KRITIČNO RAZDOBLJE ZAKOROVLJENOSTI U PROIZVODNJI SOJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

Dimić, Darko

Doctoral thesis / Disertacija

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:484576

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

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

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Darko Dimić, univ. spec. agr.

KRITIČNO RAZDOBLJE ZAKOROVLJENOSTI U PROIZVODNJI SOJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2018.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Darko Dimić, univ. spec. agr.

KRITIČNO RAZDOBLJE ZAKOROVLJENOSTI U PROIZVODNJI SOJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

Doktorska disertacija

Osijek, 2018.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Darko Dimić, univ. spec. agr.

KRITIČNO RAZDOBLJE ZAKOROVLJENOSTI U PROIZVODNJI SOJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

Doktorska disertacija

Mentor: prof. dr. sc. Edita Štefanić

Povjerenstvo za ocjenu:

1. **dr. sc. Ivan Štefanić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik**
2. **dr. sc. Edita Štefanić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentorica i član**
3. **dr. sc. Aleksandra Sudarić, znanstveni savjetnik na Poljoprivrednom institutu Osijek, član**

Osijek, 2018.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Darko Dimić, univ. spec. agr.

KRITIČNO RAZDOBLJE ZAKOROVLJENOSTI U PROIZVODNJI SOJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

Doktorska disertacija

Mentor: prof. dr. sc. Edita Štefanić

Javna obrana doktorske disertacije održana je 8. lipnja 2018. godine pred Povjerenstvom za obranu:

1. **dr. sc. Ivan Štefanić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik**
2. **dr. sc. Edita Štefanić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentorica i član**
3. **dr. sc. Aleksandra Sudarić, znanstveni savjetnik na Poljoprivrednom institutu Osijek, član**

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti
Smjer: Zaštita bilja

UDK:
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Poljoprivreda
Grana: Fitomedicina

KRITIČNO RAZDOBLJE ZAKOROVLJENOSTI U PROIZVODNJI SOJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKE ŽUPANIJE

Darko Dimić, univ. spec. agr.

Disertacija je izrađena na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Edita Štefanić

Korovi su biljke koje nisu cilj našeg uzgoja i koje negativno utječu na visinu prinosa, stoga je cilj svake poljoprivredne proizvodnje suzbiti korove na učinkovit i ekonomski opravdan način. To je moguće samo uz dobro poznavanje floističkog sastava korova i kritičnog razdoblja zakorovljenosti.
Tijekom istraživanja utvrđene su 34 korovne vrste, ali su se samo četiri korovne vrste pojavljivale kroz sve tri godine istraživanja (2014.-2016.) i sva tri međuredna razmaka sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm). To su: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Setaria viridis* i *Sorghum halepense*. Ipak, možemo utvrditi da su dvije korovne vrste bile izrazito dominantne *Sorghum halepense* (2014. i 2015.) i *Chenopodium album* (2015. i 2016.). Kritično razdoblje zakorovljenosti signifikantno se razlikovalo u sve tri godine istraživanja i sva tri međuredna razmaka. Uz gubitak prinosa od 10% ono je trajalo ovisno o međurednom razmaku i godini istraživanja od V1 do R7, a uz gubitak prinosa od 5% od VE do R7 razvojnog stadija soje.
Na temelju trogodišnjeg istraživanja možemo preporučiti uzgoj soje (srednje rane sorte) na međuredni razmak od 70 cm s dvije međuredne kultivacije. Na jače zakorovljenim parcelama potrebno je provesti pre-em i post-em kemijsku zaštitu, dok se na manje zakorovljenim parcelama možemo osloniti samo na post-em kemijsku zaštitu.

Broj stranica:	115
Broj slika:	30
Broj tablica:	27
Broj grafikona:	31
Broj shema:	2
Broj priloga:	1
Broj literaturnih navoda:	146
Jezik izvornika:	hrvatski
Ključne riječi:	soja, korovi, kritično razdoblje zakorovljenosti
Datum obrane:	8. lipnja 2018.

Povjerenstvo za obranu:
1. prof. dr. sc. Ivan Štefanić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, predsjednik
2. prof. dr. sc. Edita Štefanić, redoviti profesor Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku, mentorica i član
3. dr. sc. Aleksandra Sudarić, znanstveni savjetnik na Poljoprivrednom institutu Osijek, 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 Agriculture in Osijek
Postgraduate university study: Agricultural sciences
Course: Plant Protection

UDK:
Scientific Area: Biotechnical Sciences
Sceintific Field: Agriculture
Branch: Plant Medicine

CRITICAL PERIOD OF WEED CONTROL IN SOYBEAN PRODUCTION IN VUKOVAR-SRIJEM COUNTY

Darko Dimić, univ. spec. agr.

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

Supervisor: PhD Edita Štefanić, Full professor

Weeds are unwanted plants on our fields and they have negative effect on crop yield. One of the main goals in agricultural production should be sucessful weed control without having negative economic impact on crop production. To acomplish this task it is crucial to know the floristic composition and timing of the critical period of weed removal from the fields.
Thirty four weed species were determined on the experimental plots, but only four dominated during the whole study period (2014.-2016.) and in all row spacings (25 cm, 50 cm and 70 cm). They are: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Setaria viridis* and *Sorghum* halepense. However, in soybean weed community *Sorghum halepense* (2014. and 2015.) and *Chenopodium album* (2015. and 2016.) reached the highest totoal relative abundance.
Critical period of weed removal were significantly different in all row spacings and study years. For acceptable 10% yield loss CPWR ranged from V1 to R7, and for 5% acceptable yield loss it was ranged from VE to R7.
According to this investigations we can reccomend soybean (middle early variety) planting in 70 cm rows with two interrow cultivations. However, on highly infested fields it is necessary to have pre-em or post-em chemical application, but on less infested fields weeds could be sucessfully controled with post-em application.

Number of pages: 115
Number of figures: 30
Number of tables: 27
Number of graphs: 31
Number of scheme: 2
Number of attachments: 1
Number of references: 146
Original in: Croatian
Key words: soybean, weeds, critical period of weed control

Date of the thesis defense: June 8, 2018

Reviewers:
1. PhD Ivan Štefanić, Full professor, Faculty of Agriculture in Osijek, President
2. PhD Edita Štefanić, Full professor, Faculty of Agriculture in Osijek, Mentor/member
3. PhD Aleksandra Sudarić, Senior research scientist, Agriculture Institute Osijek, 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

Imao sam veliku sreću što sam odlučio, prilikom pohađanja poslijediplomskog specijalističkog studija zaštita bilja, upisati modul Ekonomika suzbijanja korova i upoznati prof. dr. sc. Editu Štefanić. Potaknut spomenutim modulom, počeo sam na drugačiji način razmišljati o problematici vezanoj uz korove i došao do spoznaje da su korovi u zaštiti bilja najveći problem, pa čak i ograničavajući čimbenik proizvodnje, te odlučio da ću upisati doktorski studij, a da će cilj moga izučavanja biti korovi.

Neizmjerno se zahvaljujem prof. dr. sc. Editi Štefanić što je, na moju zamolbu, pozitivno odgovorila i pristala mi biti mentoricom. Hvala joj na savjetima, vremenu koje je izdvojila, razumijevanju, strpljenju, pomoći pri statističkoj obradi podataka, znoju koji je prolila na pokusu i hvala Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku što mi je omogućio da pohađanjem doktorskog studija učim od znanstvenika svjetskog kalibra.

Hvala prof. dr. sc. Ivanu Štefaniću što mi je omogućio da upoznam suvremene znanstvene načine ekonomske analize poljoprivredne proizvodnje, primijenim ih u istraživanju i omogućim poljoprivrednim proizvođačima veću dobit koja je cilj svake poljoprivredne proizvodnje.

Hvala dr. sc. Aleksandri Sudarić na savjetima koji su mi puno pomogli u ostvarivanju cilja našeg istraživanja, jer samo proučavanjem uzročno posljedične veze između korova i soje, mogli su se protumačiti rezultati istraživanja i utvrditi preporuka uzgoja soje.

Hvala Silviji Buhin, doc. dr. sc. Sandi Rašić, mr. sc. Stjepanu Pančiću, Ivanu Gregiću, dipl. ing. i studentici Jeleni Kostić na pomoći u radu na pokusu u polju i laboratoriju.

Hvala supruzi Genki na pomoći u radu na pokusu, na strpljivosti i podršci koju mi je pružala. Hvala mom starijem sinu Dini koji mi je bio oslonac u radu, ali hvala i mom mlađem sinu Mateju, jer sam mu u mnogo trenutaka oduzeo majku kada mu je bila potrebna.

Hvala Samiri Hranić i Ivanu Barišiću na vremenu koje su potrošili pomažući mi i hvala im što su bili uz mene uvijek kada su mi bili potrebni.

Hvala mojim prijateljima, što su mi i dalje prijatelji, što me nisu zaboravili, jer sam ih neko vrijeme zanemario.

I na kraju, ovaj rad posvećujem svojim roditeljima, koji na žalost nisu više s nama, ali sam siguran da su ponosni, jer sam uspio.

K A Z A L O

1. UVOD 1
   1.1. Pregled literature 4
      1.1.1. Spektar korova u soji 4
      1.1.2. Kompeticija korova i soje 5
      1.1.3. Mjere suzbijanja korova u soji 6
      1.1.4. Integrirani pristup suzbijanju korova i prag zakorovljenosti 8
      1.1.5. Kritično razdoblje zakorovljenosti 11
   1.2. Opća obilježja istraživanog područja 12
      1.2.1. Geografski položaj i pedološka obilježja istraživanog područja 13
      1.2.2. Klimatska obilježja i vremenske prilike tijekom istraživanja 14
   1.3. Cilj istraživanja i hipoteza 17
2. MATERIJAL I METODE RADA 19
   2.1. Provedba pokusa i prikupljanje podataka 22
   2.2. Statistička analiza 24
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA 27
   3.1. Floristički sastav korovne zajednice u soji 27
      3.1.1. Floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve 29
      3.1.2. Struktura korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve 32
      3.1.3. Dinamika razvoja nadzemne biomase korova pri različitom međurednom razmaku sjetve soje 39
   3.2. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks 48
      3.2.1. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks kod razmaka sjetve 25 cm 48
      3.2.2. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks kod razmaka sjetve 50 cm 50
      3.2.3. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks kod razmaka sjetve 70 cm 52

3.3. Kritično razdoblje kontrole korova u soji 54
3.3.1. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje u 2014. godini 54
3.3.2. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje u 2015. godini 58
3.3.3. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje u 2016. godini 62
3.3.4. Usporedba kritičnih razdoblja zakorovljenosti soje analizom različitih međurednih razmaka sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm) i različitih godina istraživanja (2014.-2016.) 66
3.4. Ekonomska analiza proizvodnje soje 68
4. RASPRAVA 72
5. ZAKLJUČCI 81
6. LITERATURA 84
7. SAŽETAK 95
8. SUMMARY 97
9. PRILOG 99
10. ŽIVOTOPIS 114

POPIS SLIKA

Slika 1. Soja sorte IKA 3
Slika 2. Vukovarsko-srijemska županija na zemljovidu Republike Hrvatske 13
Slika 3. Prikaz lokaliteta na kojem je postavljen pokus 19

POPIS SLIKA U PRILOGU

Slika 1. VE faza razvoja soje 100
Slika 2. VC faza razvoja soje 100
Slika 3. V1 faza razvoja soje 100
Slika 4. V2 faza razvoja soje 101
Slika 5. V4 faza razvoja soje 101
Slika 6. V6 faza razvoja soje 101
Slika 7. R1 faza razvoja soje 103
Slika 8. R2 faza razvoja soje 103
Slika 9. R3 faza razvoja soje 103
Slika 10. R4 faza razvoja soje 104
Slika 11. R5 faza razvoja soje 104
Slika 12. R6 faza razvoja soje 104
Slika 13. R7 faza razvoja soje 105
Slika 14. R8 faza razvoja soje 105
Slika 15. Sjetva pokusa 107
Slika 16. Nicanje korova prije soje i prekrivanje gotovo cijele površine tla 107
Slika 17. Kontrolna parcela na početku vegetacije soje 108
Slika 18. Soja u VC razvojnom stadiju 108
Slika 19. Zakorovljeni usjev 109
Slika 20. Usjev soje nakon plijevljenja 109
Slika 21. Utjecaj dužine zakorovljenosti na visinu soje 110
Slika 22. Usjev soje bez prisutnosti korova 110
Slika 23. Dominacija korova 111
Slika 24. Uklanjanje korova 111

Slika 25. Polijeganje etioliranih biljaka soje nakon uklanjanja korova (trajanje zakorovljenosti od sjetve do R3 razvojnog stadija soje) 112
Slika 26. Usjev soje nakon uklanjanja korova (trajanje zakorovljenosti od sjetve do R6 razvojnog stadija soje) 112
Slika 27. Korovi nakon uklanjanja 113

POPIS TABLICA

Tablica 1. Vrijeme plijevljenja i uzimanje uzoraka nadzemne biomase korova tijekom istraživanja 22
Tablica 2. Popis korovnih vrsta pronađenih tijekom istraživanja 28
Tablica 3. Floristički sastav korovne zajednice u soji pri međurednom razmaku 25 cm (relativna abundancija izdanaka po 1 m²) 29
Tablica 4. Floristički sastav korovne zajednice u soji pri međurednom razmaku 50 cm (relativna abundancija izdanaka po 1 m²) 30
Tablica 5. Floristički sastav korovne zajednice u soji pri međurednom razmaku 70 cm (relativna abundancija izdanaka po 1 m²) 31
Tablica 6. Sumarni prikaz korovnih vrsta u soji (2014.-2016.) 32
Tablica 7. Izvod iz RDA analize floističkog sastava korovne zajednice u soji tijekom 2014. godine 34
Tablica 8. Izvod iz RDA analize floističkog sastava korovne zajednice u soji tijekom 2015. godine 36
Tablica 9. Izvod iz RDA analize floističkog sastava korovne zajednice u soji tijekom 2016. godine 38
Tablica 10. Prosječna biomasa korova u soji (g/m²) i povećanje (%) u odnosu na prethodne izvage biomase u 2014. godini 39
Tablica 11. Prosječna biomasa korova u soji (g/m²) i povećanje (%) u odnosu na prethodne izvage biomase u 2015. godini 42
Tablica 12. Prosječna biomasa korova u soji (g/m²) i povećanje (%) u odnosu na prethodne izvage biomase u 2016. godini 45
Tablica 13. Utjecaj produženog trajanja zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku 25 cm 49

Tablica 14. Utjecaj produženog plijevljenja na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku 25 cm 49
Tablica 15. Utjecaj produženog trajanja zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku 50 cm 50
Tablica 16. Utjecaj produženog plijevljenja na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku 50 cm 51
Tablica 17. Utjecaj produženog trajanja zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku 70 cm 52
Tablica 18. Utjecaj produženog plijevljenja na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku 70 cm 53
Tablica 19. Rani prag zakorovljenosti (eng. Weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2014. godine 55
Tablica 20. Kasni prag zakorovljenosti (eng. Weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2014. godine 56
Tablica 21. Rani prag zakorovljenosti (eng. Weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2015. godine 59
Tablica 22. Kasni prag zakorovljenosti (eng. Weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2015. godine 59
Tablica 23. Rani prag zakorovljenosti (eng. Weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2016. godine 63
Tablica 24. Kasni prag zakorovljenosti (eng. Weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2016. godine 63
Tablica 25. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 10% 66
Tablica 26. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 5% 67

POPIS TABLICA U PRILOGU

Tablica 1. Bayer-ov kod latinskih naziva korovnih vrsta 106

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Klimadijagram za područje Vukovara za razdoblje od 2000. do 2013. godine 14

Grafikon 2. Klimadijagram za područje Vukovara za 2014. godinu 15

Grafikon 3. Klimadijagram za područje Vukovara za 2015. godinu 16

Grafikon 4. Klimadijagram za područje Vukovara za 2016. godinu 17

Grafikon 5. Krivulja dominacije-raznolikosti za floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve u 2014. godini 33

Grafikon 6. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje u 2014. godini prema prve dvije RDA osi 34

Grafikon 7. Krivulja dominacije-raznolikosti za floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve u 2015. godini 35

Grafikon 8. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje u 2015. godini prema prve dvije RDA osi 36

Grafikon 9. Krivulja dominacije-raznolikosti za floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve u 2016. godini 37

Grafikon 10. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje u 2016. godini prema prve dvije RDA osi 38

Grafikon 11. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm u 2014. godini 40

Grafikon 12. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm u 2014. godini 41

Grafikon 13. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm u 2014. godini 41

Grafikon 14. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm u 2015. godini 43

Grafikon 15. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm u 2015. godini 44
Grafikon 16. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm u 2015. godini 44
Grafikon 17. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm u 2016. godini 46
Grafikon 18. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm u 2016. godini 47
Grafikon 19. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm u 2016. godini 47
Grafikon 20. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 25 cm u 2014. godini 55
Grafikon 21. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2014. godini 56
Grafikon 22. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 70 cm u 2014. godini 57
Grafikon 23. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 25 cm u 2015. godini 58
Grafikon 24. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2015. godini 60
Grafikon 25. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 70 cm u 2015. godini 61
Grafikon 26. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 25 cm u 2016. godini 62
Grafikon 27. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2016. godini 64
Grafikon 28. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 70 cm u 2016. godini 65
Grafikon 29. Ekonomska analiza proizvodnje soje u 2014. godini 69
Grafikon 30. Ekonomska analiza proizvodnje soje u 2015. godini 70
Grafikon 31. Ekonomska analiza proizvodnje soje u 2016. godini 71

POPIS SHEMA

Shema 1. Grafički prikaz „Aditive-removal“ modela prema Ed Zaborski, University of Illinois (adapted from Altieri, 1995.) 20
Shema 2. Grafički prikaz plana pokusa 21

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Razvojni stadiji soje 99

1. UVOD

Soja (*Glycine max*. (L.) Merr.) je biljka vrlo visoke hranjive vrijednosti. Jednogodišnja je samooplodna dvosupnica i pripada porodici *Fabaceae* (mahunarke, leguminoze). Primarni centar podrijetla jest sjeveroistočna Kina gdje se uzgaja više od četiri tisuće godina. Između 15. i 16. stoljeća prenesena je u Indoneziju, Filipine, Vijetnam, Tajland, Burmu, Nepal i sjevernu Indiju, gdje su se razvile lokalne populacije soje. Stoga se ova područja smatraju sekundarnim gen centrima podrijetla (Hymowitz, 1988.).

Danas je soja rasprostranjena po čitavom svijetu i uzgaja se na oko 117 milijuna hektara (Faostat, 2016.; http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC) uz prosječni prinos od 2,4 tone po hektaru. Među najveće svjetske proizvođače soje ubrajaju se SAD (29% ukupnih svjetskih površina pod sojom), zatim Brazil (24%), Argentina (17%), Kina, Indija i dr. Vodeći proizvođač soje u svijetu su SAD-e, koje su u prošloj 2016. godini proizvele soje na rekordnih 82,7 milijuna ac (acre) odnosno 33467502,6132 hektara (prema podatcima USDA: (https://www.nass.usda.gov/Newsroom/archive/2017/01_12_2017.php)).

Značaj i važnost soje proizlazi iz kvalitete njenog zrna. Zrno soje sadrži oko 40% bjelančevina, 20% ulja, 17% celuloze i hemiceluloze, 7% šećera, 5% vlakana i oko 6% pepela na bazi suhe mase (Rubel i sur., 1972.). Pored toga, konvencionalno sojino ulje, prema Fehr i Curtis-u (2004.) sadrži oko 12% palmitinske, 4% stearinske, 27% oleinske, 50% linolne i 7% linolenske kiseline. Rezervne bjelančevine sjemena soje podijeljene su u tri velike grupe na osnovi sedimentacijske konstante. Dominantne frakcije, kako navodi Pešić (2003.) predstavljaju glicinin (11S frakcija), beta konglicinin (7S frakcija) i alfa konglicinin (2S frakcija).

Zbog cijenjenog kemijskog sastava zrna, soja ima velik značaj u proizvodnji ljudske i stočne hrane. Soju ili prerađevine od soje sadrže konditorski, farmaceutski i mnogi drugi proizvodi (tinta, ljepila, tkanine, sapuni, boje, lakovi, maziva, pesticidi i dr.). Nadalje, zbog kvalitetnih bjelančevina i visokog sadržaja ulja nadomjestak je za meso u vegetarijanskoj prehrani. Najviše se koristi u ishrani stoke kao zelena masa, sijeno ili silaža, a dehidracijom se proizvode briketi, granule i zeleno brašno.

Soja je na naše prostore donesena između 1876. i 1878. godine u vrijeme Austro-Ugarske monarhije. Značajnija proizvodnja započinje 1934. godine izgradnjom tvornice ulja u Zagrebu, a u Hrvatskoj se kontinuirano uzgaja od 1970-tih godina. Njena proizvodnja kod nas je posljednjih desetljeća stabilizirana, a značajno povećanje površina pod sojom započinje 1998. godine. Poljoprivredni institut u Osijeku (https://www.poljinos.hr/kontakt/) vodeća je institucija u Republici Hrvatskoj za oplemenjivanje soje. Jedna od vodećih sorti u okviru 0-I grupe zriobe po prinosima i zasijanim površinama jest sorta Ika (Slika 1.) koja se koristila u ovom istraživanju.

Soja najbolje uspijeva na dubokim, strukturnim, plodnim, humusom bogatim tlima, dobrih vodozračnih osobina, na kojima se ne stvara pokorica (Vratarić i Sudarić, 2008.). Agrotehnički je povoljna kultura zbog ranog sazrijevanja čime ostavlja dovoljno vremena za pripremu i sjetvu narednog usjeva u plodoredu. Ima dobro razvijen korijenov sustav te popravlja strukturu tla, a zahvaljujući simbiozi s kvržičnim bakterijama na korijenju (*Bradyrhizobium japonicum*) obogaćuje tlo dušikom 40-60 kg/ha (Vratarić i Sudarić, 2008.).

Korovi koji se pojavljuju u proizvodnji soje konkuriraju uzgajanim biljkama za vodu i hraniva, a kasnije tijekom vegetacije i za svjetlo i prostor (Hrustić i sur., 2004., Štefanić i sur., 2015.a, 2015.b). Gubici koji nastaju uslijed zakorovljenosti usjeva, a također i visoke cijene koštanja njihova suzbijanja, spadaju među najskuplje stavke u poljoprivrednoj proizvodnji (Oerke i sur., 1994.). Osim toga, gubici koje su proizveli korovi premašuju gubitke bilo koje druge kategorije štetočinja kao što su insekti, nematode, bolesti, glodavci i sl.

U svijetu, a i kod nas, se već više od 50 godina korovi u okopavinskim usjevima kontroliraju kombinacijom sintetičkih herbicida i međuredne kultivacije. Usprkos napretku u tehnologijama suzbijanja, korovi i dalje ostaju značajan problem u poljoprivrednoj proizvodnji. Opće prihvaćeno objašnjenje za fenomen da korovi zadržavaju rang najveće štetočinje u usjevima leži u tome što se korovne zajednice neprekidno mijenjaju i prilagođavaju novim mjerama koje se poduzimaju u poljoprivrednoj proizvodnji.

Učinkovito i ekonomično suzbijanje korova u soji moguće je uz dobro poznavanje floističkog sastava korova i kritičnog razdoblja tijekom kojeg oni negativno utječu na prinos. Stoga je i značaj ovog rada utvrditi, za naše područje, kritično razdoblje zakorovljenosti pri različitom međurednom razmaku sjetve kako bi se postigli zadovoljavajući i ekonomski

opravdani prinosi. Nadalje, ova istraživanja idu u prilog i proučavanju integriranog pristupa suzbijanja korova u soji.



Slika 1. Soja sorte IKA
(Izvor: https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja/ika-i1/)

1.1. Pregled literature

Korovi predstavljaju najznačajniju prijetnju uspješnoj i profitabilnoj poljoprivrednoj proizvodnji jer posjeduju niz kompetitivnih prednosti kao što je snažan početni rast s dobro razvijenim korijenovim sustavom kojim mogu učinkovito konkurirati uzgajanim biljkama za svjetlo, vodu, prostor i hraniva. Korovi također mogu biti i domaćini insektima i patogenima čime značajno ometaju normalnu proizvodnju i snižavaju prinos usjeva koje uzgajamo (Diaz-Montano i sur., 2011., Alvarez i Hutchinson, 2005., Alexander i sur., 2014.).

Nadalje, gustoća i floristički sastav korovnih biljaka u pojedinim usjevima ovisi ne samo o banci sjemenja u tlu nego i o tipu tla, količini oborina tijekom vegetacije, temperaturama tla i zraka te o tehnologiji proizvodnje (Berkowitz, 1988.). Štoviše, ukoliko je u proizvodnji nužna i visoka kvaliteta usjeva, lakoća obavljanja žetve ili izostanak određenih štetočinja, tada je značaj suzbijanja korova posebice izražen. Na primjer, Radosevich i Holt (1984.) su istaknuli da su standardi kvalitete pri proizvodnji mnogobrojnog povrća ili sjemenskih usjeva vrlo visoki i kao takvi često uvjetuju da se vrlo malo korova može tolerirati u njihovoj proizvodnji.

1.1.1. Spektar korova u soji

Soja je okopavinska širokoredna kultura i floristički sastav korovnih vrsta bitno se ne razlikuje od korovne flore ostalih proljetnih okopavinskih usjeva (Menalled i sur., 2001., Legere i sur., 2005.). Većina korova niče zajedno ili prije nicanja soje i ukoliko se ne suzbijaju soja je značajan dio vegetacijske sezone izložena njihovom negativnom utjecaju.

Na temelju dosadašnjih istraživanja, u kontinentalnoj Hrvatskoj najzastupljenije korovne vrste u soji su: teofrastov mračnjak (*Abutilon theophrasti* Med.), oštrodlakavi štir (*Amaranthus retroflexus* L.), pelinolisni limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.), bijela loboda (*Chenopodium album* L.), kiseličasti dvornik (*Polygonum lapathifolium* L.), obični koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) PB.), crna pomoćnica (*Solanum nigrum* L. emend. Miller), piramidalni sirak (*Sorghum halepense* L. Pers.) i dr. (Skender i Vratarić, 1986., Skender i sur., 1987., 1989., 1991., 1992., 1993., Ostojić, 1990., Barić i Ostojić, 2000.).

Na prostoru Vojvodine prema istraživanjima Konstantinovića i sur. (2008.), svojom kvantitativnom zastupljenošću, glavnu masu korova predstavljaju sljedeće vrste: *Amaranthus retroflexus, Hibiscus trionum, Chenopodium album, Echinochloa crus-galli, Cirsium arvense, Setaria viridis, Convolvulus arvensis, Solanum nigrum, Cynodon dactylon,* a posljednjih nekoliko godina i otporne korovne vrste *Ambrosia artemisiifolia, Abutilon theophrasti* i *Xanthium strumarium.*

Slično i u drugim susjednim zemljama dominantni spektar korovne flore ne pokazuje značajne razlike. Tako npr. i u Bugarskoj korovna zajednica u soji uključuje 67% jednogodišnjih i 33% višegodišnjih korova (Marinov-Serafimov i sur., 2008.). Međutim, autori utvrđuju da tijekom istraživanog razdoblja (1999.-2006.) dolazi do kvantitativnih i kvalitativnih promjena u korovnoj zajednici uslijed promjene vremenskih uvjeta. Zbog povećanja količine oborina, u agrofitocenozi soje dolazi do značajne abundancije sljedećih korovnih vrsta: *Solanum nigrum* sa 4 na 54%, *Sorghum halepense* sa 0 na 71%, *Amaranthus spp*. sa 4 na 58%, *Setaria spp*. sa 0 na 19%, dok su *Abutilon theophrasti, Chenopodium album, Datura stramonium, Hibiscus trionum* i *Convolvulus arvensis* varirali od 0 do 3%.

1.1.2. Kompeticija korova i soje

Štete i gubitci u prinosu soje često su uzrokovani kompeticijom s korovima (Krausz i sur., 2001.). Hammerton (1972.) je utvrdio da uslijed kompeticije s korovima smanjenje prinosa soje može varirati od 11 do 50%. Nadalje, istraživanja Stainforth-a (1962.) su ukazala da u kompeticiji s korovima soja reducira nodulaciju i proizvodnju suhe tvari što rezultira i značajnim smanjenjem prinosa. Također, u kompeticiji s korovima smanjuje se i promjer stabljike soje (Felton, 1976.).

Korovi su veliki kompetitori za hraniva i oni usjevu oduzimaju ogromne količine hraniva iz tla. Količina hraniva koju soja usvaja ovisi o dinamici akumulacije njene biomase. Usjev će znatno manje usvajati hraniva ukoliko je zakorovljenost visoka i dugo traje (Stoimenova, 1995.). Usvajanje hraniva je, prema njenim istraživanjima bilo kod 40 dana nakon sjetve (DAS) signifikantno više kod korova nego kod soje. Nadalje, Chhokar i sur., (1997.) izvješćuju da korovi na kontrolnim (zakorovljenim) parcelama oduzimaju soji 53,24 kg N ha^{-1} i 9,30 kg P_2O_5 ha^{-1}.

Edward i sur. (1985.) su utvrdili linearnu povezanost između korova i soje i izračunali da je nastupilo od 19% do 25 % gubitka u prinosu jer su korovi 40% zasjenjivali soju. Kompeticija za svjetlo ide u prilog i istraživanjima Taylora i sur. (1982.) koji izvješćuju da se prinos soje povećava s povećanjem međurednog razmaka uslijed boljeg iskorištavanja svjetlosti.

1.1.3. Mjere suzbijanja korova u soji

Korove u soji najčešće i najučinkovitije suzbijamo kemijskim putem, tj. uporabom herbicida (Chandler i sur., 1994., Griffin i Habetz, 1989., Stoller i sur., 1987.). Herbicidi omogućavaju cjenovno učinkovitu i na vrijeme obavljenu zaštitu usjeva od korova, stoga je aplikacija herbicida po cijeloj površini polja još uvijek najčešća mjera kontrole korova. U SAD-u se npr. u prosjeku 97% od 30,2 milijuna hektara pod sojom tretira herbicidima (USDA, 2016., https://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Chemical_Use/).

Primjena pre-emergentnih herbicida omogućava kontrolu korova na početku vegetacijske sezone jer značajno smanjuje gustoću i biomasu korova te produkciju sjemena (Hager i sur., 2002., Schmenk i Kells, 1998.).

Usjev soje najčešće je zakorovljen i travnim i širokolisnim korovima pa jedna aplikacija nekog od zemljišnih ili post-emergentnih herbicida može osigurati samo uski spektar kontrole korova. Stoga je nužna primjena više od jednog herbicidnog pripravka (tzv. mješavine) ili herbicidna mješavina mora biti upotpunjena mehaničkim suzbijanjem korova.

Gledano kroz povijest, sustavi kontrole korova uključivali su razne kombinacije kemijskih, kulturalnih i mehaničkih mjera borbe. Mehaničko suzbijanje korova, tj. kultivacija u kombinaciji s pre-emergentnim ili post-emergentnim herbicidima je primarna metoda zaštite soje od korova na području SAD-a od kasnih 1950-tih pa sve do ranih 1990-tih godina. Vremenom su herbicidi značajno zamijenili radno-intenzivno mehaničko suzbijanje korova, prvenstveno zbog niže cijene, visoke učinkovitosti i jednostavnije primjene (Adcock i Banks, 1991., Gianessi i Reginer, 2007.), da bi na kraju, od sredine 1990-tih godina, suzbijanje korova postalo pojednostavljeno s gotovo ekskluzivnom uporabom jedne skupine herbicida tj. glifosata. To je omogućila napredna biotehnologija združena s oplemenjivačkim radom kreiravši glifosat rezistentnu soju, genetski preinačenu i poznatu kao “Roundup Ready

Soybean" (Duke, 1996., 1999.). Glifosat je neselektivni herbicid, širokog spektra djelovanja na jednogodišnje, višegodišnje, travne i širokolisne korove. Genetički preinačena soja omogućila je stoga proizvođačima fleksibilnost u kontroli širokog spektra korova bez brige da će herbicid oštetiti usjev (Franz i sur., 1997.).

Ipak, mnogobrojna istraživanja ukazivala su na oprez (Reddy, 2001.). Preveliko oslanjanje na genetički preinačenu soju rezultiralo je u mnogim zemljama dramatičnim smanjenjem površina tretiranih s drugim skupinama herbicida. Prevelika uporaba glifosata dovela je do značajnih problema s korovima. Naime utvrđene su promjene u korovnim zajednicama i što je posebno zabrinjavajuće, došlo je do razvoja na glifosat rezistentnih korovnih vrsta (Powels, 2008.).

Premda mnogi autori naglašavaju da je najbolji put za uspješno suzbijanje korova u soji kombinacija mehaničkih i kemijskih mjera, primjena herbicida ipak je još uvijek prioritetna jer predstavlja brži i ekonomičniji način postizanja dugotrajne i učinkovitije kontrole korova (Reddy i Whiting, 2000., Sartorato i sur., 2011.).

Međutim, i uporaba herbicida i kultivacija tla mogu imati negativne učinke na okoliš, ali javnost je ipak mnogo više zabrinuta zbog preintenzivne aplikacije herbicida. Poznato je da se neadekvatnom kultivacijom može pospješiti ispiranje hraniva iz tla, a prekomjerna uporaba herbicida može kontaminirati površinu tla i podzemne vode (Logan, 1993., Logan i sur., 1987.). Stoga je jedan od putova ka profitabilnom, alternativnom sustavu suzbijanja korova bio usmjeren k primjeni međuredne kultivacije u kombinaciji sa smanjenim dozama herbicida.

Donald (2000.) opisuje uspješnu proizvodnju soje aplikacijom herbicida u trake preko zasijanih redova soje te dvije ili više međuredne kultivacije koje su uspješno suzbile korove, kao što su *Setaria faberi*, *Ambrosia artemisiifolia* i vrste roda *Amaranthus*. Nakon što se zatvorio sklop, nadzemna masa soje spriječila je naknadno nicanje i razvoj korova između zasijanih redova soje. Time je potrošnja herbicida reducirana na 50 % jer je ovim načinom primjene tretirano samo 50 % polja.

Danas suvremeni trendovi u zaštiti bilja zahtijevaju integrirani pristup, počevši od obrade tla, pripreme tla za sjetvu, plodoreda, gnojidbe, gustoće sklopa, razmaka redova, datuma sjetve,

suzbijanja bolesti i štetnika te korištenje sortimenta koji posjeduje visoku otpornost i tolerantnost na razne stresne situacije (Buhler i sur., 1997.). Cilj integriranog pristupa suzbijanju korova jest smanjiti neželjeni učinak tretmana na ne-ciljane organizme i na okoliš. Swanton i Weise (1991.) smatraju da aplikacija herbicida u optimiziranom sustavu integrirane zaštite ovisi o spoznajama vezanim za utvrđeni prag štetnosti i kritično razdoblje zakorovljenosti određenog usjeva.

1.1.4. Integrirani pristup suzbijanju korova i prag zakorovljenosti

Integrirano suzbijanje korova (engl. Integrated Weed Management – IWM) jest metoda kontrole nepoželjne flore na oranicama uz primjenu višestrukih pristupa. Pri tome se uključuje poznavanje biologije korova (nicanje, omjeri rasta, plodnost) integrirani s multiplim tehnikama suzbijanja korova tijekom cijele vegetacijske sezone (Thill i sur., 1991.).

Integrirano suzbijanje korova je dizajnirano da strategijski cilja određene dijelove životnog ciklusa korova kako bi smanjio njihov rast i razvoj. Ovako kreirana višekomponentna taktika reducira populaciju korova bez bojazni od razvoja rezistentnih populacija (Mortensen i sur., 2012.). Uslijed višestrukog ometanja razvoja korova tijekom vegetacijske sezone reducira se selekcijski pritisak bilo koje pojedinačne mjere pa korovi koji nisu uništeni jednom mjerom bivaju uspješno eliminirani drugim načinom njihova suzbijanja.

IWM koristi sljedeće mjere: plodored, kompetitivne usjeve, manipulaciju razmakom sjetve, inkorporirane usjeve, obradu tla, gnojidbu i prag štetnosti korova (Buhler, 2002.).

Integrirano suzbijanje korova postala je prevladavajuća praksa širom svijeta, posebice nakon pojave i širenja na herbicide rezistentnih korova. Tako se npr. u Australiji uspješno kontrolira populacija vrste *Lolium rigidum* Gaudin kod koje je utvrđena multipla rezistentnost na herbicide (Panell i sur., 2004.). Na glifosat rezistentna *Conyza canadensis* (L.) Cronq. u uzgoju soje direktnom sjetvom pričinjavala je velike probleme na američkom srednjem zapadu (Midwest). Istraživanja koja su provodili Davis i Johnson (2008.) pokazala su da se na istraživanom području populacija ovog korova javlja primarno kao ljetna jednogodišnja vrsta, jer biljke iznikle u jesen imaju najnižu stopu preživljavanja (20%) i ovise o veličini

rozete. Preko 90% populacije niče u proljeće i uspijeva proizvesti signifikantnu količinu sjemena ukoliko se ostavi nekontrolirano pri uzgoju soje direktnom sjetvom.

Budući da su značajni troškovi u proizvodnji soje usmjereni suzbijanju korova, agrotehničke mjere bi trebale biti usmjerene prema smanjenju uporabe herbicida i time bi se ujedno kontrolirala rezistentnost korova na herbicide i smanjivalo onečišćenje okoliša. S druge strane, održiva poljoprivreda i briga za zdravlje, jednako kao i povećani zahtjevi za ekološkom proizvodnjom, doprinijeli su traženju alternativnih metoda koje reduciraju ili eliminiraju uporabu sintetičkih herbicida (Baumann i sur., 2000.).

Stoga mnogi znanstvenici sugeriraju da je implementacija integriranog suzbijanja korova, dobar put k smanjenju prekomjerne uporabe pesticida, a da istovremeno uspijeva postizati zadovoljavajuće i ekonomski opravdane prinose (Swanton i Weise, 1991.). Također, Swanton i Weise (1991.) sugeriraju da se aplikacija herbicida u sustavu optimalne i integrirane kontrole korova također oslanja na primjenu praga zakorovljenosti (eng. weed thresholds) i kritičnog razdoblja zakorovljenosti.

Jedan od glavnih ciljeva integriranog pristupa suzbijanju korova jest i umanjiti štetan učinak na ne-ciljane organizme i okoliš. Stoga integrirano suzbijanje korova implicira da uporaba herbicida i cijena suzbijanja treba biti optimizirana (Swanton i Weise, 1991.). Oni navode da je aplikacija herbicida optimizirana unutar sustava integrirane zaštite, a ovisit će o kritičnom pragu korova po jedinici površine i kritičnom razdoblju njihove zakorovljenosti oranica. U konačnici, integrirano suzbijanje korova dizajnirano je da bude ekonomski, okolišno i društveno prihvatljivo (Swanton i Murphy, 1996.).

Mogućnost predviđanja ishoda kompeticije usjeva i korova značajan je dio sustava integrirane zaštite. Mnogobrojni znanstvenici fokusirali su svoja istraživanja na procjenu gubitka prinosa kao funkcije zakorovljenosti, a u cilju utvrđivanja potrebite razine kontrole korova. Spoznaje o gustoći korova pri kojoj je potrebno intervenirati i kritično razdoblje zakorovljenosti usjeva implementirani su u mnogobrojne matematičke modele.

U literaturi je opisano više različitih modela praga zakorovljenosti (Cousens, 1985., Cousens 1987., Coble, 1986., Coble i Mortensen, 1992.), ali najčešće citirani su kompetitivni prag zakorovljenosti i ekonomski prag zakorovljenosti (Swanton i sur., 1999.). Kompetitivni prag

zakorovljenosti predstavlja onu gustoću korova pri kojoj se prinos usjeva smanjuje na neprihvatljivu razinu, najčešće između 5 i 20% (Oliver, 1988.).

Ekonomski prag zakorovljenosti predstavlja onu gustoću korova u usjevu kod koje će benefit aplikacije herbicida biti jednak cijeni same kontrole korova (Weaver i sur., 1992.) Za razliku od kompetitivnog praga, ekonomski prag varira ovisno o pretpostavkama koje se odnose na prinos apsolutno od korova čistog usjeva, cijene usjeva, te cijene i učinkovitosti suzbijanja korova.

Većina istraživanja na tu temu uključivala je žitarice, posebice ječam i pšenicu. Navedeni usjevi su dobri kompetitori pa je stoga i ekonomski prag kod tih usjeva veći nego kod okopavina. Gerowitt i Heitefuss (1990.) stoga predlažu fiksni prag za ozime žitarice i to od 20 do 30 jednosupnica po 1 m^2 ili 40 do 50 dvosupnica po m^2, s izuzetkom vrlo kompetitivne korovne vrste *Galium aparine* L. čiji prag iznosi 0,1 do 2,0 biljke po m^2.

Nasuprot tome, procjene praga zakorovljenosti u nekim širokorednim usjevima vrlo niske kompetitivne sposobnosti mogu biti vrlo niske. Tako npr. dovoljno je da prisustvo već jedne korovne biljke po 1 m^2 u šećernoj repi ili krumpiru smanji prinos do 20% (Van Geseel i Renner, 1990.). Slabo kompetitivni usjevi visoke ekonomske vrijednosti kao što je mnogobrojno povrće imaju prag blizu nule za mnoge korovne vrste (Norris, 1992.).

Coble i suradnici (1981.) pratili su utjecaj ambrozije (*Ambrosia artemisiifolia* L.) na prinos soje u Sjevernoj Karolini. Prema njihovim istraživanjima prag štete (damage threshold population) predstavljala je cijelosezonska prisutnost 4 biljke ambrozije u 10 m dugom redu soje čime je ostvaren gubitak prinosa od 8%. Također, prinos soje nije bio narušen prisutnošću ambrozije unutar prvih 6 tjedana od nicanja, ali nakon toga korov je u prosjeku za 25 cm nadvisivao usjev soje i sprečavao 24% fotosintetske aktivne radijacije.

Međutim, većina istraživanja je bila fokusirana na interakciju između usjeva i pojedinačne korovne vrste (Radoshevich i Roush, 1990.). U realnosti, međutim, kompetitivni odnosi u agrofitocenozi uključuju multiple interakcije između istovremeno više korovnih vrsta (Mitchley, 1987.).

1.1.5. Kritično razdoblje zakorovljenosti

Korovi, kao i sve biljke, zahtijevaju svjetlo, vlagu, hraniva i prostor za svoj rast i razvoj. Dokle god ti odnosi nisu narušeni, tj. sve dok navedeni ekološki čimbenici zadovoljavaju potrebe susjednih biljaka, one se mogu neometano razvijati. Ovaj koncept (Clements i sur., 1929.), da korov nije jednako štetan tijekom cijelog vegetacijskog razdoblja, prihvatili su mnogi, pa je tijekom proteklih godina proveden određeni broj istraživanja na tom polju.

Međutim, mnogobrojni rezultati istraživanja ukazuju da je i vrijeme kada se korov uklanja iz usjeva jednako važno koliko i prag zakorovljenosti. Kašnjenje u odstranjivanju korova iz usjeva također rezultira štetom uslijed kompeticije usjev-korov (Zimdahl, 1987.). Kritično razdoblje zakorovljenosti je stoga sastavni dio integrirane kontrole korova (IWM), a definira se kao razdoblje u razvojnom ciklusu usjeva za vrijeme kojeg se treba provesti učinkovito suzbijanje korova kako bi spriječili ekonomski gubitak uslijed zakorovljenosti (Knezevic i sur., 2002.).

Kritično razdoblje zakorovljenosti sadrži dvije komponente. Prva predstavlja maksimalni vremenski period u kojem korovi mogu egzistirati u usjevu, a da ne dovedu do gubitka prinosa. Druga komponenta jest vremenski period u kojem usjev mora biti čist od korova kako bi ostvario maksimalni prinos, tako da korovi koji niču kasnije tijekom vegetacije ne utječu na prinos.

Prihvatljivo trajanje kompeticije usjeva i korova (tzv. rani prag) i suzbijanja korova (tzv. kasni prag) ovisan je o više čimbenika. Postoje mnogobrojna istraživanja koja upućuju da: vrsta usjeva (Thakral i sur., 1989.), sklop usjeva koji se uzgaja (van Heemst, 1985., Radosevich, 1987.), floristički sastav korova (Fennimore i sur., 1984., Cerna i Valdez, 1987.), gustoća korova (Aldrich, 1987.) i okolišni čimbenici (Radosevich, 1987.) bitno utječu na formiranje kritičnog razdoblja zakorovljenosti usjeva.

Nieto i sur. (1968.) su utvrdili da postoje dva razdoblja za vrijeme kojih korovi ne pričinjavaju štete u grahu, prvo do 10 ili 12 dana od nicanja usjeva, a drugo razdoblje od 30-og dana pa nadalje. To znači da kritično razdoblje suzbijanja korova u nekom usjevu ima svoj početak i kraj. Korovi koji niknu prije ili nakon kritičnog razdoblja zakorovljenosti ne bi trebali predstavljati prijetnju prinosu usjeva koji se uzgaja.

Na primjer, smatra se da bi kukuruz trebao biti čist od korova od faze razvoja 3. lista pa do razvoja 10. lista (Hall i sur., 1992.), a soja od razvoja treće troliske pa do početka formiranja mahuna (Mulugeta i Boerboom, 2000.). Bairamkenga i Leroux (1994.) sugeriraju da za postizanje 90% od maksimalnog prinosa gomolja krumpira usjev treba biti čist od korova od 15 dana od nicanja usjeva pa do 68 dana vegetacije. Dodatno, Ciuberiks i sur. (2007.) navode da je kritično razdoblje zakorovljenosti za krumpir od sadnje pa do 25 dana nakon cvatnje.

Neki autori, međutim, naglašavaju da postoje razlike u početku i trajanju kritičnog razdoblja zakorovljenosti kod pojedinih usjeva iako ih iste ili jednako kompetitivne korovne vrste zakorovljavaju. To znači da ne samo biljne vrste već i okolišni čimbenici koji utječu na kompetititvnu sposobnost usjeva i korova, jednako tako djeluju i na kritično razdoblje zakorovljenosti. Zbog toga je usporedba rezultata istraživanja između različitih lokacija i klimatskih uvjeta ponekad neadekvatna. Zbog toga su ovakva istraživanja potrebna kako bi se za svako područje i svaki usjev odredilo precizno razdoblje suzbijanja korova.

1.2. Opća obilježja istraživanog područja

Prema agroekološkom vrednovanju agrosfere, državni teritorij Republike Hrvatske podijeljen je u tri jasno odvojene poljoprivredne regije: panonsku, gorsku i jadransku. Svaka regija odlikuje se drugačijim značajkama te pruža različite uvjete za biljnu proizvodnju, stoga se sustavi, struktura i načini gospodarenja u pojedinim regijama razlikuju (Mihalić i Bašić, 1997.). Nadalje, unutar regija izdvajaju se i posebne – manje cjeline, koje se razlikuju zbog neke posebnosti tla ili klime, a nazivaju se podregije.

Vukovarsko-srijemska županija pripada panonskoj regiji, odnosno istočno-panonskoj podregiji i najvažnija je hrvatska žitnica. Obuhvaća najistočniji dio države – Zapadni Srijem, Baranju i dio Slavonije.

1.2.1. Geografski položaj i pedološka obilježja istraživanog područja

Vukovarsko-srijemska županija nalazi se na krajnjem sjeveroistoku Republike Hrvatske (Slika 2.). Proteže se na dijelovima povijesnih pokrajina istočne Slavonije i zapadnog Srijema. S hrvatske strane dotiče se Osječko-baranjske i Brodsko-posavske županije, dok rijekom Dunav graniči s Republikom Srbijom i Savom s Bosnom i Hercegovinom.



Slika 2. Vukovarsko-srijemska županija na zemljovidu Republike Hrvatske (Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Vukovar#/media/File:Croatia_location_map.svg)

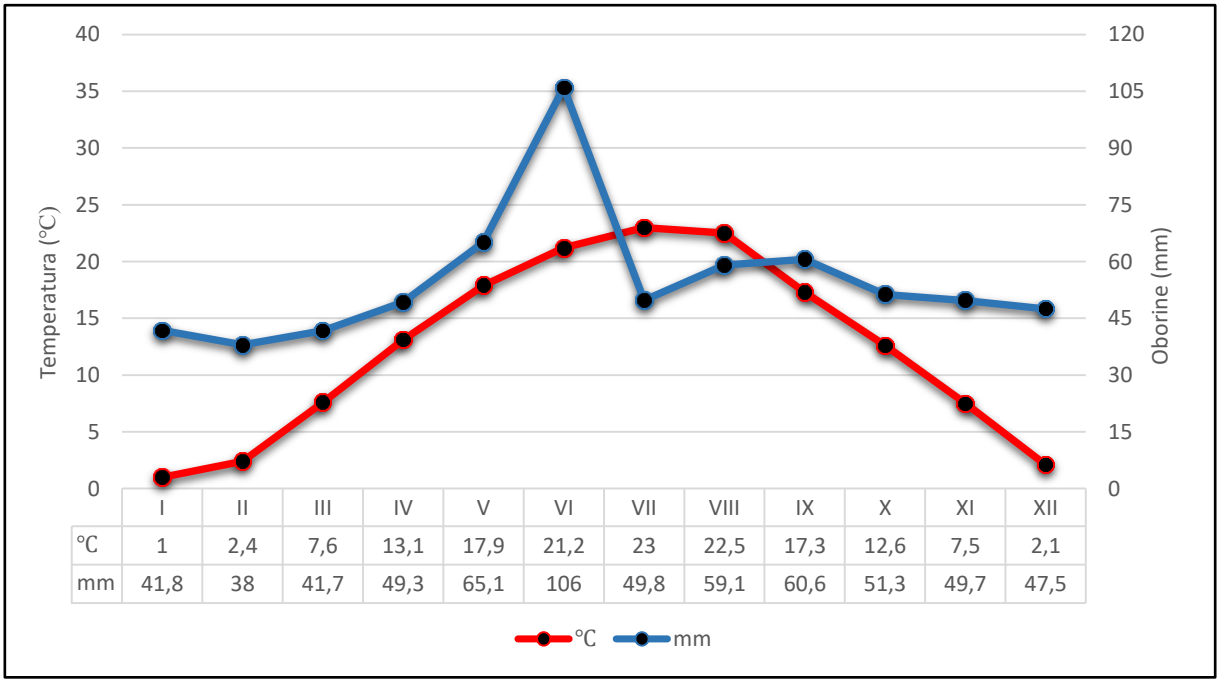
Površina Vukovarsko-srijemske županije iznosi 2.248 km^2. Pretežno je ravničarski kraj i na tom području su male visinske razlike. Najviša točka je Čukala kod Iloka sa 294 m nadmorske

visine, a najniža točka je Spačva u Posavini sa 78 m nadmorske visine. Na istoku se nalaze obronci Fruške gore koji prelaze u vukovarski ravnjak, a na zapadu obronci planine Dilj koji prelaze u vinkovačko-đakovački ravnjak.

Cijelo područje Županije prekriva les eolskog podrijetla, a na njemu su se razvila najplodnija tla. To je na prvom mjestu černozem, zatim eutrično smeđe i regosol na lesu. Prema "Izvješću o stanju okoliša Vukovarsko-srijemske županije "(dok.br. 25-06-2423/25, rev.1) na području Županije postoji 14 tipova tala od čega 6 pripada automorfnom, a 8 hidromorfnom odjelu. Pedološka karta navedenog dokumenta ukazuje da se na istraživanom lokalitetu (Mitnica) nalazi eutrično smeđe tlo na lesu.

1.2.2. Klimatska obilježja i vremenske prilike tijekom istraživanja

Područje Vukovarsko-srijemske županije obilježava umjereno kontinentalna klima sa sunčanim i vrućim ljetima te hladnim i snježnim zimama. Srednja godišnja temperatura zraka u Županiji (za razdoblje od 2000.-2013.) iznosila je 12,3 ^{0}C s prosječnom godišnjom količinom oborina od 660 mm (Grafikon 1.).



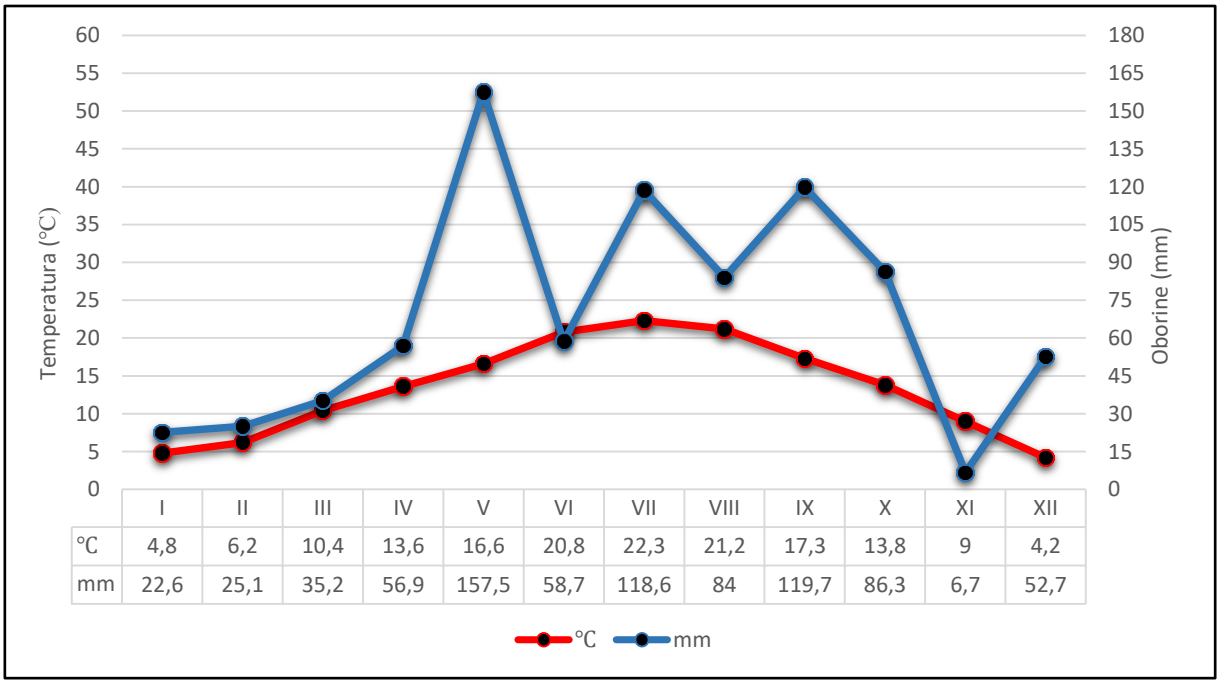
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
°C	1	2,4	7,6	13,1	17,9	21,2	23	22,5	17,3	12,6	7,5	2,1
mm	41,8	38	41,7	49,3	65,1	106	49,8	59,1	60,6	51,3	49,7	47,5

Grafikon 1. Klimadijagram za područje Vukovara za razdoblje od 2000. do 2013. godine

U višegodišnjem prosjeku najtopliji mjesec je bio srpanj sa 23 ^{0}C, a prosječna višegodišnja temperature zraka u najhladnijem mjesecu siječnju iznosila je 1^{0}C.

Područje Vukovarsko-srijemske županije karakterizirano je relativno niskom količinom oborina, relativno uskog raspona. Prosječna vrijednost godišnje količine oborina iznosi u višegodišnjem prosjeku 660 mm. Oborinski maksimum dolazi u lipnju s prosječno 106 mm kiše, dok se aridno razdoblje javlja u srpnju i kolovozu.

U prvoj godini istraživanja (2014.) srednja godišnja temperatura zraka iznosila je 13,4 ^{0}C, a godišnja količina oborina bila je 824 mm (Grafikon 2.).



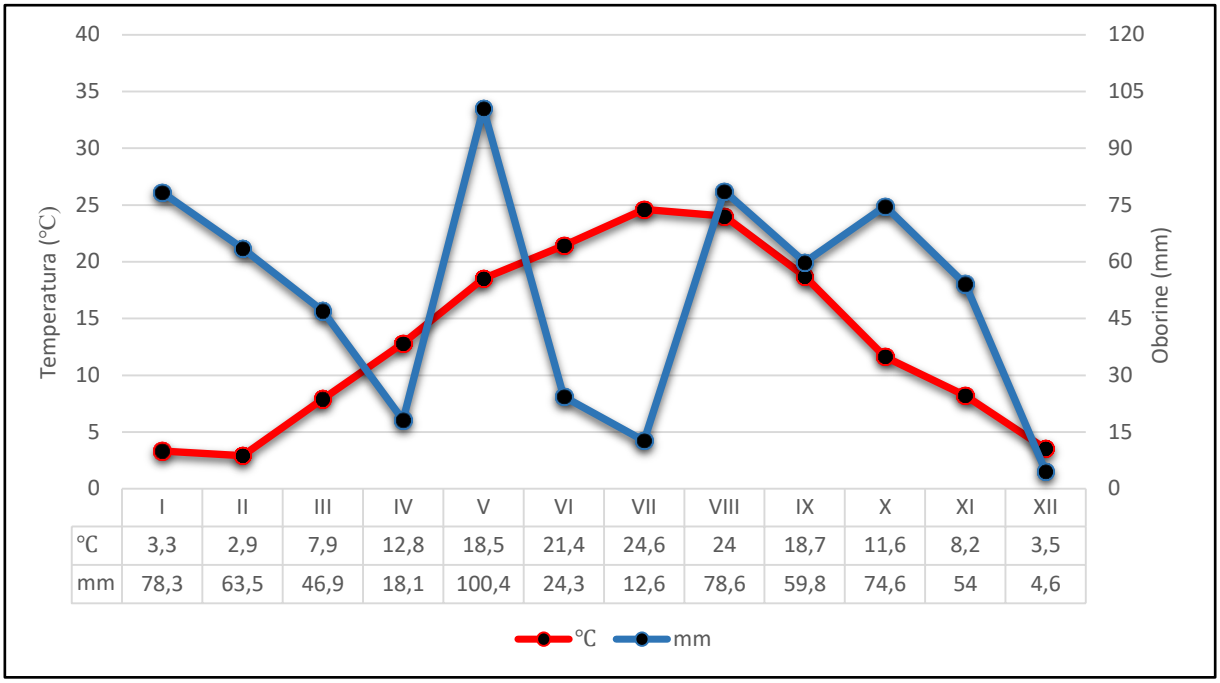
Grafikon 2. Klimadijagram za područje Vukovara za 2014. godinu

Najtopliji mjeseci u godini bili su srpanj (22,3 ^{0}C) i kolovoz (21,2 ^{0}C), a srednja mjesečna temperatura najhladnijeg mjeseca u godini (prosinca) iznosila je 4,2 ^{0}C.

Oborine su bile raspoređene u tri maksimuma. Najviše kiše palo je u svibnju kada je izmjereno ukupno 157,5 mm, a zatim slijede dva sekundarna oborinska maksimuma, u kolovozu (118,6 mm) i rujnu (119,7 mm).

Vremenske prilike sljedeće godine istraživanja (2015.) značajno su odudarale od prethodne

vegetacijske sezone i višegodišnjeg prosjeka. Naime, iako je srednja godišnja temperatura zraka bila vrlo slična prethodnoj (13,1 ^{0}C), temperature tijekom ljetnih mjeseci srpnja i kolovoza bile su gotovo 2,5 stupnja više. Oborina je bilo znatno manje, svega 615,7 mm godišnje sume, i uz to vrlo neravnomjerno raspoređenih (Grafikon 3.).



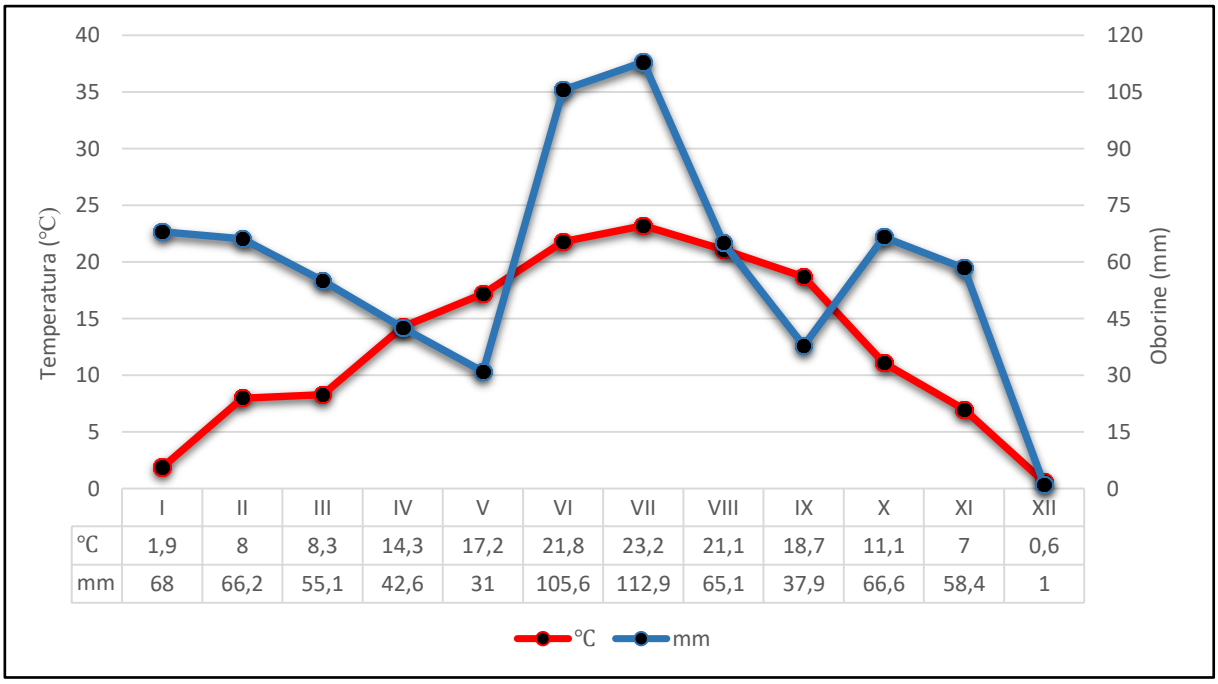
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
°C	3,3	2,9	7,9	12,8	18,5	21,4	24,6	24	18,7	11,6	8,2	3,5
mm	78,3	63,5	46,9	18,1	100,4	24,3	12,6	78,6	59,8	74,6	54	4,6

Grafikon 3. Klimadijagram za područje Vukovara za 2015. godinu

Najtopliji mjesec u godini bio je srpanj sa srednjom mjesečnom temperaturom zraka od 24,6 ^{0}C. Zatim je slijedio kolovoz s 24 ^{0}C. Srednje mjesečne temperature zraka tijekom zimskih mjeseci također su bile iznad 0 ^{0}C. Najhladnija je bila veljača sa srednjom temperaturom zraka od 2,9 ^{0}C.

Proljetni oborinski maksimum zabilježen je bio u svibnju sa 100,4 mm kiše, a zatim je nastupilo vrlo sušno razdoblje uz visoke temperature zraka kada je palo samo 24,3 mm oborina u lipnju i 12,6 mm u srpnju. Kolovoz, rujan i listopad su bili kišni te je zabilježeno ukupno 213 mm kiše, za razliku od prethodne godine kada je tijekom istih mjeseci palo ukupno samo 52,3 mm oborina.

Srednja godišnja temperatura zraka tijekom posljednje godine istraživanja (2016.) bila je najniža i iznosila je 12,8 ^{0}C, a palo je ukupno 710,4 mm oborina (Grafikon 4.).



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
°C	1,9	8	8,3	14,3	17,2	21,8	23,2	21,1	18,7	11,1	7	0,6
mm	68	66,2	55,1	42,6	31	105,6	112,9	65,1	37,9	66,6	58,4	1

Grafikon 4. Klimadijagram za područje Vukovara za 2016. godinu

Najtopliji mjeseci u godini bili su srpanj s 23,2 ^{0}C te lipanj s 21,8 ^{0}C, dok je prosinac s 0,6 ^{0}C bio najhladniji mjesec u godini.

Primarni oborinski maksimum padao je u najtoplijem dijelu godine, u srpnju (112,9 mm), lipnju (105,6 mm) i kolovozu (65,1 mm). Zatim, nakon kratkotrajnog aridnijeg razdoblja u rujnu, uslijedilo je vlažnije razdoblje u listopadu (66,6 mm) i studenom (58,4 mm).

Aridni mjeseci, kako prikazuje Grafikon 4. bili su svibanj i rujan.

1.3. Cilj istraživanja i hipoteza

Cilj istraživanja u sklopu ovog doktorskog rada bio je utvrditi kritično razdoblje zakorovljenosti soje kako bi se predložile pravovremene mjere njihovog suzbijanja.

Stoga smo za cilj istraživanja postavili slijedeće:

1. utvrditi floristički sastav korova u soji na istraživanom području

2. analizirati dinamiku iznošenja nadzemne biomase korova ovisno o trajanju zakorovljenosti i međurednom razmaku usjeva
3. proučiti utjecaj zakorovljenosti i međurednog razmaka na morfometrijska obilježja soje
4. proučiti utjecaj zakorovljenosti na prinos soje i komponente prinosa
5. definirati kritični prag zakorovljenosti soje pri različitom međurednom razmaku
6. odrediti ekonomski najprihvatljiviju strategiju suzbijanja korova u soji za agroekološke uvjete Vukovarsko-srijemske županije.

Osnovne hipoteze vezane uz poznavanje kritičnog razdoblja zakorovljenosti soje na istraživanom području bile bi sljedeće:

1. različit međuredni razmak sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm) ima različit utjecaj na zakorovljenost soje i nadzemnu biomasu korova
2. pri različitom međurednom razmaku kritično razdoblje zakorovljenosti nije vremenski istovjetno
3. prinos soje ovisan je o međurednom razmaku i trajanju zakorovljenosti
4. ekonomska učinkovitost proizvodnje soje ovisna je o jačini i dužini zakorovljenosti.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Poljski pokus je postavljen u gradu Vukovaru u naselju Mitnica na obiteljskom gospodarstvu PTO „Zeleno polje“ na 45°20' sjeverne zemljopisne širine i 19°1' istočne zemljopisne dužine (Slika 3.). Žutom bojom označen je položaj pokusnih parcela u prvoj godini istraživanja, crvenom bojom u drugoj, a plavom bojom prikazana je pozicija ispitivanih parcela u trećoj godini istraživanja.

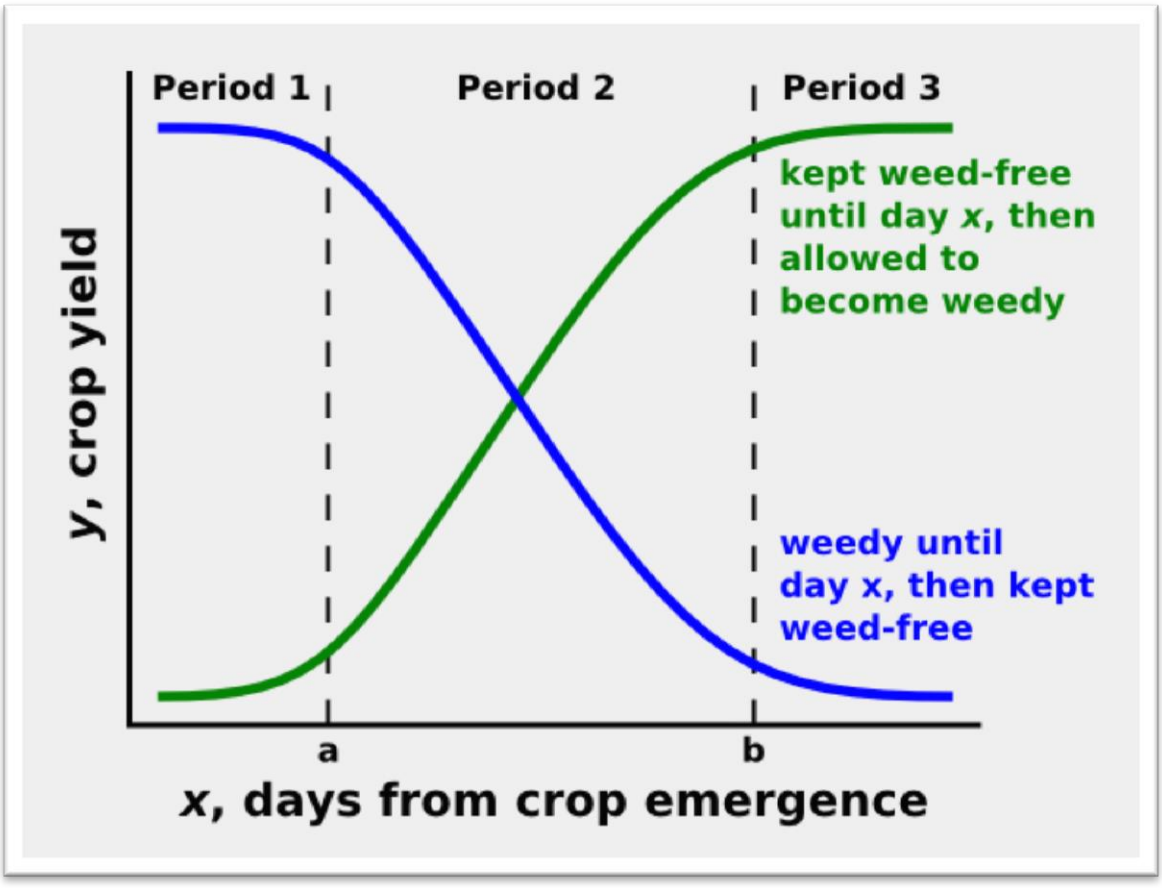


Slika 3. Prikaz lokaliteta na kojem je postavljen pokus
(Izvor: https://www.google.hr/maps/@45.3403548,19.0255136,1132m/data=!3m1!1e3?hl=hr)

Istraživanje je trajalo tri vegetacijske sezone od 2014. do 2016. godine, za vrijeme koje je praćena soja sorte IKA (Poljoprivredni institut Osijek) sijana na tri različita međuredna razmaka sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm).

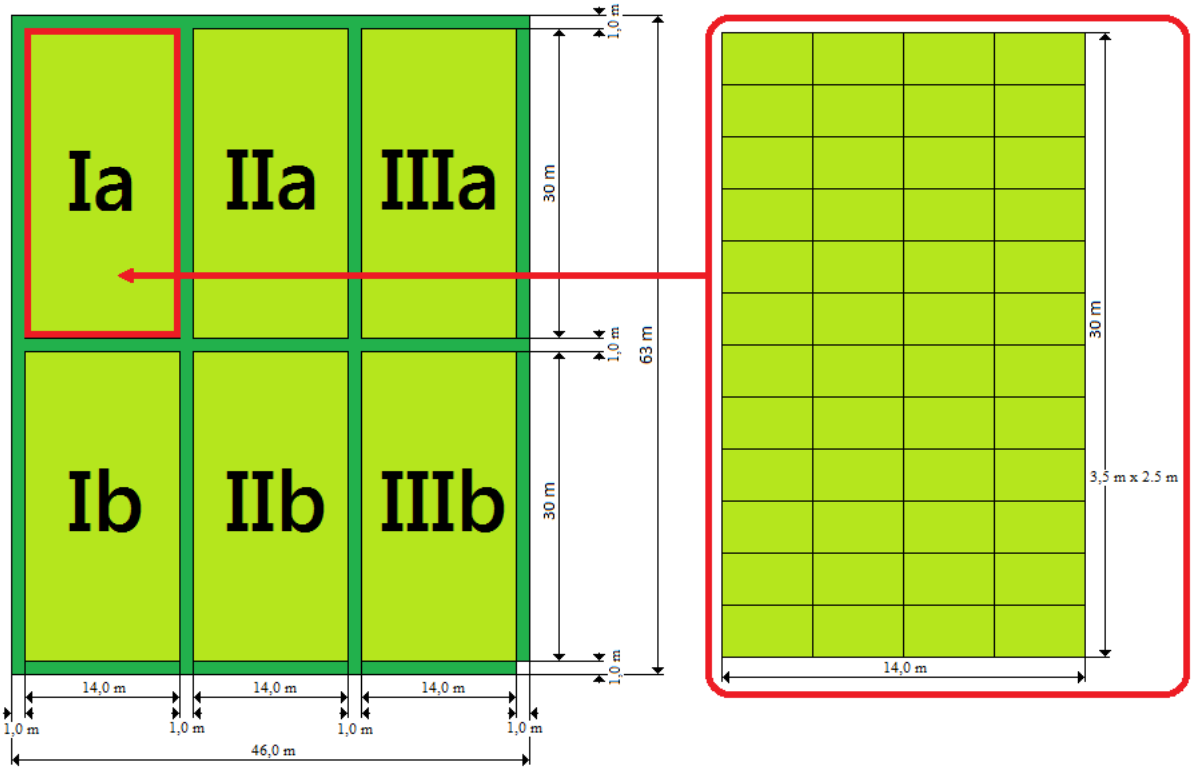
IKA je srednje rana sorta i pripada O-I grupi zriobe. Obilježava ju stabilan urod i dobra kakvoća zrna. Zbog široke adaptibilnosti u različitim klimatskim i zemljišnim uvjetima proizvodnje, iznimnoj stabilnosti i odličnoj rodnosti i kvaliteti, najtraženija je i najrašireniji sorta soje na sjetvenim površinama u Hrvatskoj (https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja/ika-i1/).

Pokus je postavljen po „Aditive-removal" modelu (Altieri, 1995.) Utvrđivanje kritičnog praga zakorovljenosti prema ovom modelu uključuje dva dijela pokusa, označenih plavom i zelenom bojom na Shemi 1. Prvo, za utvrđivanje početka kritičnog razdoblja zakorovljenosti usjev se vremenski produljeno ostavlja zakorovljenim, nakon čega se pljevi (plavo), a kako bi se utvrdio kraj kritičnog razdoblja zakorovljenosti usjev se vremenski produljeno pljevi, nakon čega se ostavlja zakorovljenim (zeleno).



Shema 1. Grafički prikaz „Aditive-removal" modela prema Ed Zaborski, University of Illinois (adapted from Altieri, 1995.)
(Izvor: http://articles.extension.org/pages/18529/an-ecological-understanding-of-weeds)

Pokus je postavljen po slučajnom blok rasporedu u četiri ponavljanja za svaki od dva spomenuta dijela pokusa i za svaki od ispitivanih razmaka sjetve (Shema 2.). Veličina osnovne parcele iznosila je 2,5 x 3,5 m. Pokus je sadržavao ukupno 288 parcela (3 razmaka sjetve, 2 dijela pokusa („aditive-removal“), 4 ponavljanja i 12 tretmana plijevljenja).



Shema 2. Grafički prikaz plana pokusa

Tijekom vegetacije, korovi su odstranjivani unutar osnovnih parcela prema planu pokusa (Shema 2.) i tada su počupane sve korovne biljke kako između, tako i unutar redova.

Datume plijevljenja korova prikazuje Tablica 1.

Tablica 1. Vrijeme plijevljenja i uzimanje uzoraka nadzemne biomase korova tijekom istraživanja

Tretmani	Razvojni stadij soje*	Vrijeme uzimanja uzoraka i GDD**					
		2014.		2015.		2016.	
sjetva	-	07. 05.	7,6	26. 04.	7,2	01.05	2,6
nicanje	VE	22. 05.	94,0	08. 05.	103,4	21. 05.	103,8
1	VC	31. 05.	175,4	19. 05.	193,3	29. 05.	189,2
2	V2	10. 06.	276,8	03. 06.	296,0	06. 06.	275,6
3	V4	20. 06.	380,4	10. 06.	377,5	17. 06.	399,1
4	R1	02. 07.	503,6	22. 06.	509,4	26. 06.	529,1
5	R2	16. 07.	667,3	04. 07.	636,4	06. 07.	656,4
6	R3	24. 07.	773,9	15. 07.	793,2	17. 07.	788,6
7	R4	04. 08.	913,6	24. 07.	954,4	27. 07.	925,4
8	R5	14. 08.	1045,4	04. 08.	1096,3	06. 08.	1060,7
9	R6	26. 08.	1162.4	15. 08.	1287,6	19. 08.	1192,2
10	R7	10. 09.	1297,7	26. 08.	1409,0	01. 09.	1347,3
žetva	R8	01.10.	1436,3	30. 09.	1756,3	03. 10.	1641,1

* razvojni stadiji soje: prema Fehr i Caviness (1977.) (Prilog 1.)
** GDD: temperaturne sume za soju (https://www.agweb.com/article/ndsu-develops-soybean-growing-degree-day-model-naa-university-news-release/)

2.1. Provedba pokusa i prikupljanje podataka

Obrada tla vršila se po sustavu obrade tla za jare kulture (Vratarić i Sudarić, 2008.). U jesen je provedeno jesensko duboko oranje na dubinu od 30 cm. Pri osnovnoj obradi zaorano je 300 kg/ha NPK 7:20:30. U proljeće se zatvarala zimska brazda i vršila predsjetvena priprema tla. Tada je aplicirano i 350 kg/ha NPK 15:15:15. Ovim gnojidbenim zahvatima u jesen i proljeće tlu je dodano 74 kg/ha N, 113 kg/ha P_2O_5 i 143 kg/ha K_2O.

Predusjevi soji bili su sljedeći: u 2014. godini soja je posijana nakon suncokreta, u 2015. godini nakon šećerne repe, a u 2016. godini predusjev je bio jari ječam. Sjetva je obavljena

unutar optimalnih agrotehničkih rokova i to 7. svibnja 2014. godine, 26. travnja 2015. godine i 1. svibnja 2016. godine, uz normu sjetve od 110 kg/ha.

Žetva se vršila ručno. U prvoj godini provođenja pokusa žetva je bila u periodu od 1. do 3. listopada, u drugoj godini od 30. rujna do 2. listopada, a u trećoj godini pokusa žetva je izvršena od 3. do 5. listopada.

Vremenske prilike svake od istraživanih godina (2014.-2016.) predstavljene su klimadijagramima. Za tu svrhu korišteni su podatci srednjih mjesečnih temperatura zraka i mjesečnih količina oborina. Podatci (minimalna, maksimalna i srednja dnevna temperatura zraka i količina oborina) su dobiveni od Državnog hidrometeorološkog zavoda (DHMZ, http://meteo.hr).Također su izračunate i temperaturne sume (GDD = growing degree days) za svaku godinu istraživanja. Pri tome je za vrijednost temperaturnog praga za soju uzeto 10 ^{0}C. (https://ndawn.ndsu.nodak.edu/help-soybean-growing-degree-days.html).

Tijekom vegetacije soje uzimani su uzorci nadzemne biomase korova s površine od 1 m^2 na parcelama gdje se do tada korovna flora neometano razvijala (Tablica 1.). Na taj način se u različitim razvojnim stadijima soje evidentirala dinamika formiranja nadzemne biomase korova u usjevu na svakom od ispitivanih međurednih razmaka. U Herbološkom laboratoriju Poljoprivrednog fakulteta se zatim korovna flora razvrstala i prebrojala (broj izdanaka za svaku vrstu/m^2), osušila (zrakosuho na 60 ºC) i izvagala (g/m^2). Determinacija korovne flore vršila se po ključevima (Horvatić, 1954., Domac, 1994.) i atlasima (Javorka i Csapody, 1991., Blamey i Grey-Wilson, 1991.) i uspoređivala s herbarijskom kolekcijom (Herbarij E. Štefanić – Poljoprivredni fakultet Osijek).

U vrijeme žetve uzimani su uzorci sa svake parcele u pokusu (12 tretmana x 4 repeticije x 3 međuredna razmaka sjetve x 2 dijela pokusa = ukupno 288 parcela u svakoj godini istraživanja). S površine od 1 m^2 pokupljena je sva nadzemna biomasa, pohranjena u plastične vreće i zatim odvezena u ekonomsko dvorište PTO “Zeleno polje”. Tu se sadržaj svake vreće pažljivo razvrstavao. Prvo su se od ukupne biomase odvajali korovi koji su se analizirali po istom gore navedenom postupku.

Počupane stabljike soje sa svake parcele su se prebrojale, izvagale i zatim se slučajnim odabirom odvojilo 10 biljaka radi utvrđivanja žetvenog indeksa. Nadalje, svaka od izdvojenih

biljaka je detaljno morfometrijski analizirana: izmjerena je visina biljke te su izbrojane grane, članci i mahune. Mahune su nakon toga oljuštene i sjeme izvagano. S preostalih stabljika soje skinute su također mahune koje su se zatim oljuštile i pridružile masi zrna 10 biljaka kako bi se dobio prinos zrna po 1 m^2. U laboratoriju se također odredila i hektolitarska masa, masa 1000 zrna i odredila se vlaga zrna.

2.2. Statistička analiza

Svi dobiveni podatci pohranjeni su u program Microsoft Excel. Za određivanje strukture korovne zajednice podatci su transformirani u vrijednosti relativne abundancije (Derksen i sur., 1993.) na način da se izračunaju relativna gustoća i relativna frekvencija svake korovne vrste u uzorcima korova koji su dopremani u laboratorij. Na kraju je za svaku korovnu vrstu u svakom dopremljenom uzorku izračunata njena relativna abundancija: (relativna gustoća + relativna frekvencija)/2.

Dobiveni podatci poslužili su za izradu krivulje Dominacije-raznolikosti (engl. Rank-abundance curve) prema Whittaker-u (1967.). Za svaku godinu i svaki međuredni razmak sjetve konstruirana je krivulja tako što je kumulativno ucrtavana srednja vrijednost relativne abundancije svake od zabilježenih korovnih vrsta. Na taj način je moguće istovremeno predočiti dvije komponente: broj vrsta i njihovu pojavnost, što predstavlja mnogo kvalitetniju mjeru analize floističkog sastava (Magurran, 1988.).

Za kvantificiranje veze između korovne zajednice i različitog međurednog razmaka sjetve korišten je multivarijantni pristup (Wildi, 2013.). Multivarijantna redundantna analiza (RDA) ordinacijska je metoda direktne gradijentne analize kojoj je cilj pronaći osi s najvećom varijabilnosti u floističkom sastavu za set okolišnih varijabli te da ih vizualizira koristeći ordinacijski dijagram (ter Braak, 1987., Šmilauer i Lepš, 2014.). Direktna gradijentna analiza prikazuje distribuciju vrsta duž ispitivanih okolišnih čimbenika, a u pojednostavljenom obliku ona spada u regresijske tehnike kojom se određuje ima li sastav vrsta korelaciju s mjerenom okolišnom varijablom. Za tu svrhu korišten je statistički program CANOCO 5 (ter Braak i Šmilauer, 2012.) uz Monte Carlo permutacijski test sa 500 iteracija (CANOCO 5 user manual).

Za praćenje dinamike razvoja nadzemne biomase korova na kontrolnim parcelama korišten je model paraboličnog trenda drugog stupnja ($y = a + bx + cx^2$) budući da razvoj nadzemne biomase korova ne pokazuje linearno kretanje po pravcu (Field, 2013.). Parabola drugog stupnja najbolje je bila prilagođena zadanim frekvencijama zbog najpovoljnijeg odnosa protumačene i ukupne varijance. Analiza podataka izvršena je pomoću statističkog programa SPSS 21,0 (IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

Za objašnjenje dinamike razvoja nadzemne biomase korova pri različitom razmaku sjetve soje odabrana je vrijednost od 500 g suhe biomase po 1 m^2 usjeva.

Odnos između zakorovljenosti i morfometrijskih mjerenja (visina soje, broj grana, broj članaka i broj mahuna), prinosa i žetvenog indeksa određen je korelacijskom analizom koristeći statistički program SPSS 21,0. (Field, 2013.).

Za određivanje kritičnog razdoblja zakorovljenosti korišteni su podatci prinosa soje pri različitom trajanju zakorovljenosti (prema «additive-removal» modelu). Pri tome je korištena nelinearna regresijska procedura. Gompertzovom jednadžbom (Ratkowsky, 1990.) utvrđen je utjecaj produženog trajanja plijevljenja (engl. «weed-free period») na prinos soje:

$$\mathrm{Y} = \mathrm{A}\exp\ (-\mathrm{B}\exp\ (-\mathrm{K}\ \mathrm{GDD}))$$

gdje je:

Y prinos kao postotak od apsolutno nezakorovljene parcele (weed free),

A gornja asimptota,

B i K parametri koji određuju oblik krivulje,

GDD temperaturne sume.

Logistička jednadžba (Ratkowsky, 1990.) je upotrijebljena da se opiše utjecaj produžene zakorovljenosti na prinos soje:

$$Y\ = \mathrm{C} + \frac{\mathrm{D}}{1 + \exp\ (-\mathrm{A} + \mathrm{B}\ \mathrm{GDD})}$$

gdje je:

Y prinos kao postotak od apsolutno nezakorovljene parcele (weed free),

A i B parametri koji određuju oblik krivulje,

C donja asimptota,

D razlika između gornje i donje asimptote,

GDD temperaturne sume.

Određivanje kritičnog razdoblja zakorovljenosti određeno je na temelju razine gubitka prinosa od 10% prosuđenog temeljem ekonomske analize.

Ekonomska analiza uključivala je izračun varijabilnih troškova po jedinici proizvodnje. On se temeljio na stvarnim tržišnim cijenama za godine istraživanja: 2014., 2015. i 2016. (TISUP: http://www.tisup.mps.hr) i stvarno utrošenim količinama.

Dobiveni podatci obrađeni su Monte Carlo simulacijom od 500 iteracija i prikazani su grafički.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Floristički sastav korovne zajednice u soji

Tijekom trogodišnjih istraživanja utvrđeno je ukupno 34 korovne vrste u soji koje su svrstane u 19 porodica (Tablica 2.). Najbrojnija je porodica *Asteraceae* sa 7 vrsta, a zatim porodica *Poaceae* sa 4 vrste i *Cichoriaceae* sa 3. Od preostalih 17 porodica, 6 je zastupljeno s po 2, a 11 porodica sa 1 korovnom vrstom.

Floristički je najbogatija bila prva godina istraživanja kada je u soji pronađeno 26 korovnih vrsta. Sljedeće godine determinirano je 18, a posljednje godine istraživanja 15 korovnih vrsta. U korovnoj zajednici soje prevladavaju dvosupnice (30 vrsta). Prema životnom ciklusu 16 je jednogodišnjih, 13 višegodišnjih, a 5 su jednogodišnje do dvogodišnje vrste.

Kroz sve tri godine istraživanja zabilježeno je 9 korovnih vrsta i to: *Amaranthus retroflexus* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Chenopodium album* L., *Chenopodium hybridum* L., *Convlovulus arvensis* L., *Datura stramonium* L., *Helianthus annuus* L., *Setaria viridis* (L.) PB. i *Sorghum* halepense (L.) Pers. (Tablica 2.).

Samo u jednoj vegetacijskoj sezoni su se pojavile sljedeće vrste: *Artemisia vulgaris* L., *Erigeron canadensis* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Glechoma hederacea* L., *Hordeum murinum* L., *Lactuca serriola* L., *Matricaria chamomilla* L., *Oxalis corniculata* L., *Plantago major* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Rorippa sylvestris* (L.) Bess., *Rumex crispus* L., *Setaria verticillata* (L.) PB., Sonchus *arvensis* L., *Sonchus oleraceus* L., *Urtica dioica* L., *Veronica persica* Poir. i *Xanthium strumarium* L.. Od toga je u prvoj godini zabilježeno 11 vrsta, u drugoj 4, a samo u trećoj godini istraživanja pojavile su se 3 korovne vrste.

Tablica 2. Popis korovnih vrsta pronađenih tijekom istraživanja

Latinski naziv vrste	Porodica	Funkcionalne grupe		Godina istraživanja		
		MF	LC	2014.	2015.	2016.
Abutilon theophrasti Med.	*Malvaceae*	D	A	-	+	+
Amaranthus retroflexus L.	*Amaranthaceae*	D	A	+	+	+
Ambrosia artemisiifolia L.	*Asteraceae*	D	A	+	+	+
Artemisia vulgaris L.	*Asteraceae*	D	P	+	-	-
Calystegia sepium (L.) R. Br.	*Convolvulaceae*	D	P	+	+	-
Chenopodium album L.	*Chenopodiaceae*	D	A	+	+	+
Chenopodium hybridium L.	*Chenopodiaceae*	D	A	+	+	+
Convolvulus arvensis L.	*Convolvulaceae*	D	P	+	+	+
Datura stramonium L.	*Solanaceae*	D	A	+	+	+
Daucus carota L.	*Apiaceae*	D	B-(A)	+	+	-
Erigeron annuus (L.) Pers.	*Asteraceae*	D	A-B	+	+	-
Erigeron canadensis L.	*Asteraceae*	D	A	+	-	-
Euphorbia helioscopia L.	*Euphorbiaceae*	D	A	-	+	-
Glechoma hederacea L.	*Lamiaceae*	D	P	+	-	-
Helianthus annuus L.	*Asteraceae*	D	A	+	+	+
Hordeum murinum L.	*Poaceae*	M	A	-	-	+
Lactuca serriola L.	*Cichoriaceae*	D	A-B	+	-	-
Lathyrus pratensis L.	*Fabaceae*	D	P	+	-	+
Matricaria chamomilla L.	*Asteraceae*	D	A	+	-	-
Oxalys corniculata L.	*Oxalidaceae*	D	P	-	+	-
Papaver rhoeas L.	*Papaveraceae*	D	A	+	-	+
Plantago major L.	*Plantaginaceae*	D	P	+	-	-
Robinia pseudoacacia L.	*Fabaceae*	D	P	-	+	-
Rorippa sylvestris (L.) Bess.	*Brassicaceae*	D	P	-	-	+
Rumex crispus L.	*Polygonaceae*	D	P	-	-	+
Setaria verticillata (L.) PB.	*Poaceae*	M	A	-	+	-
Setaria viridis (L.) PB.	*Poaceae*	M	A	+	+	+
Solanum nigrum L. emend. Miller	*Solanaceae*	D	A	+	+	-
Sonchus arvensis L.	*Cichoriaceae*	D	P	+	-	-
Sonchus oleraceus L.	*Cichoriaceae*	D	A-B	+	-	-
Sorghum halepense (L.) Pers.	*Poaceae*	M	P	+	+	+
Urtica dioica L.	*Urticaceae*	D	P	+	-	-
Veronica persica Poir.	*Scrophularaiaceae*	D	A-B	+	-	-
Xantium strumarium L.	*Asteraceae*	D	A	+	-	-
UKUPNO				**26**	**18**	**15**

Mf: morfotip; D: dvosupnice (dikotiledoni); M: jednosupnice (monokotiledoni),
LC: životni ciklus; A: jednogodišnja; B: dvogodišnja; P: višegodišnja; A-B: jednogodišnja do dvogodišnja; B-(A): dvogodišnja, rijetko jednogodišnja.

3.1.1. Floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve

U soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm floristički je najbogatija bila prva godina istraživanja. Od ukupno 19 determiniranih vrsta korova, s najvećom relativnom abundancijom u zajednici (1,001) isticao se *Sorghum halepense*. Naredne dvije godine, floristički sastav je znatno siromašniji, a najveću relativnu abundanciju od 0,606 u 2015. godini i 1,150 u 2016. godini imao je *Chenopodium album* (Tablica 3.). Iz navedene tablice je također vidljivo da je samo 7 korovnih vrsta zabilježeno tijekom sve tri godine istraživanja. To su: *Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Chenopodium hybridum, Convolvulus arvensis, Helianthus annuus, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*.

Tablica 3. Floristički sastav korovne zajednice u soji pri međurednom razmaku 25 cm (relativna abundancija izdanaka po 1 m^2)

Latinski naziv vrste	Godina istraživanja		
	2014.	**2015.**	**2016.**
Abutilon theophrasti Med.	-	0,006	-
Amaranthus retroflexus L.	0,027	0,136	0,021
Ambrosia artemisiifolia L.	-	-	0,028
Artemisia vulgaris L.	0,004	-	-
Calystegia sepium (L.) R. Br.	0,017	0,003	-
Chenopodium album L.	0,246	**0,606**	**1,150**
Chenopodium hybridium L.	0,017	0,047	0,034
Convolvulus arvensis L.	0,013	0,004	0,014
Datura stramonium L.	-	0,178	0,045
Daucus carota L.	0,048	0,003	-
Erigeron annuus (L.) Pers.	0,004	-	-
Erigeron canadensis L.	0,004	-	-
Glechoma hederacea L.	0,012	-	-
Helianthus annuus L.	0,008	0,024	0,009
Lathyrus pratensis L.	0,004	-	0,005
Oxalys corniculata L.	-	0,006	-
Plantago major L.	0,004	-	-
Rumex crispus L.	-	-	0,005
Setaria viridis (L.) PB.	0,009	0,032	0,091
Solanum nigrum L. emend. Miller	0,036	0,003	-
Sonchus arvensis L.	0,012	-	-
Sorghum halepense (L.) Pers.	**1,001**	0,461	0,080
Veronica persica Poir.	0,009	-	-
Xantium strumarium L.	0,004	-	-
UKUPNO	**19**	**13**	**11**

Sjetvom soje na međuredni razmak 50 cm također je kroz trogodišnje razdoblje evidentirano osiromašenje korovne zajednice. U floristički bogatijoj prvoj godini istraživanja također se isticao *Sorghum halepense* s najvećom relativnom abundancijom (0,962) u agrofitocenozi. Sljedeće dvije godine istraživanja bilježe samo 11 korovnih vrsta, a među njima dominira *Chenopodium album* s relativnom abundancijom od 0,725 u 2015. i s 1,120 u 2016. godini (Tablica 4). I u ovom dijelu pokusa se tijekom sve tri godine istraživanja pojavljuje samo sedam korovnih vrsta. To su *Amaranthus retroflexus, Ambrosia artemisiifolia, Chenopodium album, Convolvulus arvensis, Datura stramonium, Setaria viridis* i *Sorghum halepense* (Tablica 4.).

Tablica 4. Floristički sastav korovne zajednice u soji pri međurednom razmaku 50 cm (relativna abundancija izdanaka po 1 m^2)

Latinski naziv vrste	Godina istraživanja		
	2014.	2015.	2016.
Amaranthus retroflexus L.	0,014	0,081	0,020
Ambrosia artemisiifolia L.	0,008	0,007	0,030
Artemisia vulgaris L.	0,013	-	-
Calystegia sepium (L.) R. Br.	0,018	-	-
Chenopodium album L.	0,232	**0,725**	**1,120**
Chenopodium hybridium L.	0,008	0,014	-
Convolvulus arvensis L.	0,019	0,004	0,030
Datura stramonium L.	0,004	0,101	0,010
Daucus carota L.	0,049	-	-
Erigeron annuus (L.) Pers.	0,004	0,004	-
Erigeron canadensis L.	0,005	-	-
Helianthus annuus L.	-	0,014	-
Hordeum murinum L.	-	-	0,010
Lathyrus pratensis L.	-	-	0,010
Matricaria chamomilla L.	0,004	-	-
Papaver rhoeas L.	0,004	-	0,010
Plantago major L.	0,004	-	-
Rorippa sylvestris (L.) Bess.	-	-	0,010
Setaria viridis (L.) PB.	0,069	0,049	0,110
Solanum nigrum L. emend. Miller	0,023	0,018	-
Sonchus arvensis L.	0,017	-	-
Sonchus oleraceus L.	0,004	-	-
Sorghum halepense (L.) Pers.	**0,962**	0,476	0,150
Urtica dioica L.	0,008	-	-
UKUPNO	**20**	**11**	**11**

Promatrajući sastav korova u soji pri međurednom razmaku 70 cm može se uočiti da je zajednica floristički najsiromašnija u usporedbi s prethodne dvije (Tablica 5.). U prvoj godini je zabilježeno 17 korovnih vrsta, a s najvećom relativnom abundancijom (0,984) također je bio *Sorghum halepense*. Za razliku od prethodna dva međuredna razmaka sjetve, *Sorghum halpense* je i naredne, 2015. godine bio najzastupljeniji (s relativnom abundancijom od 0,545). Međutim, subdominantnom se pokazala vrsta *Chenopodium album* (0,518), koja je posljednje godine istraživanja (2016.) dominirala zajednicom. Tijekom sve tri godine istraživanja utvrđeno je 6 zajedničkih korovnih vrsta. To su: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*, *Helianthus annuus*, *Setaria viridis* i *Sorghum halepense* (Tablica 5.).

Tablica 5. Floristički sastav korovne zajednice u soji pri međurednom razmaku 70 cm (relativna abundancija izdanaka po 1 m^2)

Latinski naziv vrste	Godina istraživanja		
	2014.	2015.	2016.
Abutilon theophrasti Med.	-	0,008	-
Amaranthus retroflexus L.	0,014	0,205	0,007
Ambrosia artemisiifolia L.	0,017	0,003	-
Artemisia vulgaris L.	0,009	-	-
Calystegia sepium (L.) R. Br.	0,031	-	-
Chenopodium album L.	0,235	**0,518**	**1,213**
Chenopodium hybridium L.	0,009	0,012	-
Convolvulus arvensis L.	0,052	-	0,021
Datura stramonium L.	0,011	0,041	0,021
Daucus carota L.	0,009	-	-
Euphorbia helioscopia L.	-	0,003	-
Helianthus annuus L.	0,004	0,012	0,014
Hordeum murinum L.	-	-	0,014
Lactuca serriola L.	0,009	-	-
Oxalys corniculata L.	-	0,003	-
Robinia pseudoacacia L.	-	0,003	-
Rorippa sylvestris (L.) Bess.	-	-	0,007
Setaria verticillata (L.) PB.	-	0,019	-
Setaria viridis (L.) PB.	0,042	0,083	0,114
Solanum nigrum L. emend. Miller	0,053	0,016	-
Sonchus arvensis L.	0,004	-	-
Sorghum halepense (L.) Pers.	**0,984**	**0,545**	0,076
Veronica persica Poir.	0,004	-	-
Xantium strumarium L.	0,004	-	-
UKUPNO	**17**	**14**	**9**

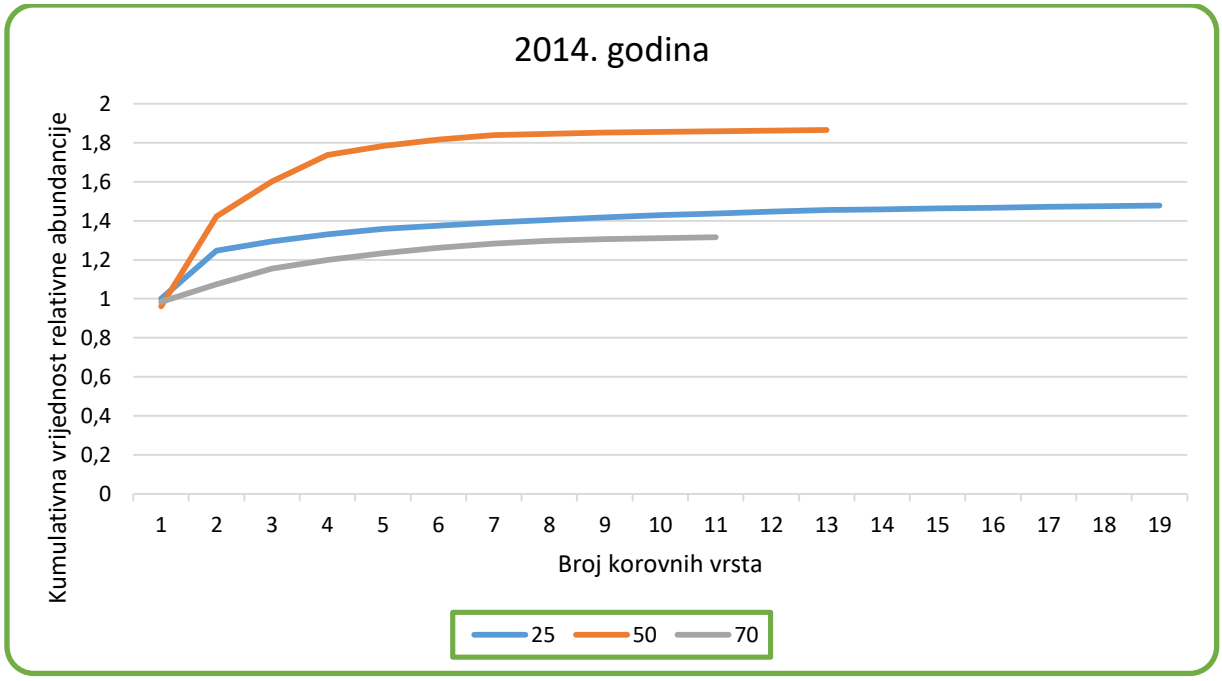
U Tablici 6. sumarno su prikazane korovne vrste koje su evidentirane u svim godinama istraživanja, zasebno za svaki međuredni razmak sjetve. Među njima, samo četiri vrste korova prisutne su bile tijekom sve tri godine istraživanja i u svim međurednim razmacima sjetve. To su jednogodišnje dvosupnice *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album*, jednogodišnji travni korov *Setaria viridis* i višegodišnja travna vrsta *Sorghum halepense*.

Tablica 6. Sumarni prikaz korovnih vrsta u soji (2014. – 2016.)

Međuredni razmak sjetve soje		
25 cm	**50 cm**	**70 cm**
Amaranthus retroflexus	*Amaranthus retroflexus*	*Amaranthus retroflexus*
-	*Ambrosia artemisiifolia*	-
Chenopodium album	*Chenopodium album*	*Chenopodium album*
Chenopodium hybridum	-	-
Convolvulus arvensis	*Convolvulus arvensis*	-
-	*Datura stramonium*	*Datura stramonium*
Helianthus annuus	-	*Helianthus annuus*
Setaria viridis	*Setaria viridis*	*Setaria viridis*
Sorghum halepense	*Sorghum halepense*	*Sorghum halepense*

3.1.2. Struktura korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve

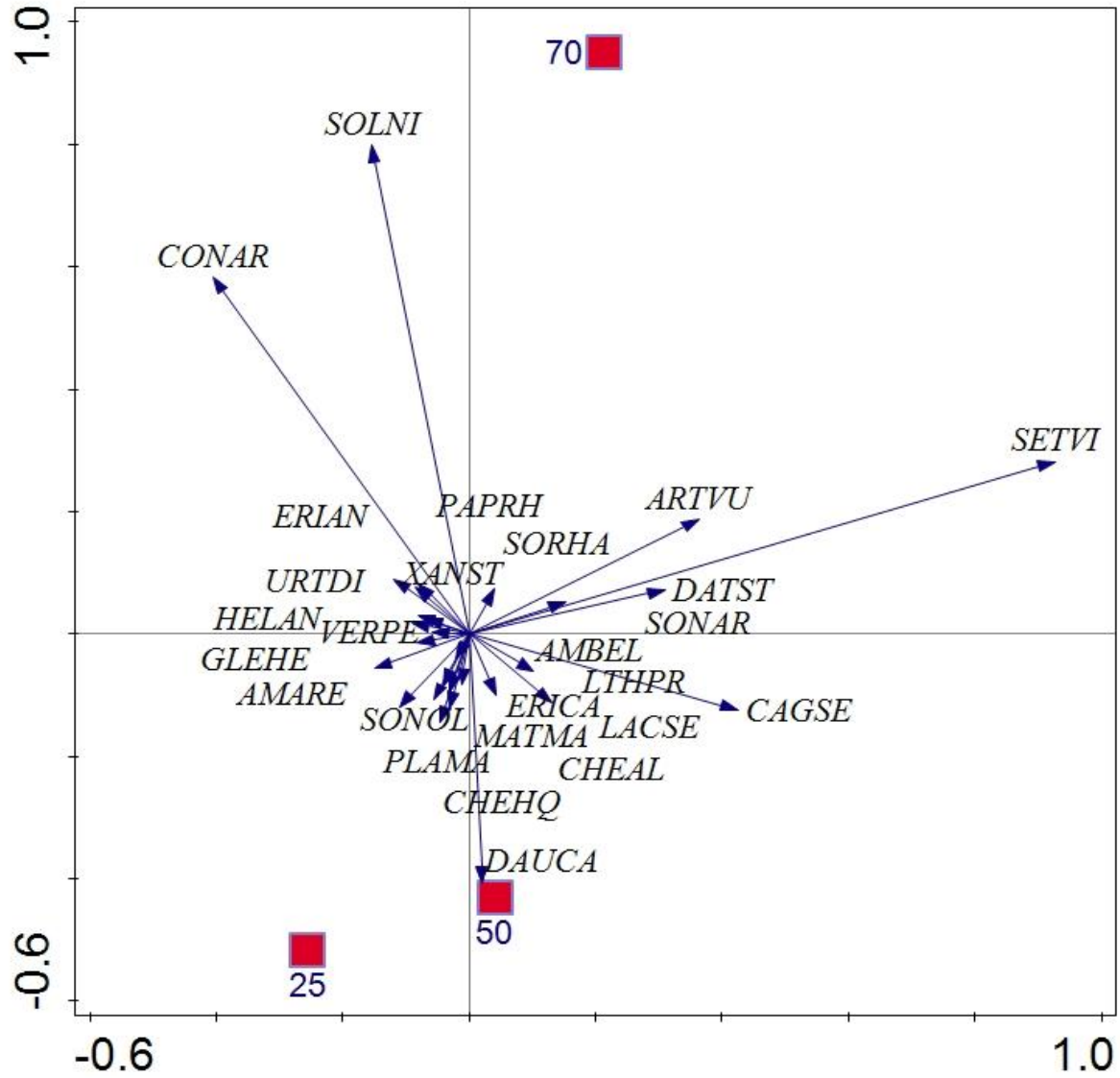
Grafikonom 5. prikazana je struktura korovne zajednice na osnovu kumulativne vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta. Može se uočiti kod sva tri međuredna razmaka sjetve da s obzirom na pojavnost vrsta dominiraju dvije korovne vrste *Sorghum halepense* i *Chenopodium album* (Tablice 3., 4. i 5), kao što i prikazuje nagib na sve tri krivulje dominacije-raznolikosti. Jedino se još pri međurednom razmaku 50 cm abundancijom ističe i *Setaria viridis* (Tablica 4). Ostale vrste zastupljene su s vrlo niskom relativnom abundancijom.



Grafikon 5. Krivulja dominacije-raznolikosti za floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve u 2014. godini

Međutim, detaljnim uvidom u strukturu korovne zajednice u soji uočljivo je da se ona floristički značajno razlikuje. Multivarijantnom statističkom analizom (redundantna analiza - RDA) jasno se floristički razdvojila korovna zajednica pri različitim razmacima sjetve (Grafikon 6.).

Utjecaj razmaka sjetve je signifikantan (pseudo F = 9,6; P = 0,001) što pokazuje Os 1 sa svojstvenom vrijednosti (eigenvalue) od 0,1695 čime objašnjava 16,9% variranja u korovnoj zajednici jasno razdvajajući međuredni razmak 25 cm od razmaka sjetve 50 cm i 70 cm (Tablica 7.). Iako je glavnina korovnih vrsta locirana centralno na ordinacijskom grafikonu, uz široki međuredni razmak (70 cm), pozitivno su korelirane vrste *Solanum nigurm* i *Convolvulus arvensis*, a uz međuredni razmak 25 cm i 50 cm korelirane su vrste *Daucus carota* i *Chenopodium hybridum*. Os 2 objašnjava daljnjih 13,54% variranja i uz svojstvenu vrijednost od 0,1354 reflektira slabo daljnje razdvajanje floističkog sastava korova u soji pri međurednom razmaku 25 cm od 50 cm i 70 cm.

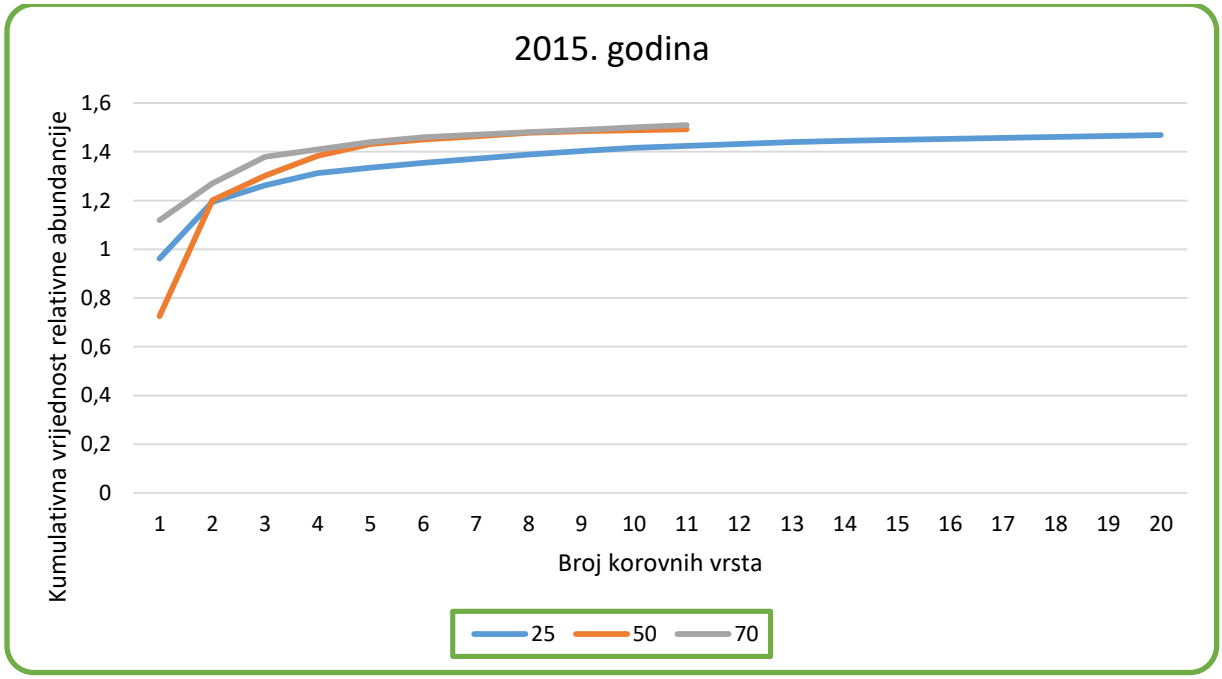


Grafikon 6. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje u 2014. godini prema prve dvije RDA osi. Korovne vrste su označene pomoću Bajer-ovog koda (Tablica 1. u Prilogu), a kvadratići prikazuju centroide za međuredni razmak.

Tablica 7. Izvod iz RDA analize floističkog sastava korovne zajednice u soji tijekom 2014. godine

	Osi				
	1	2	3	4	
Svojstvene vrijednosti (eigenvalues)	0,1695	0,1354	0,0996	0,0841	
Postotak kumulativne varijacije	16,95	30,49	40,45	48,86	
pseudo F					9,6
P					0,001

I u sljedećoj godini istraživanja, 2015., kumulativna relativna abundancija korovnih vrsta pokazivala je sličan trend kao i prethodne godine (Grafikon 7.). Kod sva tri razmaka sjetve dominirale su s visokim vrijednostima relativne abundancije dvije korovne vrste (*Chenopodium album* kod 25 cm i 50 cm, a još uvijek *Sorghum halepense* uz subdominantni *Chenopodium album* kod međurednog razmaka sjetve od 70 cm (Tablice 3., 4. i 5).



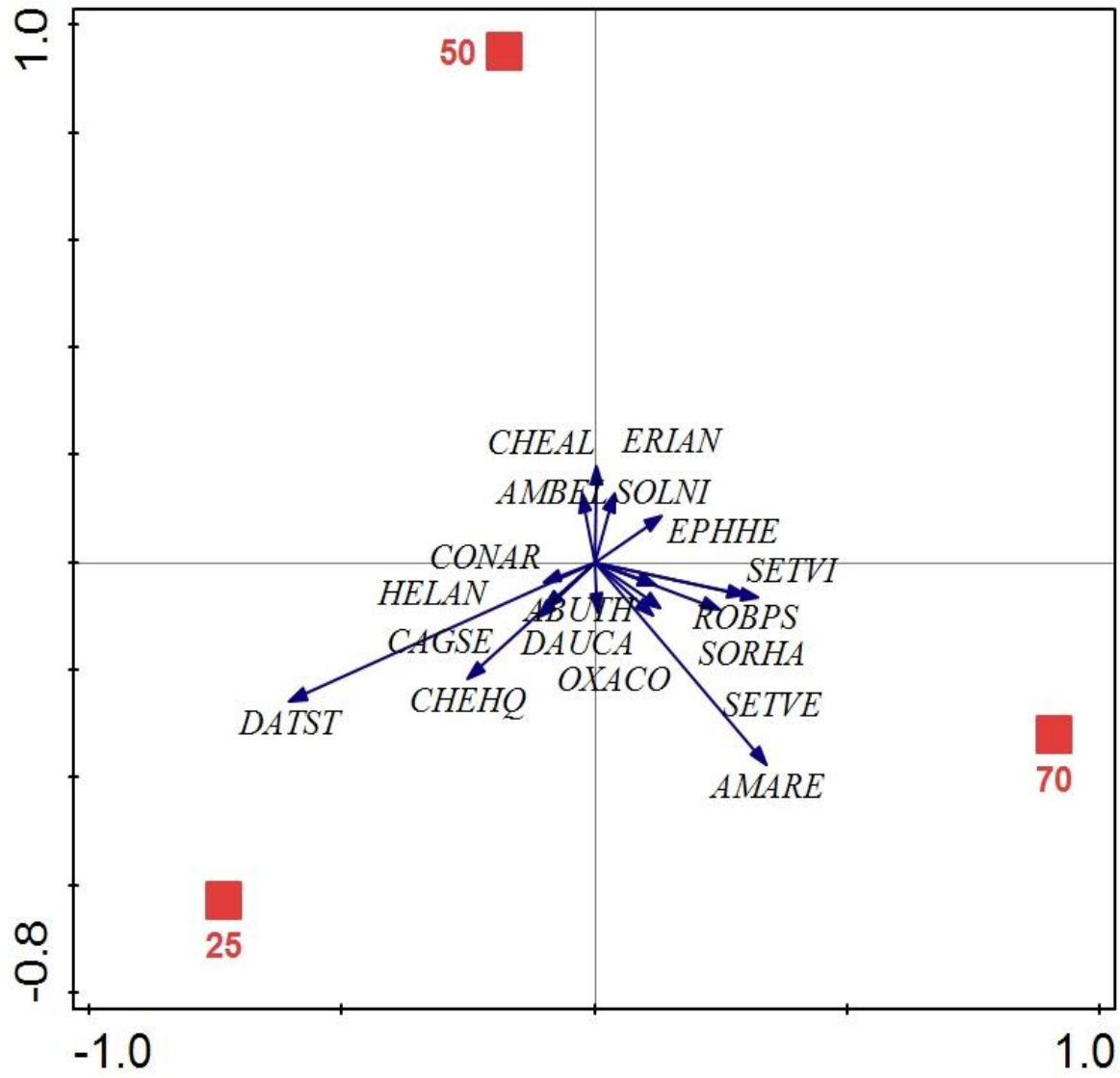
Grafikon 7. Krivulja dominacije-raznolikosti za floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve u 2015. godini

Redundantnom analizom (RDA) utjecaja razmaka sjetve na floristički sastav korovne zajednice u soji u 2015. godini, također su utvrđene signifikantne razlike (pseudo F = 13,9; P = 0,002). Os 1 sa svojstvenom vrijednosti (eigenvalue) od 0,1359 uz 13,59% variranja u korovnoj zajednici razdvojila je međuredni razmak 70 cm od razmaka sjetve 25 cm i 50 cm (Tablica 8. i Grafikon 8.). Os 2 objašnjavajući daljnjih 5,66% variranja (svojstvena vrijednost = 0,0566) razdvaja međuredni razmak 50 cm od negativno koreliranih 25 cm i 70 cm.

Nadalje, uz međuredni razmak 25 cm pridružene su korovne vrste *Datura stramonium* i *Chenopodium hybridum*, a *Amaranthus retroflexus* vezan je bio uz međuredni razmak sjetve 70 cm (Grafikon 8.). Također je glavnina korovnih vrsta i u 2015. godini bila locirana centralno na ordinacijskom grafikonu.

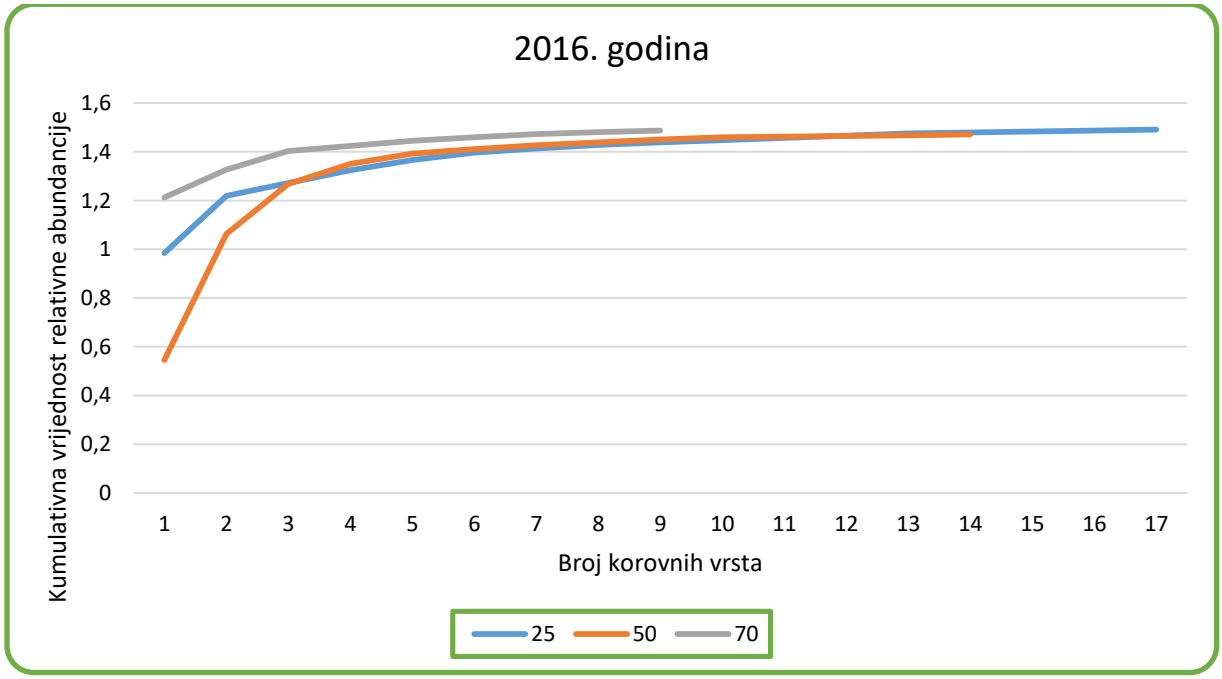
Tablica 8. Izvod iz RDA analize floističkog sastava korovne zajednice u soji tijekom 2015. godine

	Osi				
	1	2	3	4	
Svojstvene vrijednosti (eigenvalues)	0,1359	0,0566	0,2520	0,1669	
Postotak kumulativne varijacije	13,59	19,25	44,45	61,15	
pseudo F					13,9
P					0,002



Grafikon 8. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje u 2015. godini prema prve dvije RDA osi. Korovne vrste su označene pomoću Bajer-ovog koda (Tablica 1. u Prilogu), a kvadratići prikazuju centroide za međuredni razmak

Posljednje godine istraživanja, kako prikazuje Grafikon 9., u korovnoj zajednici soje isticala se također kod sva tri međuredna razmaka sjetve korovna vrsta – *Chenopodium album*, a u soji međurednog razmaka sjetve 50 cm veću abundanciju imali su još i *Sorghum halepense* i *Setaria viridis*. Ostali prisutni korovi imali su vrlo nisku relativnu abundanciju. Time je i krivulja dominacije-raznolikosti imala blaži nagib.



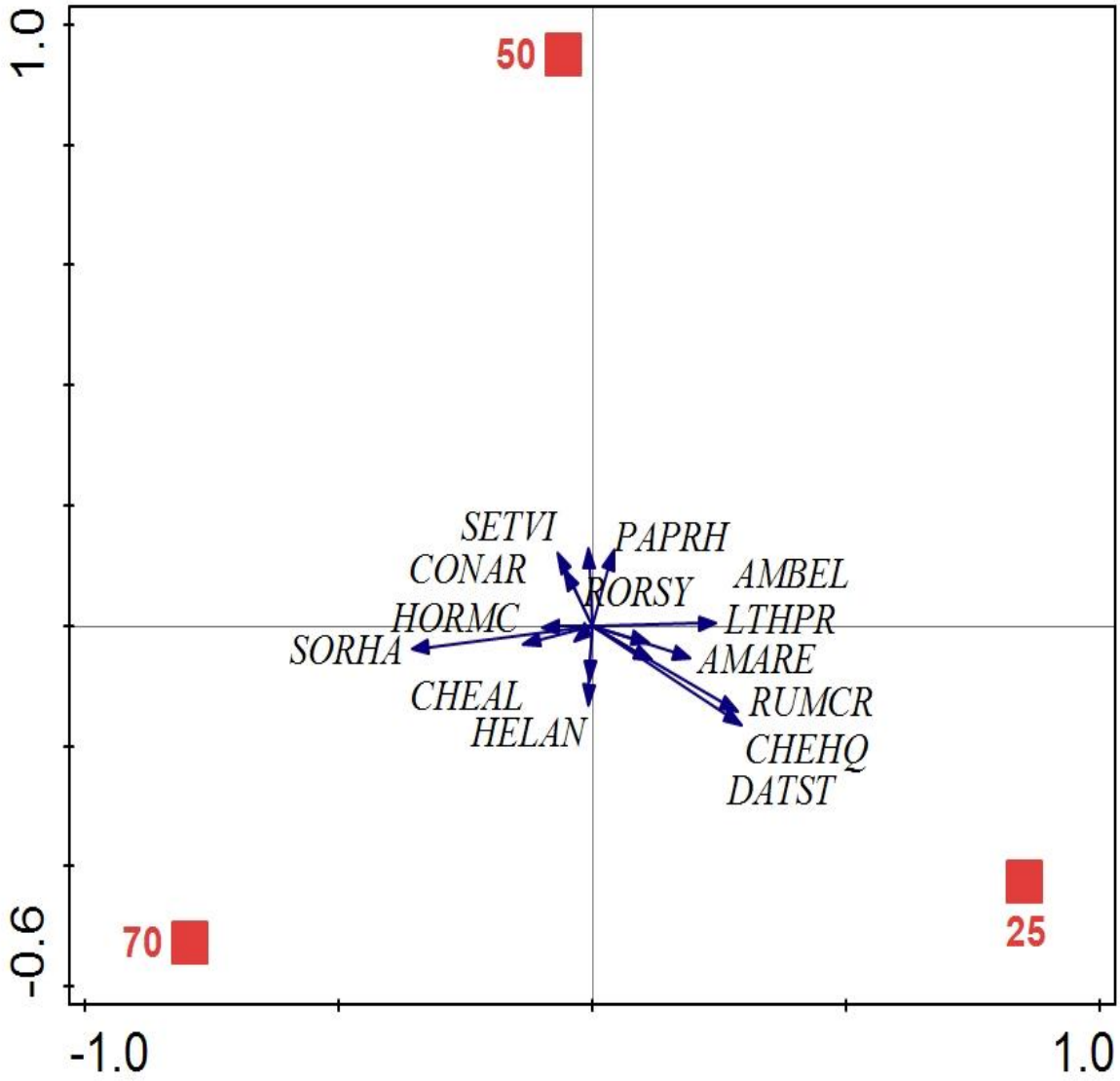
Grafikon 9. Krivulja dominacije-raznolikosti za floristički sastav korovne zajednice soje pri različitom međurednom razmaku sjetve u 2016. godini

Multivarijantna analiza (Tablica 9.) pokazala je također visoku signifikantnost (pseudo F = 5,0; P = 0,002). Os 1 je razdvojila korovnu floru soje pri međurednom razmaku sjetve 25 cm od soje sijane na međuredni razmak 50 cm i 70 cm uz svojstvenu vrijednost od 0,0717. Daljnje razdvajanje u zajednici objašnjava Os 2 (svojstvena vrijednost 0,0063) kojom su međuredni razmaci od 25 cm i 70 cm negativno korelirani u odnosu na floristički sastav kod međurednog razmaka 50 cm.

Nadalje, uz međuredni razmak od 25 cm korelirane su vrste *Datura stramonium*, *Chenopodium hybridum* i *Rumex crispus*, dok je *Sorghum halepense* povezan uz međuredni razmak 70 cm (Grafikon 10.). I posljednje godine istraživanja (2016.) glavnina je korovnih vrsta bila locirana centralno na ordinacijskom grafikonu.

Tablica 9. Izvod iz RDA analize floističkog sastava korovne zajednice u soji tijekom 2016. godine

	Osi				
	1	2	3	4	
Svojstvene vrijednosti (eigenvalues)	0,0717	0,0063	0,4613	0,1764	
Postotak kumulativne varijacije	7,17	7,80	53,94	71,57	
Pseudo F					5,0
P					0,002



Grafikon 10. Združeni prikaz vrijednosti relativne abundancije korovnih vrsta i međurednog razmaka sjetve soje u 2016. godini prema prve dvije RDA osi. Korovne vrste su označene pomoću Bajer-ovog koda (Tablica 1. u Prilogu), a kvadratići prikazuju centroide za međuredni razmak.

3.1.3. Dinamika razvoja nadzemne biomase korova pri različitom međurednom razmaku sjetve soje

Razvoj nadzemne biomase korova praćen je tijekom cijele vegetacijske sezone svih godina istraživanja. U prvoj godini (2014.) izmjereno je u vrijeme žetve prosječno 1977,1 g/m^2 suhe mase korova u soji međurednog razmaka 25 cm, 2621,8 g/m^2 u soji međurednog razmaka 50 cm, dok je u soji međurednog razmaka 70 cm na kraju vegetacijske sezone utvrđeno 2212,3 g/m^2 suhe biomase korova (Tablica 10.).

Tablica 10. Prosječna biomasa korova u soji (g/m^2) i povećanje (%) u odnosu na prethodne izvage biomase u 2014. godini

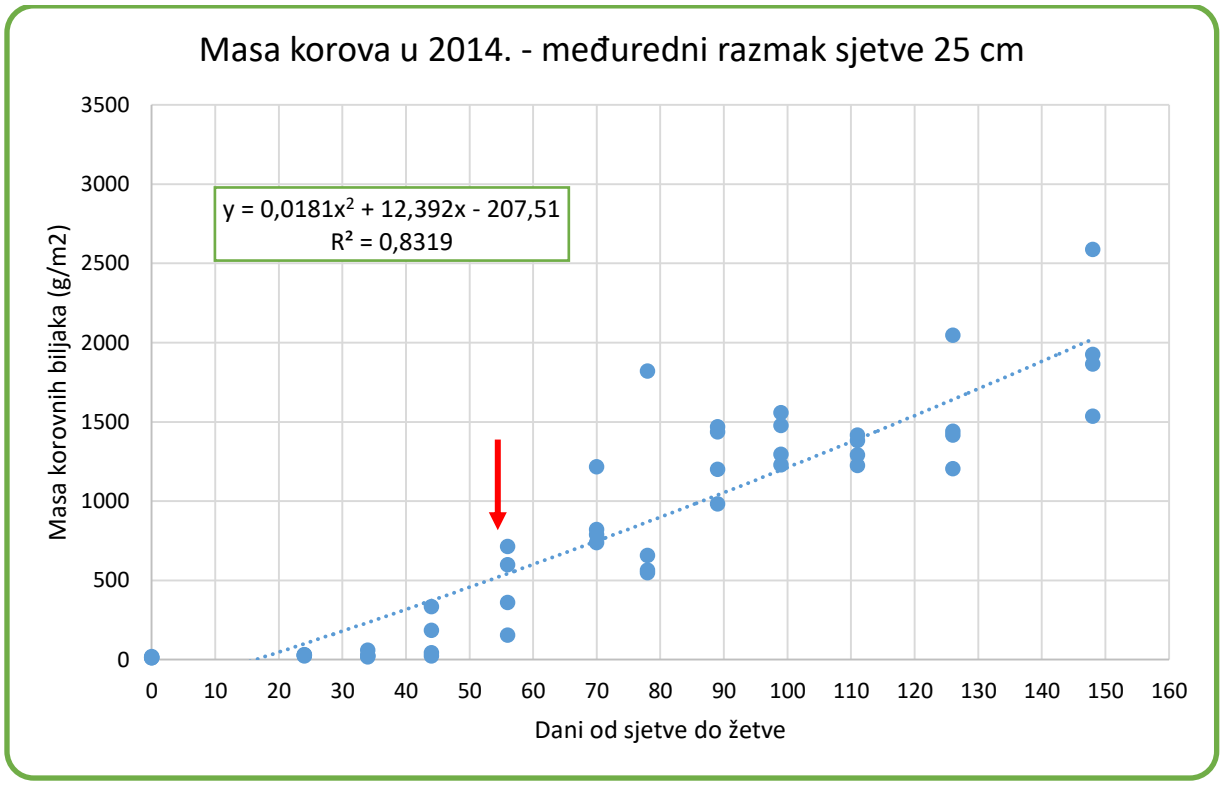
Tretmani	Razvojni stadiji soje	Međuredni razmak sjetve soje					
		25 cm		50 cm		70 cm	
		g/m^2*	%**	g/m^2*	%**	g/m^2*	%**
sjetva	-						
nicanje	VE	13,8	-	16,4	-	5,5	
1	VC	27,3	2,0	24,5	1,5	15,0	2,7
2	V2	28,4	1,0	36,7	1,5	19,3	1,3
3	V4	145,3	5,1	97,8	2,7	43,6	2,3
4	R1	455,9	3,1	307,8	3,1	196,8	4,5
5	R2	889,9	2,0	535,4	1,7	255,7	1,3
6	R3	896,4	1,0	517,2	1,0	556,4	2,2
7	R4	1271,0	1,4	1134,1	2,2	867,0	1,6
8	R5	1388,9	1,1	1082,7	1,0	1243,2	1,4
9	R6	1327,2	1,0	1242,8	1,1	1394,1	1,1
10	R7	1535,7	1,2	2015,7	1,6	1701,8	1,2
žetva	R8	1977,1	1,3	2621,8	1,3	2212,3	1,3

*prosječna biomasa korova utvrđena u različitim razvojnim stadijima soje
**% index povećanja od prethodne izvage biomase korova

Najsnažniji razvoj biomase korova, u povećanju biomase 5 puta u odnosu na prethodnu izvagu, zabilježen je u V4 razvojnoj fazi soje kod međurednog razmaka sjetve 25 cm. Tada se nadzemna biomasa korova u roku od 10 dana povećala 5,1% u odnosu na prethodnu izvagu.

Međutim, kod međurednog razmake sjetve soje 50 cm i 70 cm najveći porast biomase korovne zajednice utvrđen pri početku cvatnje, odnosno u R1 razvojnoj fazi soje (Tablica 10.).

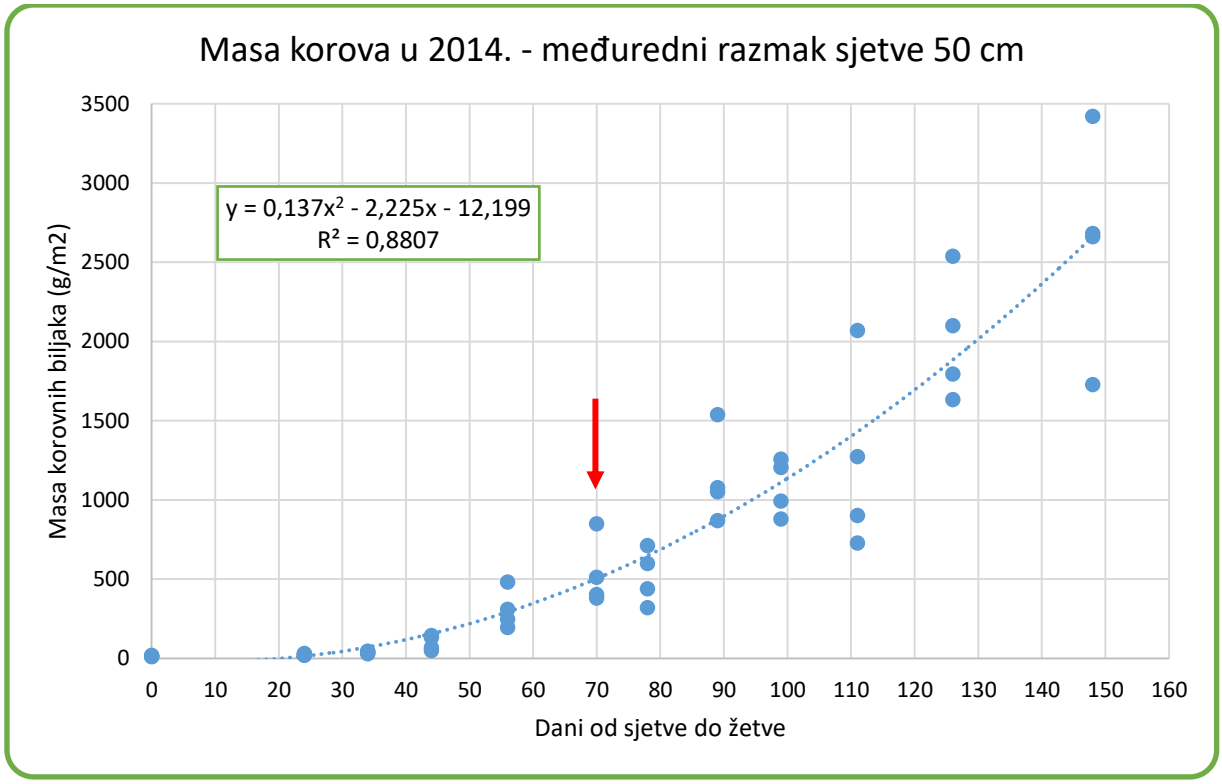
Vremensko razdoblje potrebno za formiranje 500 g nadzemne biomase korova na 1 m^2 različito je kod ispitivanih razmaka sjetve soje. Korovi će kod međurednog razmaka sjetve 25 cm prema modelu paraboličnog trenda drugog stupnja (R^2 = 0,8319) dostići oko 55 dana od sjetve (Grafikon 11.).



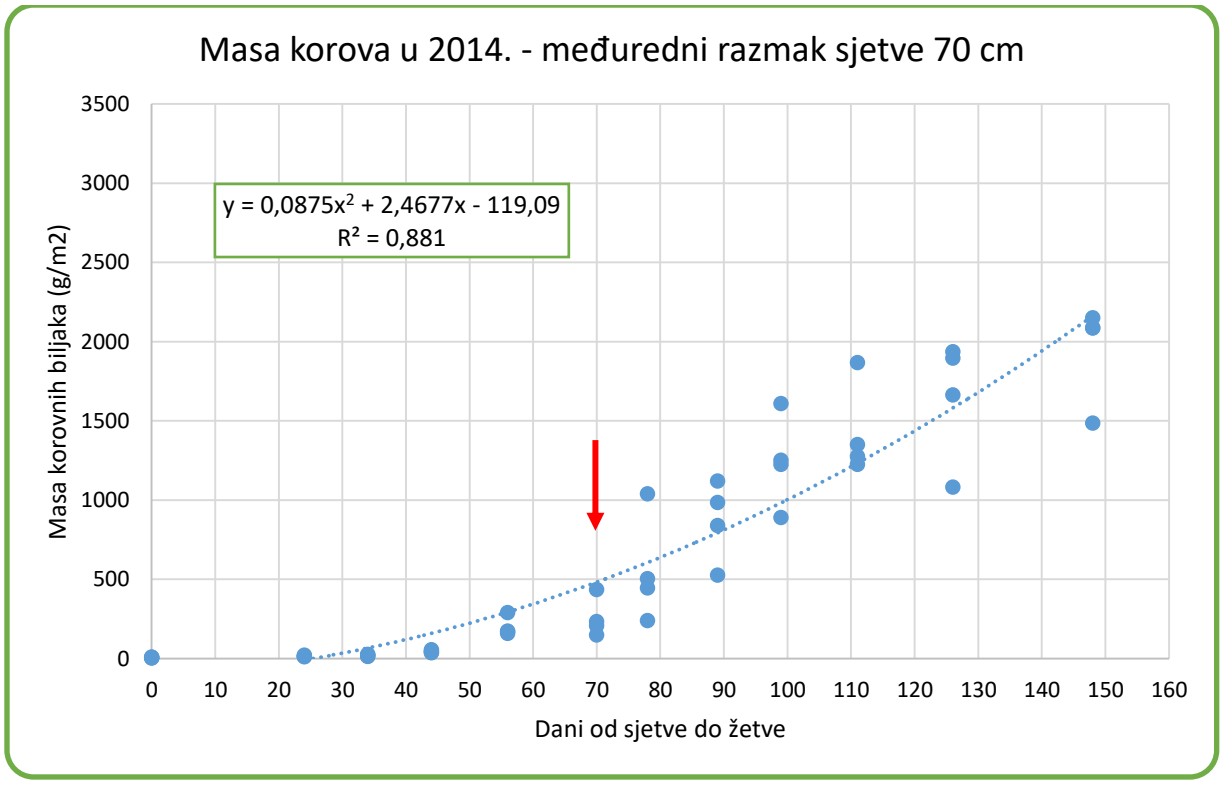
Grafikon 11. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm u 2014. godini

Dijagram rasipanja (Grafikon 12.) pokazuje da je kod međurednog razmaka 50 cm potrebno proći 70 dana od sjetve, za postizanje 500 g nadzemne biomase, što je dva tjedna kasnije nego kod međurednog razmaka sjetve 25 cm.

Također, i kod međurednog razmaka sjetve 70 cm (Grafikon 13.) dijagram rasipanja pokazuje kako je potrebno proći 70 dana od sjetve za razvoj 500 g biomase korova po 1 m^2.



Grafikon 12. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm u 2014. godini



Grafikon 13. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm u 2014. godini

U drugoj godini istraživanja (2015.) izvagano je s kontrolnih zakorovljenih parcela na kraju vegetacijske sezone prosječno 3581,3 g/m^2 nadzemne biomase korova kod međurednog razmaka sjetve 25 cm, zatim 2970,4 g/m^2 kod razmaka sjetve 50 cm i 1694,8 g/m^2 kod razmaka sjetve 70 cm (Tablica 11.). Za razliku od prethodne godine kada su najzakorovljenije bile parcele s međurednim razmakom 50 cm, 2015. godine najzakorovljenije su parcele s međurednim razmakom 25 cm čije su vrijednosti izvage bile čak dvostruko više u odnosu na masu utvrđenu kod međurednog razmaka sjetve 70 cm.

Tablica 11. Prosječna biomasa korova u soji (g/m^2) i povećanje (%) u odnosu na prethodne izvage biomase u 2015. godini

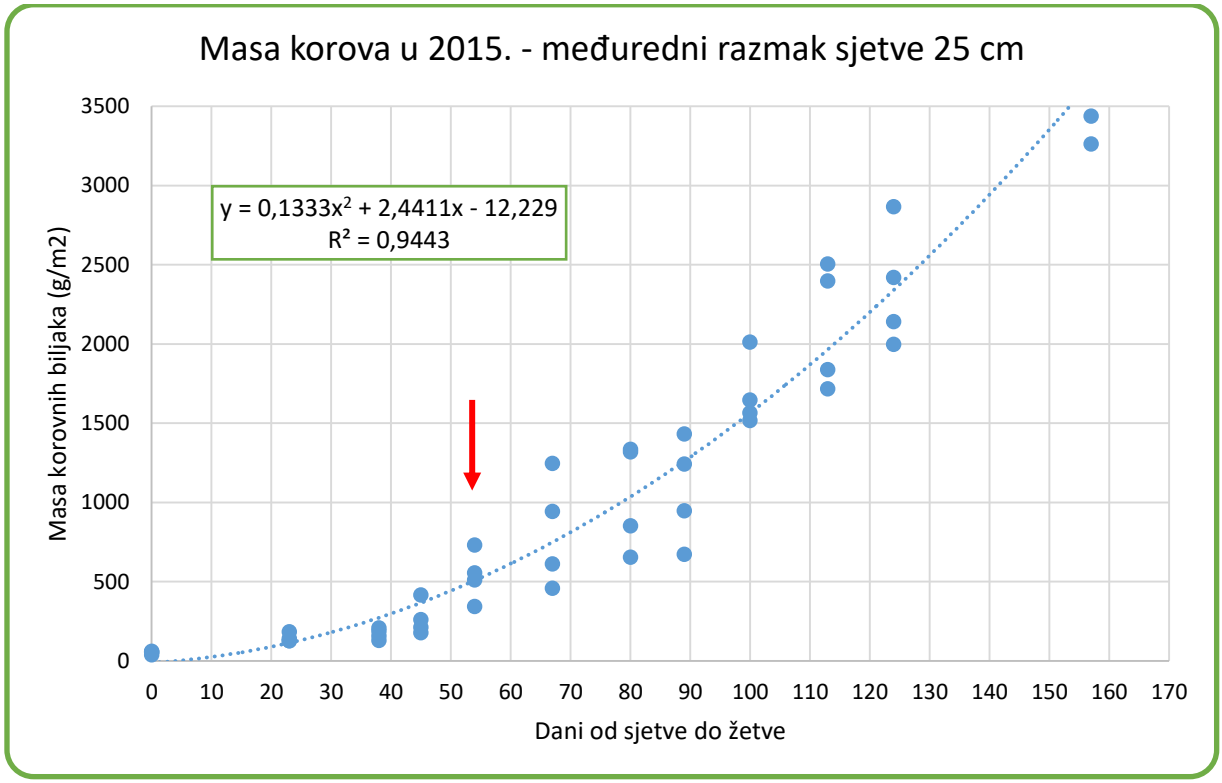
Tretmani	Razvojni stadiji soje	Međuredni razmak sjetve soje					
		25 cm		50 cm		70 cm	
		g/m^2*	%**	g/m^2*	%**	g/m^2*	%**
sjetva	-						
nicanje	VE	28,3	-	38,1	-	67,0	-
1	VC	51,6	1,8	71,7	1,9	103,1	1,5
2	V2	144,3	2,8	123,5	1,7	152,4	1,5
3	V4	265,8	1,8	223,3	1,8	287,1	1,9
4	R1	534,7	2,0	419,2	1,9	510,0	1,8
5	R2	813,9	1,5	896,6	2,1	877,0	1,7
6	R3	1039,8	1,3	1046,3	1,2	884,5	1,0
7	R4	1072,8	1,0	1151,8	1,1	748,2	0,8
8	R5	1684,6	1,6	1028,7	0,9	1072,0	1,4
9	R6	2113,6	1,3	1568,7	1,5	1059,7	0,9
10	R7	2356,0	1,1	1926,3	1,2	1523,8	1,4
žetva	R8	3581,3	1,5	2970,4	1,5	1694,8	1,1

*prosječna biomasa korova utvrđena u različitim razvojnim stadijima soje
**% index povećanja od prethodne izvage biomase korova

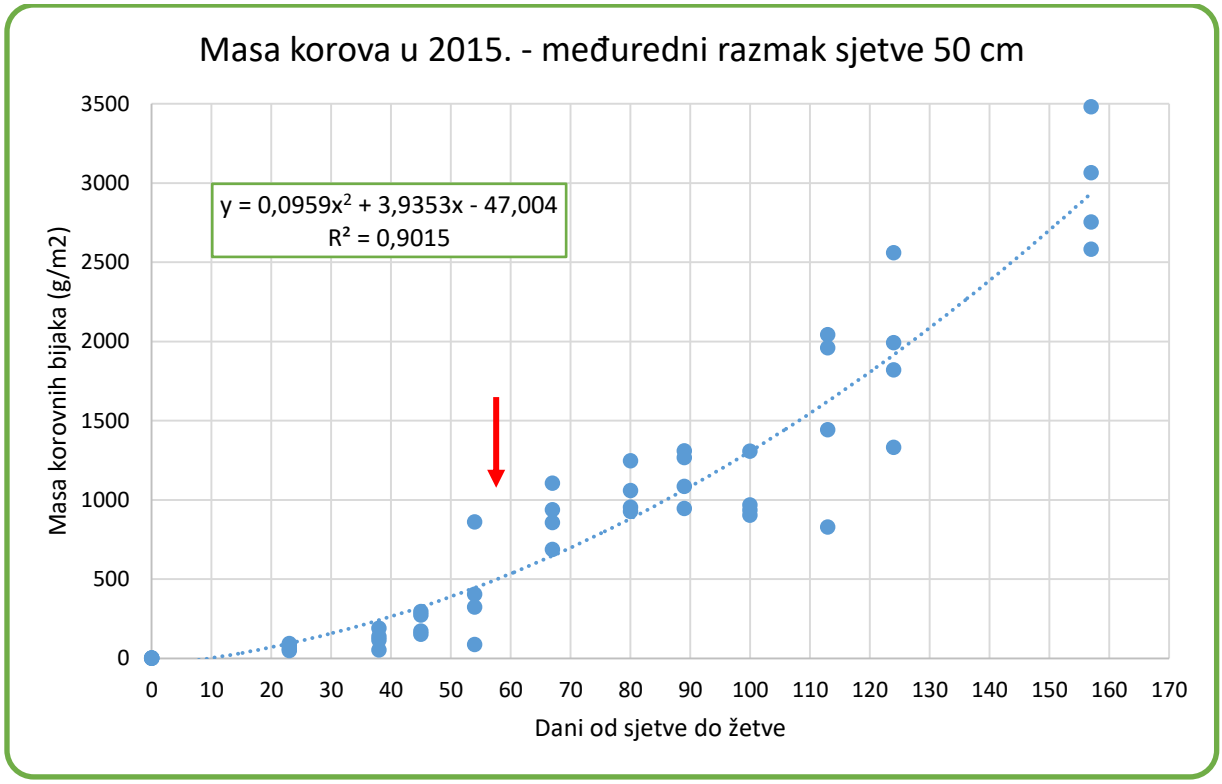
Porast mase tijekom sezone bio je umjereniji nego prethodne godine. Najveći prirast od 2,8 puta u odnosu na prethodnu izvagu utvrđen je kod razmaka sjetve 25 cm u razdoblju od pojave kotiledona do V2 stadija te zatim je slijedio nešto slabiji prirast kod prijelaza iz vegetativne u reproduktivnu fazu. U soji međurednog razmaka sjetve 50 cm korovna

zajednica se znatno sporije razvijala. Postupno pojačavanje razvoja nadzemne biomase može se pratiti od završetka vegetativne faze (povećanje od 1,8 puta), zatim kod početka cvatnje (povećanje 1,9 puta) pa do najvećih vrijednosti u sezoni – prelaskom R1 u R2 fazu, dakle od početka pa do pune cvatnje soje kada se nadzemna biomasa korova po 1 m^2 povećala 2,1 puta u odnosu na prethodnu izvagu, što odgovara vremenskom rasponu od 12 dana. Nadzemna biomasa korova kod međurednog razmaka sjetve 70 cm ostvarila je najveći porast od samo 1,9 puta pri završetku vegetativne faze (V4), dok je nešto manjeg intenziteta bila do pred punu cvatnju.

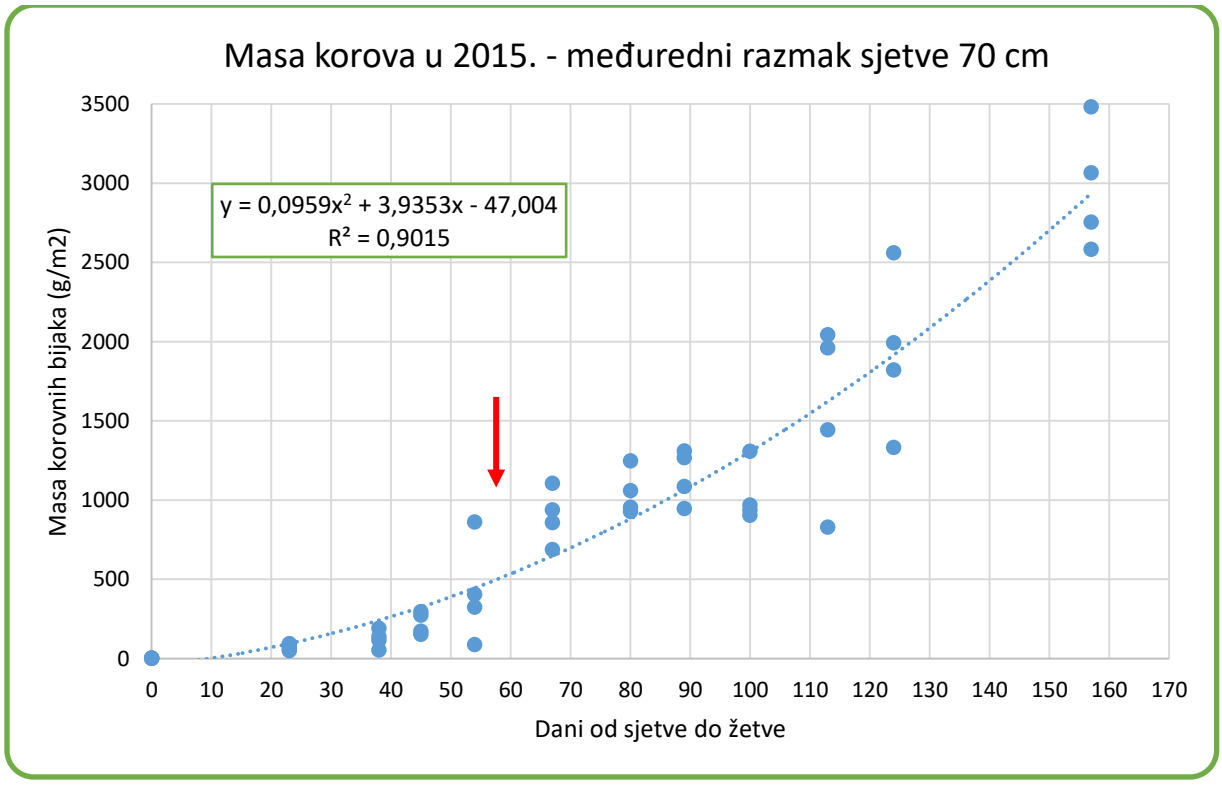
Dijagrami rasipanja (Grafikoni 14., 15., i 16.) pokazuju da je za ostvarenje 500 g suhe biomase po 1 m^2 korovima bilo potrebno proći 50 do 60 dana od sjetve. Konkretno, model paraboličnog trenda drugog stupnja (R^2 = 0,94426) ukazuje da korovna flora kod međurednog razmaka 25 cm može brže postići određenu biomasu, odnosno odmah nakon 50 dana, dok kod ispitivanih širih razmaka sjetve soje biomasa korova od 500 g po 1m^2 dostiže se gotovo tjedan dana kasnije (bliže 60-om danu od sjetve).



Grafikon 14. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm u 2015. godini



Grafikon 15. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm u 2015. godini



Grafikon 16. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm u 2015. godini

Posljednje godine istraživanja (2016.) najveća ostvarena biomasa korova od 3741,3 g/m^2 zabilježena je na kraju vegetacijske sezone u soji razmaka sjetve 25 cm i bila je najveća zabilježena odvaga u sve tri godine istraživanja (Tablica 12.). Kod međurednih razmaka 50 cm i 70 cm sjetve soje zabilježena je na kraju sezone za trećinu manja masa korova.

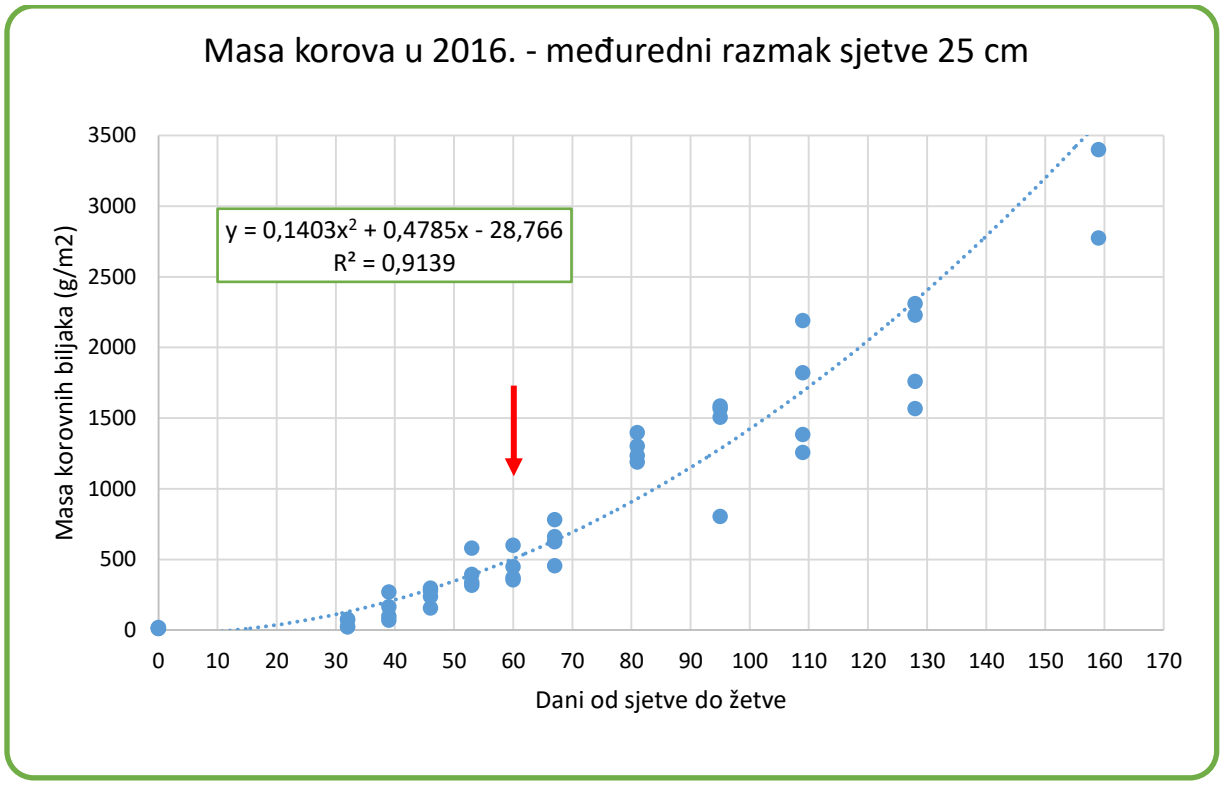
Tablica 12. Prosječna biomasa korova u soji (g/m^2) i povećanje (%) u odnosu na prethodne izvage biomase u 2016. godini

Tretmani	Razvojni stadiji soje	Međuredni razmak sjetve soje					
		25 cm		50 cm		70 cm	
		g/m^2*	%**	g/m^2*	%**	g/m^2*	%**
sjetva	-	-	-	-	-	-	-
nicanje	VE	24,8	-	33,2	-	20,5	-
1	VC	48,9	2,0	65,7	2,0	59,4	2,9
2	V2	150,5	3,1	136,1	2,1	172,5	2,9
3	V4	241,8	1,6	234,5	1,7	324,3	1,9
4	R1	406,8	1,7	375,5	1,6	413,7	1,3
5	R2	444,2	1,1	426,1	1,1	577,0	1,4
6	R3	630,4	1,4	629,2	1,5	598,1	1,0
7	R4	1280,7	2,0	1070,3	1,7	1098,1	1,8
8	R5	1365,8	1,1	1187,3	1,1	1566,9	1,4
9	R6	1662,1	1,2	1239,8	1,0	1901,7	1,2
10	R7	1965,9	1,2	1516,6	1,2	1796,7	0,9
žetva	R8	3741,3	1,9	2695,5	1,8	2634,0	1,5

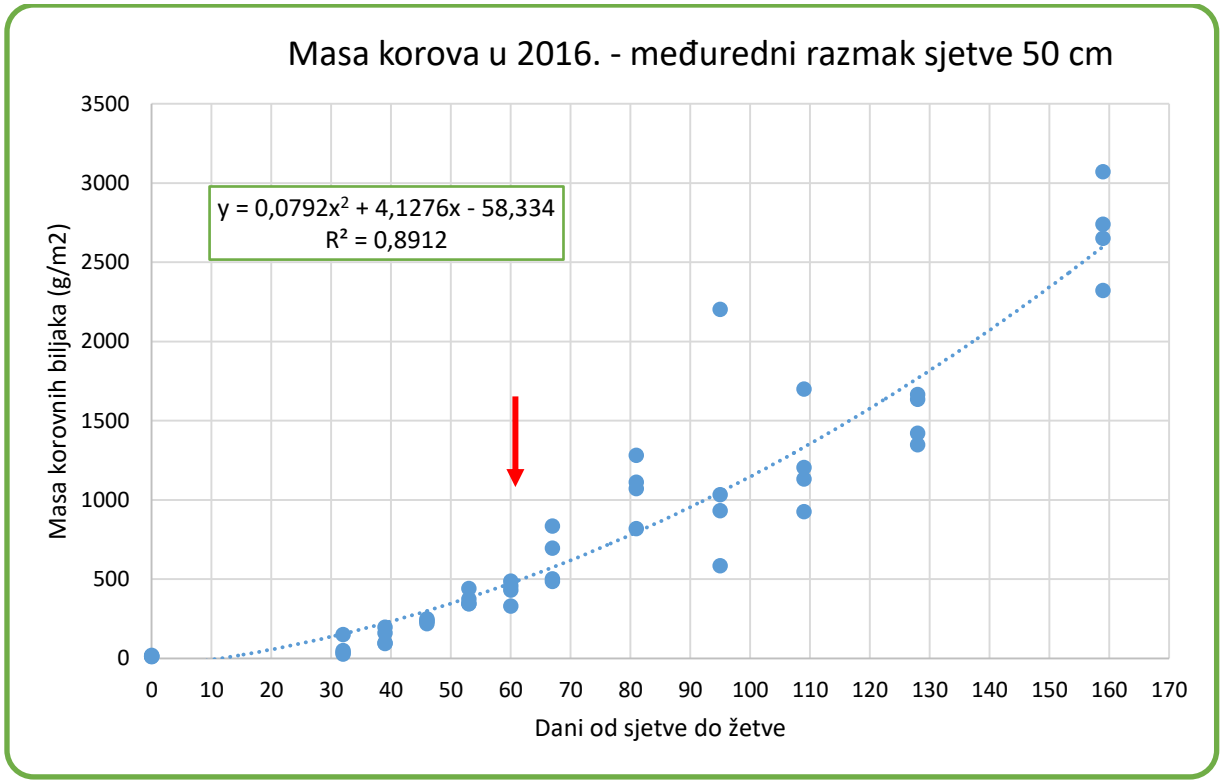
*prosječna biomasa korova utvrđena u različitim razvojnim stadijima soje
**% index povećanja od prethodne izvage biomase korova

Posljednje godine istraživanja, kod međurednog razmaka sjetve 25 cm, najsnažniji prirast nadzemne biomase zabilježen je od pojave kotiledona pa do V2 stadija i utvrđeno je povećanje suhe biomase tri puta veće u odnosu na prethodnu izvagu. Međutim, snažan početni porast korova bilježi soja s međurednim razmacima 50 cm i 70 cm. Iako se početni razvoj biomase korova značajno povećavao na početku vegetativne sezone (od VC do V2), kompetitivna prednost se kasnije smanjuje, posebice ulaskom soje u reproduktivnu fazu.

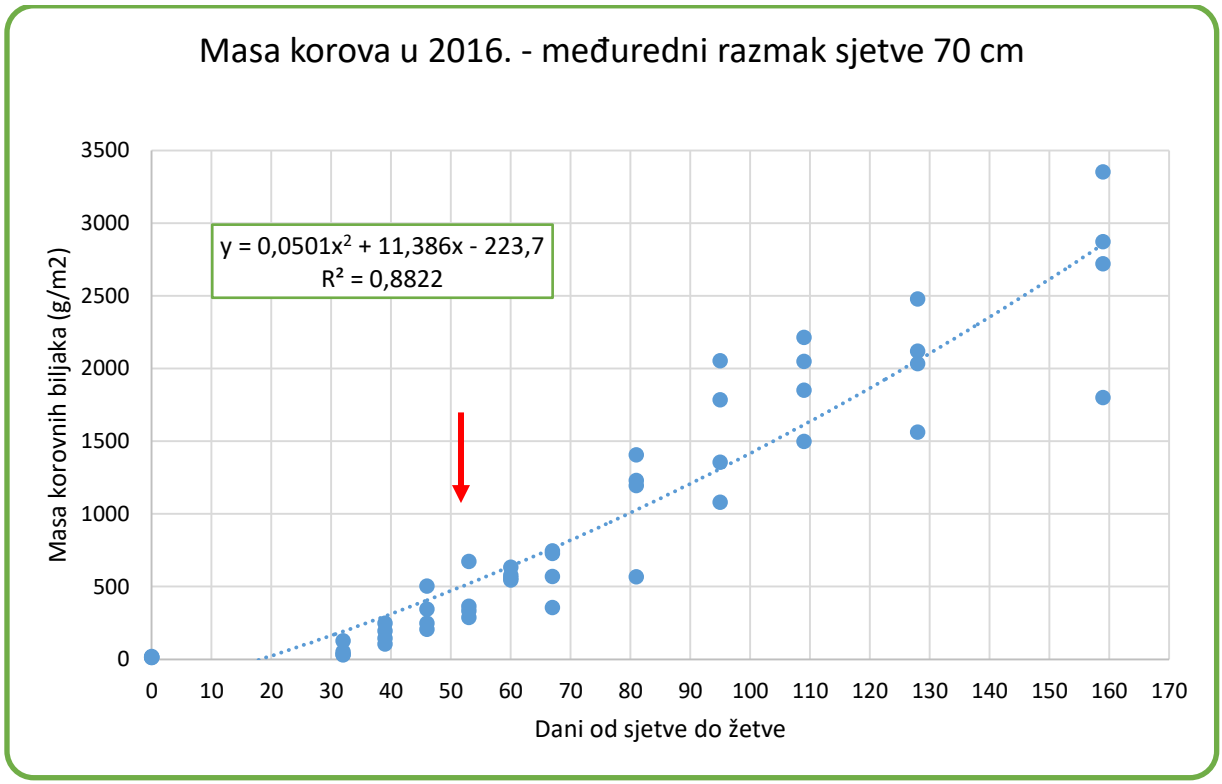
Najbrže su 500 g suhe tvari tijekom vegetacije postigli korovi u soji međurednog razmaka sjetve 70 cm (Grafikon 19.), za što bi prema modelu paraboličnog trenda bilo potrebno 50 dana od sjetve (R^2 = 0,88216). To je u suprotnosti s prethodne dvije godine kada je najbrža akumulacija suhe tvari korova zabilježena kod međurednog razmaka sjetve 25 cm. U posljednjoj godini istraživanja je u korovnoj flori u soji razmaka sjetve 25 i 50 cm (Grafikoni 17., i 18.) za to bilo potrebno 60 dana .



Grafikon 17. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm u 2016. godini



Grafikon 18. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm u 2016. godini



Grafikon 19. Razvoj nadzemne biomase korova u soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm u 2016. godini

3.2. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks

Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks analiziran je na kraju vegetacijske sezone svake od istraživanih godina, a također je u analizu uvršten i višegodišnji prosjek (2014.-2016.). Za svaki od istraživanih razmaka sjetve utvrđen je utjecaj zakorovljenosti (nadzemne biomase korova po m^2) kako na parcelama koje su se vremenski produljeno ostavljale zakorovljenim, tako i na onima s vremenski produljenim plijevljenjem. Time se pratio utjecaj korova na usjev u početnim fazama vegetacije i utjecaj korova na usjev u završnim fazama vegetacije.

3.2.1. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks kod razmaka sjetve 25 cm

Analizom trogodišnjeg razdoblja (2014.-2016.) utvrđeno je da produženo trajanje zakorovljenosti, tj. prisutnost korova u prvom dijelu vegetacijske sezone, signifikantno utječe na sva analizirana morfometrijska obilježja soje, prinos i žetveni indeks (Tablica 13). S produženjem zakorovljenosti u prvom dijelu sezone, dakle od nicanja soje pa nadalje, dolazi do značajnog smanjenja visine soje te vrlo značajnog smanjenja broja grana, članaka i mahuna. Pored morfometrijskih obilježja također i prinos i žetveni indeks pokazuju vrlo signifikantnu negativnu korelativnu vezu s prisustvom korova u prvom dijelu vegetacije.

Promatrano pojedinačno za svaku istraživanu godinu posebno, može se uočiti da u 2014. godini nije bilo signifikantnog utjecaja na promatrane parametre. U 2015. i 2016. godini, za razliku od prethodne 2014. godine, osim na visinu soje na koju nije bilo signifikantnog utjecaja u 2015. godini i broj članaka na koju je zakorovljenost u 2015. godini signifikantno utjecala, zakorovljenost je u promatrane dvije godine imala vrlo signifikantan utjecaj na sve ostale parametre (Tablica 13.).

Tablica 13. Utjecaj produženog trajanja zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku sjetve 25 cm

	2014.		2015.		2016.		$\bar{x}$	
	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.
Visina soje	0,080	0,605	0,116	0,462	-0,533**	0,000	-0,182*	0,037
Broj grana	0,224	0,143	-0,514**	0,000	-0,697**	0,000	-0,347**	0,000
Broj članaka	0,260	0,089	-0,367*	0,014	-0,731**	0,000	-0,354**	0,000
Broj mahuna	0,203	0,185	-0,474**	0,001	-0,715**	0,000	-0,352**	0,000
Prinos soje	-0,062	0,689	-0,518**	0,000	-0,712**	0,000	-0,386**	0,000
Žetveni indeks	-0,108	0,484	-0,569**	0,000	-0,722**	0,000	-0,378**	0,000

S – Spearmanov koeficijent korelacije
Sig. – * signifikantno 5%, ** signifikantno 1%

Na parcelama s produženim plijevljenjem također su utvrđene signifikantne negativne korelativne veze analizirane kroz višegodišnji period. Usjev čist od korova tijekom nicanja, a zatim postupno zakorovljivan pokazivao je negativnu korelativnu vezu sa svim mjerenim parametrima, osim za broj grana (Tablica 14.), za koju analizom nije utvrđena signifikantna korelativna veza, premda je povećanje zakorovljenosti negativno utjecalo na promatrane parametre.

Tablica 14. Utjecaj produženog plijevljenja na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku sjetve 25 cm

	2014.		2015.		2016.		$\bar{x}$	
	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.
Visina soje	-0,220	0,152	-0,240	0,117	-0,176	0,254	-0,578**	0,000
Broj grana	-0,081	0,603	-0,378*	0,117	-0,449**	0,002	-0,170	0,051
Broj članaka	-0,182	0,236	-0,399*	0,007	-0,599**	0,000	-0,447**	0,000
Broj mahuna	-0,149	0,334	-0,506**	0,000	-0,709**	0,000	-0,570**	0,000
Prinos soje	-0,245	0,108	-0,734**	0,000	-0,713**	0,000	-0,589**	0,000
Žetveni indeks	-0,256	0,094	-0,440**	0,000	-0,670**	0,000	-0,472**	0,000

S – Spearmanov koeficijent korelacije
Sig. – * signifikantno 5%, ** signifikantno 1%

U 2014. godini, kao i kod produženog trajanja zakorovljenosti, tako i kod produženog plijevljenja, nije bilo signifikantnog utjecaja na promatrane parametre. U 2015. i 2016. godini zakorovljenost nije signifikantno utjecala na visinu soje, ali su zato sva ostala morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks, jasno pokazali negativnu korelaciju vezanu uz zakorovljenost. Naime, iako je usjev bio čist u početku sezone, zakorovljenost u kasnijim fazama razvoja također ima signifikantan utjecaj (Tablica 14.).

3.2.2. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks kod razmaka sjetve 50 cm

U soji sijanoj na međuredni razmak 50 cm također je u višegodišnjem razdoblju (2014.-2016.) zakorovljenost signifikantno negativno utjecala na sve mjerene morfometrijske parametre, prinos soje i žetveni indeks (Tablica 15.). Posebice su vrlo značajne korelativne veze utvrđene za prinos soje i žetveni indeks.

Tablica 15. Utjecaj produženog trajanja zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku sjetve 50 cm

	2014.		2015.		2016.		$\bar{x}$	
	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.
Visina soje	0,247	0,106	0,183	0,233	-0,186	0,226	-0,172*	0,049
Broj grana	0,186	0,228	-0,580	0,706	-0,318*	0,035	-0,196*	0,024
Broj članaka	0,190	0,218	-0,020	0,898	-0,356*	0,018	-0,199*	0,022
Broj mahuna	0,129	0,403	-0,121	0,433	-0,315*	0,037	-0,208*	0,017
Prinos soje	-0,439**	0,003	-0,0181	0,241	-0,389**	0,009	-0,398**	0,000
Žetveni indeks	-0,071	0,647	-0,091	0,555	-0,427**	0,004	-0,234**	0,007

S – Spearmanov koeficijent korelacije
Sig. – * signifikantno 5%, ** signifikantno 1%

Analizom pojedinačnih godina utvrđena je u 2014. godini vrlo signifikantna negativna veza jedino između zakorovljenosti i prinosa soje. U 2015. godini nisu utvrđene signifikantne korelativne veze, a posljednje godine istraživanja (2016.) od morfoloških parametara jedino visina soje nije bila signifikantna, dok su ostala mjerenja pokazala negativnu korelativnu vezu

s produženom zakorovljenošću u prvom dijelu sezone. Nadalje, vrlo visoka negativna veza utvrđena je između zakorovljenosti i prinosa soje te zakorovljenosti i žetvenog indeksa (Tablica 15.).

Morfometrijska obilježja soje, prinos i žetveni indeks na parcelama gdje je u početnom dijelu vegetacije usjev čist, a kasnije zakorovljen također su kroz višegodišnje razdoblje (2014.-2016.) pokazale signifikantnu vezu sa zakorovljenošću soje (Tablica 16.). Kod svih mjerenih parametara utvrđene su visoko signifikantne negativne veze sa zakorovljenošću u kasnijem dijelu vegetacijske sezone.

Tablica 16. Utjecaj produženog plijevljenja na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku sjetve 50 cm

	2014.		2015.		2016.		$\bar{x}$	
	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.
Visina soje	-0,186	0,226	-0,104	0,501	-0,096	0,534	-0,549**	0,000
Broj grana	-0,318*	0,035	-0,324*	0,023	-0,745**	0,000	-0,253**	0,003
Broj članaka	-0,356*	0,018	-0,026	0,866	-0,764**	0,000	-0,370**	0,000
Broj mahuna	-0,315*	0,037	-0,294	0,053	-0,798**	0,000	-0,510**	0,000
Prinos soje	-0,389**	0,009	-0,478**	0,000	-0,905**	0,000	-0,680**	0,000
Žetveni indeks	-0,427**	0,004	-0,430**	0,004	-0,532**	0,000	-0,280**	0,000

S – Spearmanov koeficijent korelacije
Sig. – * signifikantno 5%, ** signifikantno 1%

Analizom pojedinačnih godina istraživanja vidljivo je da soja sijana na međuredni razmak sjetve 50 cm jače reagira na zakorovljenost u kasnijem dijelu vegetacijske sezone. U prvoj godini istraživanja (2014.) jedino za visinu soje nije utvrđena korelativna veza. Ostali morfometrijski parametri imali su visoko signifikantnu negativnu korelativnu vezu, a vrlo visoka negativna korelativna veza utvrđena je za prinos soje i žetveni indeks. Sljedeće godine (2015.) korelativna veza nije utvrđena za visinu soje, broj članaka i broj mahuna. Jedino je broj grana soje bio u signifikantnoj negativnoj vezi sa zakorovljenošću, a za prinos soje i žetveni indeks utvrđena je vrlo visoka negativna korelativna veza sa zakorovljenošću u kasnjem dijelu vegetacije. Posljednje godine istraživanja (2016.) svi istraživani parametri,

osim visine soje pokazali su vrlo visoku signifikantnost prema utjecaju korova u kasnijem dijelu sezone (Tablica 16.).

3.2.3. Utjecaj zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks kod razmaka sjetve 70 cm

Soja sijana na međuredni razmak sjetve 70 cm također je bila pod utjecajem zakorovljenosti u prvom dijelu vegetacije. Promatrano kroz višegodišnje razdoblje (2014.-2016.), visina soje, broj grana, broj članaka i broj mahuna po biljci negativno je signifikantno korelirana s dužinom zakorovljenosti. Isto tako su i prinos soje i žetveni indeks negativno signifikantno korelirani s dužinom zakorovljenosti. To znači da na sve analizirane parametre zakorovljenost usjeva soje u prvom dijelu vegetacije ima signifikantan utjecaj (Tablica 17.).

Tablica 17. Utjecaj produženog trajanja zakorovljenosti na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku sjetve 70 cm

	2014.		2015.		2016.		$\bar{x}$	
	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.
Visina soje	0,081	0,602	0,184	0,232	-0,311*	0,040	-0,225**	0,009
Broj grana	0,194	0,206	-0,171	0,266	-0,482**	0,001	-0,178*	0,041
Broj članaka	-0,010	0,949	0,129	0,403	-0,480**	0,001	-0,197*	0,024
Broj mahuna	-0,209	0,174	0,123	0,428	-0,453**	0,002	-0,196*	0,024
Prinos soje	-0,288	0,058	0,177	0,250	-0,516**	0,000	-0,271**	0,002
Žetveni indeks	-0,321*	0,034	0,205	0,181	-0,502**	0,001	-0,227**	0,009

S – Spearmanov koeficijent korelacije
Sig. – * signifikantno 5%, ** signifikantno 1%

U 2014. godini zakorovljenost je jedino imala utjecaja na žetveni indeks jer je utvrđena negativna korelativna veza s prisustvom korova u prvom dijelu vegetacijske sezone. U sljedećoj godini istraživanja (2015.) nisu utvrđene korelativne veze s visinom soje, brojem grana, brojem članaka i brojem mahuna po biljci, kao ni s prinosom i žetvenim indeksom. Međutim, prema rezultatima posljednje godine istraživanja signifikantna negativna

korelativna veza s prisustvom korova u prvom dijelu vegetacijske sezone postojala je kod svih ispitivanih parametara u pokusu (Tablica 17.).

Drugi dio pokusa u kojem je usjev soje bio čist u početku sezone, a zatim se postupno zakorovljavao također je u višegodišnjem prosjeku imao statistički značajne razlike (Tablica 18.). Vrlo visoka negativna korelativna veza utvrđena je za sve ispitivane parametre.

Tablica 18. Utjecaj produženog plijevljenja na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks pri međurednom razmaku sjetve 70 cm

	2014.		2015.		2016.		$\bar{x}$	
	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.	S	Sig.
Visina soje	0,213	0,164	-0,564**	0,000	-0,240	0,117	-0,577**	0,000
Broj grana	-0,444*	0,003	-0,355*	0,018	-0,605**	0,000	-0,287**	0,001
Broj članaka	-0,450*	0,002	-0,530**	0,000	-0,656**	0,000	-0,416**	0,000
Broj mahuna	-0,505**	0,000	-0,686**	0,000	-0,775**	0,000	-0,576**	0,000
Prinos soje	-0,550**	0,000	-0,841**	0,000	-0,889**	0,000	-0,766**	0,000
Žetveni indeks	-0,468**	0,001	-0,240	0,116	-0,619**	0,000	-0,376**	0,000

S – Spearmanov koeficijent korelacije
Sig. – * signifikantno 5%, ** signifikantno 1%

Prve godine pokusa (2014.) jedino visina soje nije pokazivala statistički opravdane razlike, a svi ostali mjereni parametri negativno su korelirani s kasnom zakorovljenošću. Sljedeće godine (2015.) je negativna korelativna veza utvrđena za sve parametre osim žetvenog indeksa. Iako je zakorovljenost u kasnijem dijelu vegetacije imala negativan utjecaj na žetveni indeks, korelativna veza nije bila signifikantna. I na kraju, u posljednjoj godini istraživanja (2016.) također su vrlo visoke negativne korelativne veze utvrđene za sve parametre osim za visinu soje (Tablica 18.).

Sumarno, kod sva tri razmaka sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm) analize su pokazale da je utjecaj korova u usjevu vrlo značajan, bilo da se radi o prvom dijelu vegetacije ili naknadnoj zakorovljenosti. Korovi koji niču zajedno s usjevom utječu na morfometrijske parametre soje, prinos i žetveni indeks, a isto tako, pozornost se mora pokloniti i korovima koji će niknuti u kasnijem dijelu vegetacijske sezone. Premda, u početku čista, zakorovljena soja u drugom

dijelu vegetacijske sezone (korovi koji su naknadno nikli) signifikantno ugrožava usjev, što u konačnici dovodi do niskog prinosa.

3.3. Kritično razdoblje kontrole korova u soji

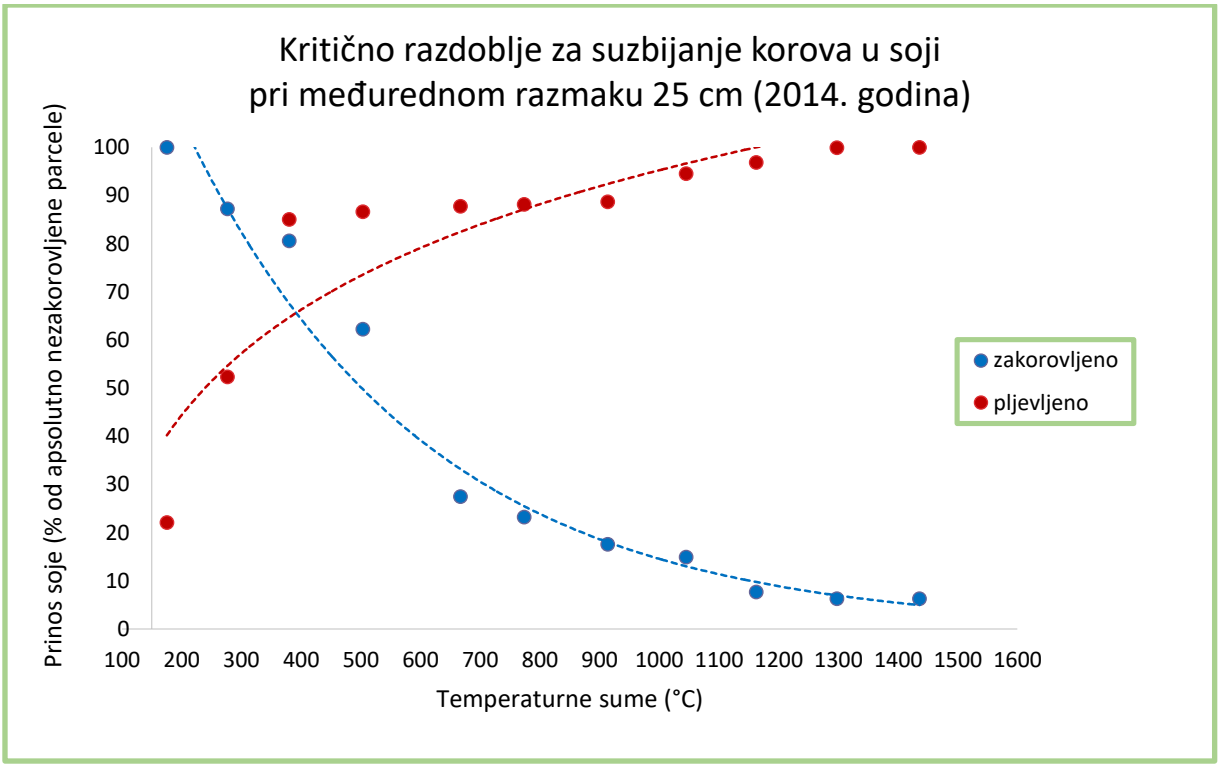
Kritično razdoblje kontrole korova u soji praćeno je tijekom tri vegetacijske sezone unutar međurednih razmaka sjetve od 25 cm, 50 cm i 70 cm. Kako se prinos signifikantno razlikovao među godinama istraživanja i među međurednim razmacima sjetve, kritično razdoblje kontrole korova u soji prikazano je odvojeno za svaku godinu istraživanja, a izračunato je za gubitak prinosa od 5% i 10%.

3.3.1. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje u 2014. godini

U prvoj godini pokusa u usjevu međurednog razmaka sjetve 25 cm kritično razdoblje zakorovljenosti prikazuje Grafikon 20.

Rezultati upućuju da se soja može razvijati bez gubitka prinosa od nicanja pa do 33. dana vegetacije. Nakon toga, korovi koji koegzistiraju s usjevom utjecat će na sniženje prinosa (5%), a nakon 39. dana zakorovljenosti prinos će biti umanjen za 10% (Tablica 19.). To razdoblje odgovara temperaturnoj sumi od 253 za 5% i 326 za 10% gubitka prinosa. Rani prag zakorovljenosti pada na samom kraju V1 razvojnog stadija soje za 5% i oko V3 razvojnog stadija za 10% gubitka prinosa (Tablica 1. i Prilog 1.).

Nadalje, bez sniženja prinosa, soja zahtijeva period do 96. dana vegetacije bez prisustva korova. Nakon toga, prisustvo korova utjecat će na 5% gubitka, a uz gubitak prinosa od 10% razdoblje čisto od korova treba biti 74 dana (Tablica 20.). Kasni prag zakorovljenosti pada kod temperaturnih suma 705 (10% gubitka prinosa) i 998 (5% gubitka prinosa). Razvojni stadiji soje koji ulaze u kasni prag zakorovljenosti su R4 za 5% gubitka prinosa i R2 za 10 % gubitka prinosa (Tablica 1. i Prilog 1.).



Grafikon 20. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 25 cm u 2014. godini

Tablica 19. Rani prag zakorovljenosti (engl. weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2014. godine

Međuredni razmak sjetve soje	Rani prag zakorovljenosti			
	5% gubitka prinosa		10% gubitka prinosa	
	DAS	GDD	DAS	GDD
25 cm	33	253	39	326
50 cm	31	219	33	253
70 cm	30	206	34	260

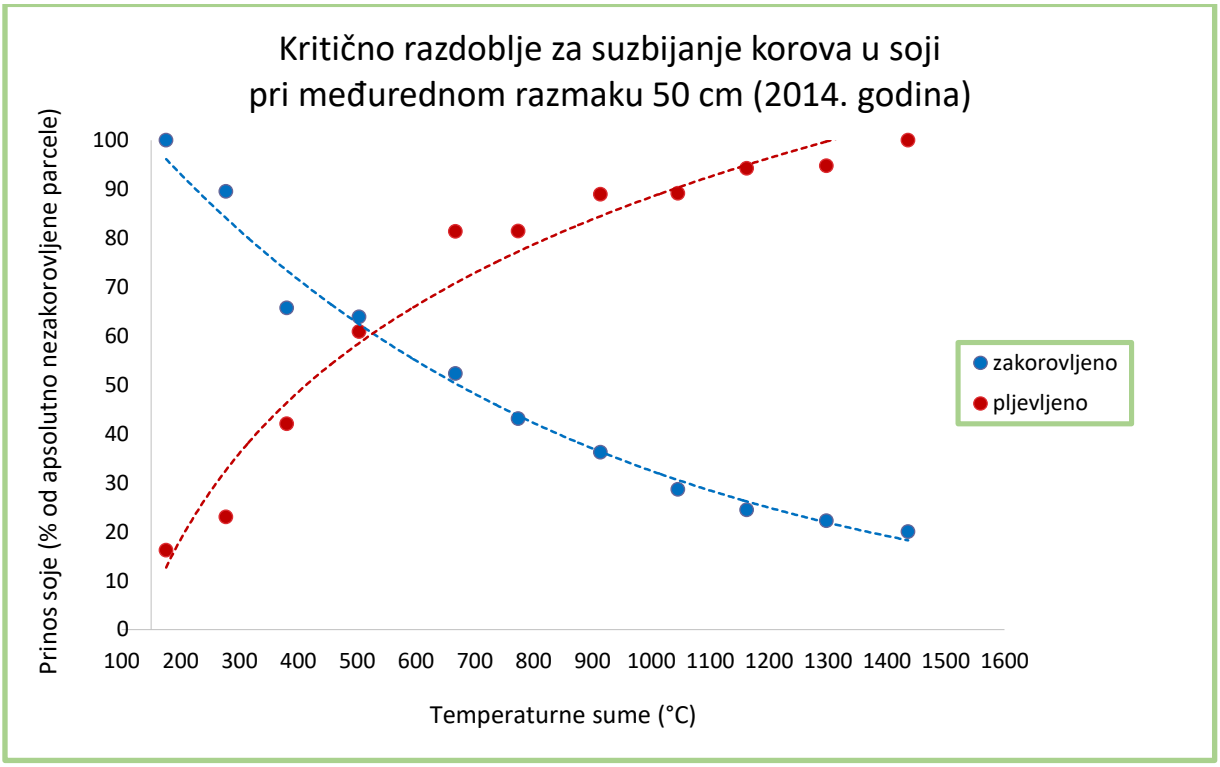
DAS = eng. Days after sowing – dani nakon sjetve
GDD = eng. Growing degree days – temperaturne sume

Tablica 20. Kasni prag zakorovljenosti (engl. weed free period) u proizvodnji soje tijekom 2014. godine

Međuredni razmak sjetve soje	Kasni prag zakorovljenosti			
	5% gubitka prinosa		10% gubitka prinosa	
	DAS	GDD	DAS	GDD
25 cm	96	998	74	705
50 cm	114	1173	89	906
70 cm	123	1253	108	1019

DAS = engl. Days after sowing – dani nakon sjetve
GDD = eng. Growing degree days – temperaturne sume

Kritično razdoblje zakorovljenosti u 2014. godini kod međurednog razmaka 50 cm prikazuje Grafikon 21.



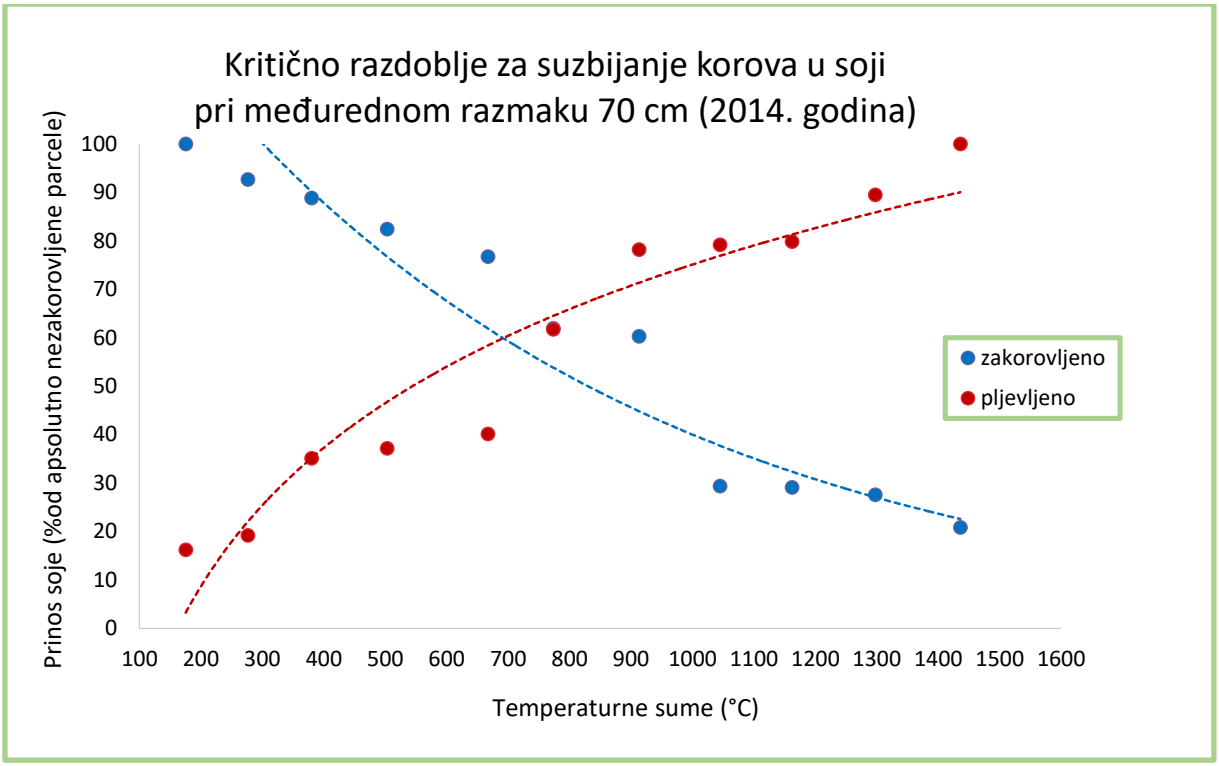
Grafikon 21. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2014. godini

Rani prag zakorovljenosti započeo je 31. dana od sjetve za gubitak prinosa od 5%, odnosno 33. dana od sjetve soje kada je zakorovljenost utjecala na pad prinosa od 10% (Tablica 19.).

Temperaturne sume u tim razdobljima iznosile su 219 (31. dan od sjetve) i 253 (33. dan od sjetve). Soja se tada nalazila u V1 razvojnom stadiju: kod 5% gubitka prinosa bila je u sredini V1 razvojnog stadija, a kod 10% gubitka prinosa nalazila se na samom kraju V1 razvojnog stadija (Tablica 1. i Prilog 1.).

Razdoblje bez korova (tj. kasni prag zakorovljenosti) kod međurednog razmaka sjetve soje 50 cm bilo je duže. Za gubitak prinosa od 10% soja je trebala biti nezakorovljena do 89. dana od sjetve, a pad prinosa od 5% zahtijevao je čisti usjev od korova 114 dana od sjetve (Tablica 20.). U tim razdobljima temperaturne sume iznosile su 906 (89. dan od sjetve) i 1.173 (114. dan od sjetve). Soja se tada nalazila na samom završetku R3 razvojnog stadija za pad prinosa od 10% i na početku R6 razvojnog stadija za pad prinosa od 5% (Tablica 1. i Prilog 1.).

U 2014. godini kod međurednog razmaka 70 cm kritično razdoblje zakorovljenosti prikazuje Grafikon 22.



Grafikon 22. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 70 cm u 2014. godini

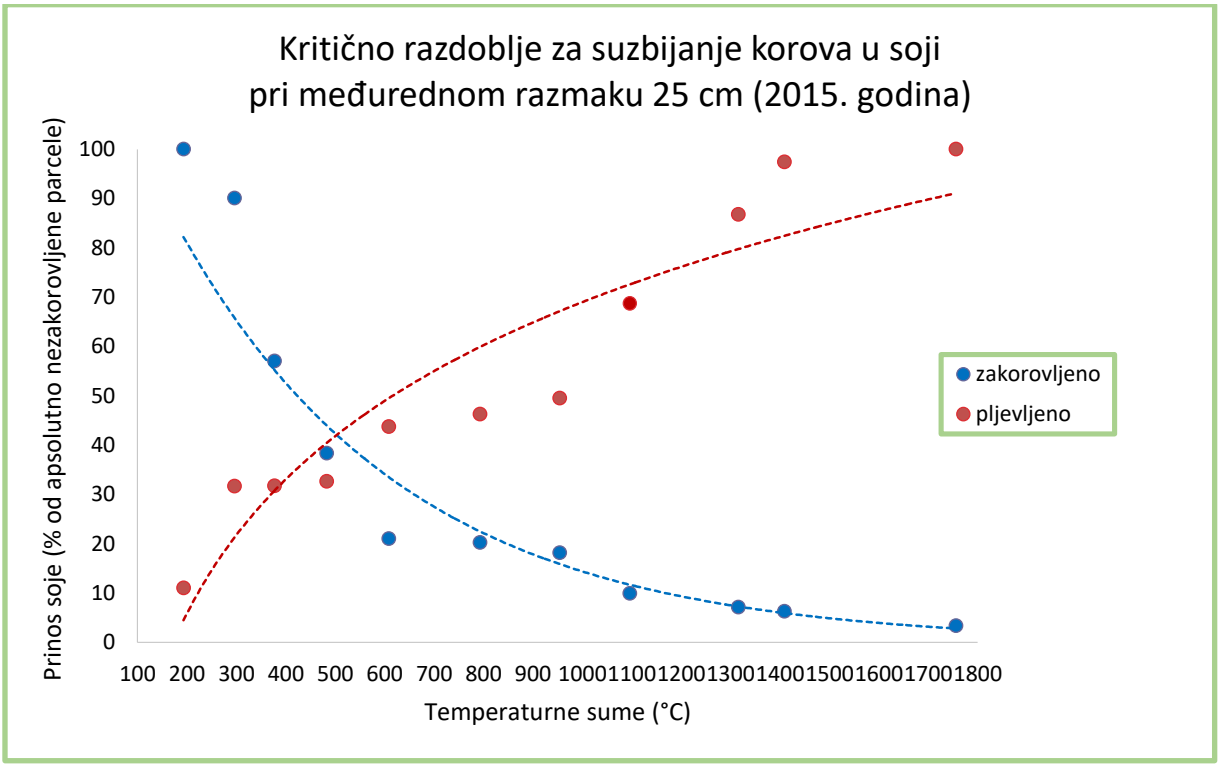
Pri razmaku sjetve 70 cm rani prag zakorovljenosti započelo je 30. dana s temperaturnom sumom (GDD) od 206 za 5% sniženja prinosa i 34. dana uz temperaturnu sumu 260 za 10%

gubitka prinosa (Tablica 19.). To se poklapalo s V1 razvojnim stadijem soje: kod 5% gubitka prinosa soja je bila u sredini V1 razvojnog stadija, a kod 10% gubitka prinosa soja se nalazila na samom kraju V1 razvojnog stadija (Tablica 1. i Prilog 1.).

Usjev soje mora biti čist do 123. dana od sjetve da bi prinos bio reduciran za 5%, ili 108. dana od sjetve za pad prinosa od 10% (Tablica 20.). Taj kasni prag zakorovljenosti pada kod temperaturnih suma 1.253 (za gubitak prinosa od 5%) odnosno, 1.019 (za gubitak prinosa od 10%). Ukoliko bi usjev ostao čist od korova do R5 razvojnog stadija sniženje prinosa bilo bi 10%, a ukoliko bi usjev bio bez korova do pred kraj R6 razvojnog stadija, tada bi sniženje prinosa bilo samo 5% (Tablica 1. i Prilog 1.).

3.3.2. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje u 2015. godini

Sljedeće godine (2015.) kritično razdoblje zakorovljenosti usjeva sijanog na međuredni razmak 25 cm prikazuje Grafikon 23.



Grafikon 23. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 25 cm u 2015. godini

Rani prag zakorovljenosti soje za gubitak prinosa od 5% trajao je 29 dana i 34 dana, nakon kojeg je prinos opao za 10 % (Tablica 21.). Temperaturne sume za ta razdoblja (233 za 5% gubitka prinosa i 250 za 10%) padaju u VC (za 5% gubitka prinosa) i V1 (za 10% gubitka prinosa) razvojne stadije soje (Tablica 1. i Prilog 1.).

Tablica 21. Rani prag zakorovljenosti (engl. weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2015. godine

Međuredni razmak sjetve soje	Rani prag zakorovljenosti			
	5% gubitka prinosa		10% gubitka prinosa	
	DAE	GDD	DAE	GDD
25 cm	29	233	34	250
50 cm	31	242	36	266
70 cm	28	225	39	291

DAS = engl. Days after sowing – dani nakon sjetve
GDD = eng. Growing degree days – temperaturne sume

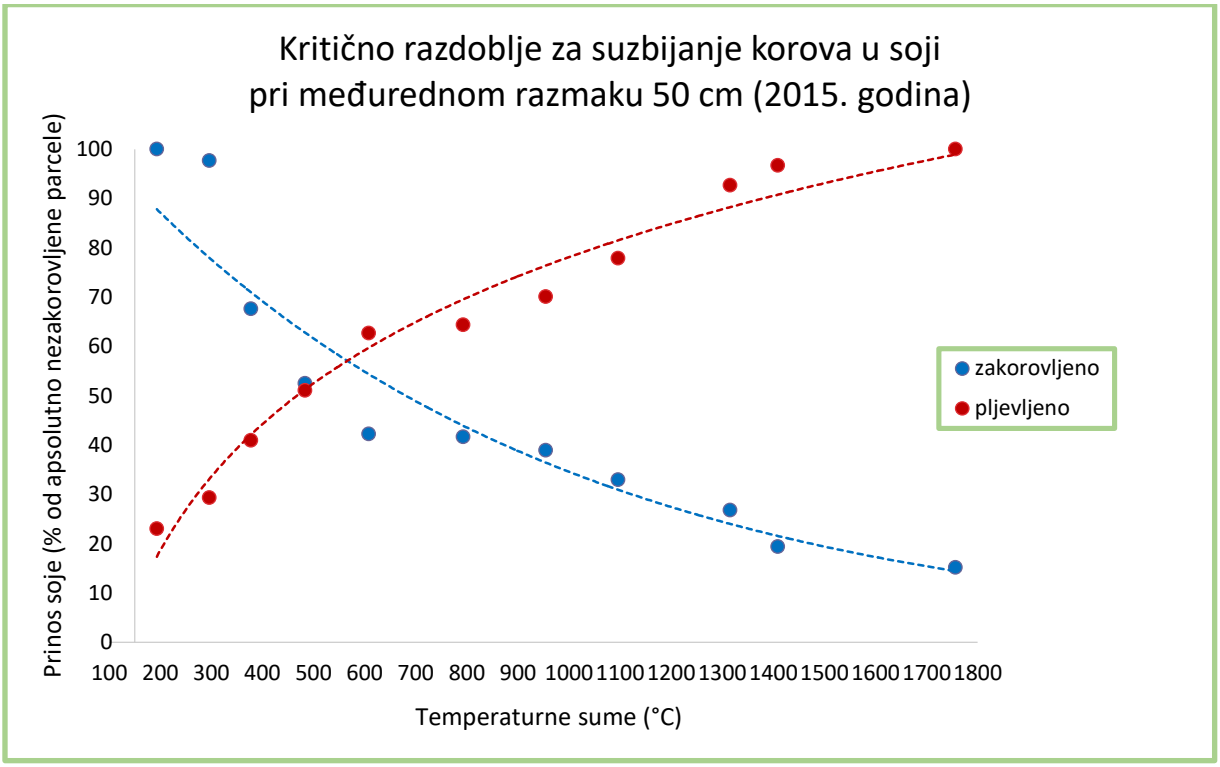
Soja bi trebala biti nezakorovljena do 125. dana vegetacije, nakon čega bi prinos pao za 5%, odnosno korovi nakon 112. dana vegetacije snizili su prinos za 10% (Tablica 22.). Taj kasni prag zakorovljenosti pao je u drugoj godini istraživanja kod temperaturne sume (GDD) od 1.291 (za 10% gubitka prinosa) i kod temperaturne sume 1.441 (za 5% gubitka prinosa). Razvojni stadiji soje koji se nalaze u kasnom pragu zakorovljenosti su R6 za gubitak od 10% i R7 za gubitak prinosa od 5% (Tablica 1. i Prilog 1.).

Tablica 22. Kasni prag zakorovljenosti (engl. weed free period) u proizvodnji soje tijekom 2015. godine

Međuredni razmak sjetve soje	Kasni prag zakorovljenosti			
	5% gubitka prinosa		10% gubitka prinosa	
	DAE	GDD	DAE	GDD
25 cm	125	1441	112	1291
50 cm	122	1400	113	1308
70 cm	133	1558	129	1502

DAS = engl. Days after sowing – dani nakon sjetve
GDD = eng. Growing degree days – temperaturne sume

Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2015. godini prikazuje Grafikon 24.

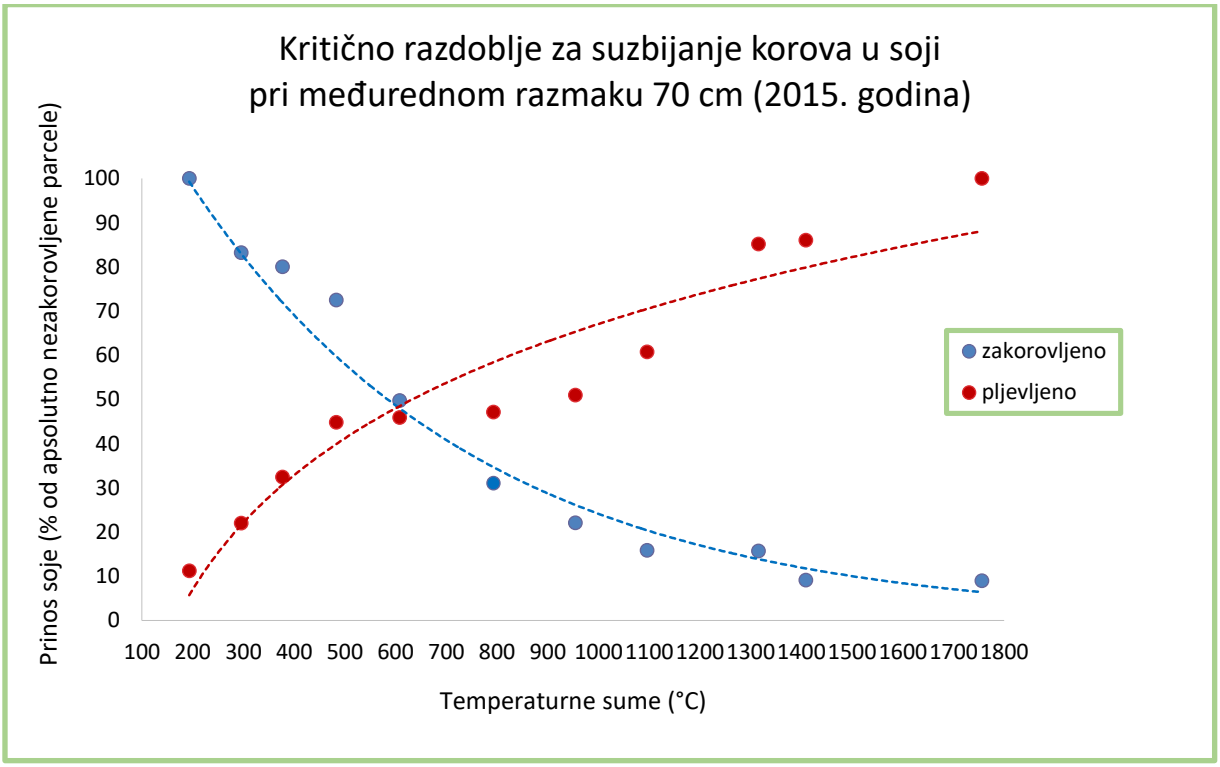


Grafikon 24. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2015. godini

Uz međuredni razmak 50 cm, soja se neometano razvijala bez gubitka prinosa od nicanja do 31. dana vegetacije. Nakon toga započinje pad prinosa od 5%, a daljnjih 5% gubitka nastupilo je u 36. danu od sjetve (Tablica 21.). Pad prinosa od 5% javlja se kod temperaturne sume od 242, a 10% kod temperaturne sume od 266. Rani prag zakorovljenosti pada u V1 razvojnom stadiju soje (Tablica 1. i Prilog 1.).

Soji je za maksimalan prinos potrebno 122 dana vegetacije bez prisustva korova. Nakon toga, kod temperaturne sume (GDD) od 1.400, prinos će opasti 5%, odnosno za gubitak prinosa od 10%, kasni prag zakorovljenosti pada 113. dana vegetacije, tj. kod temperaturne sume od 1.308 (Tablica 22.). Kasni prag zakorovljenosti pada u R6 razvojnom stadiju soje: kod 10% gubitka prinosa soja je bila na početku R6 razvojnog stadija, a kod 5% gubitka prinosa soja se nalazila na kraju R6 razvojnog stadija (Tablica 1. i Prilog 1.).

U soji sijanoj na međuredni razmak 70 cm utvrđeno kritično razdoblje zakorovljenosti prikazuje Grafikon 25.



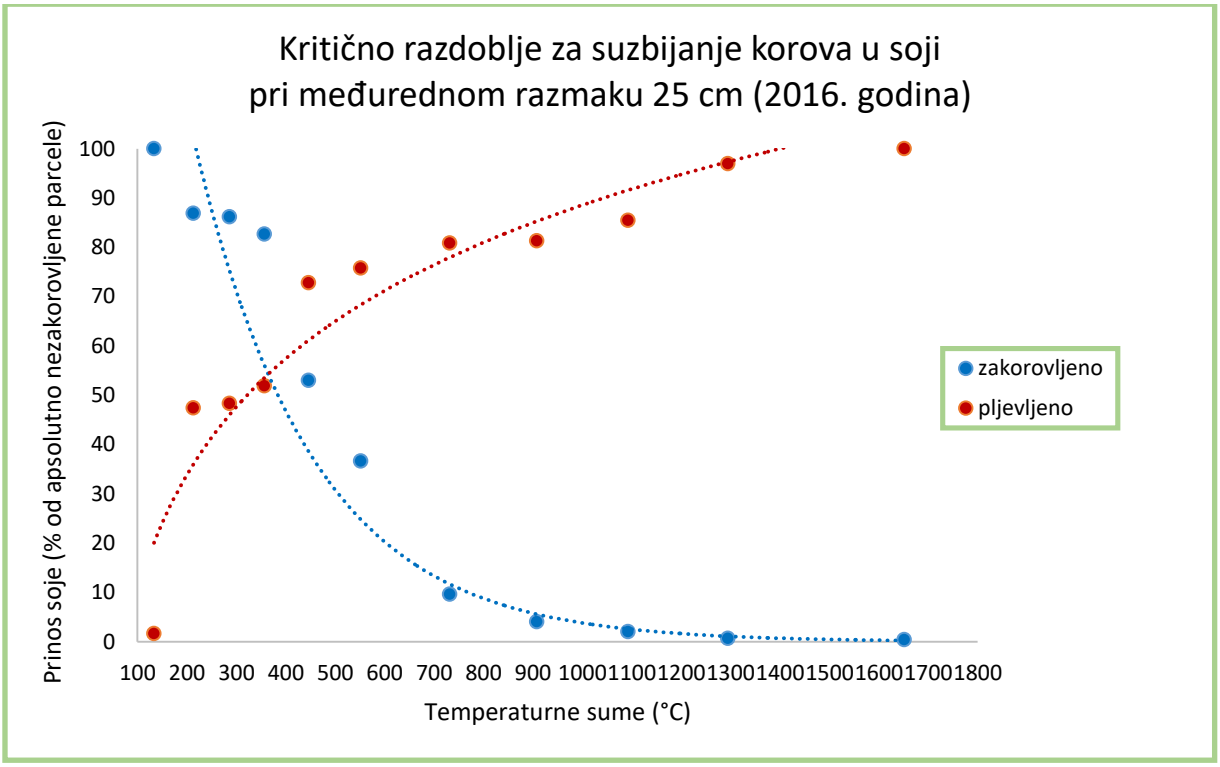
Grafikon 25. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 70 cm u 2015. godini

Bez gubitka prinosa pri ovom međurednom razmaku sjetve soja može opstati 28 dana, a nakon toga prinos će biti umanjen za 5%, dok će nakon 39. dana prinos biti umanjen za daljnjih 5% (Tablica 21.). Kod ranog praga zakorovljenosti, pad prinosa od 5% javlja se kod temperaturne sume od 225 (28. dan od sjetve), a pad prinosa za daljnjih 5% kod temperaturne sume od 291 (39. dan od sjetve). To se poklapa sa sljedećim razvojnim stadijima soje: VC za 5% gubitka prinosa i V2 za 10% gubitka prinosa (Tablica 1. i Prilog 1.).

Kasni prag zakorovljenosti kretao se od 129. dana od sjetve, za pad prinosa od 10%, pa do 133. dana, za pad prinosa od 5%. To odgovara temperaturnim sumama 1.502, za pad prinosa od 10%, odnosno 1.558, za pad prinosa od 5% (Tablica 22.). U tom periodu soja se nalazi u R7 razvojnom stadiju (Tablica 1. i Prilog 1.).

3.3.3. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje u 2016. godini

Posljednje godine istraživanja (2016.) kritično razdoblje zakorovljenosti pri međurednom razmaku sjetve 25 cm prikazuje Grafikon 26.



Grafikon 26. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 25 cm u 2016. godini

Bez gubitka prinosa soja se mogla razvijati prva 22 dana od sjetve, a nakon toga prinos je smanjen za 5%. Gubitak prinosa od 10% nastupio je 36. dana od sjetve soje (Tablica 23.). To se događalo u VE razvojnom stadiju soje pri temperaturnoj sumi od 113 (5% gubitak prinosa) i u V1 razvojnom stadiju soje pri temperaturnoj sumi 262 (10% gubitak prinosa) (Tablica 1. i Prilog 1.).

Tablica 23. Rani prag zakorovljenosti (engl. weed infested period) u proizvodnji soje tijekom 2016. godine

Međuredni razmak sjetve soje	Rani prag zakorovljenosti			
	5% gubitka prinosa		10% gubitka prinosa	
	DAE	GDD	DAE	GDD
25 cm	22	113	36	262
50 cm	38	284	45	360
70 cm	27	157	34	247

DAS = engl. Days after sowing – dani nakon sjetve
GDD = eng. Growing degree days – temperaturne sume

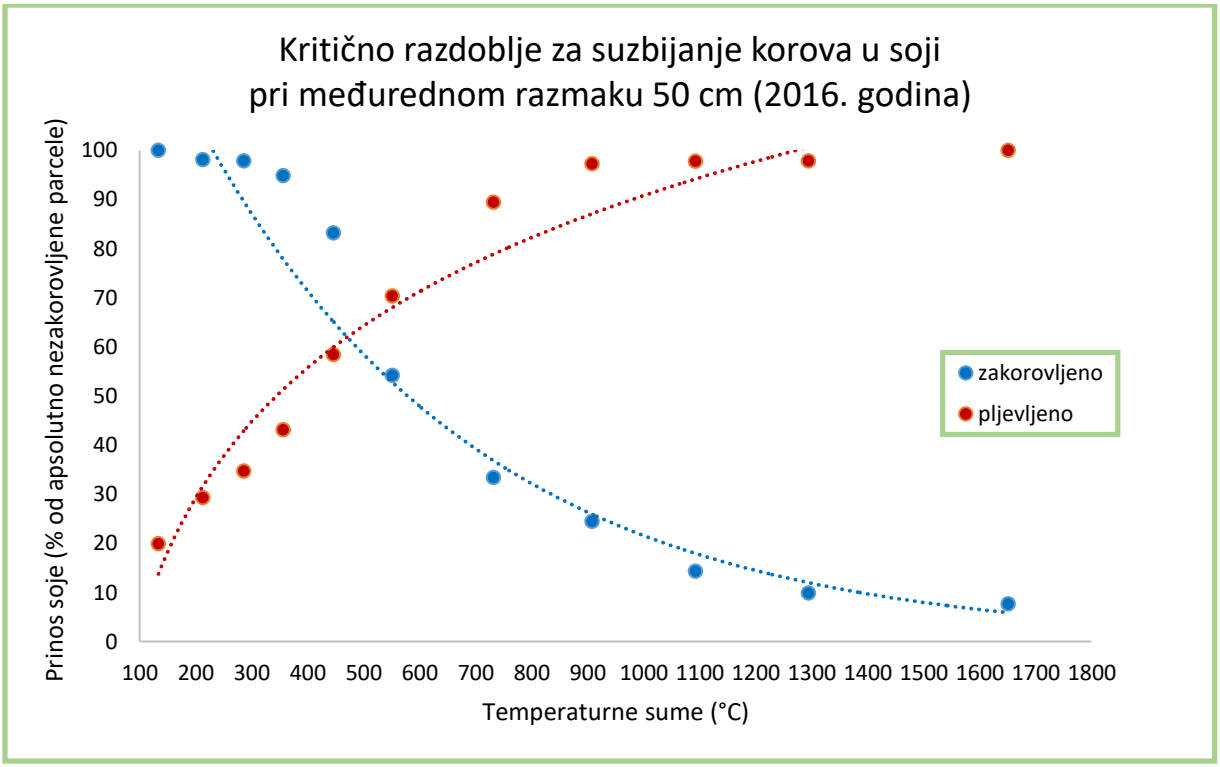
Bez snižavanja prinosa soja bi trebala biti 117 dana vegetacije bez prisustva korova, što je odgovaralo temperaturnoj sumi od 1.256. Nakon toga razdoblja snižen je prinos za 5%, a za 10% gubitka prinosa soja je trebala biti čista od korova 111 dana, što je odgovaralo temperaturnoj sumi od 1.189 (Tablica 24.). To razdoblje odgovara R6 razvojnom stadiju soje: kod 10% gubitka prinosa soja je bila na početku R6 razvojnog stadija, a kod 5% gubitka prinosa soja se nalazila na sredini R6 razvojnog stadija (Tablica 1. i Prilog 1.).

Tablica 24. Kasni prag zakorovljenosti (engl. weed free period) u proizvodnji soje tijekom 2016. godine

Međuredni razmak sjetve soje	Kasni prag zakorovljenosti			
	5% gubitka prinosa		10% gubitka prinosa	
	DAE	GDD	DAE	GDD
25 cm	117	1256	111	1189
50 cm	88	929	81	817
70 cm	98	1064	86	892

DAS = engl. Days after sowing – dani nakon sjetve
GDD = eng. Growing degree days – temperaturne sume

Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2016. godini prikazano je Grafikonom 27.

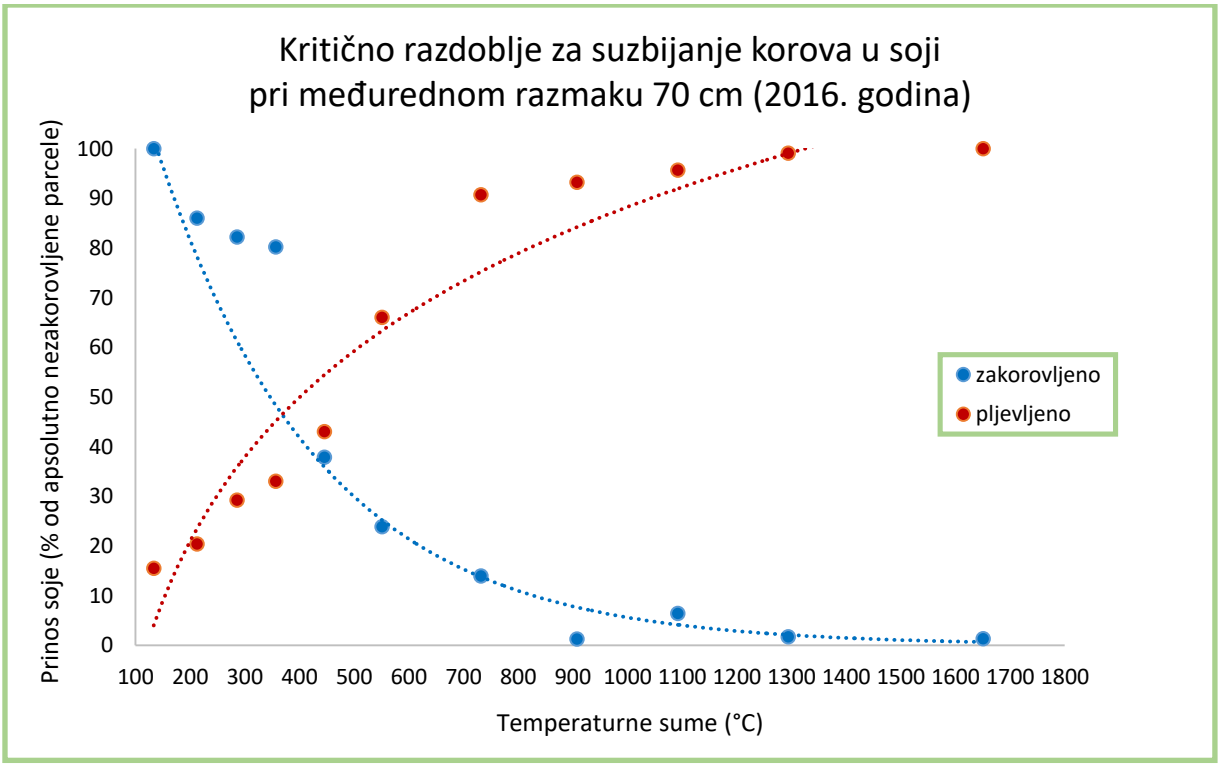


Grafikon 27. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 50 cm u 2016. godini

Iz Tablice 23. (rani prag zakorovljenosti) vidimo da je za prinos soje bez gubitka potrebno 38 dana. Nakon tog razdoblja dolazi do pada prinosa od 5%, a nakon 45. dana i do pada prinosa od 10%. Temperaturna suma 38. dana iznosila je 284, a 45. dana 360. Pad prinosa za 5% nastupio je u V2, a za 10% u V3 razvojnom stadiju soje (Tablica 1. i Prilog 1.).

Kasni prag zakorovljenosti prikazan je Tablicom 24. iz koje vidimo da do 10% gubitka prinosa dolazi nakon 81. dana i temperaturne sume 817. Za 5% gubitka prinosa soji je potrebno 88 dana bez korova što se podudara s temperaturnom sumom od 929. Razvojni stadiji u kojima se soja tada nalazi su R3 (za gubitak prinosa od 10%), odnosno R4 (za gubitak prinosa od 5%) (Tablica 1. i Prilog 1.).

Pri međurednom razmaku sjetve 70 cm kritično razdoblje zakorovljenosti prikazano je Grafikonom 28.



Grafikon 28. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje sijane na međuredni razmak 70 cm u 2016. godini

Kod ovog međurednog razmaka sjetve soja se može razvijati bez gubitka prinosa do 27. dana. Nakon toga, uslijed konkurentnog djelovanja korova dolazi do 5% pada prinosa, a nakon 34. dana prinos se smanjuje za još 5%. To razdoblje odgovara temperaturnoj sumi od 157 za 5% i 247 za 10% smanjenja prinosa (Tablica 23.). Rani prag zakorovljenosti u proizvodnji soje tijekom 2016. godine kod međurednog razmaka 70 cm nastupa u VE (za 5% smanjenja prinosa) i V1 (za 10% smanjenja prinosa) razvojnom stadiju soje (Tablica 1. i Prilog 1.).

Da ne bi došlo do smanjenja prinosa usjev soje zahtijeva razdoblje od 98 dana bez prisustva korova. Nakon toga razdoblja konkurentan utjecaj korova smanjit će prinos soje za 5%. Smanjenje prinosa od 10% zbog konkurentnog djelovanja korova nastupa nakon 86. dana vegetacije (Tablica 24.). Kasni prag zakorovljenosti nastupa kod temperaturnih suma 892 (za 10% gubitka prinosa) i 1.064 (za 5% gubitka prinosa). Do 10% gubitka prinosa dolazi u R3, a do 5% gubitka prinosa u R5 razvojnom stadiju soje (Tablica 1. i Prilog 1.).

3.3.4. Usporedba kritičnih razdoblja zakorovljenosti soje analizom različitih međurednih razmaka sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm) i različitih godina istraživanja (2014.-2016.)

Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 10% kod međurednog razmaka 25 cm razlikuje se u 2014. godini u odnosu na 2015. i 2016. godinu. U 2014. godini ono je dosta kraće i počinje u V3, a završava sa R2 razvojnim stadijem, dok je u sljedeće dvije godine identično i proteže se od V1 do R6 razvojnog stadija soje (Tablica 25.).

Tablica 25. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 10%

25 cm	Razvojni stadiji soje												
	VE	VC	V1	V2	V3	V4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
2014.													
2015.													
2016.													

50 cm	Razvojni stadiji soje												
	VE	VC	V1	V2	V3	V4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
2014.													
2015.													
2016.													

70 cm	Razvojni stadiji soje												
	VE	VC	V1	V2	V3	V4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
2014.													
2015.													
2016.													

Kod međurednog razmaka 50 cm kritično razdoblje se značajno razlikuje u istraživanim godinama. U prve dvije godine istraživanja (2014. i 2015.) ono počinje u V1, a završava s R4 (2014.) i R6 (2015.) razvojnim stadijima. U 2016. godini kritično razdoblje zakorovljenosti je dosta kraće i kreće se od V3 do R3 razvojnog stadija soje (Tablica 25.).

Kod međurednog razmaka 70 cm kritično razdoblje zakorovljenosti razlikuje se u svakoj od istraživanih godina. U 2014. i 2016. godini kritično razdoblje počinje u V1 razvojnom stadiju, ali različito završava. U 2014. godini završava u R5, a u 2016. godini završava u R3 razvojnom stadiju soje. U 2015. godini kritično razdoblje zakorovljenosti kreće se od V2 pa čak do R7 razvojnog stadija soje (Tablica 25.).

Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 5% kod međurednog razmaka 25 cm u sve tri godine istraživanja različito počinje i različito završava. Najkraće je u 2014. godini i kreće se od V1 do R4 razvojnog stadija soje. U sljedeće dvije godine istraživanja je znatno duže, tako da 2015. godine počinje u VC, a završava u R7 razvojnom stadiju, a 2016. godine kritično razdoblje proteže se od VE do R6 razvojnog stadija soje (Tablica 26.).

Tablica 26. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 5%

25 cm	Razvojni stadiji soje												
	VE	VC	V1	V2	V3	V4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
2014.													
2015.													
2016.													

50 cm	Razvojni stadiji soje												
	VE	VC	V1	V2	V3	V4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
2014.													
2015.													
2016.													

70 cm	Razvojni stadiji soje												
	VE	VC	V1	V2	V3	V4	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
2014.													
2015.													
2016.													

Kod međurednog razmaka 50 cm kritično razdoblje zakorovljenosti je isto u 2014. i 2015. godini. Kritično razdoblje započinje u V1, a završava u R6 razvojnom stadiju. U 2016. godini kritično razdoblje zakorovljenosti je kraće nego u prethodne dvije godine i traje od V2 do R4 razvojnog stadija soje (Tablica 26.).

Kod međurednog razmaka 70 cm kritično razdoblje zakorovljenosti razlikuje se u svakoj istraživanoj godini. Ono u svakoj godini počinje u različitom stadiju. Isto tako, svake godine završava u različitom stadiju, a razlikuje se i po dužini trajanja. U prvoj godini istraživanja (2014.) kritično razdoblje počinje u V1, a završava u R6 razvojnom stadiju. U drugoj godini istraživanja (2015.) kritično razdoblje počinje ranije u VC razvojnom stadiju, a završava kasnije u R7 razvojnom stadiju. U trećoj godini istraživanja (2016.) kritično razdoblje počinje još ranije u VE razvojnom stadiju, ali i završava najranije u R5 razvojnom stadiju soje (Tablica 26.).

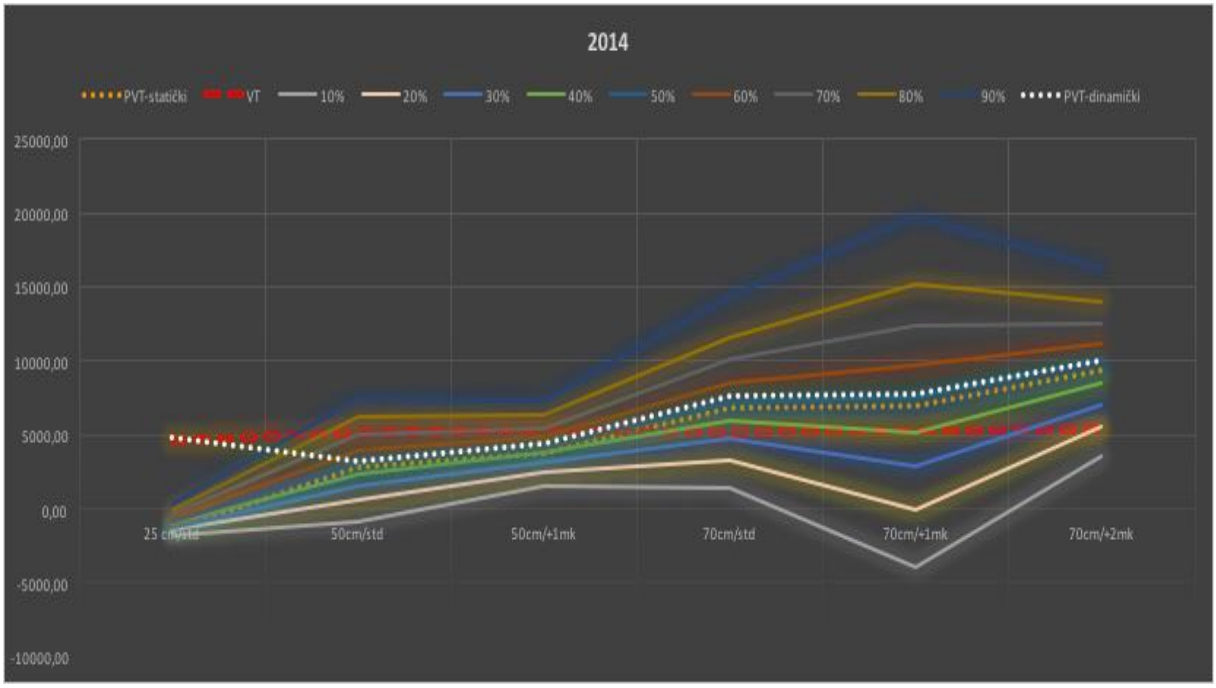
3.4. Ekonomska analiza proizvodnje soje

Standardna metoda u planiranju i ocjenjivanju financijske uspješnosti je izračun pokrića varijabilnih troškova – PVT. U fazi planiranja je izuzetno važno da PVT budu veća od ukupnih varijabilnih troškova – VT, odnosno ostvarivanje točke pokrića.

Glavni nedostatak ove metode je u tome što se temelji na prosječnim vrijednostima koje ne uzimaju previše u obzir oscilacije koje se u realnoj proizvodnji pojavljuju uslijed različitih klimatskih uvjeta i različitog sastava i brojnosti banke sjemena korova u različitim poljoprivrednim parcelama na kojima se odvija proizvodnja.

Uvođenje vjerojatnoće ostvarivanja određenog PVT temeljenog na standardnoj devijaciji ostvarenih prinosa u analizu financijske uspješnosti određene poljoprivredne proizvodnje daje poljoprivrednim proizvođačima značajno robusniji alat kao podršku u donošenju poslovnih odluka, konkretno određivanja sjetvene strukture za sljedeću godinu.

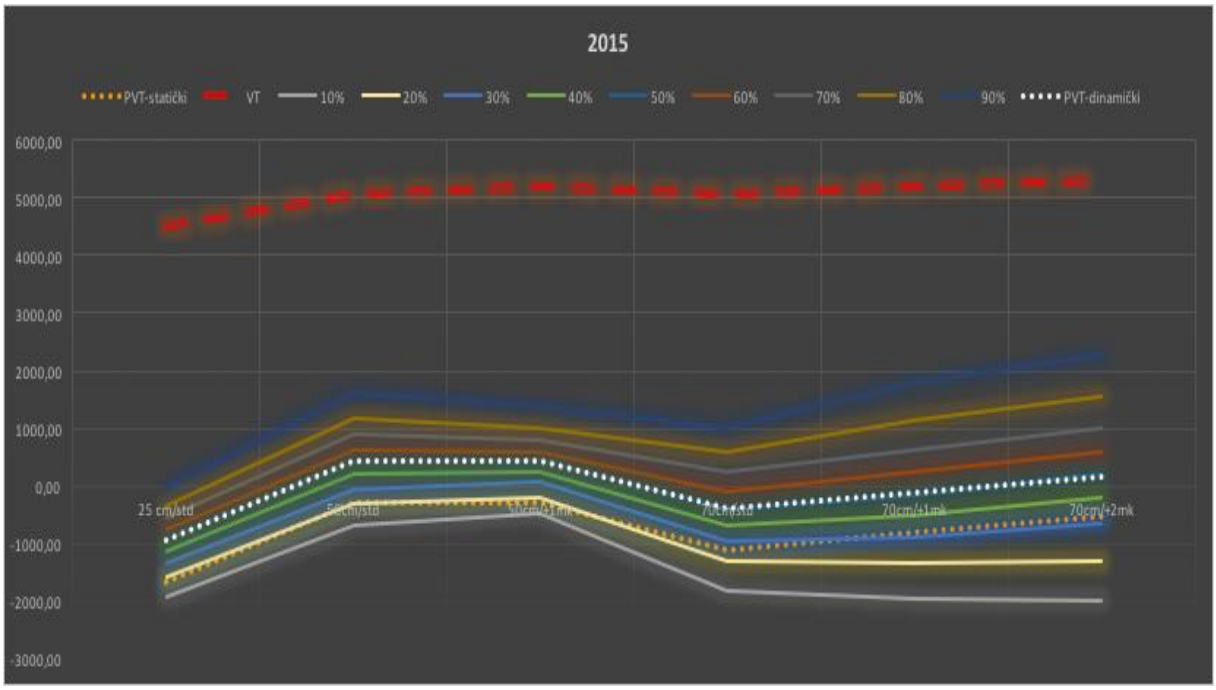
Tijekom 2014. godine u proizvodnji soje na tri međuredna razmaka je testirano ukupno šest različitih strategija suzbijanja korova (Grafikon 29.). Najbolji financijski rezultat je ostvaren u sustavu proizvodnje s međurednim razmakom 70 cm, pre-em i post-em kemijskom zaštitom s dvije dodatne mehaničke kultivacije. Navedeni sustav ima najviše varijabilne troškove proizvodnje, no povećanje prinosa u 90% slučajeva opravdava dodatna ulaganja u aktivnosti suzbijanja korova.



Grafikon 29. Ekonomska analiza proizvodnje soje u 2014. godini

Sustav proizvodnje s istim međurednim razmakom i jednom mehaničkom kultivacijom također generira PVT koje je veće od VT, no ono je niže u odnosno na prethodno analiziranu strategiju, a stupanj disperzije PVT je značajno veći uz 30% vjerojatnoće da varijabilni troškovi neće biti pokriveni.

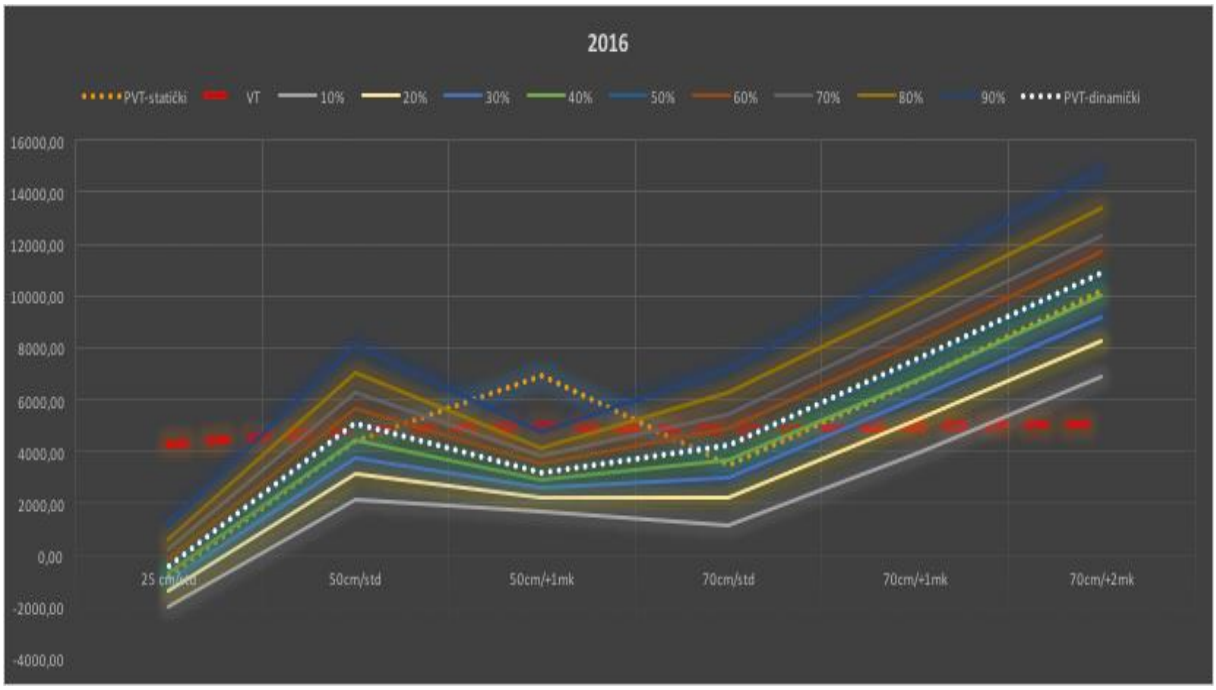
Proizvodnja soje tijekom 2015. godine se odvijala u izuzetno nepovoljnim vremenskim uvjetima. Niti jedna od primijenjenih strategija suzbijanja korova nije rezultirala prinosom koji bi omogućio pokrivanje VT proizvodnje (Grafikon 30.).



Grafikon 30. Ekonomska analiza proizvodnje soje u 2015. godini

Rezultati proizvodnje soje tijekom 2016. godine se odvijaju prema obrascu koji je ustanovljen tijekom prve pokusne godine. Najbolji financijski rezultat je ostvaren u sustavu proizvodnje s međurednim razmakom 70 cm, pre-em i post-em kemijskom zaštitom s dvije dodatne mehaničke kultivacije. Navedeni sustav ima najviše varijabilne troškove proizvodnje, no povećanje prinosa u 100% slučajeva opravdava dodatna ulaganja u aktivnosti suzbijanja korova (Grafikon 31.).

Sustav proizvodnje s istim međurednim razmakom i jednom mehaničkom kultivacijom također generira PVT koje je veće od VT, no ono je niže u odnosu na prethodno analiziranu strategiju. Stupanj disperzije PVT je približno jednak uz 10% vjerojatnoće da varijabilni troškovi neće biti pokriveni. Kod strategija kontrole korova u sustavu proizvodnje soje s međurednim razmakom 50 cm može se očekivati ostvarivanje pozitivnog financijskog rezultata tek u 30% slučajeva, dok je sustav proizvodnje s međurednim razmakom 25cm u financijskom smislu potpuno neprihvatljiv.



Grafikon 31. Ekonomska analiza proizvodnje soje u 2016. godini

Analiza trogodišnjeg pokusa daje konzistentne rezultate temeljem kojih se sustav proizvodnje s međurednim razmakom 70 cm, pre-em i post-em kemijskom zaštitom s dvije dodatne mehaničke kultivacije može preporučiti kao standardna agronomska praksa za srednje rane sorte soje u agroekološkim uvjetima istočne Hrvatske na jako zakorovljenim tlima, dok se na manje zakorovljenim tlima možemo osloniti na kemijsku zaštitu sa samo post-em tretmanom.

4. RASPRAVA

Kontrola korova je jedan od najznačajnijih čimbenika koji utječu na produktivnost poljoprivredne proizvodnje. Širom svijeta korovi su prvi među štetočinjama te uzrokuju u prosjeku 32% gubitka u potencijalnom prinosu (Oerke i Dehne, 2004.). Korovi direktno konkuriraju usjevu za ograničene resurse te time smanjuju prinos i povećavaju cijenu proizvodnje. Korovi također ometaju učinkovitost žetve, a uz to su i domaćini insektima i bolestima koje oštećuju usjev.

Kako navode Liebmann i sur. (1997.), tri su osnovna cilja suzbijanja korova:

- smanjiti gustoću korova
- smanjiti štetu što je određena gustoća korova nanosi usjevu kojeg uzgajamo
- mijenjati sastav korovne zajednice prema manje agresivnim vrstama i onim koje je jednostavnije kontrolirati.

Premda se u Republici Hrvatskoj vodi računa o svim gore navedenim ciljevima, recentna istraživanja ukazuju da se na našem području, usprkos suvremenim mjerama borbe, floristički sastav korovnih zajednica mijenja i usmjerava k selekciji visoko kompetitivnih i invazivnih vrsta (Štefanić i sur., 2015.a, 2015.b).

Istraživanja u ovom radu ukazuju da u korovnoj zajednici soje dominira brojnošću i masom nekoliko korovnih vrsta. To su: *Chenopodium album, Sorghum halepense, Amaranthus retroflexus, Setaria viridis* i *Datura stramonium*. Navedeni korovi tipični su za istraživano područje i ukoliko se ne provedu stroge mjere borbe, mogu značajno smanjiti prinos. Ne samo na području sjeveroistočne Hrvatske, već i u mnogim drugim zemljama, ove vrste su uvrštene među najproblematičnije ljetne jednogodišnje i višegodišnje korove u proizvodnji soje i kukuruza (Gibson i sur., 2005.).

Chenopodium album je jedna od najrasprostranjenijih korovnih vrsta na svijetu i uzrokuje velike štete u proizvodnji uslijed svog rapidnog početnog rasta, kompetitivne prednosti u usvajanju hraniva (Pandy i sur., 1971.), ogromnoj proizvodnji sjemena (Harrison, 1990.) i klijanjem unutar širokog raspona okolišnih uvjeta (Mulugeta i Stoltenberg, 1998., Ogg i Dawson, 1984.).

Premda za mjere borbe mnogi autori sugeriraju izostavljenu obradu (Yenish i sur., 1992.), manipulaciju s razmakom sjetve i plodored (Tharp i Kells, 1999.), herbicidi su još uvijek glavna komponenta u programu suzbijanja ove neugodne korovne vrste (Glenn i sur., 1997.).

Gubitci u prinosu soje, kako pokazuju rezultati mnogobrojnih istraživanja, nastaju kao rezultat kompeticije i s mnogim drugim korovima kao npr. vrstama iz roda *Amaranthus* ili s jednogodišnjom travnom vrstom *Echinochloa crus galli* (Cowan i sur., 1998.).

Štoviše, istraživanja su pokazala da korovi ne utječu samo na smanjenje prinosa soje, već je ugrožena i kvaliteta sjemena (% bjelančevina, ulja i vode). Signifikantno niže vrijednosti istraživanih parametara prinosa i kvalitete sjemena soje zabilježene su na jače zakorovljenim parcelama, posebice gdje su dominirale vrste *Ambrosia trifida* L., *Amaranthus rudis* J. Sauer i *Setaria faberi* F. Herm. (Gibson i sur., 2008.).

Odabir najučinkovitije strategije kontrole korova mijenjao se tijekom povijesti. Herbicidi su dugo bili najmasovnije sredstvo borbe protiv nepoželjnih biljaka na oranicama. Npr. prema navodima USDA/NASS u SAD-u je tijekom vegetacijske sezone 1998. godine aplicirano na poljima preko 35 milijuna kilograma aktivne tvari raznih herbicida (https://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Chemical_Use/). Među najzastupljenijima su bili pendimetalin, glifosat i trifluralin za koje je utvrđeno da dospijevaju u podzemne vode i time značajno utječu na kvalitetu pitke vode. Nadalje, utvrđeno je da je 97% od ukupno sijane soje tretirano herbicidima s prosječnom cijenom od 65 US dolara po hektaru. To je ekvivalentno 35% od varijabilnih troškova proizvodnje i dvostruko više nego pri proizvodnji kukuruza (*Zea mays* L.). Nažalost, masovna uporaba herbicida dovela je do selekcije na herbicide rezistentne korovne vrste koje su u nekim slučajevima povećale i više nego duplo troškove suzbijanja (Price i sur., 2011.).

Zadnjih desetljeća, zbog brige za očuvanjem okoliša, a isto tako i smanjenjem troškova zaštite usjeva, pokrenuta su mnogobrojna istraživanja vezana za alternativne načine suzbijanja korova. Svi zajedno objedinjeni su u integrirani pristup u kojemu su kemijske mjere borbe samo nadopuna nekemijskim (Swnaton i Weise, 1991).

Ključna komponenta u odabiru odgovarajuće strategije integriranog suzbijanja korova jest dobro poznavanje floističkog sastava korova na oranicama. Tako su Buhler i sur. (1991.)

demonstrirali da u slabo zakorovljenom usjevu soje jedna do dvije međuredne kultivacije može osigurati zadovoljavajući prinos zrna, vrlo sličan nezakorovljenoj kontrolnoj parceli. Međutim, na jače zakorovljenim parcelama, mehaničko suzbijanje korova nije bilo dovoljno i prinos je bio niži nego na parcelama koje su uključivale herbicidne tretmane. Stoga autori naglašavaju da prijelaz s kemijski intenzivnih sustava zaštite usjeva k mehaničkom suzbijanju korova nije preporučljiv pri jakoj zakorovljenosti. U takvim slučajevima integriranim pristupom s reduciranim ratama herbicida, uz mehaničku kultivaciju, mogu se postići izvrsni rezultati. Stoga mehaničko suzbijanje korova kao dio integrirane zaštite usjeva može održati visoke prinose zrna uz minimalnu uporabu herbicida.

Manipulacija razmakom sjetve pokazala se kao dobro oruđe u kontroli korova. Soja se kod nas češće uzgaja na razmaku sjetve 45-50 cm (Vratarić i Sudarić, 1988), ali se može sijati i na širi (70 cm) ili čak na uži međuredni razmak (25 cm), ovisno o grupi zriobe sorte. Harder i sur. (2007.) utvrdili su da soja sijana na uži međuredni razmak (38 cm) zatvara sklop i sedam dana ranije nego ona sijana na širi međuredni razmak (76 cm). Nadalje, soja sijana na uži međuredni razmak uspijeva bolje iskoristiti prostor rano u vegetacijskoj sezoni, kako unutar tako i između redova, a isto tako i povećati indeks lisne površine ujednačavajući udaljenost biljaka unutar i između redova.

Slična istraživanja su utvrdila da soja sijana u uže redove bolje iskorištava svjetlost tijekom cijele vegetacijske sezone te ujedno zasjenjuje korove i onemogućava ih da niču kasnije u vegetaciji (Steckel i Spauge, 2004., Norsworthy i Oliviera, 2004.).

Pored boljeg iskorištavanja svjetlosti, soja sijana na uže redove također reducira omjer crvenog i krajnje crvenog svjetla koje dopire do tla. Za širokolisnu korovnu vrstu *Chenopodium album* je utvrđeno da reagira na smanjenje kvalitete svjetla tako što dolazi do elongacije glavne stabljike, smanjuje se lisna površina i smanjuje se produkcija sjemena (Gramig i Stoltenberg, 2009.).

Nadalje, Yelverton i Coble (1991.) su utvrdili korelaciju razmaka sjetve i regeneracije korova tijekom vegetacije. Što je razmak sjetve veći to se linearno povećava i sposobnost korova da se regeneriraju tijekom vegetacije.

Međutim, na tlima bogatim bankom sjemenja korova, kao što je bio slučaj u ovim istraživanjima, manipulacija razmakom sjetve nije dala očekivane rezultate. Naime, razlike u zatvaranju sklopa, iskorištavanju prostora kao i onemogućavanje nicanja korova, nisu bili uočeni. Razmak između redova 45-50 cm omogućava brzo zatvaranje redova i optimalan razvoj biljaka te se preporuča na našem području (http://www.donausoja.org/fileadmin/user_upload/Partner_Agro_Info/Agriculture/Best_Practice_Manuals/PRIRUCNIK_ZA_GAJENJE_SOJE_januar.pdf). Širi međuredni razmak (70 cm) također je pogodan, ali je obično jače zakorovljen.

U ovim istraživanjima, relativna abundancija izdanaka korova po 1 m^2 nije se značajno razlikovala između ispitivanih razmaka sjetve. U soji su brojčano dominirali tijekom svih godina istraživanja jednogodišnji širokolisni korovi *Chenopodium album* i *Amaranthus retroflexus*, jednogodišnja travna vrsta *Setaria viridis* i višegodišnji travni korov *Sorghum halepense*. Navedeni korovi tipična su korovna flora okopavina na području istočne Hrvatske što potvrđuju mnoga istraživanja (Štefanić i sur., 2016.a, 2016.b, 2017.a, 2017.b).

Međutim, trogodišnjim istraživanjima na području Vukovarsko-srijemske županije utvrđene su razlike u strukturi korovne zajednice soje sijane na različite međuredne razmake. Rezultatima multivarijantne statističke analize utvrđeno je da postoje razlike u floističkom sastavu, te da pojedine korovne vrste preferiraju različiti razmak sjetve. Razlike između razmaka sjetve 70 cm i 25 cm bile su najuočljivije. Korovne vrste *Solanum nigrum*, *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus* i *Sorghum halepense* pozitivno su korelirane s međurednim razmakom sjetve 70 cm. To je i razumljivo jer navedeni korovi ne podnose zasjenu. Tako npr. vrsti *Solanum nigrum* pogoduje široki međuredni razmak jer u uvjetima smanjene svjetlosti dolazi do elongacije internodija i pojave tanjih listova te u konačnici i do smanjenja nadzemne biomase (Crotser i sur., 2002.).

Uži razmak sjetve soje može pospješiti kontrolu korova koji kasnije niču kao što je *Amaranthus rudis*, koji čak može, uslijed sposobnosti da niče kasnije tijekom vegetacije, izbjeći aplikaciju glifosata. Nadalje, kod užeg razmaka sjetve povećava se mortalitet klijanaca korova i smanjuje se produkcija sjemenja korova (Steckel i Spauge, 2004., Norsworthy i Oliviera, 2004.). Međutim, neke korovne vrste, kao *Setaria faberi* sposobne su potpuno završiti životni ciklus i u usjevu soje sijanom na uski međuredni razmak (Johnson i sur., 1998.)

Klijanje predstavlja kritičan trenutak u životnom ciklusu korova (Forcella i sur., 2000.). Razdoblje nicanja i dinamika nicanja klijanaca korova imaju ključnu ulogu u formiranju gubitka prinosa. (Swanton i sur., 2008.). Tako je npr. proučavano i uspoređivano klijanje korova *Abutilon tephrasti* L.. Klijanci koji su se pojavili na početku sezone uspoređivani su s onima koji su se pojavili kasnije. Utvrđeno je da su klijanci koji su iznikli ranije bili mnogo kompetitivniji, proizveli su veću nadzemnu biomasu i količinu sjemena i imali su veći utjecaj na prinos usjeva (Massinga i sur., 2001., Norsworthy i sur., 2007., Steckel and Sprague, 2004.). Niska kompetitivna sposobnost klijanaca, što niču kasnije tijekom vegetacije soje, rezultat je konkurencije među samim korovima i njihovog većeg postotka mortaliteta.

Također je i akumulacija nadzemne biomase korova pod utjecajem širine razmaka sjetve. Salehian i Najafian (2015.) su utvrdili da o širini razmaka sjetve ovisi i količina biomase korova jer širi redovi omogućavaju bolji razvoj korovne mase, posebice vrste *Abutilon theoprasti*.

Slično navode i Legere i Schreiber (1989.) za vrstu *Amaranthus retroflexus*. Rano u početku vegetacije biomasa soje snažno je reducirana prisustvom korova, posebice vrste *Amaranthus retroflexus*. U sredini vegetacijske sezone, udio mase *Amaranthus retroflexus* dosegao je 43% od ukupne biomase u soji sijanoj u široke redove (76 cm) te 24% u soji sijanoj na uske redove. Soja je proizvela dva do tri puta više lisne površine nego ščir (*Amaranthus retroflexus*) u prvom dijelu vegetacijske sezone, a posebice je to bilo izraženo u soji sijanoj na uske redove. Međutim, lisna površina kod korova bila je koncentrirana u gornjim slojevima i stoga je smanjila dotok svjetlosti listovima soje koji su bili smješteni ispod. To dovodi do zaključka da raspored i smještaj listova također utječu na razinu kompeticije za svjetlost, usprkos većoj lisnoj površini kod soje.

Razvoj nadzemne biomase korova praćen je tijekom sve tri godine istraživanja na kontrolnim parcelama. Utvrđeno je da se najveći indeks povećanja biomase korova odvija na početku vegetacije. U međurednom razmaku sjetve 25 cm najsnažnija akumulacija nadzemne mase korova odvijala se od V2 do V4 faze, a 500 g ukupne suhe biomase korovi dosežu od 50 do 60 dana od sjetve. U soji sijanoj na međuredni razmak sjetve 50 cm i 70 cm najsnažnija akumulacija nadzemne mase korova odvijala se od V2 do R2 faze, a 500 g ukupne suhe biomase korovi dosežu kasnije, tj. od 60 do 70 dana od sjetve.

Razlog tome jest snažnija kompeticija usjeva i korova u gušćem sklopu jer kako navode Sattin i Berti (http://www.fao.org/docrep/006/y5031e/y5031e04.htm) na jako zaraženim poljima mogu se uočiti različite komponente kompeticije. To su:

- kompeticija između uzgajanih biljaka
- kompeticija između uzgajanih biljaka i korova
- kompeticija između različitih korovnih vrsta
- kompeticija unutar istih korovnih vrsta.

Poznavanje kritičnog razdoblja kompeticije korova u soji omogućava implementaciju učinkovite i vremenski podešene strategije suzbijanja korova. Definicija kritičnog razdoblja zakorovljenosti dijeli se u dva segmenta: razdoblje kompeticije s korovima i potrebno razdoblje bez korova. Razdoblje kompeticije definira se kao maksimalno razdoblje u kojemu korovi koegzistiraju s usjevom a da pri tom ne uzrokuju gubitak prinosa (to je tzv. rani prag). Sukladno tome, potrebno razdoblje bez korova jest ono minimalno razdoblje tijekom kojeg usjev mora biti čist od korova kako bi prevenirao gubitak prinosa (to je tzv. kasni prag). Primjena herbicida isključivo u vrijeme kritičnog razdoblja zakorovljenosti predstavlja potencijalnu mogućnost smanjenja uporabe većih količina kemikalija, posebice kod sustava s izostavljenom obradom tla (Halford i sur., 2001.).

Van Acker i sur. (1993.) su opisali kritično razdoblje zakorovljenosti soje koristeći njene razvojne stadije. Njihova istraživanja su pokazala da je za prihvatljivi gubitak prinosa od 2,5% početak kritičnog razdoblja vrlo varijabilan i kreće se od razvojnog stadija V2 (razvoj drugog nodija) ili 9-tog dana nakon nicanja (DAE = Days After Emergence) pa sve do R3 razvojnog stadija (početak formiranja mahuna), tj. 38-og dana nakon nicanja.

Slična varijabilnost za početak kritičnog razdoblja zakorovljenosti utvrđena je i tijekom ovih istraživanja. Za gubitak prinosa od 10%, početak kritičnog razdoblja zakorovljenosti kreće se od razdoblja V1 do V3 za razmak sjetve 25 cm i 50 cm dok je za razmak sjetve 70 cm taj raspon kraći i kreće se od V1 do V2 razvojnog stadija soje. Za gubitak prinosa od 5% početak kritičnog razdoblja zakorovljenosti pomiče se do VE stadija, tj već od nicanja.

Međutim, mora se imati na umu da je vrijeme od sjetve do nicanja usjeva bilo vrlo dugo, 15 dana u 2014., 13 dana u 2015. i čak 20 dana u 2016. godini. Za to vrijeme korovi su uspjeli niknuti i gotovo potpuno pokriti površinu tla (Slika 16. u Prilogu).

Van Acker i sur. (1993.) nadalje navode da je kraj kritičnog razdoblja zakorovljenosti u njihovim istraživanjima konzistentan i završava s razvojem 4-tog nodija soje, tj. u V4 razvojnoj fazi ili 25 dana nakon nicanja usjeva. Autori zaključuju da korovi trebaju biti uklonjeni prije nego soja stupi u reproduktivnu fazu R1 što započinje 30. dana od sjetve.

Istraživanjima na području Vukovarsko-srijemske županije, na tlu visoko zaraženim korovima, dobiveni su drugačiji i također varijabilni rezultati. Usjev soje potrebno je održavati čistim od korova do razvojnog stadija R3 pa čak i do R6 uz gubitak prinosa od 10%. Za gubitak prinosa od 5% usjev mora biti čist od korova do razvojnog stadija R4 ili čak do R7. Vjerojatno, bogata banka sjemenja korova u tlu i mogućnost dugog razdoblja njihova nicanja i konkurencije usjevu čine kritično razdoblje zakorovljenosti vrlo dugim u usporedbi s ostalim istraživanjima u svijetu (Coble i sur., 1981., Halford i sur., 2001., Singh i sur., 1996.).

Mnogi autori, međutim, smatraju da odstranjivanje krova unutar prva dva tjedna od nicanja usjeva i korova ne mora biti nužno. Burnside (1979.) je u svojim istraživanjima pokazao da usjev koji se održava čistim od korova unutar prva dva do četiri tjedna nakon sjetve ne pokazuje značajan gubitak u prinosu od kasnonicajućih korova. Nadalje, Coble i sur. (1981.) ukazuju da je u vlažnoj sezoni potrebno imati četiri tjedna usjev soje čist da se spriječi gubitak nastao kompeticijom s ambrozijom (*Ambrosia artemisiifolia*). U sušnim uvjetima dovoljna su samo dva tjedna.

Harisson (1990.) je utvrdio da usjev može tolerirati pet tjedana kompeticiju s dvije lobode (*Chenopodium album*) po 1 m^2 ili sedam tjedana ukoliko je prisutna samo jedna biljka po 1 m^2. Na žalost, u ovim istraživanjima zakorovljenost ovim korovom bila je iznimno visoka te je na 1 m^2 kontrolne, zakorovljene parcele, izbrojano prosječno u početku sezone i više od 100 izdanaka (Slika 17. u Prilogu). U takvoj gustoj populaciji lobode, koja je nikla čak i ranije od soje, početak kritičnog razdoblja zakorovljenosti nastupa vrlo rano.

Rezultati Keremati i sur. (2008.) ukazuju da kritično razdoblje zakorovljenosti utječe i na komponente prinosa soje. Broj mahuna po biljci se signifikantno povećavao s povećanjem vremenskog perioda bez korova i smanjivao se kako se zakorovljenost povećavala. Međutim, broj sjemenki po mahuni i masa 1000 zrna nije značajno bila pod utjecajem zakorovljenosti.

Slični rezultati dobiveni su i u ovim istraživanjima. Na morfometrijska obilježja soje (visinu, broj grana, broj članaka), prinos i komponente prinosa (broj mahuna) te žetveni indeks utjecala je dužina zakorovljenosti.

Kompetitivna sposobnost usjeva i korova u velikoj je mjeri ovisna o uvjetima okoliša. Stoga su nužna istraživanja vezana za ovu temu u različitim agroekološkim uvjetima i različitim usjevima (Knezevic i sur., 2002.). Nadalje, kritično razdoblje kontrole korova jest dio integriranog suzbijanja korova (IWM – integrated weed management) i pod utjecajem je i agrotehničkih mjera kao npr. uporaba dušičnih gnojiva (Knezevic i sur., 2003.a, Evans i sur., 2003., Evans i Knezevic, 2000.).

Od agrotehničkih mjera, na kritično razdoblje zakorovljenosti utječe i razmak sjetve, odnosno kompeticijski prostor. Soja sijana na međuredne razmake sjetve u ovim istraživanjima od 25 cm, 50 cm i 70 cm različito je reagirala za dužinu zakorovljenosti. Knezevic i sur. (2003.b) su također utvrdili da se pri različitom međurednom razmaku u različito vrijeme zatvara sklop pa time utječe na rast i razvoj i usjeva i korova. Prema njihovim istraživanjima najranije kritično razdoblje kontrole korova nastupa kod soje sijane na široki razmak u vrijeme pojave prve troliske. Kod užeg sklopa kritično razdoblje nastupa pojavom druge troliske. Praktična implikacija ove spoznaje jest da sjetva soje u šire redove reducira toleranciju usjeva na korove koji niču rano pa stoga zahtijeva ranije programe suzbijanja za razliku od soje sijane na uže razmake sjetve.

Na kraju, ekonomska evaluacija provedenog pokusa ukazala je na značaj pravovremenog i učinkovitog suzbijanja korova. Monte Carlo simulacija vjerojatnoće ostvarivanja određenog pokrića varijabilnih troškova na osnovu podataka dobivenih tijekom istraživanja izdvojila je s najboljim financijskim rezultatom sustav proizvodnje soje s međurednim razmakom 70 cm uz pre-em i post-em kemijsko tretiranje, te dvije međuredne kultivacije, na jako zakorovljenim tlima. Na tlima gdje zakorovljenost nije ekstremna kao što je to bio slučaj u našim istraživanjima, možemo se osloniti na kemijsku zaštitu sa samo post-em tretmanom i dvije međuredne kultivacije. Ovakav pristup suzbijanju korova predstavlja kombinaciju mehaničkih i kemijskih mjera suzbijanja korova te nam pokazuje da samo sinergijom navedenih mjera možemo doći do pozitivnog financijskog efekta.

Briga o okolišu i zdravlju potakla je mnoge istraživače da procjenjuju različite strategije suzbijanja korova te predlažu one mjere koje pored ekološkog aspekta vode brigu i o financijskom učinku (Cuyno i sur., 2001.).

5. ZAKLJUČCI

Trogodišnjim istraživanjima korova u soji na području Vukovarsko-srijemske županije doneseni su sljedeći zaključci:

1. Utvrđeno je ukupno 34 korovne vrste, pripadnici 19 porodica. Najbrojnija vrstama je porodica *Asteraceae* (7), zatim *Poaceae* (4). Floristički je najbogatija bila prva godina istraživanja (2014.) sa 26 korovnih vrsta, sljedeće godine (2015.) je zabilježeno 18, a posljednje godine istraživanja (2016.) samo 15 korovnih vrsta. Prema životnom ciklusu 16 je jednogodišnjih, 13 višegodišnjih, a 5 su jednogodišnje do dvogodišnje vrste.

2. U soji sijanoj na međuredni razmak 25 cm kroz sve tri godine istraživanja zabilježeno je 7 korovnih vrsta (*Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Chenopodium hybridum, Convolvulus arvensis, Helianthus annuus, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*). S najvećom relativnom abundancijom isticao se u 2014. godini *Sorghum halepense* (1,001), a u sljedeće dvije godine dominantna je bila vrsta *Chenopodium album* s relativnom abundancijom 0,606 u 2015. i 1,150 u 2016. godini.

3. U međurednom razmaku sjetve 50 cm također je tijekom sve tri godine istraživanja utvrđeno zajedničkih 7 korovnih vrsta. To su *Amaranthus retroflexus, Ambrosia artemisifolia, Chenopodium album, Convolvulus arvensis, Datura stramonium, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*. Prve godine je dominirao *Sorghum halepense* sa relativnom abundancijom od 0,962, a druge i treće godine istraživanja *Chenopodium album* sa relativnom abundancijom od 0,725 u 2015. i 1,120 u 2016. godini.

4. Korovna zajednica soje zasijana na međuredni razmak 70 cm kroz sve tri godine istraživanja imala je 6 zajedničkih vrsta: *Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Datura stramonium, Helianthus annuus, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*. Sirak (*Sorgum halepense*) je u prvoj godini istraživanja, kao i kod dva prethodna međuredna razmaka sjetve, bio najzastupljeniji s relativnom abundancijom od 0,984. Međutim, dominirao je sljedeće godine istraživanja s relativnom abundancijom od 0,545 uz subdominantnu vrstu *Chenopodium album* (0,518). Posljednje godine

istraživanja signifikantno se s relativnom abundancijom (1,213) isticao *Chenopodium album*.

5. Sumarno, tijekom svih godina istraživanja kod sva tri razmaka sjetve utvrđene su četiri dominantne korovne vrste: *Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*.

6. Međuredni razmak sjetve utjecao je na floristične razlike u korovnoj zajednici soje. Multivarijantnom statističkom analizom (RDA) utvrđene su razlike između korovne zajednice soje sijane u gusti sklop u odnosu na onu sijanu na veći međuredni razmak. To je posebice bilo signifikantno izraženo u prvoj i trećoj godini istraživanja.

7. Dinamika razvoja nadzemne biomase korova razlikovala se u prvoj godini istraživanja (2014.) u odnosu na ostale dvije godine (2015. i 2016.). U prvoj godini najveća biomasa zabilježena je kod međurednog razmaka 50 cm, zatim 70 cm, dok je najmanja biomasa zabilježena kod međurednog razmaka 25 cm. U drugoj i trećoj godini istraživanja najveća biomasa zabilježena je kod međurednog razmaka 25 cm, zatim 50 cm, a najmanja biomasa bila je kod međurednog razmaka 70 cm.

8. U prvoj godini istraživanja zabilježen je puno snažniji razvoj biomase korova u odnosu na sljedeće dvije godine kod kojih je porast mase tijekom sezone bio dosta umjereniji.

9. Za razvoj 500 grama nadzemne biomase korova na 1 m² bilo je potrebno između 50 i 70 dana, ovisno o godini istraživanja i međurednom razmaku sjetve soje. U prve dvije godine istraživanja 500 grama nadzemne biomase korova najbrže je formirano kod međurednog razmaka 25 cm, što je u suprotnosti s posljednjom godinom istraživanja kada je najbrža akumulacija suhe tvari korova bila kod međurednog razmaka 70 cm.

10. U sve tri godine istraživanja (2014.-2016.) i kod sva tri međuredna razmaka (25 cm, 50 cm i 70 cm), negativan utjecaj korova na morfometrijska obilježja, prinos soje i žetveni indeks je signifikantan, bez obzira radi li se o zakorovljenosti u prvom dijelu vegetacije ili naknadnoj zakorovljenosti.

11. Prinos soje signifikantno se razlikovao u svim godinama istraživanja (2014.-2016.) i svim međurednim razmacima sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm).

12. Kritično razdoblje zakorovljenost soje uz gubitak prinosa od 10% počinjalo je od V1 do V3 razvojnog stadija soje, a završavalo od R2 do R7 razvojnog stadija. U V1 razvojnom stadiju kritično razdoblje počinjalo je kod međurednog razmaka 25 cm 2015. i 2016. godine, kod međurednog razmaka 50 cm 2014. i 2015. godine, a kod međurednog razmaka 70 cm 2014. i 2016. godine, dakle u 66% slučajeva. Do R7 razvojnog stadija kritično razdoblje trajalo je samo 2015. godine kod međurednog razmaka 70 cm, dok je kod svih ostalih godina i međurednih razmaka ono bilo kraće. U sve tri godine istraživanja i sva tri međuredna razmaka najkraće kritično razdoblje bilo je 2014. godine kod međurednog razmaka 25 cm i trajalo je od V3 do R2 razvojnog stadija soje (4 razvojna stadija), dok se najduže kritično razdoblje protezalo kroz 10 razvojnih stadija: 2015. godine kod međurednih razmaka 25 cm (V1-R6), 50 cm (V1-R6) i 70 cm (V2-R7), te 2016. godine kod međurednog razmaka 25 cm (V1-R6).

13. Kritično razdoblje zakorovljenosti soje uz gubitak prinosa od 5% počinjalo je od VE do V1 razvojnog stadija i trajalo od R4 do R7 razvojnog stadija soje. U VE razvojnom stadiju kritično razdoblje počinjalo je samo u 2016. godini kod međurednih razmaka 25 cm i 50 cm. Do R7 razvojnog stadija kritično razdoblje protezalo se samo u 2015. godini kod međurednih razmaka 25 cm i 70 cm. Najkraće kritično razdoblje od V2 do R4 razvojnog stadija (7 razvojnih stadija) bilo je 2016. godine kod međurenog razmaka 50 cm, dok je najduže kritično razdoblje od 12 razvojnih stadija bilo 2015. godine kod međurednih razmaka 25 cm (VC-R7) i 70 cm (VC-R7) te 2016. godine kod međurednog razmaka 25 cm (VE-R7).

14. Kao standardna agronomska praksa, na području Vukovarsko-srijemske županije, na jako zakorovljenim tlima, može se preporučiti uzgoj soje (srednje rane sorte) na međurednom razmaku od 70 cm s pre-em i post-em kemijskom zaštitom s dvije međuredne kultivacije. Na tlima gdje zakorovljenost nije ekstremna kao što je to bio slučaj u našim istraživanjima, možemo se osloniti na kemijsku zaštitu sa samo post-em tretmanom i dvije međuredne kultivacije.

6. LITERATURA

Adcock, T.E., Banks, P.A. (1991.): Effects of preemergence herbicides on the competitiveness of selected weeds. Weed Science 39: 54-56.

Aldrich, R.J. (1987.): Predicting crop yield reductions from weeds. Weed Technology 1: 199-206.

Alexander, H., Mauck, K., Whitfield, A., Garrett, K., Malmstrom, C. (2014.): Plant-virus interactions and the agro-ecological interface. European Journal of Plant Pathology, Vol. 138, Iss. 3: 529-547.

Altieri, M.A. (1995.): Agroecology: The Science of sustainable agriculture. Westview Press 443 pp.

Alvarez, J.M., Hutchinson, P.J.S. (2005.): Managing hairy nightshade to reduce potato viruses and insect vectors. Outlooks on Pest Management, Vol. 16, Iss. 6: 249-252.

Baziramakenga, R., Leroux, G.D. (1994.): Critical Period of Quackgrass (*Elytrigia repens*) Removal in Potatoes (*Solanum tuberosum*). Weed Science 42: 528-533.

Barić, K., Ostojić, Z. (2000.): Mogućnosti suzbijanja korova u soji. Agronomski glasnik 1,2: 71-84.

Baumann, D.T., Kropff, M.J., Bastiaans, L. (2000.): Intercropping leeks to suppress weeds. Weed Research 40: 359-374.

Berkowitz, A.R. (1988.): Competition for resources in weed-crop mixtures. U Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches. ORC Press 57-77.

Blamey, M., Grey-Wilson, C. (1991.): La Flore d'Europe occidentale. Arthaud, pp. 544.

Buhler, D.D, Gunsolus, J.L., Ralston, D.F. (1991.): Integrated weed management techniques to reduce herbicide inputs in soybean. Agronomy Journal, Vol. 84, No. 6, pp. 973-978.

Buhler, D.D., King, R.P., Swinton, S.M., Gunsolus, J.L., Forcella, F. (1997.): Field evaluation of a bioeconomic model for weed management in soybean (*Glycine max).* Weed Science 45: 158 -165.

Buhler, D. D. (2002.): Challenges and opportunities for integrated weed management. Weed Science 50: 273-280.

Burnside, O.C. (1979.): Soybean (*Glycine max*) Growth as Affected by Weed Removal, Cultivar and Row Spacing. Weed Science 27: 562-565.

Cerna, B.L., Valdez, V. (1987.): Influencia de las poblaciones de las malezas *Sorghum halepense* (L.) Pers. y *Bidens piloso* L. sobre el rendimento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Turrialba 37: 303-309.

Chandler, K. Murphy, S.D., Swanton, C.J. (1994.): Effect of tillage and glyphosate on control of quackgrass (*Elytrigia repens*). Weed Technology 8, No. 3: 450-456.

Chhokar, R.S., Balyan, R.S., Pahuja, S.S. (1997.): Nutrient removal by weeds in soybean (*Glycine max*) under integrated weed management. Indian Journal of Agronomy 42(1): 138-141.

Ciuberkis, S., Bernotas, S., Raudonius, S., Felix, J. (2007.): Effect of weed emergence time and intervals of weed and crop competition on potato yield. Weed Technology 21: 612-617.

Clements, F.E., Weaver, J.E., Hanson, H.C. (1929.): Plant Competition: an analysis of community functions. Pub. Carnegie Inst.

Coble, H.D., Williams, F.M., Ritter, R.L. (1981.): Common Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) Interference in Soybeans (*Glycine max*). Weed Science, Vol. 29(3): 339-342.

Coble, H.D. (1986.): Development and implementation of economic thresholds for soybean. U: CIPM: Integrated pest management on major agricultural systems. (Frisbie, R.E. and Adkinson, P.L. eds.) Texas A&M University, Texas.

Coble, H.D., Mortensen, D.A. (1992.): The threshold concept and its application to weed science. Weed Technology 6: 191-195.

Cousens, R. (1985.): A simple model relating yield loss to weed density. Annals of applied biology 107: 239-252.

Cousens, R. (1987.): Theory and reality of weed control thresholds. Plant Protection Quarterly 2: 13-20.

Cowan, P., Weaver, S.E., Swanton, C.J. (1998.): Interference between pigweed (*Amaranthus spp*.), barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), and soybean (*Glycine max*). Weed Science 46: 533-539.

Crotser, M.P., Witt, W.W., Spomer, L.A. (2002): Neutral density shading and far-red radiation influence black nightshade (*Solanum nigrum*) and eastern black nightshade (*Solanum ptycanthum*) growth. Weed Science 51(2): 208-213. 2003.

Cujno, L.C.M., Norton, G.W., Rola, A. (2001.): Economic analysis of environmental benefits of integrated pest management: a Philippine case study. Agricultural Economics 25(2001): 227-233.

Davis, V.M., Johnson W.G. (2008.): Glyphosate-resistant horseweed (*Conyza Canadensis*) emergence, survival, and fecundity in no-till soybean. Weed Science, Vol. 56, Iss. 2 (March 2008.), pg(s) 231-236.

Derksen, D.A., Lafond, G.P., Thomas, G.A., Loeppky, H.A., Swanton, C.J. (1993.): Impact of agronomic practices on weed communities: tillage systems. Weed Science, Vol. 41: 409-417.

Diaz-Montano, J., Fuchs, M., Nault, B.A., Fail, J., Shelton, A.M. (2011.): Onion thrips (*Thysanoptera*: *Triphidae*): A global pest of increasing concern in onion. Journal of Economic Entomology 104(1): 1-13.

Domac, R. (1994.): Flora Hrvatske: Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb, pp. 504.

Donald, W.W. (2000.): Between-row mowing + in-row band-applied herbicide for weed control in *Glycine max*. Weed Science 48: 487-500.

Duke, S.O. (1996.): Herbicide resistant crops – background and perspectives. U: Herbicide-Resistant Crops: Agricultural. Environmental, Economic, Regulatory and Technical Aspects. CRC Press & Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Duke, S.O. (1999.): Herbicide-resistant crops-their role in soybean weed management. Proceedings World Soybean Research Conference VI, University of Illinois, 352-356.

Evans, S.P., Knezevic, S.Z. (2000.): Critical period of weed control in corn as affected by nitrogen supply. Weed Science 55: 151.

Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Shapiro, C., Lindquist, J.L. (2003.): Nitrogen level affects critical period for weed control in corn. Weed Science 51: 408-417.

Fehr, W.R., Caviness, C.E. (1977.): Stages of soybean development. Special Report 80. Cooperative Extension Service. Agriculture and Home Economics Experiment Station. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa.

Fehr, W.R., Curtiss C.F. (2004.): Breeding for fatty acit composition of soybean oil. In: Moscardi, F. et al. (eds.) Proceeding of the 7th World Soybean Research Conference (WSRC), Brazil, 815-821.

Felton, W.L. (1976.): The influence of row spacing and plant population on the effect of weed competition in soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 16: 926-931.

Fennimore, S.A., Mitich, L.W., Radosevich, S.R. (1984.): Interference among Bean (*Phaseolus vulgaris*), Barnyardgrass (*Echinochloa cruss galli*), and Black Nightshade (*Solanum nigurm*). Weed Scinece 32: 336-342.

Field, A. (2013.): Discovering statistics using IBM SPSS statistics. SAGE Publications Inc, California.

Forcella, F., Arnold, R.L.B., Sanchez, R., Ghersa, C.M. (2000.): Modelling seedling emergence. Field Crop Research 67: 123-139.

Franz, J.E., Mao, M.K., Sikorski, J.A. (1997.): Glyphosate: a unique global herbicide. American Chemical Society. Monograph 189, Washington DC.

Gerowitt, B., Heitefuss, R. (1990.): Weed economic threshold s in cereals in the Federal Republic of Germany. Crop Protection 9: 323-331.

Gianessi, L.P., Reigner, N.P. (2007.): The value of herbicides in US crop production. Weed Technology 21: 559-566.

Gibson, K.D., Johnson, W.G., Hillger, D.E. (2005.): Farmer perceptions of problematic corn and soybean weeds in Indiana. Weed Technology 19: 1065-1070.

Gibson, D.J., Millar, K., Delong, M., Connoly, J., Kirwan, L., Woood, A.J., Young, B.G. (2008.): The weed community affects yield and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Journal of the Science of Food and Agriculture 1-42.

Glenn, S., Phillips, W.H., Kalnay, P. (1997.): Long-term control of perennial broadleaf weeds and triazine-resistant common lambsquarters (*Chenopodium album*) in no-till corn (*Zea mays*). Weed Technology 11: 436-443.

Gramig, G.G., Stoltenberg, D.E. (2009.): Adaptive responses of field-grown common lambsquarters (*Chenopodium album*) to variable light quality and quantity environments. Weed Science 57: 271-280.

Griffin, J.L., Habetz, R.J. (1989.): Soybean (*Glycine max*) Tolerance to Preemergence and Postemergence Herbicides. Weed Technology 3: 358-360.

Hager, A.G., Wax, L.M., Bollero, G.A., Simmons, F.W. (2002.): Common waterhemp (*Amaranthus rudis* Sauer) management with soil-applied herbicides in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Crop Protection 21: 277-283.

Halford, C., Hamill, A.S., Zhang, J., Doucet, C. (2001.): Critical period of weed control in no-till soybean (*Glycine max*) and corn (*Zea mays*). Weed Technology 15: 737-744.

Hall, M.R., Swanton, C.J., Anderson, G.W. (1992.): The Critical Period of Weed Control in Grain Corn (*Zea mays*). Weed Science 40: 441-447.

Hammerton, J. L. (1972.): Effect of Weed Competition, Defoliation and Time of Harvest of Soyabeans. Experimental Agriculture 8: 333-338.

Harder, D.B., Sprague, C.L., Renner, K.A. (2007.): Effect of soybean row width and population on weeds, crop yields, and economic return. Weed Technology 21: 744-752.

Harrison, S.K. (1990.): Interference and Seed Production by Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) in Soybeans (*Glycine max*). Weed Science 42: 568-573.

Horvatić, S. (1954.): Ilustrirani bilinar: Priručnik za određivanje porodica rodova višeg bilja. Školska knjiga, Zagreb, pp. 767.

Hrustić, M., Vidić, M., Miladinović, J. (2004.): Soja i stres. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo. Novi Sad, Zbornik radova, Vol. 40: 217-225.

Hymowitz, T. (1988.): Soybeans: The Success Story, Proceedings of the First National Symposium. New Crops: Research, Development, Economics Indianapolis, Indiana, 159-163.

IBM Corp. Releases (2013.): IBM SPSS statistics for windows, version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.

Javorka, S., Csapody, V. (1975.): Iconographia florae partis Austro-orientalis Europae centralis. Akademiai Kiado, Budapest, pp. 576.

Johnson, G.A., Hoverstad, T.R., Greenwald, R.E. (1998.): Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides and cultivation. Agronomy Journal 90: 40-46.

Keramati, S., Pirdashti, H., Esmaili, M.A., Abbasian, A., Habibi, M. (2008.): The Critical Peiod of Weed Control in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in North of Iran Conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences 11: 463-467.

Knezevic, S.Z., Evans, S.P., Blankenship, E.E., Van Acker, R.C., Lindquist, J.L. (2002.): Critical period for weed control: the concept and data analysis. Weed Science 50: 773-786.

Knezevic, S.Z., Evans, S.P., Mainz, M. (2003.a): Row spacing influences the critical timing for weed removal in soybean (*Glycine max*). Weed Technology 17: 666- 673.

Knezevic, S.Z., Evans, S.P., Mainz, M. (2003.b): Yield penalty due to delayed weed control in corn and soybean. Crop Management: CM-2003-0219-01-RS.

Konstantinović, B., Meseldžija, M., Konstantinović, B. (2008.): Zastupljenost dominantnih vrsta korova soje u Vojvodini. Biljni lekar, Vol. 36: 272-275.

Krausz, R.F., Young, B.G., Kapusta, G., Matthews, J.L. (2001.): Influence of weed competition and herbicides on glyphosate-resistant soybean (*Glycine max*). Weed Technology 15: 530-534.

Legere, A., Schreiber, M.M. (1989.): Competition and Canopy Architecture as Affected by Soybean (*Glycine max*) Row Width and Density of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus).* Weed Science 37: 84-92.

Legere, A., Stevenson, F.C., Benoit, D.L. (2005.): Diversity and assembly of weed communites: contrasting responses across cropping systems. Weed Research 45(4): 303-315.

Liebman, M., Gallandt, E.R. (1997.): Many little hammers: ecological management of crop-weed interactions. Pages 291-343 in L.E. Jackson, ed. Ecology in Agriculture. New York: Academic Press.

Logan, T.J., Davidson, J.M., Baker, J.L., Overcash, M.R. (1987.): Effects of conservation tillage on groundwater quality - Nitrates and pesticides. Chelsea, MI: Lewis, 292 pp.

Logan, T.J. (1993.): Agricultural best management practices for water pollution control: current issues. Agriculture, Ecosystems and Environment 46: 223-231.

Magurran, A.E. (1988.): Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton.

Marinov-Serafimov, P., Dimitrova, T., Kusmova, K. (2008.): A study of weed spread and density in a soybean stand on leached chernozem. Herbologia, Vol. 9, No. 1: 1-10.

Massinga, R.A., Currie, R.S., Horak, M.J., Bojer, J. (2001.): Interference of Palmer amaranth in corn. Weed Science 49: 202-208.

Menalled, F.D., Gross, K.L., Hammond, M. (2001.): Weed aboveground and seedbank community responses to agricultural management systems. Ecological Applications, Vol. 11, Iss. 6: 1586-1601.

Mihalić, V., Bašić, F. (1997.): Temelji bilinogojstva. Školska knjiga, Zagreb, pp. 215.

Mitchley, J. (1987.): Diffuse competition in plant communities. Trends in Ecology and Evolution, 2: 104-106.

Mortensen, D.A., Egan, J.F., Maxwell, B.D., Ryan, M.R., Smith, R.G. (2012.): Navigating a critical juncture for sustainable weed management. BioScience 62: 75-84.

Mulugeta, D., Stoltenberg, D.E. (1998.): Influence of cohorts on *Chenopodium album* demography. Weed Science 46: 65-70.

Muugeta, D., Boerboom, C.M. (2000.): Critical time of weed removal in glyphosate-resistant *Glycine max*. Weed Science 48: 35-42.

Nieto, H.J., Brondo, M.A., Gonzales, J.T. (1968.): Critical periods of the crop growth cycle for competition from weeds. PANS 14: 159-167.

Norris, R.F. (1992.): Case History for Weed Competition/Population Ecology: Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) in Sugarbeets (*Beta vulgaris*). Weed Technology 6: 220-227.

Norsworthy, J.K., Oliviera, M.J. (2004.): Comparison of the critical period for weed control in wide-and narrow-row corn. Weed Science 52: 802-807.

Norsworthy, J.K., Jha, P., Bridges, W. (2007.): Sicklepod (*Senna obtusifolia*) survival and fecundity in wide-and narrow-row glyphosate-resistant soybean. Weed Science 55: 252-259.

Oerke, E.C., Dehne, H.V., Schonbeck, F., Weber, A. (1994.): Crop production and crop protection: Estimated losses in major food and cash crops. ECPA, Hamburg.

Oerke, E.C., Dehne, H.W. (2004.): Safegurading production – losses in major crops and the role of crop protection. Crop Protection 23: 275-285.

Ogg, A.G., Dawson, J.H. (1984.): Time of emergence of eight weed species. Weed Science 32: 327-335.

Oliver, L.R. (1988.): Principles of weed threshold research. Weed Technology 2: 398-403.

Ostojić, Z. (1990.): Stanje i tendencije primjene herbicida u soji. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji (Posebno izdanje). God. 20: 95-102.

Pandey, H.N., Misra, K.C., Mukherjee, K.L. (1971.): Phosphate uptake and its incorporation in some crop plants and their associated weeds. Annals of Botany 35: 367-372.

Pannell, D.J., Stewart, V., Bennett, A., Monjardino, M., Schmidt, C., Powles, S.B. (2004.): RIM: a bioeconomic model for integrated weed management of *Lolium rigidum* in Western Australia. Agricultural Systems, Vol. 79, Iss. 3: 305-325.

Pešić, M. (2003): Uticaj proteinske molekulske strukture genotipova na tehnološke funkcionalne osobine soje. Magistarska teza. Univerzitet u Beogradu. Poljoprivredni fakultet.

Powles, S.B. (2008.): Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. Pest Management Science 64: 360-365.

Price, A.J., Balkcom, K.S., Culpepper, S.A. (2011.): Glyphosate-resistant Palmer amaranth: a threat to conservation tillage. Journal of Soil and Water Conservation, 265-275.

Radosevich, S.R., Holt, J.S. (1984.): Weed Ecology: Implications for Vegetation Management. A Wiley-interscience Publication, New York, pp. 240.

Radosevich, S.R. (1987.): Methods to study interactions among crops and weeds. Weed Technology 1: 190-198.

Radosevich, S.R., Roush, M.L. (1990.): The role of competition in agriculture. U: Perspectives on Plant Competition, ed. Grace, J.B. and Tilman, D.. Academic Press, San Diego, 341-363.

Ratkowsky, D.A. (1990.): Handbook of Nonlinear Regression Models. Marcel Dekker, New York, USA.

Reddy, K.N., Whiting, K. (2000.): Weed Control and Economic Comparisons of Glyphosate-Resistant, Sulfonylurea-Tolerant, and Conventional Soybean (*Glycine max*) Systems. Weed Technology 14: 204-211.

Reddy, K.N. (2001.): Glyphosate-resistant soybean as a weed management tool: Opportunities and challenges. Weed Biology and Management 1: 193-202.

Rubel, A., Rinne, R.W., Canwin, D.T. (1972.): Protein, oil, and Fatty Acid in Developing Soybean seeds 1. Crop Science 12: 739-741.

Salehian, H., Najafian, M. (2015.): Study of relationship between soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) planting spatial arrangements and velvetleaf (*Abutilon theophrasti* L.) population dynamic. Acta Agriculturae Slovenica 105: 293-302.

Sartorato, I., Berti, A., Zanin, G., Dunan, C.M. (2011.): Modelling of glyphosate application timing in glyphosate-resistant soybean. Weed Science 59(3): 390-397.

Schmenk, R., Kells, J.J. (1998.): Effect of soil-applied atrazine and pendimethalin on velvetleaf (*Abutilon theoprasti*) competitiveness in corn. Weed Technology 12: 47-52.

Singh, M., Saxena, M.C., Abu-Irmaileh, B.E., Al-Thahabi, S.A., Haddad, N.I. (1996.): Estimation of critical period of weed control. Weed Science 44: 273-283.

Skender, A., Vratarić, M. (1986.): Mogućnost suzbijanja korovske flore herbicidima u soji na području Osijeka. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji 16(1-2): 79-100.

Skender, A., Vratarić, M., Bilandžić, M. (1987.): Utjecaj ekoloških činilaca na djelotvornost herbicida prije i poslije nicanja soje. Zbornik radova Jugoslavenskog savjetovanja o primjeni pesticida. Opatija, 45-52.

Skender, A., Vratarić, M., Bilandžić, M. (1989.): Utjecaj kompeticijskih odnosa korova na prinos soje i na izbor ekološki povoljnijeg herbicida u njihovom suzbijanju. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji 19(3-4): 203-222.

Skender, A., Vratarić, M., Bilandžić, M. (1991.): Utjecaj različitih klimatskih činilaca i zakorovljenosti na djelotvornost herbicida i prinos soje. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji 21: 51-60.

Skender, A., Vratarić, M., Pirić, M., Rajak, N. (1992.): Značaj suzbijanja korova do zatvaranja sklopa soje. Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji 22(2): 205 -208.

Skender, A., Vratarić, M., Karzalko, M., Ivanšić, M. (1993.): Nadzemni izdanci i sjemenje korova u površinskom sloju tla u usjevu soje. Fragmenta phytomedica et herbologica, 21(2): 135-141.

Stainforth, D.W. (1962.): Responses of Soybean Varieties to Weed Competition. Agronomy Journal 54: 11-13.

Steckel, L.E., Sprague, C.L. (2004.): Late-season common waterhemp (*Amaranthus rudis*) interference in narrow-and wide-row soybean. Weed Technology 18: 947-952.

Stoimenova, I. (1995.): Effect of the degree and duration of weed-infestation of soybean seeding with *Amaranthus retroflexus* on the yield structural elements. Rasteniev dni Nauki 26: 96-103.

Stoller, E.W., Woolley, J.T. (1985.): Competition for Light by Broadleaf Weeds in Soybeans (*Glycine max*). Weed Science 33: 199-202.

Stoller, E.W., Harrison, S.K., Wax, L.M., Regnier, E.E., Nafziger, E.D. (1987.): Weed interference in soybeans (*Glycine max*). Reviews of Weed Science 3: 155-181.

Swanton, C. J., Weise, S.F. (1991.): Integrated weed management: the rationale and approach. Weed Technology 5: 657-663.

Swanton, C.J., Murphy, S.D. (1996.): Weed science beyond the weeds: the role of integrated weed management (IWM) in agroecosystem health. Weed Science 44: 437-445.

Swanton, C.J., Weaver, S., Cowan, P., Van Acker, R., Deen, W., Shreshta, A. (1999.): Weed Thresholds: Theory and Applicability. Journal of Crop Production, Vol. 2, No. 1: 9-29.

Swanton, C.J., Mahoney, K.J., Chandler, K., Gulden, R.H. (2008.): Integrated weed management: knowledge-based weed management systems. Weed Science 56: 168-172.

Šmilauer, P., Lepš, J. (2014.): Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO 5. Cambridge University Press. Second Edition.

Štefanić, E., Dimić, D., Štefanić, I., Sudarić, A., Rašić, S., Gregić, I., Kovačević, V. (2015.a): Structure of weed community in soybean crop in Vukovar-Srijem County. 8 international scientific/professional conference "Agriculture in nature and environment protection". Vukovar.

Štefanić, E., Gregić, I., Štefanić, I., Rašić, S., Pančić, S. (2015.b): Determination of the critical period for weed control in soybean crop (*Glycine max*. (L.) Merr.). 8 international scientific/professional conference "Agriculture in nature and environment protection". Vukovar.

Štefanić, E., Antunović, S., Japundžić Palenkić, B., Štefanić, I. (2016.a): Weed community responses to agricultural management systems in transplanted cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). Herbologija, Vol. 16, No. 1, 2016., 51-58

Štefanić, E., Štefanić, I., Antunović, S., Japundžić Palenkić, B. (2016.b): Economic analysis of weed control in transplanted cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitat*a). Herbologia, Vol. 16, No. 1, 2016., 59-66.

Štefanić, E., Kovačević, V., Dimić, D., Štefanić, I., Antunović, S. (2017.a): Changes in weed species composition in northeastern croatian row crops from 1977 to 2015. Herbologija, Vol. 16, No. 2, 2017., 57-62.

Štefanić, E., Dimić, D., Sudarić, A., Štefanić, I., Antunović, S., Horvat, G. (2017.b): Seasonal dynamic of weed biomass in narrow and wide row soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Herbologija, Vol. 16, No. 2, 2017., 63-68.

Taylor, H.M., Mason, W.K., Bennie, A.T.P., Rowse, H.R. (1982.): Responses of soybean to two row spacings and two soil water levels. An analysis of biomass accumulation, canopy development, solar radiation, interception and components of seed yield. Field Crop Research 5: 1-4.

ter Braak, F.J.C. (1987.): Ordination. U: Data analysis in community and landscape ecology. (eds.): Jongman, G.H.R., ter Braak, F.J.C., van Tongeren, R.F.O, First published by Pudoc, Wageningen.

ter Braak, F.J.C., Šmilauer, P. (2002.): Canoco Reference Manual and CanoDrow for Windows User's Guide. Biometric, Wageningen.

Thakral, K.K., Pantida, M.L., Khurana, S.C., Kalloo, G. (1989.): Effect of time of weed removal on growth and yield of potato. Weed Research 29: 33-38.

Tharp, B.E., Kells, J.J. (1999.): Influence of Herbicide Application Rate, Timing, and Interrow Cultivation on Weed Control and Corn (*Zea mays*) Yield in Glufosinate-Resistant and Glyphosate-Resistant Corn. Weed Technology 13: 807-813.

Thill, D.C., Lish, J.M., Callihan, R.H., Bechinski, E.J. (1991.): Integrated weed management – a component of integrated pest management: a critical review. Weed Technology 5: 648-656.

Van Acker, R.C., Swanton, C.J., Weise, S.F. (1993.): The Critical Period of Weed Control in Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Weed Science 41: 194-200.

Van Heemst, H.D.J. (1985.): The influence of weed competition on crop yield. Agricultural Systems 18: 81-93.

Van Gessel, M.J., Renner, K.A. (1990.): Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Interference in Potatoes (*Solanum tuberosum*). Weed Science 38: 338-334.

Vratarić, M., Sudarić, A. (2008.). Soja *Glycine max* (L.) Merr. Drugo izmijenjeno i dopunjeno izdanje, Osijek.

Weaver, S.E., Kropff, M.J., Groenveld, R.M.W. (1992.): Use of ecophysiological models for crop-weed interference: the critical period of weed interference. Weed Science 40: 302-307.

Whittaker, R.H. (1967.): Gradient analysis of vegetation. Biological Reviews 42: 207-264.

Wildi, O. (2013.): Data Analysis in Vegetation Ecology. Wiley – Blackwell.

Yelverton, F.H., Coble, H.D. (1991.): Narrow Row Spacing and Canopy Formation Reduces Weed Resurgence in Soybean (*Glycine max*). Weed Technology 5: 169-174.

Yenish, J.P., Doll, J.D., Buhler, D.D. (1992.): Effects of tillage on vertical distribution and viability of weed seed in soil. Weed Science 40: 429-433.

Zimdahl, R.L. (1987.): The concept and application of the critical weed-free period. U: Altieri M.A., Liebman, M. eds. Weed management in agroecosystems: ecological approach. Florida, USA, CRC Press.

*** Anonymous (2006.): Izvješće o stanju okoliša Vukovarsko-srijemske županije. Dok. br. 25-06-2423/25, rev. 1.

Korištene internetske stranice:

http://articles.extension.org/pages/18529/an-ecological-understanding-of-weeds

http://meteo.hr

http://wssa.net/wssa/weed/composite-list-of-weeds/

http://www.donausoja.org/fileadmin/user_upload/Partner_Agro_Info/Agriculture/Best_Practice_Manuals/PRIRUCNIK_ZA_GAJENJE_SOJE_januar.pdf

http://www.fao.org/docrep/006/y5031e/y5031e04.htm

http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm

http://www.tisup.mps.hr

https://hr.wikipedia.org/wiki/Vukovar#/media/File:Croatia_location_map.svg

https://ndawn.ndsu.nodak.edu/help-soybean-growing-degree-days.html

https://www.agweb.com/article/ndsu-develops-soybean-growing-degree-day-model-naa-university-news-release/

http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC

https://www.google.hr/maps/@45.3403548,19.0255136,1132m/data=!3m1!1e3?hl=hr

https://www.nass.usda.gov/Newsroom/archive/2017/01_12_2017.php

https://www.nass.usda.gov/Surveys/Guide_to_NASS_Surveys/Chemical_Use/

https://www.poljinos.hr/kontakt/

https://www.poljinos.hr/proizvodi-usluge/soja-suncokret/soja/ika-i1/

7. SAŽETAK

Korovi negativno utječu na prinos. Cilj svake poljoprivredne proizvodnje je ostvarivanje pozitivnog financijskog rezultata. Bez suzbijanja korova, nema visokog prinosa, a bez visokog prinosa nema pozitivnog financijskog rezultata. Dakle, potrebno je na učinkovit i ekonomičan način suzbiti korove, a to je moguće samo uz dobro poznavanje floističkog sastava korova i kritičnog razdoblja zakorovljenosti tijekom kojeg korovi negativno utječu na prinos.

Cilj ovoga rada je utvrditi, za područje Vukovarsko-srijemske županije, kritično razdoblje zakorovljenosti pri različitom međurednom razmaku sjetve (25 cm, 50 cm i 70 cm) u svrhu postizanja zadovoljavajućeg i ekonomski opravdanog prinosa.

Pokus je postavljen po "Aditive-removal" modelu i po slučajnom blok rasporedu u Vukovarsko-srijemskoj županiji, u gradu Vukovaru, u naselju Mitnica, na PTO "Zeleno polje", na 45°20' sjeverne zemljopisne širine i 19°1' istočne zemljopisne dužine i trajao je tri godine (2014.-2016.). Praćena je sorta soje IKA (srednje rana sorta), kreacija Poljoprivrednog instituta Osijek.

Tijekom istraživanja utvrđeno je 34 korovne vrste. Floristički najbogatija bila je prva godina istraživanja (2014.) s 26 korovnih vrsta, zatim druga (2015.) s 18 determiniranih vrsta i na kraju treća godina istraživanja (2016.) s 15 korovnih vrsta. U međurednom razmaku 25 cm kroz sve tri godine istraživanja determinirano je 7 korovnih vrsta (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Chenopodium hybridum*, *Convolvulus arvensis*, *Helianthus annuus*, *Setaria viridis* i *Sorghum halepense*). Isti broj vrsta pronađen je i u međurednom razmaku 50 cm (*Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia artemisifolia*, *Chenopodium album, Convolvulus arvensis, Datura stramonium, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*), dok je kod međurednog razmaka 70 cm, u sve tri godine istraživanja, bilo 6 korovnih vrsta (*Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Datura stramonium, Helianthus annuus, Setaria viridis* i *Sorghum halepense*). Sumarno gledano, kroz sve tri godine istraživanja i sva tri međuredna razmaka sjetve utvrđene su 4 korovne vrste: *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Setaria viridis* i *Sorghum halepense*. Ipak, promatrajući relativnu abundanciju izdanaka po 1 m² možemo utvrditi da je u 2014. godini dominantna vrsta bio *Sorghum halepense*. U 2015.

godini dominantna vrsta je bio *Chenopodium album* kod međurednog razmaka 25 cm i 50 cm, te *Sorghum halepense* uz subdominaciju vrste *Chenopodium album* kod međurednog razmaka 70 cm. U 2016. godini potpunu dominaciju preuzela je korovna vrsta *Chenopodium album* u sva tri međuredna razmaka.

Multivarijantnom statističkom analizom (RDA) utvrđena je različita struktura korovne zajednice pri različitom međurednom razmaku sjetve soje. Isto tako, kod različitog međurednog razmaka različita je bila i dinamika razvoja nadzemne mase. Za formiranje 500 grama nadzemne mase korova, ovisno o godini istraživanja i međurednom razmaku, bilo je potrebno 50 do 70 dana. Negativan utjecaj korova na morfometrijska obilježja, prinos i žetveni indeks bio je signifikantan u sve tri godine istraživanja i kod sva tri međuredna razmaka sjetve, bez obzira da li se radi o zakorovljenosti u prvom dijelu vegetacije ili se radi o naknadnoj zakorovljenosti.

Kritično razdoblje zakorovljenosti soje značajno se razlikovalo među ispitivanim razmacima sjetve. Rezultati su pokazali da je za prihvatljivi gubitak prinosa od 10% početak kritičnog razdoblja zakorovljenosti rangiran između V1 i V3 razvojnih stadija soje. Međutim, završetak kritičnog razdoblja zakorovljenosti bio je vrlo varijabilan i kretao se od R2 do R7 stadija. Za prihvatljivi gubitak prinosa od 5% početak kritičnog razdoblja zakorovljenosti kretao se od VE do V1 razvojnih stadija soje, a kraj kritičnog razdoblja bio je također vrlo varijabilan. On se protezao od R4 do R7 razvojnih stadija soje.

Financijski rezultat analiziran je testiranjem šest različitih strategija suzbijanja korova u soji. U 2014. i 2016. godini najbolji financijski rezultat ostvaren je u sustavu proizvodnje soje s međurednim razmakom 70 cm, pre-em i post-em kemijskom zaštitom uz dvije mehaničke kultivacije. U 2015. godini uzgoj soje odvijao se u nepovoljnim vremenskim prilikama, tako da niti jedna od strategija suzbijanja korova u soji nije dala pozitivan financijski učinak.

Na temelju trogodišnjeg istraživanja na području Vukovarsko-srijemske županije kao standardnu agronomsku praksu za srednje rane sorte na jače zakorovljenim tlima možemo preporučiti uzgoj soje na međuredni razmak 70 cm s dvije međuredne kultivacije. Na jače zakorovljenim parcelama potrebno je provesti pre-em i post-em kemijsku zaštitu, dok se na manje zakorovljenim parcelama možemo osloniti samo na post-em kemijsku zaštitu.

8. SUMMARY

Weeds can have negative impact on crop production. Without apropriate weed control yield could significantly decreased and can have negative influence on financial result. Knowledge of floristic composition of weed flora on fields and the critical period of weed removal (CPWR) can help growers to implement effective and timely weed management practice.

The objective of this research is to determine the critical period of weed removal for the soybean crop growing in 25 cm, 50 cm and 70 cm rows in order to develop of an integrated weed management strategy for this region.

The experiment was arranged as "aditive-removal" model in complete randomize block design. Soybean cultivar IKA (middle early variety), from Agricultural Institute in Osijek was sown in Vukovar-srijem county (45°20' N latitude and 19°1' E longitude) during three growing seasons (2014.-2016.).

A thirty four weed species were determined during the study period. The richest floristic composition were evident in first year of study (2014.) with twenty six weed species. In second year (2015.) there were eighteen different weed species on the field and weed community during the third year (2016.) of experiment had fifteen different weed species. Weeds that were evident in all three years on 25 cm row spacing were *Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Chenopodium hybridum, Convolvulus arvensis, Helianthus annuus, Setaria viridis* and *Sorghum halepense.* The same number of species (seven) were found in soybean growing in 50 cm rows, and they were *Amaranthus retroflexus, Ambrosia artemisiifolia, Chenopodium album, Convolvulus arvensis, Datura stramonium, Setaria viridis* and *Sorghum halepense.* However, in soybean crop growing in wide rows (70 cm) six weeds were common in all study years. They were *Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Datura stramonium, Helianthus annuus, Setaria viridis* and *Sorghum halepense.* To summarize, during all three years of investigations and all thre row spacings four weeds were common: *Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Setaria viridis* and *Sorghum halepense.* According to the relative abundance of of aboveground shoots per 1 m^2 dominant species in 2014. was *Sorghum halepense.* In 2015. highest relative abundance value had *Chenopodium album* in soybean growing in 25 and 50 cm rows, and *Sorghum halepense* with

subdominant *Chenopodium album* in 70 cm rows. In last year of the experiment dominant species was *Chenopodium album*.

According to redundancy analysis (RDA) a different floristic structure of weed community were evident among plots with 25 cm, 50 cm or 70 cm row spacings. Also, interrow spacing had an influence on different dinamic of aboveground weed bioamss acumulation. For example, depending on row spacing weeds needed 50 to 70 days to achieve an 500 g biomass. Weeds had significant negative effect on morphometric parameters, yield and harvest index of soybean in all row spacings during the study period. The influence were significant both in increasing duration of weed interferencea and increasing period of weed control.

CPWR were significantly different in investigated row spacings. Results showed that duration of weed interference for an acceptable yield loss (10%) had the beginning of critical period ranged from V1 to V3 stages of soybean. However, the end of the critical period were highly variable ranging from R2 to R7 of crop development. For an acceptable yield loss (5%) the beginning of critical period were ranged from VE to V1 stages and the end of the critical period were also very variable ranging from R4 to R7 of crop development.

Financial results were evaluated by testing six different strategies of weed management in soybean. In 2014. and 2016. the best financial results were evident in soybean growing in 70 cm rows with pre-em and post-em chemical application together with mechanical interrow cultivation. In 2015. due the unfavourable climatic conditions, there were no weed management strategies with positive financial results.

Finally, as result of this experiment it could be recommended growing a soybean (middle early variety) in 70 cm rows with pre-em and post-em chemical application and two interrow cultivation as standarg agronomic procedure in haevily infested fields in Vukovar-srijem county. However, fields heavily infested with weeds require pre-em and post-em chemical application, while on less infested fields we could rely only on post-em application.

9. PRILOG

Prilog 1 . Razvojni stadiji soje

Razvojni stadiji soje

Razvojni stadiji soje mogu se podijeliti na vegetativni stadij i reproduktivni stadij. Svaki od navedenih stadija može se nadalje podijeliti na faze razvoja soje.

Vegetativni stadij

VE faza

Ova faza započinje izlaskom kotiledona iznad površine tla, odnosno nicanjem. Broj dana od sjetve do nicanja obično je od 5 do 15, a ovisi o temperaturi, vlažnosti i dubini sjetve.

VC faza

Ubrzo nakon nicanja, iznad kotiledona, razvija se prvi par jednostavnih listova. VC faza počinje kada su prvi jednostavni listovi potpuno razvijeni i odvojeni dovoljno da se ivice listova ne dodiruju. Ova faza traje od 3 do 10 dana.

V1 faza

Na mladoj biljci soje dolazi do razvoja prve troliske na nodiju iznad nodija jednostavnih listova. Faza počinje kada je formirana i potpuno otvorena prva troliska. Ova faza traje od 3 do 8 dana.

V2 faza

Biljka ima dva nodija iznad nodija jednostavnih listova. Dolazi do razvoja troliske na drugom nodiju iznad nodija jednostavnih listova. Faza traje od 3 do 8 dana.

V3-V5 faza

U V3 fazi biljka ima 4 nodija, dok u V5 fazi biljka ima 6 nodija, s potpuno razvijenim listovima troliske. Dolazi do povećanja broja grana. Svaka faza traje od 3 do 8 dana.

V6 faza

U ovoj fazi biljka soje formira nove nodije, listove i grane. Prvi cvijet pojavljuje se u razdoblju od V4 faze do V6 faze tako da se vegetativni i reproduktivni stadiji u jednom dijelu razvoja soje odvijaju paralelno.



Slika 1. VE faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 2. VC faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 3. V1 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 4. V2 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 5. V4 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 6. V6 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)

Reproduktivni stadij

R1 faza

Faza R1 označava početak cvatnje. Početkom cvatnje smatra se vrijeme kada je barem jedan cvijet otvoren na bilo kojem nodiju glavne stabljike.

R2 faza

Faza R2 označava punu cvatnju. To je vrijeme kada je otvoren jedan cvijet na jednoj od dvije najviše nodije s potpuno razvijenim listovima. Ova faza traje od 5 do 15 dana.

R3 faza

Ovu fazu karakterizira početak formiranja mahuna. U ovoj fazi biljka formira mahunu dužine 5 mm na barem jednom nodiju glavne stabljike koji ima potpuno razvijene listove. Faza traje od 5 do 15 dana.

R4 faza

U ovoj fazi dolazi do punog razvoja mahuna, odnosno na jednom nodiju glavne stabljike s potpuno razvijenim listovima pojavljuje se mahuna dužine 2 cm. Faza traje od 4 do 16 dana.

R5 faza

U R5 fazi dolazi do početka formiranja sjemena. Ovu fazu označava formiranje sjemena dužine 3 mm u mahuni koja se nalazi na jednom od 4 najviša nodija glavne stabljike s potpuno razvijenim listovima. Ova faza može trajati od 7 do 21 dan.

R6 faza

Dolazi do punog razvoja sjemena. Na jednom od 4 najviša nodija glavne stabljike s potpuno razvijenim listovima nastaje zeleno sjeme koje potpuno ispunjava mahunu. Faza traje od 9 do 30 dana.

R7 faza

Ova faza označava početak zriobe. Biljka se nalazi u R7 fazi kada jedna mahuna postigne boju zrelosti. Faza traje od 7 do 18 dana.

R8 faza

Posljednja faza u razvoju soje je puna zrioba. U ovoj fazi 95% mahuna ima boju zrelosti. Sjemenka sadrži 15% vlage. Do žetve i vršidbe potrebno je od 5 do 10 dana suhog vremena.



Slika 7. R1 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 8. R2 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 9. R3 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



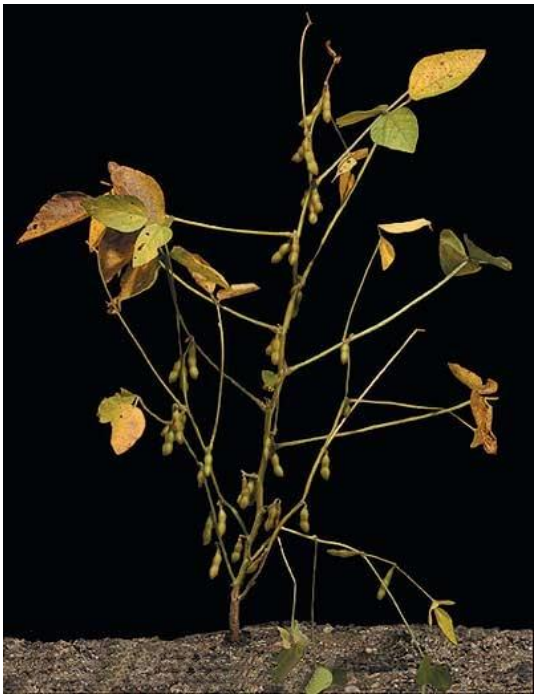
Slika 10. R4 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 11. R5 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 12. R6 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 13. R7 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)



Slika 14. R8 faza razvoja soje
(Izvor: http://www.soilcropandmore.info/crops/Soybeans/SoybeanGrowthandMangement.htm)

Tablica 1. Bayer-ov kod latinskih naziva korovnih vrsta

Bayer-ov kod	**Latinski naziv korovne vrste**
ABUTH	*Abutilon theophrasti* Med.
AMARE	*Amaranthus retroflexus* L.
AMBEL	*Ambrosia artemisiifolia* L.
ARTVU	*Artemisia vulgaris* L.
CAGSE	*Calystegia sepium* (L.) R. Br.
CHEAL	*Chenopodium album* L.
CHEHQ	*Chenopodium hybridium* L.
CONAR	*Convolvulus arvensis* L.
DATST	*Datura stramonium* L.
DAUCA	*Daucus carota* L.
ERIAN	*Erigeron annuus* (L.) Pers.
ERICA	*Erigeron canadensis* L.
EPHHE	*Euphorbia helioscopia* L.
GLEHE	*Glechoma hederacea* L.
HELAN	*Helianthus annuus* L.
HORMC	*Hordeum murinum* L.
LACSE	*Lactuca serriola* L.
LTHPR	*Lathyrus pratensis* L.
MATMA	*Matricaria chamomilla* L.
OXACO	*Oxalys corniculata* L.
PAPRH	*Papaver rhoeas* L.
PLAMA	*Plantago major* L.
ROBPS	*Robinia pseudoacacia* L.
RORSY	*Rorippa sylvestris* (L.) Bess.
RUMCR	*Rumex crispus* L.
SETVE	*Setaria verticillata* (L.) PB.
SETVI	*Setaria viridis* (L.) PB.
SOLNI	*Solanum nigrum* L. emend. Miller
SONAR	*Sonchus arvensis* L.
SONOL	*Sonchus oleraceus* L.
SORHA	*Sorghum halepense* (L.) Pers.
URTDI	*Urtica dioica* L.
VERPE	*Veronica persica* Poir.
XANST	*Xantium strumarium* L.

(Izvor: http://wssa.net/wssa/weed/composite-list-of-weeds/)

Foto galerija pokusa:



Slika 15. Sjetva pokusa (Foto: Dimić)



Slika 16. Nicanje korova prije soje i prekrivanje gotovo cijele površine tla (Foto: Dimić)



Slika 17. Kontrolna parcela na početku vegetacije soje (Foto: Dimić)



Slika 18. Soja u VC razvojnom stadiju (Foto: Dimić)



Slika 19. Zakorovljeni usjev (Foto: Dimić)



Slika 20. Usjev soje nakon plijevljenja (Foto: Dimić)



Slika 21. Utjecaj dužine zakorovljenosti na visinu soje (Foto: Dimić)



Slika 22. Usjev soje bez prisutnosti korova (Foto: Dimić)



Slika 23. Dominacija korova (Foto: Dimić)



Slika 24. Uklanjanje korova (Foto: Dimić)



Slika 25. Polijeganje etioliranih biljaka soje nakon uklanjanja korova (trajanje zakorovljenosti od sjetve do R3 razvojnog stadija soje) (Foto: Dimić)



Slika 26. Usjev soje nakon uklanjanja korova (trajanje zakorovljenosti od sjetve do R6 razvojnog stadija soje) (Foto: Dimić)



Slika 27. Korovi nakon uklanjanja (Foto: Dimić)

10. ŽIVOTOPIS

Darko Dimić je rođen 4. travnja 1965. godine u Vukovaru. Po nacionalnosti je Hrvat. Oženjen je i otac dvoje djece.

Osnovnu školu, kao i Srednju poljoprivrednu školu, smjer ratarstvo, završio je u Vukovaru. Daljnje školovanje nastavio je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, smjer ratarstvo, koji je završio 14. lipnja 1993. godine te stekao stručni naziv diplomirani inženjer poljoprivrede za ratarstvo. Poslijediplomski specijalistički studij, smjer zaštita bilja, završio je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, 20. travnja 2012. godine te stekao akademski naziv sveučilišni specijalist zaštite bilja.

Dodatnu naobrazbu stekao je na Pedagoškom fakultetu u Osijeku gdje je 7. svibnja 1998. godine završio Pedagoško-psihološku naobrazbu. Program usavršavanja za stručno-andragoškog voditelja završio je 15. rujna 2008. godine. Na prijedlog Strukovne škole Vukovar, a na temelju Zakona o Agenciji za strukovno obrazovanje i obrazovanje odraslih, 27. veljače 2013. godine napredovao je u zvanje profesor mentor.

U progonstvu je radio kao nastavnik, gdje je stekao afinitete prema prosvjetnom zvanju. Povratkom u Vukovar, zapošljava se u Poljoprivrednoj zadruzi „Lovas“ kao tehnolog, a zatim u Strukovnoj školi Vukovar kao nastavnik poljoprivredne grupe predmeta. Od 1. rujna 2016. godine pa do danas obnaša dužnost ravnatelja Doma učenika Vukovar.

Poslijediplomski doktorski studij, smjer zaštita bilja, upisao je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku, 14. veljače 2014. godine. Fakultetsko vijeće Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku odobrilo mu je temu doktorskog rada pod naslovom „Kritično razdoblje zakorovljenosti u proizvodnji soje na području Vukovarsko-srijemske županije“, pod mentorstvom prof. dr. sc. Edite Štefanić.

Objavio je dva stručna članka, jedan stručni rad i pet znanstvenih radova. Sudjelovao je na četiri međunarodna znanstvena skupa agronoma.

Njegova obitelj posjeduje Poljoprivredno-trgovački obrt „Zeleno polje“ na kojem se bave proizvodnjom i prodajom ratarskih proizvoda.

Dugogodišnji je sportski djelatnik. Trenutno obnaša dužnost Predsjednika HNK „Vukovar 1991“.