillage and residue management effects on irrigated maize performance and water cycling in a semiarid cropping system of Eastern Colorado, *Irrigation Science*, Volume 38, Issue 5-6, 1 November 2020, Pages 547-557.
 128. Shelton, David P., Jasa, Paul J., Smith, John A., Kanable, R. (1995.): Estimating Percent Residue Cover, *Historical Materials from University of Nebraska-Lincoln Extension*. 784.
 129. Srivastava, A.K., Goering, C.E., Rohrbach, R.P., Buckmaster, D.R. (2006.): *Engineering Principles of Agricultural Machines*. 2nd Edition, American Society of Agricultural Biological Engineers, Michigan.
 130. Stipešević, B., Žugec, I., Jurić, I., Petrač, B. (1997.): Possibility of reduced soil tillage for winter wheat in East-Croatia conditions. *Proceedings of the 14th ISTRO Conference, Pulawy, Poland*. P. 597–600.
 131. Stipešević, B., Jug, D., Stošić, M., Žugec, I., Jug, I. (2007.): Economic analysis of winter barley production for different soil tillage and nitrogen fertilization system, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Horticulture* 64(1/2):538-542.
 132. Stošić, M., Brozović, B., Vinković, T., Tkalec, K.M., Šumanovac, L., Tadić, V. (2020.): Long-term tillage and nitrogen fertilization for soybean on gley soil, *Romanian agricultural research*, No. 37, 2020, Pages 151-160.
 133. Svečnjak, Z., Bujan, M., Dragojević, V.I., Vitali, D., Čebušnik, A., Jenel, M. (2007.): Nitrogen and phosphorus content, hectoliter weight and yield variations of wheat grain as affected by cropping intensity, *Agriculturae Conspectus Scientificus*, Vol. 72, No. 3 (251-255).
 134. Šumanovac, L. (1996.): *Racionalno korištenje sredstava poljoprivredne mehanizacije na obiteljskim gospodarstvima*, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
 135. Šumanovac, L., Brkić, D., Jurišić, M., Jurić, T., Guberac, V. (1998.): Analiza uroda sjemenske pšenice proizvedene tehnologijom stalnih tragova, *Sjemenarstvo (1330-0121)* 15 (1998.), 1-2; 5-12.

-
136. Šumanovac, L., Bukvić, Ž., Jurić, T., Jurišić, M., Knežević, D. (2000.): Utjecaj različitih varijanti obrade tla na kvalitetu raspodjele sjemena po površini i dubini. *Poljoprivreda* 2, 40.-43.
137. Šumanovac, L., Jurić, T., Knežević, D. (2004.): Raspodjela sjemena pšenice po površini i dubini u izravnoj sjetvi, *Poljoprivreda*, Vol. 10 No. 2, 2004., str. 10-16.
138. Šumanovac, L., Sebastijanović, S., Kiš, D. (2011.): Transport u poljoprivredi, sveučilišni udžbenik, Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josip Jurja Strossmayer u Osijeku, 2011.
139. Tajnsek, A. (2002.): The economy of conservation tillage in comparison to conventional tillage on the Laboratory field Jable near Ljubljana. *Proceedings of symposium, Ljubljana: Slovensko Agronomsko Društvo*, 15-22.
140. Tanaka, D.L. (1989.): Spring wheat plant parameters as affected by fallow methods in the northern Great Plains, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 1506-1511.
141. TIBCO Software Inc. (2018.): *Statistica (data analysis software system)*, version 13. <http://tibco.com>.
142. Tullberg, J. N., Ziebarth, P. J., Li, Y. (2001.): Tillage and traffic effects on runoff *Australian Journal of Soil Research* 39(2) 249 – 257.
143. Turan, J., Lazić, V., Meši, M. (2001.): Varijante tehnologije proizvodnje merkantilnog kukuruza. *Savremena poljoprivredna tehnika. JNDPT. Vol. 27 (3-4). str. 109-114.*
144. Turan, J., Višacki, V., Mehandžić, S., Findura, P., Burg, P., Sedlar, A. (2014.): Sowing quality indicators for a seed drill with overpressure, *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(6): 1487–1492.
145. Ujević, A., Kovačević, J. (1972.): Ispitivanje sjemena, *Zavod za ispitivanje sjemena, Zagreb*, 1-331.
146. Varallyay, G. (2007.): Potential impact of climate change on agro-ecosystems. *Agriculture Conspectus Scientificus*, 72/1: 1-8.
147. Varsa, E.C., Chong, S.K., Abolaji, J.O., Farquhar, D.A., Olsen, F.J. (1997.): Effect of deep tillage on soil physical characteristics and corn (*Zea mays* L.) root growth and production, *Soil and Tillage Research*, Volume 43, Issue 3, Pages 219-228.
148. Vasin, J. (2008.): Stanje plodnosti zemljišta Vojvodine. Poglavlje u monografiji: *Đubrenje u održivoj poljoprivredi. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad. Str. 45-53.*
149. Videnović, Ž., Simić, M., Srdić, J., Umanović, Z. (2011.): Long term effects of different soil tillage systems on maize (*Zea mays* L.) yields, *Plant, Soil and Environment*. 57 (4): 186–192.
150. Vyn, T.J. West, T.D., Steinhardt, G.C. (2000.): Corn and soybean response to tillage

-
- and rotation systems on a dark prairie soil, 25 year review, ISTRO Conference 2000.
151. Weyers, S.L., Archer, D.W., Forcella, F., Gesch, R., Johnson, J.M.F. (2017.): Can reducing tillage and increasing crop diversity benefit grain and forage production? *Renewable Agriculture and Food Systems*, 1–12. doi:10.1017/s1742170517000187.
152. Wright, D., Marois, J., Rich, J., Sprenkel, R. (2008.): *Field Corn Production Guide – SS-AGR-85*. Available online: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG20200.pdf>.
153. Zheng, C., Yu, Z., Shi, Y., Cui, S., Wang, D., Zhang, Y., Zhao, J. (2014.): Effects of tillage practices on water consumption, water use efficiency and grain yield in wheat field. *Journal of Integrative Agriculture*. Vol. 13 (11). s. 2378-2388.
154. Zimmer, R., Košutić, S., Zimmer, D. (2009.): *Poljoprivredna tehnika u ratarstvu*. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
155. Žugec, I., Stipešević, B., Kelava, I. (2000.): Rational soil tillage for cereals (Winter Wheat-Triticum Aestivum L. and Spring Barley-Hordeum Vulgare L.) in eastern Croatia. In: *Proceedings of the 15th ISTRO Conference*. Fort Worth, USA (CD-ROM).

7. SAŽETAK

Sustav obrade tla može se istaknuti kao jedan od važnijih načina ublažavanja trenutno vrlo nepovoljnih klimatskih prilika te osiguranja redovitih i visokih (optimalnih) prinosa. Tlo predstavlja ograničen resurs, a temelj je za sve poljoprivredne sustave da ga savjesno, odgovorno i s poštovanjem koriste svi, a prvenstveno poljoprivrednici. Intenzivni agrotehnički zahvati utječu na zbijanje tla, a njegovi posredni i neposredni učinci utječu na rast i razvoj usjeva te predstavljaju sve važniji fokus znanstvenih istraživanja. Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj sustava obrade tla na zbijanje tla, na pokrivenost žetvenim ostacima i vlažnost površinskog sloja tla, na utrošak goriva traktora u radu te na pokazatelje komponenti prinosa istraživanih kultura i visinu prinosa. Osim navedenog praćen je utjecaj brzine sjetve i tlaka pneumatika traktora u sjetvi na sklop posijane kulture, poprečnu – uzdužnu raspodjelu sjemena, duljinu mezokotila te penetrometarski otpor. Trogodišnje istraživanje je provedeno na teškom pseudoglejnom tlu Brodsko-posavske županije u mjestu Donja Vrba s točnim koordinatama testnog polja 45°10'14" sjeverne zemljopisne širine i 18°6'3" istočne zemljopisne dužine. Tijekom istraživanja promatrane su kulture u plodoredu kako slijedi: 1. godina soja (*Glycine max* L.); 2. godina kukuruz (*Zea mays* L.) i 3. godina ozima pšenica (*Triticum aestivum* L.). Pokus je postavljen kao potpuno randomizirani blok-dizajn u četiri repeticije s glavnim faktorom sustav obrade tla, podfaktorom radna brzina pri sjetvi i podpodfaktorom tlakovi pneumatika u sjetvi. Sustavi obrade tla kao glavni faktor bili su: konvencionalna obrada tla (CT), oranje na dubinu 35 cm, tanjuranje (DH), na dubinu 15 cm, rahljanje (CH), na dubinu 30 cm i podrivanje (SS), na dubinu 50 cm. Eksploatacijski podfaktor radna brzina traktora u sjetvi označena je s v_1 , v_2 i v_3 , za radne brzine od 5, 7 i 10 km h⁻¹ kako slijedi dok su za eksploatacijski podpodfaktor tlak prednjih i stražnjih pneumatika traktora u sjetvi korišteni p_1 (prednji 1,0 bar / stražnji 0,8 bara), p_2 (prednji 2,0 bara / stražnji 1,6 bara), p_3 (prednji 3,0 bara / stražnji 2,4 bara). Primijenjeni sustavi obrade tla rezultirali su različitom zbijenosti tla pa je najdublje provedena obrada tla SS ostvarila najmanji otpor, a DH obrada najveći otpor u sve tri godine istraživanja. Penetrometarskim mjerenjima (korišten uređaj *Eijkelkamp Penetrologger SN*) već u prvoj godini 2017. vidljiv je utjecaj p_1 tlaka pneumatika na smanjenje zbijanja, dok je u zadnjoj godini istraživanja 2019. p_3 tlak pneumatika traktora u sjetvi pridonio značajnom povećanju zbijenosti tla. Povećanje brzine kretanja traktora za 3 odnosno za 5 km h⁻¹ rezultiralo je lošijim sklopom soje i kukuruza na v_3 brzini, dok na sklop pšenice brzina sjetve nije imala utjecaj. Najveći prinosi, žetveni indeks i visoki biološki prinos u uzgoju soje i kukuruza ostvaren je na SS i

CH te potom na DH i CT sustavu obrade tla. Najveći žetveni indeks ostvarila je reducirana DH obrada tla (43,13 %) i najmanja brzina sjetve v_1 (41,06 %). Dok je poljoprivredni prinos pšenice bio kako slijedi SS (7,01 t ha⁻¹), DH (7,00 t ha⁻¹), CH (6,95 t ha⁻¹), CT (5,62 t ha⁻¹), obradi kako slijedi. Ostvareni rezultati u potpunosti se slažu s tezama nekih domaćih i stranih istraživača da konzervacijski sustavi obrade tla odgovaraju uzgoju tih kultura. Konvencionalna CT i duboka SS obrada tla polučile su najlošije rezultate utroška goriva u sve tri godine istraživanja. Provedba CH obrade istim priključnim oruđem kao SS uz sniženje dubine obrade za 20 cm rezultirala je utroškom goriva za 44,8 % manjim u prvoj godini, 51,8 % manjim u drugoj godini i 35,3 % manjim u trećoj godini istraživanja. Ovakvi rezultati ističu CH konzervacijski sustav obrade tla kao optimalno rješenje za uštedu utroška energenata u proizvodnji ratarskih kultura.

8. SUMMARY

The tillage system can be evaluated as one of the most important ways to mitigate the currently very unfavorable climatic conditions and ensure high (optimal) yields. Soil has its limitations as a crops production resource. According to that fact it has to be used conscientiously, responsibly and respectfully by all of us, but primarily farmers. Intensive agrotechnical interventions can affect soil compaction, which directly or indirectly affect on crop growth and development and increasing importance of scientific research. The aim of this study was to determine the impact of tillage systems on soil compaction, on the crop residues coverage, surface soil moisture, on tractor fuel consumption during tillage operations and on crop yield indicators. In addition to the above mentioned this research also monitored the influence of sowing speed and tractor tire pressure during sowing on the seed distribution (transverse – longitudinal, mesocotile length) and penetrometer resistance. The three-year research was conducted on heavy pseudogley soil of Brodsko-Posavska County in Donja Vrba with the exact coordinates of the test field 45°10'14" north latitude and 18°6'3" east longitude. During the research, crops were observed in crop rotation as follows: 1st year of cultivation (*Glycine max* L.); 2nd year maize (*Zea mays* L.) and 3rd year winter wheat (*Triticum aestivum* L.). The experiment was set up as a completely randomized block design in four repetitions where the main factor was tillage system, the sub-factor was working speed during sowing and the sub-sub-factor was tire pressures during sowing. Tillage systems as the main investigated factor were: conventional tillage (CT), plowing at a depth of 35 cm, disk harrowing (DH), at a depth of 15 cm, chiseling (CH), at a depth of 30 cm and subsoiling (SS), at a depth of 50 cm. Exploitation sub-factor the working speed of the tractor during sowing is determined by v_1 , v_2 and v_3 , for operating speeds of 5, 7 and 10 km h⁻¹ as follows. While exploitation sub-sub-factor of the tractor front and rear tire pressure were determined by p_1 (front 1.0 bar / rear 0.8 bar), p_2 (front 2.0 bar / rear 1.6 bar), p_3 (front 3.0 bar / rear 2.4 bar). The applied tillage systems resulted with different soil compaction, so the deepest soil tillage SS achieved the lowest penetrometric resistance, and DH tillage has caused the highest resistance in all three years of research. Penetrometer measurements (measured by Eijkelkamp Penetrologger SN) in the first research year 2017. Caused that p_1 tire pressure on compaction reduction was visible, while in the last year of research 2019., p_3 tractor tire pressure during sowing contributed a significant increase in soil compaction. Increasing of the tractor sowing speed by 3 and 5 km h⁻¹, respectively, resulted in a poorer soybean and maize seed distribution at v_3 speed, while the wheat sowing

seed distribution was not affected by speed increase. The highest yields, harvest index and high biological yield in soybean and maize cultivation were achieved as follows on SS and CH and then on DH and CT tillage system. The highest harvest index was achieved at reduced DH tillage (43.13 %) and the lowest sowing speed v_1 (41.06 %). While the yield of wheat was highest as it follows at SS (7.01 t ha⁻¹), DH (7.00 t ha⁻¹), CH (6.95 t ha⁻¹), CT (5.62 t ha⁻¹). The achieved results fully agree with the theses of some domestic and foreign researchers that conservation tillage systems are suitable for the cultivation of those crops. Conventional CT and deep SS tillage offer the worst fuel consumption results in all three years of study. Reduction of the tillage depth by 20 cm on CH treatment compared to SS treatment (same attached tool on both) resulted in fuel consumption savings by 44,8 % in the first year, 51,8 % in the second year and 35,36 % in the third year of research. These results lead to conclusion that CH conservation tillage system as an optimal solution for saving energy consumption in crop production.

9. PRILOG

❖ Popis tablica

| Tablica | Naziv tablice | Stranica |
|---------|---|----------|
| 2.1. | Tehničke karakteristike traktora <i>Massey Ferguson 8480 Dyna-VT</i> | 23 |
| 2.2. | Tehničke karakteristike pluga <i>Regent Titan 150</i> | 24 |
| 2.3. | Tehničke karakteristike rotodrljače <i>Kongskilde HK 31</i> | 24 |
| 2.4. | Tehničke karakteristike tanjurače <i>RAU Rondo XL 44</i> | 25 |
| 2.5. | Tehničke karakteristike podriivača <i>Pegoraro MEGA DRAG 7</i> | 26 |
| 2.6. | Tehničke karakteristike klipnog kompresora <i>Trox</i> | 27 |
| 2.7. | Tehničke karakteristike agregata za struju <i>Endress ESE 30 BS</i> | 28 |
| 2.8. | Tehničke karakteristike manometra <i>Metabo RF 60</i> | 28 |
| 2.9. | Tehničke karakteristike traktora <i>Massey Ferguson 6485</i> | 29 |
| 2.10. | Tehničke karakteristike rasipača mineralnog gnojiva <i>Amazone ZA-M 1200</i> | 30 |
| 2.11. | Tehničke karakteristike prskalice <i>Amazone UF 1501</i> | 30 |
| 2.12. | Tehničke karakteristike penetrometra <i>Eijkelkamp Penetrologger SN</i> | 31 |
| 2.1.1. | Tehničke karakteristike žitne sijačice <i>Kongskilde PROFILINE DR23</i> | 38 |
| 2.1.2. | Tehničke karakteristike univerzalnog žitnog kombajna <i>Claas Dominator 88 SL Classic</i> | 40 |
| 2.2.1. | Tehničke karakteristike sijačice <i>Gaspardo DORADA SP6</i> | 43 |
| 2.2.2. | Tehničke karakteristike međurednog kultivator <i>OLT Orao-6</i> | 45 |
| 3.1.1.A | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 53 |
| 3.1.1.B | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 54 |
| 3.1.1.C | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 55 |
| 3.1.1.D | Utjecaj dubine mjerenja na mehanički otpor tla | 56 |
| 3.1.2. | Utjecaj sustava obrade na vlažnost tla | 58 |
| 3.1.3. | Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka | 60 |
| 3.1.4. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na sklop i uzdužna raspodjela sjemena | 61 |
| 3.1.5. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na poprečnu raspodjela sjemena i duljina mezokotila | 62 |
| 3.1.6. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na visinu biljke, grananje biljke i broj etaža | 63 |
| 3.1.7. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na broj sterilnih i fertilnih mahuna | 64 |
| 3.1.8. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na masu zrna, masu ljuske i masu cijelih mahuna po biljci | 65 |
| 3.1.9. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na masu stabljike i biljke te broj zrna po mahuni | 66 |
| 3.1.10. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na broj zrna po biljci, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu | 66 |
| 3.1.11. | Utjecaj obrade i brzine sjetve soje na poljoprivredni i biološki prinos te žetveni indeks | 67 |
| 3.1.12. | Utjecaj sustava obrade tla na potrošnju u radu i proklizavanje kotača | 69 |
| 3.1.13. | Utjecaj brzine sjetve i tlaka pneumatika na utrošak goriva | 69 |
| 3.2.1.A | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 73 |
| 3.2.1.B | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 74 |
| 3.2.1.C | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 75 |

| | | Prilog |
|---------|---|--------|
| 3.2.1.D | Utjecaj dubine mjerenja na mehanički otpor tla | 76 |
| 3.2.2. | Utjecaj sustava obrade na vlažnost tla | 77 |
| 3.2.3. | Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka | 79 |
| 3.2.4. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na sklop i uzdužnu raspodjelu sjemena | 80 |
| 3.2.5. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na uzdužnu raspodjelu sjemena i duljinu mezokotila | 81 |
| 3.2.6. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na visinu biljke, masu stabljike i ukupnu masu biljke | 82 |
| 3.2.7. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu zrna po klip, masu oklaska, masu klipa | 83 |
| 3.2.8. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na masu 1000 zrna, hektolitarsku masu i poljoprivredni prinos | 85 |
| 3.2.9. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve kukuruza na biološki prinos i žetveni indeks | 86 |
| 3.2.10. | Utjecaj sustava obrade tla na potrošnju u radu i proklizavanje kotača | 87 |
| 3.2.11. | Utjecaj brzine sjetve i tlaka pneumatika na utrošak goriva | 87 |
| 3.3.1.A | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 89 |
| 3.3.1.B | Utjecaj sustava obrade i tlaka pneumatika traktora na mehanički otpor tla | 90 |
| 3.3.1.C | Utjecaj dubine mjerenja na mehanički otpor tla | 91 |
| 3.3.2. | Utjecaj sustava obrade na vlažnost tla | 92 |
| 3.3.3. | Utjecaj sustava obrade na količinu posliježetvenih ostataka | 94 |
| 3.3.4. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na sklop, visinu biljke i broj zrna pšenice po klasu | 96 |
| 3.3.5. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na dužinu stabljike i dužinu klasića | 97 |
| 3.3.6. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na broj fertilnih i sterilnih klasića u klasu | 98 |
| 3.3.7. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve na masu zrna po klasu, na masu klasa i na masu stabljike pšenice | 99 |
| 3.3.8. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na masu biljke ukupnu, masu 1000 zrna i hektolitarsku masu | 101 |
| 3.3.9. | Utjecaj sustava obrade i brzine sjetve pšenice na poljoprivredni prinos, biološki prinos i žetveni indeks | 102 |
| 3.4.1. | Vrijednosti utroška goriva putno računalo – volumetrijska izmjera | 103 |
| 3.4.2. | Utrošak goriva i proklizavanje kotača traktora pri različitim sustavima obrade tla | 104 |

❖ Popis grafikona

| Grafikon | Naziv grafikona | Stranica |
|----------|---|----------|
| 3.1.1. | Profilogram za sve varijante obrade tla prije sjetve soje (<i>Glycine max</i> L.) | 50 |
| 3.1.2. | Uzdužna raspodjela sjemena soje pri različitim brzinama sjetve | 51 |
| 3.1.3. | Poprečna raspodjela sjemena soje pri različitim brzinama sjetve | 51 |
| 3.1.4. | Raspodjela sjemena soje po dubini pri različitim brzinama sjetve | 52 |
| 3.2.1. | Profilogram za sve varijante obrade tla prije sjetve kukuruza (<i>Zea mays</i> L.) | 70 |
| 3.2.2. | Uzdužna raspodjela sjemena kukuruza pri različitim brzinama sjetve | 71 |

| | | Prilog |
|--------|---|--------|
| 3.2.3. | Poprečna raspodjela sjemena kukuruza pri različitim brzinama sjetve | 71 |
| 3.2.4. | Raspodjela sjemena kukuruza po dubini pri različitim brzinama sjetve | 72 |
| 3.3.1. | Profilogram za sve varijante obrade tla prije sjetve pšenice (<i>Triticum aestivum</i> L.) | 88 |

❖ Popis slika

| Slika | Naziv slike | Stranica |
|--------|---|----------|
| 2.1. | Položaj testnog polja u mjestu Donja Vrba | 20 |
| 2.2. | Traktor <i>Massey Ferguson 8480 Dyna-VT</i> | 22 |
| 2.3. | <i>Regent Titan 15</i> peterobrazdni plug | 23 |
| 2.4. | Rotodrljača <i>Kongskilde HK 31</i> | 24 |
| 2.5. | Tanjurača <i>RAU Rondo XL 44</i> | 25 |
| 2.6. | Podrivač <i>Pegoraro MEGA DRAG 7</i> | 25 |
| 2.7. | Shematski prikaz pokusa | 26 |
| 2.8. | Podešavanje tlakova pneumatika | 27 |
| 2.9. | Traktor <i>Massey Ferguson 6485</i> | 28 |
| 2.10. | Rasipač mineralnog gnojiva <i>Amazone ZA-M 1200</i> | 29 |
| 2.11. | Nošena prskalica <i>Amazone UF 1501</i> | 30 |
| 2.12. | Penetrometar " <i>Eijkelkamp Penetrologger SN</i> " | 31 |
| 2.13. | Ispitivanje točnosti rada putnog računala | 32 |
| 2.14. | Predsjetveni profilogram | 33 |
| 2.15. | Penetrometriranje | 35 |
| 2.16. | Jama za uzorke trenutne vlažnosti tla 10-50 cm dubine | 35 |
| 2.17. | Noćna gnojidba rasipačem mineralnog gnojiva <i>Amazone ZA-M 1200</i> | 36 |
| 2.18. | Varijanta obrade tla - CT | 36 |
| 2.19. | Reducirana obrada tla - DH | 37 |
| 2.20. | Podrivač <i>Pegoraro MEGA DRAG 7</i> | 37 |
| 2.21. | Sijačica <i>Kongskilde PROFILINE DR23</i> | 38 |
| 2.22. | Poprečna raspodjela sjemena | 39 |
| 2.23. | Zaštita od korova prskanjem | 39 |
| 2.24. | Žetva soje (<i>Glycine max</i> , L.) | 40 |
| 2.25. | Gnojidba prije sjetve s <i>UREA N 46</i> | 41 |
| 2.26. | Uzorci trenutne vlažnosti tla nakon sušenja | 42 |
| 2.27. | Pneumatska sijačica <i>Gaspardo DORADA SP6</i> | 43 |
| 2.28. | Uzdužna raspodjela sjemena kukuruza | 44 |
| 2.29. | Uzorci za tvorbu prinosa | 44 |
| 2.30. | Disperzija škropiva <i>PRINCIPAL PLUS 66,5 WG</i> | 45 |
| 2.31. | Kultivacija kukuruza | 45 |
| 2.32. | Žetva kukuruza | 46 |
| 2.33. | Uzorci za kemijsku analizu tla | 46 |
| 2.34. | Utvrđivanje zbijenosti tla penetrometrom | 47 |
| 2.35. | Predsjetveni profilogram prije sjetve pšenice | 48 |
| 2.36.a | Žitna sijačica <i>Kongskilde Profiline DR23</i> | 48 |
| 2.36.b | Mjerenje podešenja sijačice | 48 |
| 2.37. | Uzdužna i poprečna raspodjela sjemena kod pšenice | 49 |
| 2.38. | Prikupljeni uzorci pšenice za tvorbu prinosa | 49 |
| 3.4.1. | Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u konvencionalnoj obradi tla | 105 |

| | | Prilog |
|--------|---|--------|
| 3.4.2. | Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u sustavu obrade tla tanjuranjem | 106 |
| 3.4.3. | Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u obradi tla rahljenjem | 107 |
| 3.4.4. | Korelacija između proklizavanja kotača traktora i utroška goriva u obradi tla podrivanjem | 108 |

ŽIVOTOPIS

Robert Benković rođen je 14. listopada 1974. godine u Slavonskom Brodu, županija Brodsko Posavska, Republika Hrvatska, po narodnosti je Hrvat i državljanin Republike Hrvatske. Osnovnu i srednju Tehničku školu završio je u Slavonskom Brodu. Sveučilišni dodiplomski studij upisao je 1996. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, smjer mehanizacija poljoprivrede, a diplomirao je 2001. godine s temom "Modeli mehanizacije u suvremenom uzgoju jabuka" te stekao naziv diplomirani inženjer agronomije, smjer mehanizacija poljoprivrede.

Poslijediplomski doktorski studij poljoprivredne znanosti, smjer: "Tehnički sustavi u poljoprivredi" na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, upisao je 2010. godine.

Od 2002. do 2011. godine radio je u generalnom zastupništvu za uvoz, izvoz i trgovinu građevinskom mehanizacijom poznatih europskih brandova kao voditelj prodaje i nabave. U tom periodu pohađao je u Njemačkoj i Belgiji nekoliko organiziranih stručnih usavršavanja vezanih za građevinsku mehanizaciju i strojeve na engleskom jeziku.

Od 2011. godine radio je i kao vanjski suradnik i predavač na Veleučilištu u Slavonskom Brodu, a od 2013. godine stalno je zaposlen na istoj visokoobrazovnoj ustanovi.

Od tada obavlja sljedeće poslove na Veleučilištu u Slavonskom Brodu: ustroj i izvođenje nastave, mentorstvo studentima stručnog studija Bilinogojstvo – smjer Hortikultura i Ratarstvo, rukovođenje i sudjelovanje u znanstveno-istraživačkom i stručnom radu, sudjeluje na znanstvenim i stručnim skupovima, sudjeluje u razredbenom postupku i radu stručnog vijeća kao član te u radu stručnih povjerenstava.

Voditelj je projekata: "Izazovi poljoprivrednika BPŽ-e u Europskoj Uniji" financiranom od strane Savjeta za europske integracije Brodsko-posavske županije, „Edukacijom do zelenog okoliša“ - EZO financiranom od strane Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske. Sudjelovao je na Festivalu znanosti koji se održavao 2015. godine na temu Sunce.

Do sada je objavio 24 preglednih, stručnih i znanstvenih radova objavljenih u zbornicima skupova i stručnim časopisima s domaćom i međunarodnom recenzijom, te je autor recenziranog Priručnika za izvođenje vježbi iz kolegija Vinogradarstvo i Voćarstvo.

Član je Hrvatskog društva za proučavanje obrade tla (HDPOT), International „TEAM“ Society međunarodne udruge i predsjednik Društva agronoma Slavonski Brod (DASB).

Vrlo dobro vlada engleskim jezikom u govoru i pismu. Oženjen je i otac dvoje djece.