

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

Petar Čuk, mag. ing. agr.

UTJECAJ HERBICIDNIH TRETMANA NA KOROVE I PRINOS LUKA

SPECIJALISTIČKI RAD

Osijek, 2023.

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

Petar Čuk, mag. ing. agr.

UTJECAJ HERBICIDNIH TRETMANA NA KOROVE I PRINOS LUKA

Specijalistički rad

Osijek, 2023.

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

Petar Čuk, mag. ing. agr.

UTJECAJ HERBICIDNIH TRETMANA NA KOROVE I PRINOS LUKA

Specijalistički rad

Mentorica: prof. dr. sc. Renata Baličević

Povjerenstvo za ocjenu:

- 1. prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, predsjednica**
- 2. prof. dr. sc. Renata Baličević, mentorica i član**
- 3. dr. sc. Tomislav Duvnjak, član**

Osijek, 2023.

Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku
Poslijediplomski specijalistički studij
Zaštita bilja

UDK:

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Fitomedicina

Utjecaj različitih tretmana herbicida na korove i prinos luka

Petar Čuk, mag. ing. agr.

Specijalistički rad je izrađen na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: prof. dr. sc. Renata Baličević

Sažetak:

Tijekom 2018. i 2019. godine istraživana je učinkovitost primjene pojedinih herbicida i njihovih kombinacija u preporučenoj i smanjenoj dozi na korovne vrste, te na prinos luka u usporedbi s netretiranom kontrolom. Poljski pokusi postavljeni su na površinama pik-a Vinkovci po slučajnom bloknom rasporedu. Pokus je obuhvaćao pet tretmana, od kojih je jedan isključivo pljevljenje i netretirana kontrola. Prije nicanja korištena je kombinacija herbicidnih pripravaka pendimetalin + dikvat, a nakon nicanja klopiramid + fluazifop-P i oksifluorfen + fluazifop-P. Dominantne korovne vrste bile su: *A. artemisiifolia* i *D. stramonium* od širokolisnih, te od uskolinjskih *S. halepense*. Sve herbicidne varijante statistički su značajno utjecale na smanjenje korovnih jedinki/m² u odnosu na netretiranu kontrolu, a najbolju učinkovitost polučila je varijanta pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama. Najveći prinos luka postignut je primjenom kombinacije pendimetalin + dikvat + klopiramid + fluazifop-P u umanjnim dozama.

Broj stranica: 64

Broj grafikona: 4

Broj slika: 33

Broj tablica: 13

Broj literaturnih navoda: 53

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: luk, korovi, herbicidi, učinkovitost, prinos

Datum obrane: 2023.

Povjerenstvo za obranu:

1. **prof. dr. sc. Jasenka Čosić** - predsjednica
2. **prof. dr. sc. Renata Baličević** - mentorica i član
3. **dr. sc. Tomislav Duvnjak** - član

Specijalistički rad je pohranjen u:

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Expert thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Postgraduate expert study
Plant Protection

UDK:

Scientific Area: Biotechnical Sciences

Scientific Field: Agriculture

Branch: Phytomedicine

Effect of herbicide treatments on weed and onion yield

Petar Čuk, M. Eng. Agr.

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

Supervisor: PhD Renata Baličević, full professor

Summary:

The efficiency of certain herbicides and their combinations in the recommended and reduced rates on weed species and on onion yields, in comparison with untreated control, was investigated during two years (2018.-2019.). Field experiments were carried out on the fields of PIK Vinkovci. The trial consisted of five treatments including hand weeded plot and untreated check. Combination of herbicides pendimethalin + diquat was used in pre-emergence application, and combination of clopyralid + fluazifop-P and oxyfluorfen + fluazifop-P in post-emergence application. Dominant weed species were: *A. artemisiifolia* and *D. stramonium* in broad-leaf weeds group, from grass weed species *S. halepense*. The use herbicide treatments had a statistically significant effect on the reduction of numbers of weeds per m² in comparison to the untreated control, and the best efficiency had treatment pendimethalin + diquat + oxyfluorfen + fluazifop-P applied in full rates. The highest yield has been obtained at the combination of pendimethalin + diquat + clopyralid + fluazifop-P in reduced rates application.

Number of pages: 64

Number of figures: 4

Number of pictures: 33

Number of tables: 13

Number of references: 53

Original in: croatian

Key words: onion, weeds, herbicides, efficiency, yield

Date of the expert thesis defense: 2023.

Reviewers:

- 1. PhD Jasenka Čosić, full professor - chair**
- 2. PhD Renata Baličević, full professor – supervisor and member**
- 3. PhD Tomislav Duvnjak – member**

Expert thesis deposited in:

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Zaštita luka od korova	3
1.2. Cilj rada	8
1.3. Hipoteze.....	8
2. MATERIJAL I METODE RADA.....	9
2.1. Mehanizmi djelovanja herbicida	15
2.1.1. Pendimetalin.....	15
2.1.2. Dikvat.....	16
2.1.3. Klopiramid.....	16
2.1.4. Oksifluorfen.....	16
2.1.5. Fluazifop-P	17
2.2. Agroekološki uvjeti tijekom istraživanja.....	17
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	20
3.1. Floristički sastav korovne zajednice u usjevu luka	20
3.1.1. Sistematske značajke korovne flore u usjevu luka	26
3.1.2. Životne zajednice korovne flore u usjevu luka.....	27
3.1.3. Ekološki indeksi korovne flore u usjevu luka	29
3.2. Broj jedinki na herbicidnim pokusima u 2018. i 2019. godini	31
3.3. Koeficijent učinkovitosti herbicidnih varijanti u usjevu luka.....	40
3.4. Fitotoksičnost herbicidnih varijanti na luk u 2018. i 2019. godini	44
3.5. Prinos i kalibraža luka u 2018. i 2019. godini.....	45
4. RASPRAVA.....	50
5. ZAKLJUČCI	53
6. LITERATURA.....	55

1. UVOD

Luk (*Allium cepa* L.) se ubraja među najstarije kultivirano povrće čiji uzgoj započinje prije više od 5 000 godina. Porijeklom je iz središnje Azije, a po Europi su ga raširili Grci i Rimljani. Uzgaja se prvenstveno zbog lukovice, koja se dobro i lako skladišti tijekom zime ili nadzemnog dijela odnosno listova i lažne stabljike. Zbog specifičnog okusa i mirisa luk je neizostavan sastojak brojnih jela te se tradicionalno koristi kao svježa, termički obrađena ili prerađena namirnica (kiseljenjem, sušenjem), a u novije vrijeme i kao zamrznuti proizvod.

Povrće je vrlo važno u ishrani ljudi jer sadrži puno vitamina, minerala te organskih kiselina koje su potrebne za pravilan razvoj ljudskog organizma te smanjuju pojavu mnogih bolesti koje nastaju zbog nedostatka istih (Parađiković, 2009.).

Luk je važan dio ljudske prehrane jer ima veliku hranidbenu vrijednost, sadrži puno masti, bjelančevina, ugljikohidrata i vitamina. Zdrave osobine luka uključuju njegovo pozitivno djelovanje na cirkulaciju i čistoću krvi, smanjenje razine šećera u krvi i povoljan utjecaj na rad srca (Lešić i sur., 2002.).

Luk (obični) ili crveni luk pripada taksonomski specifičnom i bogatom rodu *Allium*, koji s više od 700 vrsta (Kamenetsky i Rabinowitch, 2006.) višegodišnjih i dvogodišnjih zeljastih biljaka, spada u jedan od najvećih rodova monokotiledonih biljaka (Brewster, 2008.). U početku je rod *Allium* svrstavan u porodicu *Liliaceae*, zatim u porodicu *Amaryllidaceae*, a prema novoj klasifikaciji (Fritsch i Friesen, 2002.) svi se lukovi i njihovi bliski srodnici nalaze u porodici *Alliaceae*.

Danas se luk uzgaja u cijelom svijetu, na oko 2,7 milijuna hektara, od subarktičkog područja na sjeveru Finske do humidnih tropskih područja. Područje uzgoja vrlo je veliko zbog sposobnosti luka da se prilagodi različitim ekološkim uvjetima, različitim načinima (sjeme, prijesadnice, sadni materijal), različitim oblicima (vrt, polje, zaštićeni prostor), te različitom vremenu proizvodnje (rano proljeće, proljeće, ljeto, jesen i zima) (Lazić i sur., 2003.). Najveći proizvođač u svijetu je Kina, više od 20 milijuna tona proizvedenog luka godišnje, slijedi Indija više od 8 milijuna tona te Sjedinjene Američke Države nešto više od 3 milijuna tona. Najveće prinose bilježe zemlje gdje se luk uzgaja direktnom sjetvom sjemena uz potpunu primjenu suvremene tehnologije te odgovarajućeg sortimenta, a najmanje prinose

ostvaruju zemlje jugoistočne Europe gdje se proizvodnja još uvijek u velikoj mjeri bazira na proizvodnji luka iz lučice. Prema Parađiković (2009.) luk se u Hrvatskoj uzgaja na oko 6.700 ha s prosječnim prinosom od 8-10 t/ha.

Posljednjih godina u porastu je komercijalni uzgoj luka, a većina komercijalne proizvodnje ostvaruje se na području istočne Hrvatske na površinama Pik-a Vinkovci, čija je proizvodnja kvalitetom luka i prosječnim prinosom od 55 t/ha na zavidnoj europskoj razini.

Proizvodnju luka razlikujemo kroz zadane ciljeve uzgoja: uzgoj za sjeme (iz glavice ili krupnije lučice), uzgoj za lučicu (iz sjemena), uzgoj za glavicu (iz sjemena i lučice) i uzgoj za mladi luk (iz sjemena, lučice i prijesadnice). U proizvodnji luka korovi čine značajne štete kroz kompeticiju s usjevom za osnovne čimbenike rasta i razvoja a to su voda, hraniva, svjetlo i prostor. Način uzgoja i cilj uzgoja imaju značajan utjecaj na pristup suzbijanju korova u usjevu luka.

1.1. Zaštita luka od korova

Korovi predstavljaju veliki izazov u proizvodnji usjeva. Kroz povijest, čovjek ni iz bliza nije utrošio toliko ljudskog rada u poljoprivredi ni na jedan posao kao na okopavanje korova. Zbog posebnih svojstava prilagodbe, nemoguće ih je iskorijeniti, s toga je čovjekova borba s korovima skup, dosadan, mukotrpan i beskonačan posao (Ostojić i Barić, 2002.).

Više od 3 000 zeljastih i drvenastih vrsta biljaka u svijetu smatra se korovima. Prema jednoj od brojnih definicija korovi su nekorisne, nepoželjne i štetne biljke. U kompeticijskom su odnosu s kulturnim biljkama za vegetacijske čimbenike (svjetlost, vodu i biljna hraniva) i vegetacijski prostor (Butorac, 1999.). Signifikantno smanjuju prinos poljoprivrednim kulturama, otežavaju žetvu, povećavaju vlagu, umanjuju kakvoću, domaćini su mnogim štetnicima i uzročnicima bolesti, pojedini su otrovni, dok neki izazivaju alergijske reakcije (Maceljki, 1995.). Osim toga, na usjev mogu djelovati negativno i putem alelopatije (Qasem i Foy, 2001, Khanh, 2006.).

Korovi su kao suparničke biljne vrste raširene posvuda. Obično rastu brže od kulture zbog čega se namire vodom i mineralnim hranjivima prije kulture. Smatra se da prosječno najviše smanjuju prinos i uzrokuju najveće gubitke hrane. U razvijenim zemljama svijeta gubici se kreću do 5%, srednje razvijenim 10%, dok u nerazvijenim iznose i 25% (Anonimus, 1986.). Naročito velike štete nanose sitnosjemenskim, sporicajućim kulturama kao što su luk i neke druge povrtnice u kojima izostaje prinos bez pomoći ljudske ruke (Ostojić i Barić, 2002.).

Luk (*A. cepa*) se ubraja u visokodohodovne kulture. Za ostvarivanje osnovnog zadatka suvremene poljoprivredne proizvodnje, a to su visok i kvalitetan prinos, nužno je provoditi sve mjere zaštite luka, a posebice zaštitu od štetnih korovnih vrsta. Svojim prisustvom, korovi konkuriraju luku za svjetlost, hraniva, prostor iznad i ispod površine tla i vodu, a istovremeno pogoduju jačoj pojavi bolesti i štetnika.

Prema cilju uzgoja, luk se najčešće uzgaja zbog lukovice koju je moguće proizvesti sadnjom lučice, prijesadnica ili pak direktnom sjetvom sjemena. Kod proizvodnje luka za skladištenje, direktna sjetva sjemena u polje je najrentabilnija, njom se postižu najveći prinosi, uniformnije te tržišno kvalitetnije lukovice manje podložne kvarenju i prorastanju, a proizvodnja je u potpunosti mehanizirana.

S gledišta suzbijanja korova, uzgoj luka direktnom sjetvom sjemena u polje, u jesen ili u proljeće, najzahtjevniji je način uzgoja. Sjeme luka, zbog povećanog sadržaja ulja u sjemenoj ovojnici, sporo bubri i niče, a iznikle biljke su slabi kompetitori, te će korovne vrste uvijek nadvladati usjev, ako se pravovremeno ne provedu mjere njihova suzbijanja. Niske temperature u vrijeme sjetve dodatno utječu na sporo nicanje i spor početni rast luka, stavljajući luk u nepovoljniji odnos u odnosu na korove. Slaboj konkurentnosti luka doprinose i njegova morfološka svojstva i to plitak korijen te dugo, usko i uspravno lišće (Ashton i Monaco, 1991.; Bell i Boutwell, 2001.).

Uspješna borba protiv korova zasniva se na dobrom poznavanju kompeticijskih odnosa između korova i kulture (Ostojić i Barić, 2002.). Proučavanjem kompeticijskih odnosa između korova i kulture, Bleasdale (1960.) je uočio da korov ne utječe na prinos u svim fazama razvoja kulture jednako. Svaka poljoprivredna kultura u svom vegetacijskom razdoblju ima kritično razdoblje zakorovljenosti, odnosno period kad je najosjetljivija na prisustvo korova. Za razliku od ratarskih kultura kod kojih se kritično razdoblje zakorovljenosti svodi na nekoliko tjedana nakon nicanja, kod luka kritično razdoblje zakorovljenosti traje 3 mjeseca i više (Ivanek-Martinčić i sur., 2010.). Različiti autori govore o različitoj duljini njegovog trajanja.

Brojni autori (Bleasdale, 1959., Wicks i sur., 1973., Menges i Tamez, 1981., Garcia i sur., 1994.) ističu slabe kompetitivne sposobnosti luka, osobito u ranim fazama razvoja, te govore o potrebi suzbijanja korova kroz duži period kako ne bi došlo do redukcije prinosa. Prakash i sur. (2000.) pokusima, na cijelosezonski zakorovljenim površinama, utvrdili su smanjenje prinosa luka za 81,2% u odnosu na nezakorovljenu kontrolu. Prema navodima Van Heemsta (1985.) da bi se izbjegli gubici prinosa luka zbog zakorovljenost, potrebno je osigurati preko 50% trajanja njegove vegetacije bez korova.

Hewson i Roberts (1971.) kao kritično razdoblje zakorovljenosti ističu fazu razvoja trećeg pravog lista luka, sijanog u ožujku. Prema njihovim istraživanjima brojnost korova od čak 150-850/m² u ranoj fazi razvoja luka, nije negativno utjecala na prinos, pod uvjetom da su od faze trećeg lista pa nadalje uklanjani korovi.

Ostojić i sur. (2015.) navode kako zbog relativno duge vegetacije luka i činjenice da svojom nadzemnom masom i habitusom nikada ne zatvori sklop, korovi luku konkuriraju tijekom čitave vegetacijske sezone.

Osim kompetitivnih sposobnosti luka na duljinu trajanja kritičnog perioda zakorovljenosti utječu i različiti agroekološki uvjeti te korovne vrste koje usjev zakorovljuju. Što se tiče korovnih vrsta, Barić i sur. (2014.) navode kako sastav korovne flore luka prvenstveno ovisi o roku sjetve kao i o tehnologiji uzgoja. Sjetvom u jesen luk zakorovljuju ozimi bienalni korovi kao što su mišjakinja (*Stellaria media* (L.) Vill.), crvena mrtva koprija (*Lamium purpureum* L.), pastirska torbica (*Capsella bursa pastoris* (L.) Medik.), čestoslavica (*Veronica* spp.), kamilica (*Matricaria camomilla* L.), jarmen (*Anthemis arvensis* L.) i drugi. Veći problem predstavljaju jari korovi koje karakterizira brz, snažan rast i velika produkcija sjemena, a niču zajedno s lukom posijanim u proljeće. U tu skupinu pripadaju loboda (*Chenopodium album* L.), šćir (*Amaranthus retroflexus* L.), ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia* L.), mračnjak (*Abutilon theophrasti* Medik.), dvornici (*Polygonum* spp.), konica (*Galinsoga parviflora* Cav.) od širokolisnih, te muhari (*Setaria* spp.), koštan (*Echinochloa crus-galli* (L.) PB.) i svračica (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.) od jednogodišnjih trava. Površine zakorovljene višegodišnjim korovima, kao što su slak (*Convolvulus arvensis* L.), osjak (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), pirika (*Elymus repens* (L.) Gould), divlji sirak (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), štavelj (*Rumex crispus* L.), troskot (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), maslačak (*Taraxacum officinale* Weber.), gavez (*Symphytum officinale* L.), u pravilu treba izbjegavati. Njih je potrebno obradom i kemijskim mjerama iskorijeniti na strništu tijekom ljeta ili jeseni u godini prije sjetve luka.

Na sastav korovne flore utječu i pedoklimatske specifičnosti pojedinog proizvodnog područja. U pojedinom području uzgoja problem mogu predstavljati posebne korovne vrste, kao npr. šiljevi (*Cyperus* spp.) na ritskim crnicama.

Toleriranje vrlo malog broja korova tijekom uzgoja mnogobrojnog povrća pa tako i luka, nametnuto je i sve višim standardima kvalitete povrća (Radosevich i Holt, 1984.). Utjecajem zakorovljenosti na kvalitetu lukovica bavili su se Shadbolt i Holm (1956.). Prema njihovom istraživanju najveće štete nastaju unutar prvih 6 tjedana od nicanja luka. Zakorovljenost u tom periodu uzrokuje visoki udio sitnih i tržno ne prihvatljivih lukovica, udio kojih može biti i do 90% od ukupnog prinosa.

Zbog gustog sklopa, suzbijanje korova u luku je vrlo teško postići nekemijskim mjerama suzbijanja, stoga se u komercijalnoj proizvodnji prednost daje kemijskim mjerama, odnosno primjeni herbicida kao bržem i ekonomičnijem načinu postizanja dugotrajnije i učinkovitije

kontrole korova. U proizvodnji luka primjena herbicida smatra se obveznom tehnološkom mjerom i kombinira se s mehaničkim i drugim preventivnim mjerama, a sve s ciljem smanjenja mase korova/m² do razine ekonomskog praga štetnosti korova (Barčić, 1993.; Skender i sur., 1993.; Knežević i sur., 2002.).

Utvrđivanje optimalnog načina suzbijanja korova s minimalnim fitotoksičnim oštećenjem usjeva luka, specifičnost same primjene herbicida u odnosu na svrhu i način uzgoja luka kao i ograničeni broj registriranih pripravaka za ovu namjenu, predstavljaju izazov u proizvodnji.

S gledišta vremena i načina primjene, pri proizvodnji direktnom sjetvom sjemena, herbicide u luku moguće je primijeniti u dva roka: nakon sjetve a prije nicanja (pre-emergence) i nakon nicanja (post-emergence) kada luk formira prvi par pravih listova.

Za primjenu nakon sjetve, a prije nicanja luka, u Hrvatskoj je registrirana jedna djelatna tvar, pendimetalin (33%), a na njegovoj osnovi samo jedan herbicidni pripravak. To je rezidualni zemljišni herbicid koji u tlu određeno vrijeme zadržava herbicidni učinak. Duljina rezidualnog učinka ovisi o velikom broju pedoklimatskih faktora. Primjenjuje se na "golo" tlo. Djelotvornost u pravilu ovisi o navodnjavanju kojim se herbicid, neposredno nakon aplikacije, unosi u plitki površinski sloj tla.

Scheffer i Hume (1988.) ističu primjenu pendimetalina nakon sjetve a prije nicanja luka kao jeftin i efikasan način kontrole korova.

Prednost pre-em primjene ogleda se u jednostavnosti primjene koja je neovisna o razvojnom stadiju luka i korova, zadovoljavajućim rezultatima u najvećem broju slučajeva, te rjeđoj pojavi fitotoksičnosti na luku. Do fitotoksičnog učinka može doći na lakšim tlima, kao i na težim zbog plitke sjetve i ispiranja herbicida u slučaju obilnih oborina, stoga za pre-em primjenu herbicida možemo reći da je ograničena tipom tla (Ostojić i sur., 2015.).

Zbog nepovoljnih ekotoksikoloških karakteristika herbicida, njihova se primjena nastoji i u luku svesti na najmanju moguću mjeru, a istovremeno zadržati zadovoljavajući stupanj učinka na korove. Ovakav pristup uključuje primjenu herbicida samo u post-em roku višekratnom primjenom smanjenih količina herbicida.

Prilikom post-em primjene herbicida, u slučaju da usjev nije ujednačen, na najslabijim biljkama javlja se fitotoksičnost, koja rezultira zaostajanjem u rastu ili čak potpunim propadanjem biljaka. Posljedica ove pojave je smanjeni prinos uslijed reduciranog sklopa, a

može doći i do značajnijeg povećanja udjela sitnih nekomercijalnih lukovica (Dadić i sur, 2007.). Stoga, za uspješnu proizvodnju luka iz sjemena, izuzetno je važno postići ujednačeno nicanje. Tijekom rasta i razvoja na listovima luka formira se voštana prevlaka koja sprječava usvajanje škropiva. Kod uzgoja direktnom sjetvom sjemena, voštana prevlaka je manje izražena sve do faze tri lista, zbog čega je luk osobito osjetljiv na folijarne herbicide (Ostojić i sur., 2015.).

Pri izboru herbicida važno je dobro poznavati sastav i brojnost korovne flore na površinama, kako bi odabrali učinkovitu kombinaciju na dominantne korovne vrste. Ostojić i sur. (2015.) ističu kako se jednokratnim pr-em ili post-em primjenama registriranih herbicida u luku zbog selektivnosti i širine spektra djelovanja, ne postižu zadovoljavajući rezultati. Prema istim autorima ni kombinacije postojećih herbicida, u punim propisanim dozacijama, jednokratnom primjenom, ne daju zadovoljavajuće učinke, te mogu izazvati ozbiljne zastoje u razvoju usjeva. Zbog navedenog kao i znanstvene spoznaje da niža doza herbicida bolje suzbija korove u ranom stadiju razvoja, nego puna (propisana) doza odrasle (razvijeniije) korove, suzbijanju korova u luku pristupa se u više navrata, smanjenim dozama. Prema Barić (2012.), osim boljeg učinka na male korove, niže doze herbicida od propisanih iskazuju prema kulturi i veću selektivnost, što je također od izuzetne važnosti za samu proizvodnju.

U Hrvatskoj je za primjenu u luku registriran mali broj herbicidnih pripravaka. Nedostatak "herbicidnih rješenja" leži u tome što industrija pesticida nema ekonomskog interesa za registraciju herbicida u državama s hektarski gledano "malim kulturama". S obzirom na nedostatak i gubitak donedavno registriranih herbicida kao i različita ograničenja primjene registriranih herbicida samo za određene načine uzgoja (npr. samo za luk iz lučice), proizvođači luka, naročito oni koji ga uzgajaju na velikim površinama, nalaze sve manje zakonom dopuštenih rješenja u borbi protiv korova.

1.2. Cilj rada

Osnovni ciljevi rada su:

1. Utvrditi učinkovitost pojedinih herbicida i njihovih kombinacija u preporučenoj i smanjenoj dozi na korove te na prinos luka, primjenom nakon sjetve, a prije nicanja korova i usjeva te nakon nicanja korova i usjeva.
2. Utvrditi optimalni način suzbijanja korova s minimalnim fitotoksičnim oštećenjem usjeva.
3. Utvrditi utjecaj primijenjenih herbicidnih varijanti na kalibražu lukovica.

1.3. Hipoteze

Osnovne hipoteze istraživanja su:

1. Smanjene doze herbicidnih varijanti u usporedbi s preporučenim dozama iskazuju jednak učinak na kontrolu korova i nemaju negativan utjecaj na prinos i kalibražu luka.
2. Smanjene doze herbicida iskazuju veću selektivnost prema luku u odnosu na preporučene doze.
3. Učinkovitost smanjenih doza herbicida ovisi o pravovremenoj primjeni, klimatskim prilikama kao i zakorovljenosti te dominantnosti korovnih vrsta.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Poljski herbicidni pokusi postavljeni su na poljoprivrednim površinama Pik-a Vinkovci na lokaciji Lipovac. Istraživanje je trajalo dvije vegetacijske sezone od 2018. do 2019. godine za vrijeme kojih je istraživana učinkovitost pre-emergence i post-emergence herbicida i njihovih kombinacija na korove i prinos luka. U obje godine korišten je Legend F1, Bejo Zaden srednje kasni hibrid luka koji se odlikuje visokim i stabilnim prinosom.

Poljski pokusi provedeni su u uvjetima uobičajenih agrotehničkih mjera. U istraživanim godinama kao predkultura uzgajan je grašak, a u prvoj godini i postrno heljda. Nakon osnovne obrade (zaoravanja 700 kg/ha NPK 7-20-30) u jesen i proljetne predsjetvene pripreme koja je izvršena zajedno s gnojidbom (200 kg/ha NPK 15-15-15) i inkorporacijom insekticida klorpirifos (3,84 kg/ha) obavljena je sjetva. Sjetva pokusa obavljena je na dubinu od 1,5 – 2,5 cm sijačicom Agricola Italiana SNT-3 (slika 1.) na sklop od 900 000 biljaka/ha. U obje godine istraživanja zbog izrazito hladnog, a u 2018. godini i ekstremno kišnog proljeća, sjetva je obavljena izvan optimalnih agrotehničkih rokova i to 29. ožujka 2018. i 09. travnja 2019. godine.

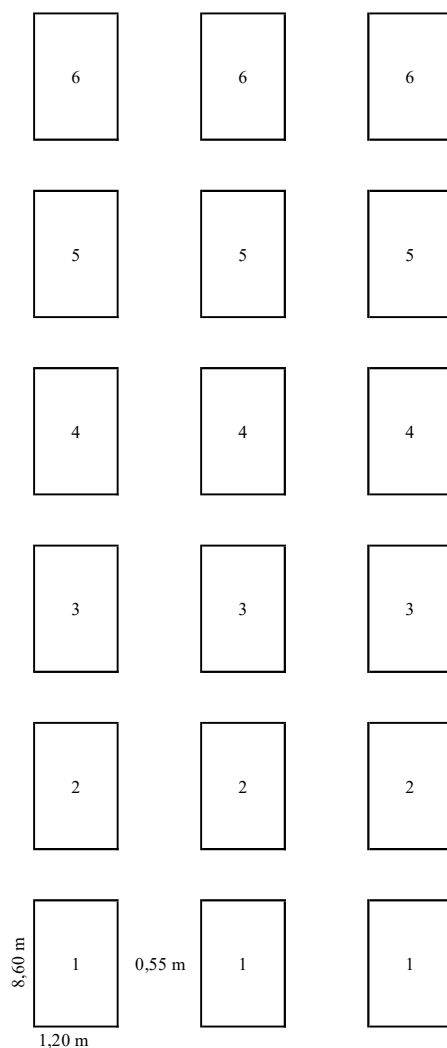


Slika 1. Sjetva pokusa luka sijačicom Agricola Italiana SNT-3 (foto: original)

Schema postavljanja pokusa (slika 2.) bila je slučajni blokni raspored u tri ponavljanja (repeticije). Veličina osnovne pokusne parcelice bila je 15,05 m².

Slika 2. Shematski prikaz pokusa

Zasebna površina pokusnog polja, 15,05 m²
Ukupna površina pokusnih polja 270,90 m²



1. kontrola
2. kontrola (pljevljenje)
3. pendimetalin (Stomp 330E) 1,155 kg/ha + dikvat (Mission) 0,3 kg/ha + klopiramid (Lontrel 300) 0,12 kg/ha + fluazifop-P (Fusilade forte) 0,3 kg/ha
4. pendimetalin (Stomp 330E) 1,155 kg/ha + dikvat (Mission) 0,3 kg/ha + klopiramid (Lontrel 300) 0,06 kg/ha + fluazifop-P (Fusilade forte) 0,15 kg/ha
5. pendimetalin (Stomp 330E) 1,155 kg/ha + dikvat (Mission) 0,3 kg/ha + oksifluorfen (Goal) 0,24 kg/ha + fluazifop-P (Fusilade forte) 0,3 kg/ha
6. pendimetalin (Stomp 330E) 1,155 kg/ha + dikvat (Mission) 0,3 kg/ha + oksifluorfen (Goal) 0,12 kg/ha + fluazifop-P (Fusilade forte) 0,15 kg/ha

U pokusu je bilo ukupno pet tretmana, od kojih je jedan isključivo pljevljenje i kontrola (bez primjene herbicida i primjene metode pljevljenja). Istraživani herbicidi i dozacije herbicida prikazani su u tablici 1. Primjena herbicida prije nicanja obavljena je u preporučenim dozama, a nakon nicanja u preporučenim i umanjenim dozama za 50 % (jednokratno).

Tablica 1. Istraživani tretmani u 2018. i 2019. godini

Broj tretmana	Opis tretmana (trgovački naziv pripravka)	Doza d.t. (kg/ha)	Vrijeme primjene
1.	Kontrola		
2.	Kontrola pljevljeno		
3.	pendimetalin (Stomp 330 E)	1,155	pre-em
	dikvat (Mission)	0,3	pre-em
	klopiralid (Lontrel 300)	0,12	post-em
	fluazifop-P (Fusilade forte)	0,3	post-em
4.	pendimetalin (Stomp 330 E)	1,155	pre-em
	dikvat (Mission)	0,3	pre-em
	klopiralid (Lontrel 300)	0,06	post-em
	fluazifop-P (Fusilade forte)	0,15	post-em
5.	pendimetalin (Stomp 330 E)	1,155	pre-em
	dikvat (Mission)	0,3	pre-em
	oksifluorfen (Goal)	0,24	post-em
	fluazifop-P (Fusilade forte)	0,3	post-em
6.	pendimetalin (Stomp 330 E)	1,155	pre-em
	dikvat (Mission)	0,3	pre-em
	oksifluorfen (Goal)	0,12	post-em
	fluazifop-P (Fusilade forte)	0,15	post-em

Primjena pre-em herbicida u 2018. godini obavljena je neposredno nakon sjetve, a u 2019. godini tri dana nakon sjetve. Korišteni herbicidi prije nicanja usjeva bili su: djelatna tvar pendimetalin (1,155 kg d.t./ha) i djelatna tvar dikvat (0,3 kg d.t./ha).

Kao što je prikazano u tablici, post-em herbicidi protiv širokolisnih korova, djelatna tvar klopiramid (0,12 kg d.t./ha) i djelatna tvar oksifluorfen (0,24 kg d.t./ha) primijenjeni su jednokratno u preporučenim dozama i umanjnim za 50% od preporučenih i to 01. lipnja u 2018. godini i 24. lipnja u 2019. godini. Nakon dva dana, primijenjen je herbicid za uskolisne korove djelatne tvari fluazifop-P (0,3 kg d.t./ha) u punoj (preporučenoj) dozi, te dozi umanjenoj za 50% u odnosu na preporučenu.

Primjena post-em herbicida u 2018. godini obavljena je u vrijeme kada se luk nalazio u fazi razvoja 2 do 3 prava lista. U vrijeme tretiranja dominantne širokolisne korovne vrste heljda (*Fagopyrum esculentum* Moench.), ambrozija (*A. artemisiifolia*) i kužnjak (*D. stramonium*) bile su u fazi 2 do 6 listova, a od uskolisnih korovnih vrsta najzastupljeniji muhar (*Setaria viridis* (L.) P. Beauv.) bio je na početku busanja.

U vrijeme post-em primjene herbicida u 2019. godini luk je bio u fazi 6-7 listova, a od dominantnih širokolisnih korovnih vrsta kužnjak (*D. stramonium*) je bio u fazi od 4 lista do početka cvatnje, ambrozija (*A. artemisiifolia*) u fazi 2 do 4 lista, a od uskolisnih korovnih vrsta najbrojnija pirika (*E. repens*) u fazi busanja.

Primjena herbicida obavljena je ručnom prskalicom „Solo“ 425 (slika 3.). Količina škropiva iznosila je 200 l/ha.



Slika 3. Primjena post-em herbicida (foto:original)

Utvrđivanje učinka istraživanih tretmana u poljskim uvjetima obavljeno je kroz mjerenje vrijednosti parametara broja jedinki (broj korova/m²) i vrste korova (determinacija vrsta) na svakoj parceli. Broj korova izražen je po m², a redukcija broja jedinki u odnosu na netretiranu kontrolu izražena je koeficijentom učinkovitosti po Abottu (Puntener, 1981.).

$$\% \text{ učinka} = \left(\frac{\text{korovi na kontroli} - \text{korovi na tretmanu}}{\text{korovi na kontroli}} \right) \times 100$$

Tijekom poljskih pokusa korištene su standardne metode u floristici kao što je proučavanje literature o prethodno zabilježenim vrstama u usjevima, sakupljanje florističkog materijala te fotografiranje. Obavljena je determinacija vrsta i utvrđivanje brojnosti korovnih vrsta u dva navrata. Korovne vrste su determinirane prema odgovarajućim priručnicima (Javorka i Csapody, 1950.; Domac, 1984.; Knežević, 2006.), te nomenklatura vrsta koja je usklađena prema indeksu flore Hrvatske (Nikolić i sur. 1994., 1997., 2000.).

Životni oblici određeni su prema Garckeu (1972.), a nadopunjeni podacima o lokalnoj flori prema Knežević (2006.). Za životne oblike korištene su sljedeće kratice: T – Therophyta, Ch – Chamaephyta, H – Hemicryptophyta i G – Geophyta.

Uzorci su analizirani i prema sustavu indikatorskih vrijednosti koje se pridružuju biljkama s obzirom na sljedeće ekološke čimbenike: svjetlost, temperaturu, vlažnost, pH-reakciju tla, hranjivost tla (količinu dušika u tlu) te opskrbljenost humusom. Za svaki ekološki čimbenik korištene su sljedeće skraćenice: L (svjetlost) – pokazatelj intenziteta svjetlosti na prirodnim staništima, raspon vrijednosti: 1-12 (1 – označava jako sjenovita staništa gdje prolazi svega 1 % svjetlosti, a 12 – potpunu izloženost sunčevom zračenju), T (temperatura) – pokazatelj temperature na staništima, raspon vrijednosti: 1-12 (1 – označava izrazito hladna staništa pretežno u visokim planinama, a 12 – vruća mediteranska i pustinska staništa), U (vlažnost tla) – pokazatelj vlažnosti tla, raspon vrijednosti: 1-12 (1 – predstavlja vrlo suha staništa, a 12 – vodena staništa gdje rastu vodene biljke), R (pH-reakcija tla) – pokazatelj kiselosti ili alkaličnosti tla, raspon vrijednosti: 1-9 (1 – označava vrlo kisela tla, a 9 – vrlo alkalična tla), N (hranjivost tla, odnosno količina dušika u tlu) – pokazatelj količine hranjivih tvari u tlu, raspon vrijednosti: 1-9 (1 – označava tla siromašna fosforom, nitratima i organskim tvarima,

a 9 – tla s prekomjernom količinom fosfora i nitrata), H (opskrbljenost tla humusom) – pokazatelj količine humusa u tlu, raspon vrijednosti: 1-9 (1-označava tla siromašna humusom, a 9 – tla vrlo bogata humusom).

Za interpretaciju klimatskih prilika korišteni su podaci Državnog hidrometeorološkog zavoda u Zagrebu s meteorološke postaje Gradište.

Ocjena fitotoksičnog učinka herbicidnih tretmana na luk obavljen je 7 i 14 dana nakon post-em tretiranja prema EWRS skali subjektivnom vizualnom ocjenom od 1 do 9. Ocjena 1 znači da nije bilo učinka istraživanog tretmana na luk, dok ocjena 9 predstavlja potpuno propadanje. Subjektivna vizualna ocjena jedna je od najčešće korištenih metoda u istraživanjima učinka herbicida zbog svoje jednostavnosti i uštede vremena. Glavni joj je nedostatak, kako i sam naziv metode kaže, subjektivnost osobe koja vrši ocjenjivanje (Knežević i sur., 2007.).

Učinak istraživanih tretmana utvrđen je i kroz parametre prinosa i kalibraže lukovica. Vađenje je obavljeno u vrijeme tehnološke zrelosti luka ručnim vađenjem (čupanjem) (slika 4.) sa svake parcelice početkom rujna, a rezultati svakog tretmana nakon vaganja preračunavanjem su svedeni na prinos po jedinici površine (kg/ha).



Slika 4. Ručno vađenje luka na pokusnim površinama (foto: original)

Svi dobiveni podatci pohranjeni su u program Microsoft Excel. Statistička obrada podataka provedena je putem analize varijance (ANOVA). U analizi varijance godina, brojanje i varijanta smatrani su fiksnim efektom, a repeticija slučajnim efektom. Za statističku obradu podataka korišten je statistički paket SAS. Nakon signifikantnog F-testa ($P=0,05$), za usporedbu srednjih vrijednosti izračunate su najmanje signifikantne razlike (LSD = Least Significant Differences) za statističku značajnost $P = 0,05$ u skladu s Fisher – ovom zaštitom značajnosti signifikantnih razlika. Signifikantna razlika između srednjih vrijednosti u svim tablicama obilježena je u skladu s Duncan-ovim slovnom označavanjem, gdje su srednje vrijednosti koje se ne razlikuju međusobno za razinu statističke značajnosti $P<0,05$ obilježene istim slovima.

2.1. Mehanizmi djelovanja herbicida

2.1.1. Pendimetalin

Djelatna je tvar iz grupe dinitroanilina. Naziva se tzv. žutim spojem zbog prisutnosti nitro grupe na fenilnom prstenu. Suzbija jednogodišnje uskolisne i neke širokolisne korove prije njihova nicanja. Inhibira diobu stanica vežući se na tubulin te tvori herbicid-tubulin kompleks koji sprječava polimerizaciju mikrotubula zbog čega gube funkciju, izostaje proces mitoze pa se stanice ne dijele i ne izdužuju. Selektivni je herbicid kojeg biljke usvajaju korijenom i nicajućom stabljikom dok prolaze kroz tlo. Učinkovitosti pendimetalina u usjevu luka istraživali su brojni autori. Ovisno o vremenskim prilikama, Kadu i sur. (2017.) zabilježili su učinkovitost pendimetalina u luku od 95,70%, odnosno 95,41%. Nešto slabiji učinak u svojim istraživanjima ostvarili su Kalhapure i sur. (2013.) 87,8% te Chattopadhyay i sur. (2016.) 85,12%

2.1.2. Dikvat

Djelatna je tvar iz grupe dipiridila. Po mehanizmu djelovanja svrstava se u grupu inhibira procesa fotosinteze. Totalni je herbicid kontaktnog načina djelovanja. Kroz biljku se kreće floemom, ali samo kroz list.

2.1.3. Klopiralid

Djelatna je tvar iz skupine derivata piridin-karboksilne kiseline koji djeluje u biljci slično biljnim hormonima auksinima. Izraziti su sistemici, a koriste se za suzbijanje širokolisnih korova koji ih usvajaju putem lista, ali i putem korijena. Primjenom prije ili poslije propisanog roka mogu izazvati velike štete na usjevu. Istraživanje Gidea (2013.) u luku pokazalo je dobru učinkovitost kombinacije klopiralida i fluazifop-P-butila u suzbijanju jednogodišnjih uskolisnih (96,6%) i jednogodišnjih širokolisnih korovnih vrsta (88,8%). Manju učinkovitost navedena kombinacija postigla je na višegodišnje uskolisne korove (53,8%), a najmanju na višegodišnje širokolisne korove (17,6%).

2.1.4. Oksifluorfen

Djelatna je tvar iz skupine difenil etera. Pre-em i post-em selektivni kontaktni herbicid koji inhibira enzim neophodan za tvorbu korofila što rezultira blijedenjem i nekrozom te potpunim sušenjem tretiranih osjetljivih biljaka. Učinak se očituje već prvog dana nakon tretiranja. Bolje djeluju na širokolisne korove, iako iskazuju i određeni učinak na klijance trava. Veliki broj istraživanja proveden je u luku, a brojni autori navode dobru učinkovitost i punih i umanjenih doza.

2.1.5. Fluazifop-P

Djelatna je tvar iz skupine ariloksifenoksiopionata čijim je otkrićem borba protiv korovnih trava uvelike olakšana u povrtlarskim, ali i drugim "malim" kulturama. Suzbijaju samo korovne trave inhibirajući tvorbu lipida koji su neophodni za rast i razvoj. Korovne biljke usvajaju ih putem lista. Bolju učinkovitost postižu u ranijim fazama razvoja trava. Vremenske prilike koje smanjuju aktivnost biljaka, odnosno translokaciju, smanjuju i učinkovitost ovih herbicida. Ovisno o primijenjenoj količini fluazifopa u luku, Mukhtar i suradnici (2018.) zabilježili su učinkovitost od 85,1% odnosno 92,1% na travne korove. Dobru učinkovitost fluazifopa u luku od 82,18% zabilježili su i Helalia i sur. (2017.) kao i Haroun (2000.), 85,1% do 92,1%.

2.2. Agroekološki uvjeti tijekom istraživanja

Budući da postizanje zadovoljavajućeg herbicidnog učinka, osim o dozaciji herbicida i razvojnoj fazi korova, uvelike ovisi i o specifičnim pedo-klimatskim uvjetima proizvodnog područja, praćeni su klimatski pokazatelji tijekom vegetacijskog razdoblja luka u 2018. i 2019. godini.

Nakon primjene, herbicidi su izloženi različitim utjecajima o kojima ovisi herbicidni učinak. Pre-em herbicide biljke usvajaju iz tekuće faze tla dok post-em herbicide biljke usvajaju kroz list i kroz stabljiku, stoga za njihovo usvajanje (apsorpciju), prodor u biljku (retenciju), premještanje do molekularnog mjesta djelovanja (translokaciju) i inhibiciju određenih životnih procesa korovnih biljaka, važnu ulogu imaju vanjski čimbenici, posebno tip tla i vremenske prilike (Pintar i Barić, 2018.).

U tablici 2. i 3. prikazane su mjesečne vrijednosti oborina i prosječne mjesečne temperature zraka tijekom vegetacije luka, kako za višegodišnje razdoblje (2000.-2018.), tako i za 2018. i 2019. godinu kada su provedena istraživanja. Podatci o srednjim mjesečnim temperaturama zraka (°C) i mjesečnim količinama oborina (mm) za 2018. i 2019. godinu dobiveni su s meteorološke stanice PIK-a Vinkovci postavljene u neposrednoj blizini pokusnih površina, a višegodišnji prosjeci sa stranice Državnog hidrometeorološkog zavoda RH za najbližu meteorološku postaju Gradište.

Tablica 2. Mjesečne oborine (mm) za vegetacijsko razdoblje 2018. i 2019. godine i višegodišnji prosjek (2000.-2018.)

Mjesec	Oborine mm			Oborine mm		
	2018.	Višegodišnji prosjek (2000-2018)	Razlika	2019.	Višegodišnji prosjek (2000-2018)	Razlika
III	80,4	44,5	35,9	21	44,5	-23,5
IV	16,8	51,2	-34,4	97,1	51,2	45,9
V	40,0	72,0	-32	113,2	72,0	41,2
VI	154,8	95,0	59,8	74,4	95,0	-20,6
VII	107,6	72,2	35,4	41,2	72,2	-31
VIII	38,0	54,1	-16,1	78,4	54,1	24,3
IX	65,8	57,5	8,3	48,6	57,5	-8,9
Ukupno u vegetaciji	503,4	446,5	56,9	473,9	446,5	27,4

Za aktivaciju i distribuciju zemljišnih herbicida po fazama tla potrebna je određena količina oborina (oko 20 mm unutar deset dana nakon aplikacije), što je jedan od nedostataka ovog roka primjene. Budući da proizvodnja luka iz sjemena nije moguća bez navodnjavanja, oborine nisu imale značajan utjecaj na aktivaciju pendimetalina niti u jednoj godini istraživanja. Na prekomjerne količine oborina, kod kojih može doći do ispiranja u dublje slojeve ili spiranja s površine tla primijenjenog pre-em herbicida te izostanka herbicidnog učinka, ne možemo utjecati.

Ukupna količina oborina u vegetacijskom periodu u obje godine bila je viša u odnosu na višegodišnji prosjek. U 2018. godini vegetacijsko razdoblje luka karakterizira iznadprosječna količina oborina zabilježena u lipnju i srpnju, a u 2019. godini zabilježena u travnju, svibnju i lipnju. Ovako velike količine oborina u travnju 2019. godine, neposredno nakon sjetve, odrazile su se na smanjenje sklopa biljaka luka. Manje količine oborina od prosjeka zabilježene su u travnju i svibnju 2018. godine te u srpnju 2019. godine.

Tablica 3. Prosječne mjesečne temperature (°C) za vegetacijsko razdoblje 2018. i 2019. godine i višegodišnji prosjek (2000.-2018.)

Mjesec	Temperatura zraka °C			Temperatura zraka °C		
	2018.	Višegodišnji prosjek (2000-2018)	Razlika	2019.	Višegodišnji prosjek (2000-2018)	Razlika
III	4,02	7,2	-3,18	9,19	7,2	1,99
IV	16,93	13,1	3,83	16,63	13,1	3,53
V	19,96	17,6	2,36	16,88	17,6	-0,72
VI	20,86	21,0	-0,14	22,9	21,0	1,9
VII	21,76	22,8	-1,04	22,63	22,8	-0,17
VIII	23,74	22,5	1,24	23,47	22,5	0,97
IX	18,16	17,0	1,16	17,78	17,0	0,78
Prosječno u vegetaciji	17,92	17,31	0,60	18,50	17,31	1,18

Kod primjene post-em herbicida, osim oborina, važnu ulogu ima relativna vlaga zraka i temperatura zraka. Usvajanje herbicida kroz list i stabljiku odvija se brže kod više relativne vlage zraka, a vrijeme usvajanja herbicida iz kapljice škropiva je produljeno u tim uvjetima (Ostojić, 2008). Relativna vlaga zraka, zbog navodnjavanja luka, je bila visoka te nije bilježena.

Iako su tijekom 2018. i 2019. godine mjesečne vrijednosti temperature zraka bile uglavnom iznadprosječne, zbog neobično pro hladnog, oblačnog i kišnog proljeća kasnilo se sa sjetvom. Učestale kiše i niske temperature zraka krajem svibnja 2019. godine, otežale su i odgodile primjenu post-em herbicida. U vrijeme i u razdoblju nakon post-em primjene herbicida zabilježeno je suho i toplo vrijeme u 2019. godini. Prema Ostojiću (2008.) takvi uvjeti pridonose stvaranju voštane prevlake na listu, zadebljanju kutikule, zatvaranju puči, smanjenju fotosintetske sposobnosti te usporavaju izmjenu sokova između stabljike i korijena. Sve to rezultira bržim sušenjem kapljica škropiva na biljci, slabijem prodroru u biljku, usporenom translokacijom i premještanjem herbicida do mjesta djelovanja. Temperature zraka 2018. godine prije i u vrijeme primjene post-em herbicida bile su niže od višegodišnjeg prosjeka.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja prikazani su tablično, grafički i fotografijama. Zasebno su prikazani rezultati po godinama istraživanja i u odnosu na istraživane parametre.

3.1. Floristički sastav korovne zajednice u usjevu luka

Tijekom dvogodišnjeg istraživanja u usjevu luka na površinama PIK-a Vinkovci na lokaciji Lipovac, ukupno su utvrđene 23 korovne vrste prikazane u tablici 4. (slike 5. - 16.).

Prve godine istraživanja utvrđeno je 19 korovnih vrsta. Sljedeće godine determinirano je 5 vrste manje, odnosno 14 korovnih vrsta. Prevladavale su dvosupnice (20 vrsta). Prema životnom ciklusu 16 je jednogodišnjih, 5 višegodišnjih i 2 jednogodišnje do dvogodišnje vrste.

Deset korovnih vrsta pojavljivalo se kroz obje godine istraživanja. To su: *A. retroflexus*, *A. artemisiifolia*, *C. album.*, *C. arvensis*, *D. stramonium.*, *Euphorbia helioscopia* L., *Hibiscus trionum* L., *Solanum nigrum* L., *S. halepense* i *Xanthium strumarium* L..

Samo u jednoj vegetacijskoj sezoni pojavile su se sljedeće vrste: *A. theophrasti*, *Atriplex patula* L., *C. bursa-pastoris*, *C. arvensis*, *E. repens*, *F. esculentum*, *Papaver rhoeas* L., *Polygonum aviculare* L., *Ranunculus arvensis* L., *S. viridis*, *Sinapis arvensis* L., *T. officinale*, *Viola arvensis* Murray. Od toga 9 vrsta u prvoj godini, a 4 vrste u drugoj godini istraživanja.

Tablica 4. Korovne vrste u pokusu kroz dvije godine istraživanja (2018.-2019.)

R.B.	Latinski naziv vrste	Porodica	Funkcionalne grupe		Godina istraživanja	
			MF	LC	2018	2019
1.	<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	<i>Malvaceae</i>	D	A	+	-
2.	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Amaranthaceae</i>	D	A	+	+
3.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Asteraceae</i>	D	A	+	+
4.	<i>Atriplex patula</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	D	A	-	+
5.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L) Medik.	<i>Brassicaceae</i>	D	A	+	-
6.	<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Chenopodiaceae</i>	D	A	+	+
7.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	<i>Asteraceae</i>	D	P	+	-
8.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Convolvulaceae</i>	D	P	+	+
9.	<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Solanaceae</i>	D	A	+	+
10.	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	<i>Poaceae</i>	M	P	-	+
11.	<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	<i>Euphorbiaceae</i>	D	A	+	+
12.	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	<i>Polygonaceae</i>	D	A	+	-
13.	<i>Hibiscus trionum</i> L.	<i>Malvaceae</i>	D	A-B	+	+
14.	<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Papaveraceae</i>	D	A	+	-
15.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Polygonaceae</i>	D	A	-	+
16.	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	<i>Ranunculaceae</i>	D	A	+	-
17.	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	<i>Poaceae</i>	M	A	+	-
18.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Brassicaceae</i>	D	A	+	-
19.	<i>Solanum nigrum</i> L.	<i>Solanaceae</i>	D	A	+	+
20.	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	<i>Poaceae</i>	M	P	+	+
21.	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber.	<i>Asteraceae</i>	D	P	-	+
22.	<i>Xanthium strumarium</i> L.	<i>Asteraceae</i>	D	A	+	+
23.	<i>Viola arvensis</i> Murray	<i>Violaceae</i>	D	A-B	+	-
UKUPNO					19	14

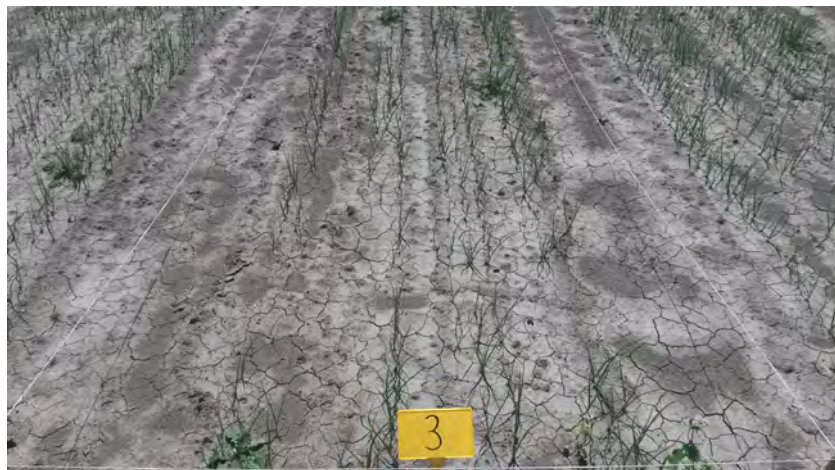
Mf: morfotip; D: dvosupnice (dikotiledoni); M: jednosupnice (monokotiledoni), LC: životni ciklus; A: jednogodišnja; B: dvogodišnja; P: višegodišnja; A-B: jednogodišnja do dvogodišnja; B-(A): dvogodišnja, rijetko jednogodišnja.



Slika 5. Kontrola, 2018. (foto: original)



Slika 6. Kontrola pljevljeno, 2018. (foto: original)



Slika 7. Varijanta 1, 2018. (foto: original)



Slika 8. Varijanta 2, 2018. (foto: original)



Slika 9. Varijanta 3, 2018. (foto: original)



Slika 10. Varijanta 4, 2018. (foto: original)



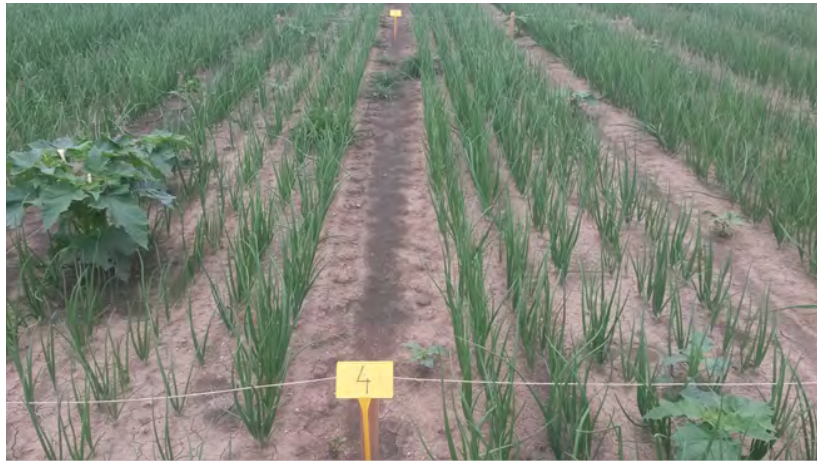
Slika 11. Kontrola, 2019. (foto: original)



Slika 12. Kontrola pljevljeno, 2019. (foto: original)



Slika 13. Varijanta 1, 2019. (foto: original)



Slika 14. Varijanta 2, 2019. (foto: original)



Slika 15. Varijanta 3, 2019. (foto: original)



Slika 16. Varijanta 4, 2019. (foto: original)

3.1.1. Sistematske značajke korovne flore u usjevu luka

Determinirane korovne vrste mogu se sistematski razvrstati u jedan odjeljak, dva razreda, 11 redova, 13 porodica i 21 rod. Odjeljak Magnoliophyta predstavljen je razredom Magnolipsida (Dicotyledoneae) u okviru kojeg je utvrđeno 20 korovnih vrsta, te razredom Liliopsida (Monocotyledoneae) u okviru kojeg su utvrđene 3 korovne vrste (tablica 5.).

Tablica 5. Sistematska pripadnost korovne flore u usjevu luka (Lipovac, 2018., 2019.)

1. Odjeljak	Magnoliophyta - sjemenjače		
1. 1. Pododjeljak	Magnoliophytina - kritosjemenjače		
1. 1. 1. Razred	Magnoliopsida (Dicotyledoneae) - dvosupnice		
Red	Porodica	Broj rodova	Broj vrsta
Asterales	Asteraceae Cichoriaceae	4	4
Capparales	Brassicaceae	2	2
Caryophyllales	Chenopodiaceae Amaranthaceae	2	3
Euphorbiales	Euphorbiaceae	1	1
Malvales	Malvaceae	2	2
Papaverales	Papaveraceae	1	1
Polygonales	Polygonaceae	2	2
Ranunculales	Ranunculaceae	1	1
Solanales	Solanaceae	2	3
Violales	Violaceae	1	1
1.1.2. Razred	Liliopsida (Monocotyledoneae) – jednosupnice		
Red	Porodica	Broj rodova	Broj vrsta
Poales	Poaceae	3	3

3.1.2. Životne zajednice korovne flore u usjevu luka

Vrlo značajan pokazatelj u korovnoj zajednici predstavljaju životni oblici korova. Sustav životnih oblika predložio je danski botaničar Christen C. Raunkiaer. Kao osnovu za klasifikaciju uzeo je način preživljavanja biljke u nepovoljno godišnje doba. Nepovoljno razdoblje za život biljaka najčešće znači hladno ili sušno razdoblje ili oboje.

Analizom životnih oblika u istraživanoj korovnoj zajednici u usjevu luka utvrđena su četiri životna oblika korovnih vrsta (tablica 6.). To su hemikriptofiti, terofiti, geofiti i terofiti/hemikriptofiti. Najveći broj korovnih vrsta u zajednici pripada terofitima (15 vrsta), zatim slijede geofiti i terofiti/hemikriptofiti zastupljeni s tri vrste po skupini i hemikriptofiti koji imaju dvije vrste.

Terofiti predstavljaju jednogodišnje biljke, koje nepovoljne uvjete, kao što su zima ili suša, preživljavaju u obliku sjemenki.

Geofiti su skupina višegodišnjih biljaka. Njihovi pupovi prežive nepovoljan period podzemno u obliku lukovica, gomolja ili podanaka.

Terofiti/hemikriptofiti predstavljaju skupinu biljka koje u toplijim područjima žive samo jednu godinu, dok su u drugim područjima dvogodišnje i prežive u obliku rozete ili su vrlo rijetko višegodišnje koje formiraju posebne rozete.

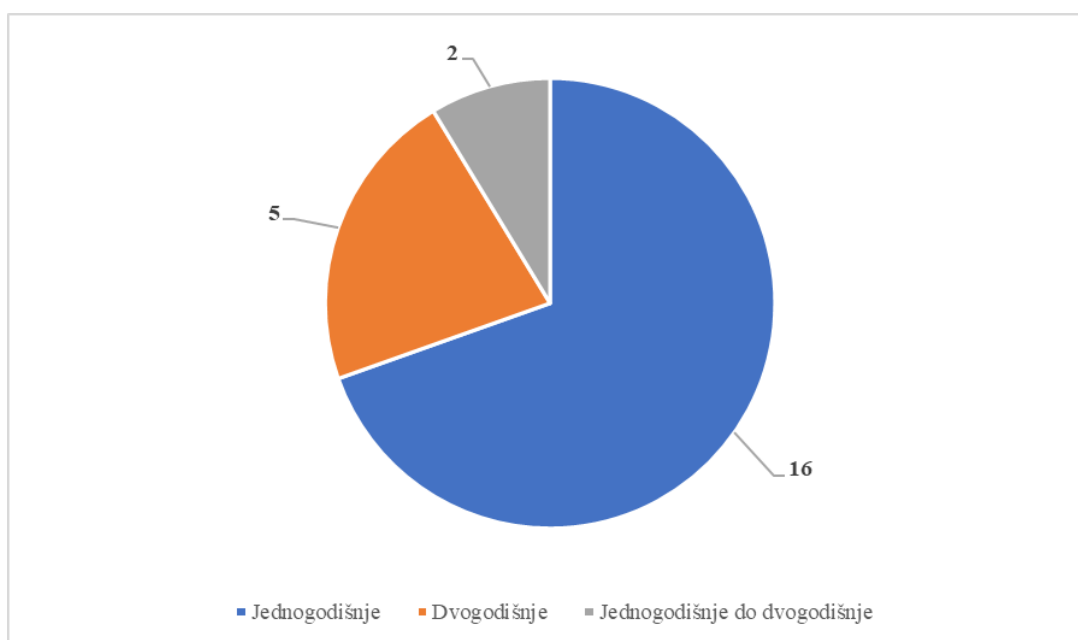
Hemikriptofiti broje veliku skupinu zeljastih, višegodišnjih biljaka s pupovima za obnavljanje pri samoj površini ili neposredno ispod površine tla, a u nepovoljno su doba godine zaštićeni suhim lišćem, busenima ili prizemnim rozetama.

Tablica 6. Životni oblici vrsta u korovnoj zajednici luka

Korovna vrsta	Životni oblik
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.	T
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	T
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	T
<i>Atriplex patula</i> L.	T
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	T,H
<i>Chenopodium album</i> L.	T
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	G
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	G
<i>Datura stramonium</i> L.	T
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	G
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	T
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	T
<i>Hibiscus trionum</i> L.	T
<i>Papaver rhoeas</i> L.	T,H
<i>Polygonum aviculare</i> L.	T
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	T
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	T
<i>Sinapis arvensis</i> L.	T
<i>Solanum nigrum</i> L.	T
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	H
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber.	H
<i>Xanthium strumarium</i> L.	T
<i>Viola arvensis</i> Murray	T,H

3.1.3. Ekološki indeksi korovne flore u usjevu luka

Ekološki indeksi iskazani su za dominantne korovne vrste u usjevu luka prema Landoltu, 1977. i Knežević, 2006.. Ukupno su registrirane 23 korovne vrste, prema životnom ciklusu 16 je jednogodišnjih, 5 dvogodišnjih i 2 jednogodišnje do dvogodišnje vrste (grafikon 1.).



Grafikon 1. Zastupljenost korovnih vrsta u usjevu luka prema životnom obliku, Lipovac 2018.-2019.

Najzastupljenije korovne vrste u dvogodišnjem istraživanju koje su dominirale brojem jedinki bile su *F. esculentum*, *D. stramonium*, *A. artemisiifolia*, *S. halepense*, *C. Album*, *A. retroflexus* i *S. arvensis*.

Ekološke karakteristike i zastupljenost korovnih vrsta s obzirom na vlažnost (F), reakciju tla (R), opskrbljenost tla hranivima (N) i opskrbljenost tla humusom (H), svjetlost (L) i temperaturu (T) prikazane su u tablici 7.

Tablica 7. Indikatorske vrijednosti dominantnih korovnih vrsta u usjevu luka (po Landoltu, 1977.)

Korovne vrste	F	R	N	H	L	T
<i>F. esculentum</i>	3	1	2	2	4	3
<i>D. stramonium</i>	3	3	4	4	4	5
<i>A. artemisiifolia</i>	3	3	4	2	4	5
<i>S. halepense</i>	1	2	3	3	4	5
<i>C. album</i>	2	3	4	3	4	3
<i>A. retroflexus</i>	2	3	4	3	4	4
<i>S. arvensis</i>	3	4	4	3	4	4

F- vlažnost, R- reakcija tla, N- dušik, H- humus, L- svjetlost, T- temperatura

Floristička analiza korovnih vrsta u zajednici s obzirom na vlažnost (F) pokazala je da na staništu dolaze vrste iz skupine F2 i F3, te jedna vrsta iz skupine F1. Rezultati ukazuju da ovo stanište nastanjuju korovne vrste sa širokom ekološkom amplitudom za vlažnost tla. Korovne vrste dobro podnose promjenjivu vlažnost s izmjenom sušnijeg i mokrijeg stanja tla. Područje rasprostranjenosti korovnih vrsta iz ove skupine je od suhih do vlažnih tala.

S obzirom na reakciju tla (R), vidljiva je brojčana dominacija korovnih vrsta oznake R3, a to su biljke koje su rasprostranjene na slabo kiselim tlima i ponekad neutralnim. Iako su u zajednici zastupljene vrste svih postojećih indikatorskih vrijednosti od 1 do 5 za reakciju tla.

Analizirajući opskrbljenost tla hranivima, a posebice opskrbljenost dušikom (N), korovne vrste u ovoj zajednici su pokazale amplitudu indikatorskih vrijednosti od 2 do 4. Većina biljaka unutar istraživane skupine pripada N4 kategoriji koja opisuje vrste koje su pretežito na tlima umjereno do bogato opskrbljena hranivima i nikada se ne nalaze na tlima vrlo slabe ili jako bogate opskrbe hranivima.

Što se tiče sadržaja humusa (H) na istraživanom lokalitetu korovna zajednica pokazuje da je tlo siromašno do osrednje opskrbljeno sadržajem humusa. Ovakva korovna populacija pojavljuje se vrlo rijetko na tresetnim tlima i indikatori su za tla bogata mineralima.

Prema svjetlosnim potrebama (L), analiza je pokazala vrijednosti svih dominantnih vrsta brojem 4, što inicira pokazatelje svijetlih staništa koji podnose i neznatnu sjenu i predstavljaju biljke indikatore svjetla.

Iz analize indikatorskih vrijednosti vrsta s obzirom na temperaturu (T) može se uočiti brojčana zastupljenost vrsta iz skupina T3 od dvije vrste, T4 također dvije vrste i skupina T5 s tri vrste. Ove skupine karakteriziraju uglavnom široko rasprostranjene vrste izrazito kontinentalnih područja i vrste kojima imaju širok areal rasprostranjenosti u nižim područjima srednje i južne Europe. Vrste mogu biti izrazito termofilne.

3.2. Broj jedinki na herbicidnim pokusima u 2018. i 2019. godini

Tijekom 2018. i 2019. godine u poljskim pokusima istraživana je učinkovitost primjene herbicidnih pripravaka u suzbijanju korova u luku usporedbom s netretiranom kontrolom. Obradeni rezultati pokazuju utjecaj godine i tretmana na broj korova/m², prinos luka i kalibražu lukovica.

Kao što je vidljivo iz prikazane tablice 8, 28 dana nakon post-em primjene herbicida u 2018. godini, zakorovljenost kontrolne pokusne parcele (slika 17.) kao i pljevljene parcele (slika 18.) znatno se razlikovala po vrstama korova od parcela s herbicidnim tretmanima (slike 19., 20., 21., 22.). Brojnošću jedinki dominirale su širokolisne korovne vrste. Na kontrolnoj pokusnoj parceli bio je zastupljen relativno velik broj jedinki korova po jedinici površine (11,41/m²). Od ukupnog broja korova najveći broj jedinki otpadao je na vrstu *F. esculentum*, 6,58/m², odnosno 57,7%. S manjim udjelom bile su prisutne vrste *A. artemisiifolia* i *D. stramonium* te su činile 22,5% od ukupnog broja jedinki korova. Udio svih ostalih širokolisnih korovnih vrsta, njih 8, bio je 16,7% , odnosno manje od jedne jedinice po m². Uskolisne vrste imale su 3,1% učešće u odnosu na ukupan broj jedinki kontrolne parcele.

Na pljevljenoj kontroli dominantne su bile iste korovne vrste kao i na nepljevljenoj kontroli, *F. esculentum*, *A. artemisiifolia* i *D. stramonium*. Od uskolisnih korova bio je zastupljen samo *S. halepense*.

Tablica 8. Korovne vrste, broj jedinki po m² u 2018. godini

Korovne vrste	Herbicidne varijante					
	Kontrola	Kontrola pljevljeno	1	2	3	4
<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.		0,11				
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	0,20	0,11	0,02	0,04	0,02	
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1,48	0,24	0,20	0,24	0,11	0,18
<i>Chenopodium album</i> L.	0,07					
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,07	0,02	0,02			
<i>Datura stramonium</i> L.	1,09	0,13	0,13	0,38	0,16	0,20
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.		0,02				
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	6,58	0,53				
<i>Hibiscus trionum</i> L.	0,55	0,02		0,07		
<i>Papaver rhoeas</i> L.	0,07					
<i>Ranunculus arvensis</i> L.	0,13	0,07				
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	0,02					0,07
<i>Sinapis arvensis</i> L.	0,49	0,13	0,09	0,09	0,11	0,09
<i>Solanum nigrum</i> L.	0,33	0,09				
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	0,33	0,09				
<i>Viola arvensis</i> Murray					0,02	
Ukupan broj korova/m ²	11,41	1,57	0,47	0,82	0,42	0,53
Ukupno vrsta	13	12	5	5	5	4
Koeficijent učinkovitosti	0	86,21	95,92	92,82	96,31	95,34

Legenda: Kontrola; Kontrola pljevljeno; Varijanta 1 -pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P puna doza; Varijanta 2 – pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P umanjena doza; Varijanta 3 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P puna doza; Varijanta 4 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P umanjena doza

Najmanji broj korova po jedinici površine zabilježen (0,42/m²) je u varijanti s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama, a najveći broj od 0,82 jedinke/m² u varijanti s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P u umanjenim dozama za 50%. Razlog lošijeg učinka umanjene doze (varijante 2) u odnosu na preporučenu punu dozu klopivalida (varijanta 1) i ostale herbicidne varijante (varijanta 3 i varijanta 4) jest slabiji učinak na dominantnu korovnu vrstu *D. stramonium*.

Smanjenje broja jedinki po varijantama u odnosu na kontrolu kretalo se od 96,31% do 92,82%. U varijantama s umanjenim dozama broj korova bio je veći 42,7% , odnosno 20,8% u odnosu na varijante s punim dozama.



Slika 17. Kontrola, 2018. (foto: original)



Slika 18. Kontrola pljevljeno, 2018. (foto: original)



Slika 19. Varijanta 1, 2018. (foto: original)



Slika 20. Varijanta 2, 2018. (foto: original)



Slika 21. Varijanta 3, 2018. (foto: original)



Slika 22. Varijanta 4, 2018. (foto: original)

U 2019. godini (tablica 9.) najveći broj korova zabilježen je na kontrolnoj parceli (slike 23., 24., 25., 26., 27., 28.), 13,05 jedinki/m². Među njima, dominirala je širokolisna vrsta *D. stramonium* s 9,79 jedinki/m² što je 75% od ukupno utvrđenih jedinki na kontrolnoj parceli. Znatno manje, ali još uvijek u značajnom postotku, bile su zastupljene vrste *A. artemisiifolia* s 8% i *P. aviculare* sa 6%. Od uskolisnih korova nije bila zastupljena niti jedna vrsta.

Na pljevljenoj kontroli s najvećim brojem jedinki bile su zastupljene vrste *D. stramonium*, *C. album* i *A. artemisiifolia*. Uskolisnih vrsta nije bilo.

Gledano kroz parametar smanjenja broja jedinki korova po m², kao i prethodne godine istraživanja, varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P primijenjenim u punim preporučenim dozama postigla je najbolji rezultat. U ovoj varijanti zabilježeno je 0,13 jedinki/m².

Najveći broj jedinki korova/m² 0,62, kao i najveći broj jedinki dominantne korovne vrste *D. stramonium*, zabilježen je u varijanti 1 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P primijenjenim u punim preporučenim dozama.

Smanjenje broja jedinki po varijantama u odnosu na kontrolu kretalo se od 98,98% do 95,26%. U varijanti pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P s umanjnim dozama zabilježen je veći broj jedinki korova (44,5%) u odnosu na pune preporučene doze za razliku

od varijante – pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop–P s umanjenim dozama gdje je zabilježen manji broj jedinki u odnosu na pune preporučene doze.

Tablica 9. Korovne vrste, broj jedinki po m² u 2019. godini

Korovne vrste	Herbicidne varijante					
	Kontrola neokopano	Kontrola pljevljeno	1	2	3	4
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	0,29	0,18			0,02	0,02
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	1,06	0,27	0,02			0,04
<i>Atriplex patula</i> L.	0,20	0,16				
<i>Chenopodium album</i> L.	0,20	0,53				
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,13					
<i>Datura stramonium</i> L.	9,79	1,28	0,51	0,27	0,09	0,09
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould			0,02	0,04		0,04
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.		0,02				
<i>Hibiscus trionum</i> L.	0,27					
<i>Polygonum aviculare</i> L.	0,75	0,09	0,02		0,02	
<i>Solanum nigrum</i> L.	0,22	0,09	0,04			
<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber.	0,13			0,02		0,02
<i>Xanthium strumarium</i> L.						0,02
Ukupan broj korova/m ²	13,05	2,61	0,62	0,33	0,13	0,24
Ukupno vrsta	10	8	5	3	3	6
Koeficijent učinkovitosti	0	79,97	95,26	97,49	98,98	98,17

Legenda: Kontrola; Kontrola pljevljeno; Varijanta 1 -pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop–P puna doza; Varijanta 2 – pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop–P umanjena doza; Varijanta 3 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop–P puna doza; Varijanta 4 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop–P umanjena doza



Slika 23. Kontrola, 2019. (foto: original)



Slika 24. Kontrola pljevljeno, 2019. (foto: original)



Slika 25. Varijanta 1, 2019. (foto: original)



Slika 26. Varijanta 2, 2019. (foto: original)

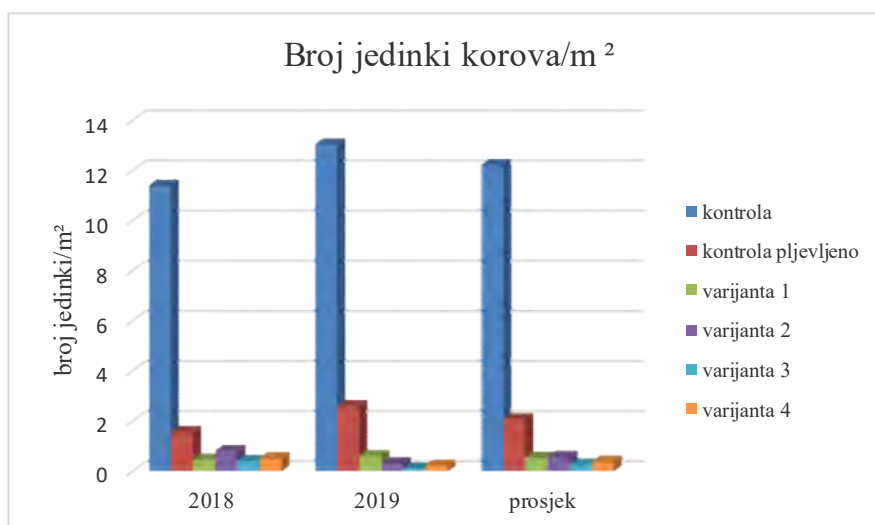


Slika 27. Varijanta 3, 2019. (foto: original)



Slika 28. Varijanta 4, 2019. (foto: original)

Iz prosjeka dvije godine (grafikon 2.), može se uočiti znatno manji broj korova po jedinici površine na svim varijantama u odnosu na kontrolu. Smanjenje broja korova u odnosu na kontrolnu parcelu iznosilo je 83% na pljevljenoj kontroli dok je na herbicidnim varijantama smanjenje bilo od 95,3% do 97,7%. Između varijanti u obje godine istraživanja najbolji učinak na smanjenje broja korova imala je varijanta 3 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama.



Legenda: Kontrola; Kontrola pljevljeno; Varijanta 1 -pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P puna doza; Varijanta 2 – pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P umanjena doza; Varijanta 3 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P puna doza; Varijanta 4 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P umanjena doza

Grafikon 2. Broj korovnih jedinki/m² po varijantama u usjevu luka 2018. – 2019.

U tablicama 10. i 11. prikazana je statistička obrada podataka kroz analizu varijance za glavna svojstva pojavnosti korova. Vidljiv je statistički značajan utjecaj na pojavnost vrsta *D. stramonium* i *F. esculentum* između godina, brojanja, varijante, interakcija godina x brojanje, godina x varijanta, brojanje x varijanta i dvostruka interakcija godina x brojanje x varijanta.

Statistički značajan utjecaj glavnih svojstava na pojavnost korovnih vrsta utvrđen je kod vrsta *A. artemisiifolia* i *H. trionum*, osim kod interakcija godina x varijanta i godina x brojanje x varijanta kod ambrozije, odnosno godina x brojanje i godina x brojanje x varijanta kod hibiskusa.

Za vrste *C. arvense*, *E. helioscopia*, *X. strumarium*, *A. theophrasti*, *C. bursa-pastoris*, *E. repens* i *V. arvensis*, nije utvrđen statistički značajan utjecaj niti jednog od svojstva na pojavnost, a kod vrste *S. viridis* na pojavnost je utjecala samo godina te su spomenute vrste isključene iz daljnje statističke obrade.

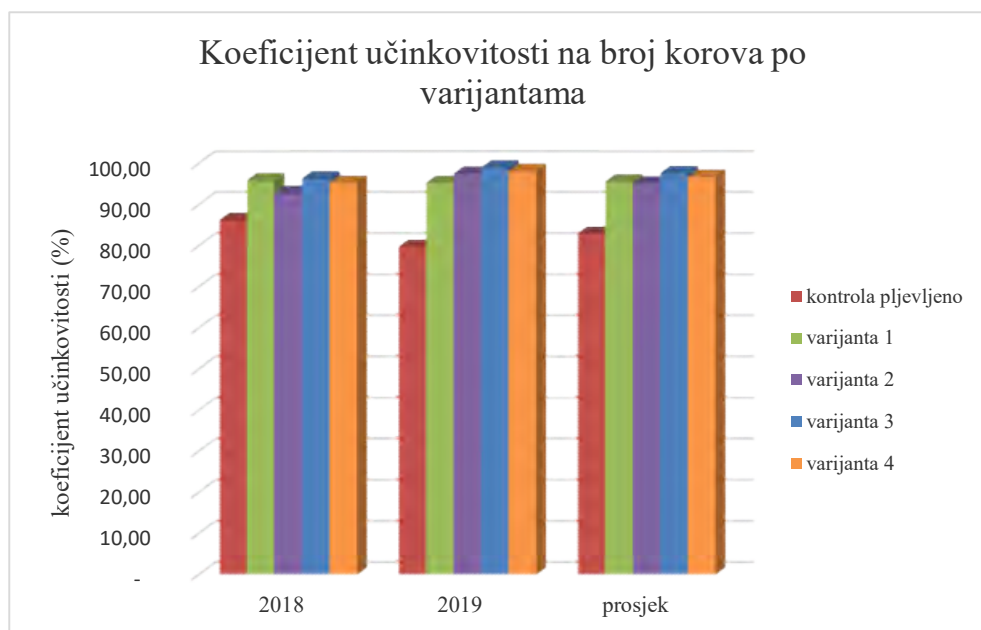
3.3. Koeficijent učinkovitosti herbicidnih varijanti u usjevu luka

Analizirajući koeficijente učinkovitosti, može se uočiti (grafikon 3.) kako je u 2018. godini najveći koeficijent učinkovitosti, u odnosu na ostale herbicidne varijante, postignut primjenom djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama, 96,31%. Nešto manja učinkovitost od 95,52% postignuta je i primjenom punih preporučenih doza djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P. Varijante s umanjenim dozama za 50% pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P i pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P imale su niži koeficijent učinkovitosti u odnosu na pune preporučene doze. Sve su varijante s primijenjenim punim dozama imale veći koeficijent učinkovitosti u odnosu na varijante s primijenjenim umanjenim dozama djelatnih tvari, ali statistički značajne razlike nije bilo.

I u 2019. godini najveći koeficijent učinkovitosti 98,98 % imala je varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama, zatim varijanta s istim djelatnim tvarima u umanjenim dozama, 98,17%. Varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P primijenjenim u umanjenoj dozi imala je bolji koeficijent učinkovitosti (97,5%) u odnosu na varijantu s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P primijenjenim u punim preporučenim dozama (95,3%). Primijenjene varijante u punim i umanjenim dozama imale su različite koeficijente učinkovitosti, ali bez statistički značajnih razlika.

U prosjeku dvije godine varijanta s primijenjenim djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama imala je najbolji koeficijent učinkovitosti na broj korova od 97,7%. Slijedi varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u umanjenim dozama s 96,8% učinkovitosti. Najniži

koeficijent učinkovitosti na korove, koji je iznosio 95,2%, imala je varijanta pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P primijenjena u umanjenim dozama. U prosjeku su sve varijante s punim preporučenim dozama imale veći koeficijent učinkovitosti, ali statistički značajne razlike nije bilo u odnosu na varijante s umanjenim dozama.



Legenda: Kontrola pljevljeno; Varijanta 1 -pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P puna doza; Varijanta 2 – pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P umanjena doza; Varijanta 3 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P puna doza; Varijanta 4 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P umanjena doza

Grafikon 3. Koeficijent učinkovitosti na broj korova po varijantama u usjevu luka 2018.–2019.

Zbog visoko signifikantne interakcije godina x brojanka x varijanta, u tablicama 10. i 11. prikazane su srednje vrijednosti učinka varijanti na redukciju broja jedinki u odnosu na godinu istraživanja.

Učjecaj	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	<i>Chenopodium album</i> L.	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	<i>Datura stramonium</i> L.	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	<i>Hibiscus trionum</i> L.
Godina	2018.	0,56 ^a	0,02 ^b	n.s.	0,48 ^b	2,22 ^a	0,15 ^a
	2019.	0,28 ^b	0,10 ^a	n.s.	2,65 ^a	0,00 ^b	0,07 ^b
Brojanje	1.	0,52 ^a	n.s.	n.s.	1,95 ^a	1,63 ^a	0,14 ^a
	2.	0,32 ^a	n.s.	n.s.	1,18 ^a	0,59 ^b	0,08 ^a
Varijanta	1.	1,16 ^a	0,12 ^b	0,10 ^a	5,29 ^a	3,17 ^a	0,40 ^a
	2.	0,62 ^b	0,23 ^a	0,05 ^b	2,93 ^b	1,47 ^b	0,17 ^b
	3.	0,22 ^c	0,01 ^c	0,01 ^c	0,43 ^c	0,52 ^b	0,01 ^c
	4.	0,22 ^c	0,01 ^c	0,01 ^c	0,35 ^c	0,56 ^b	0,03 ^c
	5.	0,03 ^c	0,12 ^c	0,00 ^c	0,01 ^c	0,21 ^c	0,02 ^c
	6.	0,01 ^d	0,18 ^c	0,00 ^c	0,01 ^c	0,18 ^c	0,43 ^b

Tablica 10. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja – pojavnost korova

Utjecaj	<i>Papaver rhoeas</i> L.	<i>Ranunculus arvensis</i> L.	<i>Polygonum aviculare</i> L.	<i>Sinapis arvensis</i> L.	<i>Solanum nigrum</i> L.	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	<i>Atriplex patula</i> L.	<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Weber.
Godina	2018.	0,05 ^a	0,00 ^b	2,86 ^a	n.s.	0,08 ^a	0,00 ^b	0,00 ^b
	2019.	0,00 ^b	0,14 ^a	0,00 ^b	n.s.	0,00 ^b	0,06 ^a	0,04 ^a
Brojanje	1.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	2.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Varijanta	1.	0,03 ^a	0,07 ^a	0,28 ^a	0,28 ^a	0,12 ^a	0,10 ^a	0,07 ^a
	2.	0,01 ^b	0,07 ^a	0,01 ^b	0,13 ^{ab}	0,07 ^{ab}	0,10 ^a	0,03 ^b
	3.	0,00 ^b	0,01 ^b	0,01 ^b	0,04 ^b	0,04 ^b	0,02 ^{bc}	0,00 ^b
	4.	0,00 ^b	0,00 ^b	0,00 ^b	0,04 ^b	0,01 ^b	0,00 ^c	0,00 ^b
	5.	0,00 ^b	0,00 ^b	0,03 ^b	0,06 ^b	0,01 ^b	0,01 ^{bc}	0,00 ^b
	6.	0,00 ^b	0,01 ^b	0,00 ^b	0,04 ^b	0,02 ^b	0,02 ^{bc}	0,00 ^b

Tablica 11. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja – pojavnost korova

U prvoj godini istraživanja, godina je imala utjecaj na statistički značajniju pojavnost sedam korovnih vrsta *A. artemisiifolia*, *F. esculentum*, *H. trionum*, *P. rhoeas*, *R. arvensis*, *S. arvensis* i *S. halepense*, a u drugoj godini istraživanja na statistički značajniju pojavnost pet korovnih vrsta *C. album*, *D. stramonium*, *P. aviculare*, *A. patula* i *T. officinale*. Na pojavnost vrsta *A. retroflexus*, *C. arvensis* i *S. nigrum* godina nije imala utjecaj.

U obje godine istraživanja sve su se herbicidne varijante statistički značajno razlikovale (za $P < 0,05$) od kontrole. Sve herbicidne varijante pokazale su jednaku učinkovitost u suzbijanju svih vrsta korova budući da između njih nisu utvrđene statistički značajne razlike uz iznimku varijante 4 s primjenom djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P primijenjene u umanjenim dozama, kod koje je utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na druge herbicidne varijante kod pojavnosti vrste *A. retroflexus*.

Statistički značajne razlike između herbicidnih varijanti i pljevljene kontrole nije bilo kod pojavnosti korovnih vrsta *F. esculentum*, *P. rhoeas*, *D. stramonium*, *S. arvensis*, *T. officinalis*, a statistički značajno se razlikovala samo varijanta 2 s primijenjenim umanjenim dozama djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P za vrstu *S. halepense*.

3.4. Fitotoksičnost herbicidnih varijanti na luk u 2018. i 2019. godini

Ocjena fitotoksičnosti herbicidnih varijanti provedena je u dva navrata i to 7 i 14 dana nakon primjene tretmana (tablica 12). Sve istraživane herbicidne varijante izazvale su određeni fitotoksični učinak na mlade biljke luka. Simptomi fitotoksičnog učinka bili su izraženi u vidu točkastih nekroza tkiva, čime je djelomično prekinut dotok vode i biogenih elemenata. Kod prve ocjene (7 dana nakon tretiranja) simptomi su bili jače izraženi nego kod druge ocjene (14 dana nakon tretiranja). Jače fitotoksično djelovanje na mlade biljke luka, u obje godine istraživanja, iskazale su kombinacije primijenjene u punim preporučenim dozama dikvat + pendimetalin + klopivalid + fluazifop-P i dikvat + pendimetalin + oksifluorfen + fluazifop-P.

Mogući uzroci jače pojave fitotoksičnosti u 2018. godini su temperaturni stres te mlađi razvojni stadij biljaka u vrijeme tretmana (2-3 lista) u odnosu na 2019. godinu (6-7 listova).

Tablica 12. Ocjena fitotoksičnosti herbicidnih varijanti na luk 2018. i 2019. godine prema EWRS skali

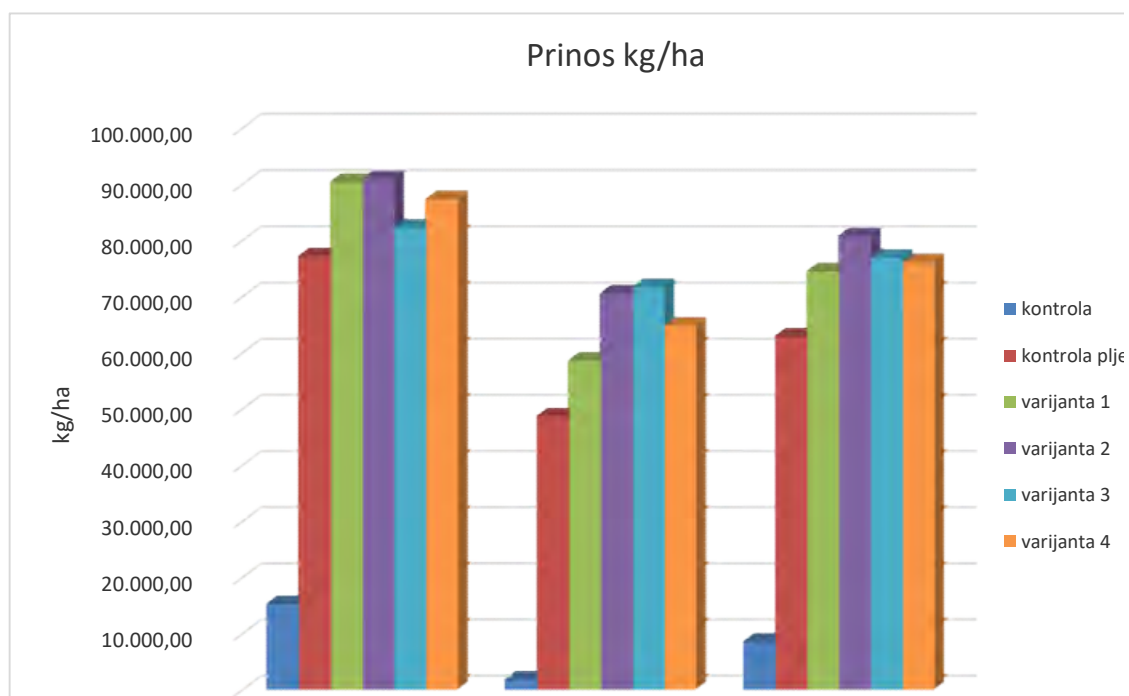
VARIJANTA	Doza	2018	2019
OCJENA 7 dana nakon tretiranja			
Kontrola		-	-
Kontrola pljevljeno		-	-
Varijanta 1 (dikvat+pendimetalin+klopiralid+ fluazifop-P)	puna	3-4	3
Varijanta 2 (dikvat+pendimetalin+klopiralid+ fluazifop-P)	umanjena	2-3	2
Varijanta 3 (dikvat+pendimetalin+oksifluorfen+ fluazifop-P)	puna	3-4	3
Varijanta 4 (dikvat+pendimetalin+oksifluorfen+ fluazifop-P)	umanjena	2	1-2
OCJENA 14 dana nakon tretiranja			
Kontrola		-	-
Kontrola pljevljeno		-	-
Varijanta 1 (dikvat+pendimetalin+klopiralid+ fluazifop-P)	puna	2	2
Varijanta 2 (dikvat+pendimetalin+klopiralid+ fluazifop-P)	umanjena	1-2	1-2
Varijanta 3 (dikvat+pendimetalin+oksifluorfen+ fluazifop-P)	puna	1-2	1-2
Varijanta 4 (dikvat+pendimetalin+oksifluorfen+ fluazifop-P)	umanjena	1	1

3.5. Prinos i kalibraža luka u 2018. i 2019. godini

Utvrđivanje prinosa luka i kalibraže lukovica kao pokazatelja učinka istraživanih varijanti obavljeno je u obje godine istraživanja.

Prve godine istraživanja najniži prinos luka izmjeren je na kontroli (15 351 kg/ha), a najviši prinos u varijanti 2 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiralid + fluazifop-P primijenjenim u umanjenim dozama. Na svim varijantama utvrđen je znatno veći prinos u odnosu na kontrolu. Na pljevljenoj kontroli prinos je bio manji od 6,2% do 15,1% u odnosu na herbicidne varijante. Veći prinos za 0,6% ostvarila je varijanta 2 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiralid + fluazifop-P primijenjenim u umanjenim dozama u odnosu na varijantu 1 s istim djelatnim tvarima primijenjenim u punim preporučenim dozama. I kod varijante 4 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u

umanjenim dozama, zabilježen je veći prinos za 5,8% u odnosu na varijantu 3 na kojoj su djelatne tvari pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P primijenjene u punim preporučenim dozama.



Legenda: Kontrola pljevljeno; Varijanta 1 -pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P puna doza; Varijanta 2 – pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P umanjena doza; Varijanta 3 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P puna doza; Varijanta 4 – pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P umanjena doza

Grafikon 4. Prinos luka (kg/ha)

Druge godine istraživanja najniži je prinos također postignut na kontroli, svega 1 903 kg/ha. Ovakav rezultat na kontrolnoj parceli posljedica je velike zakorovljenosti korovnom vrstom *D. stramonium* koja je utjecala na značajno smanjenje prinosa. Iako je prinos bio niži i na ostalim varijantama u odnosu na 2018. godinu, prvenstveno zbog lošije ostvarenog sklopa u sjetvi, herbicidne varijante ostvarile su viši prinos u odnosu na pljevljenu kontrolu od 17% do 32,1%. Najviši je prinos zabilježen na varijanti 3 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama, zatim slijede varijanta 2 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P s umanjenim dozama i

varijanta 4 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P s umanjenim dozama. Najniži prinos, 18,2% manji u odnosu na najbolju herbicidnu varijantu, imala je varijanta 1 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiridil + fluazifop-P u punim preporučenim dozama.

Iz tablice 13. može se vidjeti kako je utvrđena signifikantna razlika u prinosu luka između istraživanih godina i varijanti, a za kalibražu lukovica utvrđena je signifikantna razlika i za interakciju godina x varijanta. Stoga su u tablici 13. prikazane srednje vrijednosti mase i kalibraže lukovica s obzirom na godinu istraživanja i istraživane varijante.

Tijekom obje godine istraživanja utvrđeni su statistički najniži prinosi luka na kontroli u odnosu na prinose na svim ostalim varijantama. Razlike u prinosu između herbicidnih varijanti nisu bile statistički opravdane. Također nije bilo statistički značajne razlike u prinosu između pljevljene kontrole i varijante 1 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiridil + fluazifop-P primijenjenim u punim preporučenim dozama.

Razlike među varijantama pokusa uočljive su bile u odnosu na kalibražu lukovica (slike 29., 30., 31., 32., 33., 34.), gdje je neujednačenost, odnosno učešće sitnih nekomercijalnih lukovica, proporcionalno bilo veće u varijantama s većom zakorovljenošću.

U dvije godine istraživanja najveći broj sitnih lukovica, promjera < 40 mm, bio je na kontroli, dok je broj lukovica s kalibražom > 50 mm bio statistički značajno manji na kontroli u odnosu na istraživane varijante. Statistički značajne razlike nije bilo između kontrole i herbicidnih varijanti za kalibražu lukovica 40-50 mm.

Razlike između kontrole pljevljeno i varijante 1 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiridil + fluazifop-P u punim dozama, za kalibražu 40-50 mm, i varijantu 2 s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiridil + fluazifop-P u umanjenim dozama, za kalibražu 60-70 mm, nisu bile statistički opravdane.

Iz rezultata LSD testa je vidljivo i da se broj lukovica na herbicidnim varijantama i kontroli pljevljeno za kalibraže <40 mm i >70 mm nije značajno razlikovao.

Gledano kroz parametar brojnosti lukovica za tržišno najvažniju kalibražu od 50-60 mm, kontrola pljevljeno i varijante s umanjenim dozama, postigle su najbolji rezultat.

Ujteeaj	Σ <i>Komada</i> (<i>n</i>)	Σ Masa (kg)	< 40 mm (n)	< 40 mm (kg)	40 - 50 mm (n)	40 - 50 mm (kg)	50 - 60 mm (n)	50 - 60 mm (kg)	60 - 70 mm (n)	60 - 70 mm (kg)	> 70 mm (n)	> 70 mm (kg)
2018.	646 731 ^a	73 968 ^a	96 751 ^a	1 801 ^a	101 807 ^a	4 944 ^b	153 083 ^a	13 821 ^a	158 990 ^a	22 452 ^a	136 100 ^a	30 950 ^a
2019.	344 671 ^b	52 758 ^b	50 352 ^b	1 309 ^a	64 711 ^b	5 409 ^a	75 083 ^b	10 292 ^b	76 930 ^b	13 688 ^b	77 595 ^b	22 060 ^b
1.	307 641 ^b	8 612 ^c	212 179 ^a	3 143 ^a	65 116 ^b	2 678 ^c	23 588 ^c	1 827 ^c	4 432 ^c	525 ^c	2 326 ^c	439 ^c
2.	582 284 ^a	62 984 ^b	66 890 ^b	1 761 ^b	122 372 ^a	7 037 ^a	134 664 ^{ab}	12 179 ^b	179 621 ^a	24 691 ^a	78 737 ^b	17 316 ^b
3.	522 477 ^a	74 569 ^{ab}	53 707 ^b	1 362 ^b	94 684 ^{ab}	7 096 ^a	110 079 ^b	12 232 ^b	117 495 ^b	17 946 ^b	146 512 ^a	35 933 ^a
4.	566 226 ^a	80 830 ^a	44 963 ^b	1 176 ^b	76 525 ^b	4 990 ^b	163 010 ^a	17 561 ^a	145 515 ^{ab}	21 934 ^{ab}	136 213 ^a	35 169 ^a
5.	500 771 ^a	77 057 ^a	37 542 ^b	1 130 ^b	78 292 ^b	5 249 ^{ab}	119 156 ^b	14 159 ^b	126 578 ^b	22 326 ^{ab}	139 203 ^a	34 193 ^a
6.	494 797 ^a	76 396 ^a	26 027 ^b	1 003 ^b	62 571 ^b	4 006 ^{bc}	134 000 ^{ab}	14 385 ^{ab}	134 106 ^b	21 016 ^{ab}	138 093 ^a	35 986 ^a
Varijanta												

Tablica 13. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja – prinos i kalibraža po ha



Slika 29. Kontrola (foto: original)



Slika 30. Kontrola pljevljeno (foto: original)



Slika 31. Varijanta 1 (foto: original)



Slika 32. Varijanta 2 (foto: original)



Slika 33. Varijanta 3 (foto: original)



Slika 33. Varijanta 4 (foto: original)

4. RASPRAVA

Tehnologija uzgoja luka vrlo je zahtjevna u pogledu suzbijanja korova. Korovi značajno utječu na gubitak potencijalnog i stvarnog prinosa luka. Mjere suzbijanja kao i sastav dominantne korovne flore u usjevu, uvelike ovise o vremenu sjetve luka. U radu je utvrđena različita korovna flora, kroz dvije godine istraživanja, u usjevu luka uzgajanom direktnom sjetvom sjemena u uvjetima navodnjavanja. Dominirale su jednogodišnje širokolisne korovne vrste *A. artemisiifolia* i *D. stramonium*, a najzastupljeniji uskolisni korov, utvrđen u obje godine istraživanja, bio je *S. halepense*. Iako neki autori (Abdollahi i Ghadiri, 2004.), zbog položaja i oblika listova, navode širokolisne korove kompetitivnijim od uskolisnih, sirak je redovito prisutan u okopavinskim kulturama, pa tako i u luku, s većim brojem jedinki po jedinici površine.

Dozvolu za primjenu u luku, u Hrvatskoj, ima relativno mali broj herbicida, a dodatni problem su i zakonska ograničenja o primjeni pojedinih kod uzgoja luka iz sjemena. Interes kemijske industrije za njihovu registraciju je mali, zbog visokih troškova same registracije na hektarski slabo zastupljenom luku. Tijekom dvogodišnjeg istraživanja u herbicidne tretmane uključeni su do tad registrirani herbicidi za suzbijanje širokolisnih i uskolisnih korova u luku. Pre-em herbicid pendimetalin korišten je za inhibiciju klijanja korova, a dikvat kao desikant za suzbijanje već izniklih korovnih vrsta prije i nakon sjetve, a sve s ciljem kako bi se klijancima luka omogućila prednost pred korovima u pogledu rasta i razvoja. Post-em herbicidima, klopivalid, oksifluorfen i fluazifop-P, suzbijane su korovne vrste koje su propustili pre-em herbicidi ili su nikli tijekom vegetacije.

U 2018. godini sve su istraživane varijante primijenjenih herbicidnih pripravaka značajno utjecale na smanjenje broja korova u odnosu na kontrolu, a između primijenjenih varijanti nije bilo statistički značajne razlike u broju jedinki/m². Iako brojni autori navode da umanjena količina herbicida bolje suzbija korove u ranom stadiju razvoja nego što propisana (puna) doza suzbija odraslije (veće) korove, u 2018. godini najmanji je broj korova, 0,42 jedinke/m², zabilježen u varijanti s punim dozama djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P, a najveći broj korova, 0,82 jedinke/m², u varijanti s umanjnim dozama djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + klopivalid + fluazifop-P. Smanjenje jedinki po varijantama u odnosu na kontrolu kretalo se od 95,6% do 96,3%. Slabiji učinak umanjene doze, navedene

herbicidne kombinacije, na redukciju broja jedinki postignut je zbog slabijeg učinka na kužnjak, od 47,4% do 65,8%, u odnosu na druge varijante.

U 2019. godini na varijanti s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopirolid + fluazifop-P u punim dozama zabilježen je najveći broj od 0,62 jedinke/m², a najmanji kao i prethodne godine na varijanti s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim dozama.

U prosjeku je primjena i punih i umanjjenih doza različitih herbicidnih varijanti, kao i metoda pljevljenja, statistički značajno utjecala na smanjenje korova u odnosu na netretiranu kontrolu.

Varijante s punim dozama u 2018. godini imale su veći koeficijent učinkovitosti u odnosu na varijante s umanjjenim dozama. U 2019. godini najveći koeficijent učinkovitosti, kao i prethodne godine, ostvarila je primjena djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim dozama, dok je primijenjena puna doza djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + klopirolid + fluazifop-P zabilježila najniži koeficijent učinkovitosti u odnosu na ostale herbicidne varijante. U prosjeku su sve varijante ostvarile visok koeficijent učinkovitosti, ali bez statistički značajne razlike između varijanti.

Postoje brojni radovi koji se bave proučavanjem učinkovitosti različitih herbicida i njihovih kombinacija na brojnost korova u usjevu luka. Najveći broj istraživanja odnosi se na istraživanje učinkovitosti pendimetalina te punih i umanjjenih doza oksifluorfena u kombinaciji s pljevljenjem. Tako su Nadagouda i sur. (1996.) u svom istraživanju utvrdili najveću učinkovitost u suzbijanju korova (93,5%) i najmanji indeks zakorovljenosti (11,8%) kod pre-em primjene pendimetalina (1,0 kg/ha) uz jedno ručno pljevljenje 45 dana nakon tretmana.

Prakash i sur. (2000.) proučavali su pojedinačni učinak herbicida oksifluorfena (0,15 kg/ha i 0,25 kg/ha) i pendimetalina (1,0 kg/ha i 1,5 kg/ha) u usjevu luka i utvrdili kako su svi tretmani značajno smanjili populaciju korova u odnosu na netretiranu kontrolu osim varijante u kojoj je oksifluorfen primijenjen u umanjenoj dozi od 0,15 kg/ha. Varijanta pendimetalin (1,5 kg/ha) uz jedno ručno pljevljenje 45 dana nakon tretmana pokazala se kao superiorna metoda u integriranom pristupu kontrole korova u luku.

Kolhe (2001.) je utvrdio bolju učinkovitost pre-em primjene umanjjenih doza pendimetalina (1,0 kg/ha) i post-em primjene umanjjenih doza oksifluorfena (0,15 kg/ha) uz

jedno ručno pljevljenje 35 dana nakon tretmana, u odnosu na pojedinačnu primjenu svakog od herbicida u punim preporučenim dozama. Isti autor utvrdio je i jednaku učinkovitost na brojnost korova, ali i financijsku opravdanost, kod pre-em primjene oksifluorfena (0,15 kg/ha) uz jedno pljevljenje 35 dana nakon tretmana, u odnosu na kontrolu korova uz dva pljevljenja 20 i 35 dana nakon tretmana.

U istraživanju je učinak herbicidnih varijanti osim kroz redukciju broja jedinki korova, utvrđen i kroz parametar redukcije prinosa i dobivene kalibraže lukovica.

U provedenom pokusu tijekom 2018. i 2019. godine je utvrđeno da su sve istraživane herbicidne varijante u obje godine postigle signifikantno veći prinos u odnosu na prinos na kontrolnoj parceli, što potvrđuje činjenicu da korovi znatno ograničavaju proizvodnju luka. Vrijednosti prinosa između istraživanih herbicidnih varijanti nisu se statistički opravdano razlikovale.

U 2018. godini sve herbicidne varijante primijenjene nakon nicanja u umanjenim dozama postigle su veći prinos od varijanti s punim dozama od 0,6% do 5,8%. Najveći prinos u 2019. godini zabilježen je u varijanti s primijenjenim punim dozama djelatnih tvari pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P. Slične rezultate u istraživanju kompeticije između luka i korova, te njihovom utjecaju na prinos luka dobili su Nandal i Singh (2002.). Proučavanjem učinka različitih doza pendimetalina i oksifluorfena primijenjenih sa i bez pljevljenja utvrdili su maksimalni prinos i najbolju učinkovitost u kontroli korova kod varijante u kojoj je oksifluorfen primijenjen u punoj dozi (0,25 kg/ha) uz ručno pljevljenje 40 dana nakon tretmana.

Kad se učinak istraživanih tretmana promatra kroz kalibražu, sve su varijante ostvarile statistički značajno veći broj krupnijih, tržišno prihvatljivih lukovica u odnosu na kontrolu, a statistički značajne razlike između varijanti nije bilo. Naime, korovi su se na kontroli natjecali s lukom za ograničene izvore (prostor, vodu i svjetlo), posljedica čega je veliki udio lukovica promjera <40 mm.

Budući da je statistička značajnost izostala za sve istraživane parametre, upotreba umanjenih doza herbicida od punih preporučenih, osim smanjenja onečišćenja okoliša, dovela bi i do smanjenja troškova proizvodnje luka.

5. ZAKLJUČCI

Na temelju provedenog istraživanja u dvogodišnjem razdoblju od 2018. do 2019. godine, na površinama Pik-a Vinkovci na lokaciji Lipovac, u kojem je istraživana zakorovljenost i utjecaj herbicidnih pripravaka na prinos luka i kalibražu lukovica, te na temelju analize rezultata, moguće je zaključiti:

- Determinacijom korovne flore tijekom istraživanja utvrđene su ukupno 23 korovne vrste. Deset korovnih vrsta pojavljivalo se kroz obje godine istraživanja, a dominirale su dvije širokolisne vrste *A. artemisiifolia* i *D. stramonium*. Od uskolisnih korovnih vrsta zabilježen je *S. halepense* u obje godine istraživanja.
- Smanjenje korova u odnosu na kontrolnu parcelu iznosilo je od 95,2% do 97,7%. Kao varijanta s najboljim učinkom na smanjenje jedinki korova kroz dvije godine istraživanja, pokazala se varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + oksifluorfen + fluazifop-P u punim preporučenim dozama s koeficijentom učinkovitosti 97,7%.
- Varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P u umanjenim dozama za 50% imala je najlošiji koeficijent učinkovitosti na korove u odnosu na ostale varijante, a koeficijent je iznosio 95,16 %.
- Sve herbicidne varijante iskazale su određene znakove prolaznog fitotoksičnog učinka na mlade biljke luka.
- Utvrđeni koeficijent efikasnosti u istraživanju nije u korelaciji s prinosom. Varijanta s djelatnim tvarima pendimetalin + dikvat + klopiraldid + fluazifop-P u umanjenim dozama za 50%, kao varijanta s najlošijim koeficijentom efikasnosti u suzbijanju korova, ostvarila je najveći prinos.
- U prosjeku su sve varijante statistički značajno povećale prinos luka u odnosu na kontrolu, a razlike u prinosu između varijanti, nisu imale statističku značajnost.
- Statistički značajne razlike u kalibraži lukovica između herbicidnih varijanti nije bilo, izuzev kalibraže 50-60 mm, gdje su najbolji rezultati ostvareni u varijantama s umanjenim dozama.

- S obzirom da između pojedinih herbicidnih varijanti i kontrole pljevljeno nije bilo statistički značajne razlike u prinosu i za tržišno najznačajniju kalibražu lukovica, primjena mehaničkih mjera suzbijanja korova u usjevu luka je bila opravdana.

6. LITERATURA

1. Abdollahi F.I. Ghadiri H. (2004): Effect of separate and combined applications of herbicides on weed control and yield of sugar beet. *Weed Technology* 18: 968-976.
2. Anonimus (1986): Instructor's manual for weed management. FAO, Rome.
3. Ashton, F.M. and T.J. Monaco. (1991) *Weed Science: Principles and Practices*, 3rd Edition. New York: Wiley
4. Barčić, J. (2013): Mehaničko suzbijanje korova. *Glasnik zaštite bilja*, 5-6. 173-179.
5. Barić, K., Brzoja, D. (2014): Suzbijanje korova u luku. *Gospodarski list*, 173 (2014), 8; 34-35.
6. Barić, K., Šćepanović, M., Goršić, M., Galzina, N. (2012): Suzbijanje korova u luku u odnosu na način i cilj uzgoja. *Zbornik sažetaka 56. seminara biljne zaštite-Zagreb: Hrvatsko društvo biljne zaštite*, 28-29.
7. Bell, C. E. and B. E. Boutwell. (2001) Combining bensulide and pendimethalin controls weeds in onions. *California Agric.* 56(1):35-38.
8. Bleasdale, J.K.A. (1959): The Yield of Onions and Red Beet as Affected by Weeds. *Journal of Horticultural Science*, 34: 7- 13.
9. Bleasdale, J.K.A. (1960): Studies on plant competition. Uttarper, J.L.ed., *The biology of weeds*, pp.133-143, Oxford.
10. Brewster, J.L. (2008): *Onions and Other Vegetable Alliums* (2nd edition). CAB International, Wallingford, UK. 27-169.
11. Butorac, A. (1999): *Opća agronomija*. Zagreb.
12. Chattopadhyay N., Mahalanabish S., Hore J. K., Maity T. K. (2016): Effect of different herbicides on growth and yield of onion (*Allium cepa* L.). *Journal of Crop and Weed*, 12(1): 114.

13. Dadić, M., Šoštarčić, J., Božić-Sumrak, B., Madjar S. (2007): Proizvodnja luka (*Allium cepa* L.) u uvjetima navodnjavanja. XXXIX. hrvatski i II. međunarodni znanstveni simpozij agronoma (2007) (zbornik radova), Opatija 357-360.
14. Domac, R. (2002): Flora Hrvatske. Školska knjiga, Zagreb.
15. Ehrendorfer, F. (Hrsg.), (1973): Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 2. Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1-318.
16. European chemicals agency, echa.europa.eu.
17. Fritsch, R.M., Friesen, N. (2002): Evolution, domestication and taxonomy. U Rabinowitch H., Currah L. (ur.), *Allium crop science: recent advances*. CABI Publishing, Wallingford, UK, str. 5–30.
18. Garcia, D.C., Barni, V., Storck, L. (1994): Influence of the Weed Competition on Yield of Onion Bulbs. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 29: 1557-1563.
19. Gidea M. (2013): The differentiated weed control methods in onion crops on the cambic chernozem in South Romania. *Proceedings of the Romanian Academy, Series B: Chemistry, Life Sciences and Geoscience*, Bucharest, Romania, 15(1): 49.
20. Haroun N.E.T. (2000): Preliminary screening of herbicides on onion (*Allium cepa* L.) crop. MSc thesis. University of Khartoum, Faculty of Agriculture, Department of Crop Protection.
21. Helalia A.A., Ahmed S.A., Balah M.A., Alsherbiny A.A. (2017): Efficiency of fl uazifop-P-butyl and oxyfluorfen herbicides separately and in combinations with selected spray tank additives on weeds in onion field. *Journal of Phytopathology and Pest Management*, 4(2): 13.
22. Hewson, R.T. and H.A. Roberts. (1971): The effect of weed removal at different times on yield of bulb onions. *J. Hort. Sci.* 46:471–483.
23. Ivanek-Martinčić, M., Ostojić, Z., Barić, K., Goršić, M. (2010): Važnost poznavanja kritičnog razdoblja zakorovljenosti poljoprivrednih kultura // *Poljoprivreda*, 16 (2010), 1; 57-61.

24. Javorka, S., Csapody, V. (1975): A magyar flóra képekben- Iconographia florae Hungaricae. Académia Kiadó, Budapest.
25. Kalhapure A.H., Shete B.T., Bodake P.S. (2013): Integrated weed management in onion (*Allium cepa*). Indian Journal of Agronomy, 58(3): 127.
26. Kamenetsky, R., Rabinowitch, HD. (2006): The Genus *Allium*: A Developmental and Horticultural Analysis, Horticultural Reviews, 32: 329-378.
27. Khanh, T.D., Chung, I.M., Tawata, S., Xuan, T.D. (2006): Weed Suppression by *Passiflora edulis* and Its Potential Allelochemicals, Weed Research, 46: 296-303.
28. Knežević, M. (2006): Atlas korovne, ruderalne i travnjačke flore. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
29. Knežević, 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.
30. Knežević S.Z., Streibig J.C., Ritz C. (2007): Utilizing R software package for doseresponse concept and data analysis. Weed Technology 21: 840-848.
31. Kolhe, S.S. (2001): Integrated weed management in onion (*Allium cepa* L.). Ind. J. Weed Sci. 33(1-2) : 26-29.
32. Landolt, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer flora, Geobotan. Inst. ETH. Zürich.
33. Lazić, B., Đurovka, M., Mišković, A. (2003): Osnove organske poljoprivrede u povrtarstvu. Savremena poljoprivredna tehnika, 29(1-2): 1-68.
34. Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Herak Čustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2016): Povrtarstvo, udžbenik Sveučilište u Zagrebu, Zrinski d.o.o., Čakovec.
35. Maceljiski, M. (1995): Štete od štetočinja u Hrvatskoj. Glasnik zaštite bilja, 6. 261-265. Zagreb.
36. Menges, R.M., Tamez, S. (1981): Response of Onion (*Allium cepa*) to Annual Weeds and Post-emergence Herbicides. Weed Science, 29: 74-79.

37. Mukhtar A.M., Suhair M.E., Amal A.N. (2018): Effects of fl uazifop-P-butyl and glyphosate on yield and weed control in okra vegetable (*Abelmoschus esculentus* (L) Moench) in North Sudan. *Jouranal of Agricultural Science and Food Research*, 9(4): 2.
38. Nadagouda, B. T., Kurdikeri, C. B., Salakinkop, S. A., Hunshal, C. S., Patil, S. L. (1996): Integrated weed management in drill sown onion (*Allium cepa* L.). *Farming Sys.* 12 (3-4) : 22- 27.
39. Nandal, T.R., Singh, Ravinder (2002): Integrated weed manage-ment in onion (*Allium cepa* L.) under Himachal Pradesh conditions. *Indian Journal of Weed Science* 34(1&2): 72–75.
40. Ostojić, Z. (2008): Čimbenici koji utječu na učinak herbicida. *Gospodarski list*, 166 (2008), 22; 51-51.
41. Ostojić, Z., Barić, K. (2002): Općenito o korovnoj flori i suzbijanju korova u povrću. *Glasilo biljne zaštite* 6/2002. 317-323.
42. Ostojić, Z., Barić, K., Šćepanović, M., Pintar, A. (2015): Suzbijanje korova u luku kod uzgoja izravnom sjetvom u polje. 1. hrvatski stručni skup o proizvodnji povrća. *Gospodarski list*, str. 57-57.
43. Qasem, J.R., Foy, C.L. (2001): Weed allelopathy, its ecological impact and future prospects. *Journal of Crop Production*, 4(2): 43-119.
44. Parađiković, N. (2009): Opće i specijalno povrćarstvo, udžbenik, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
45. Pintar, A., Barić, K. (2018): Činitelji učinka zemljišnih (pre-emergence) herbicida. *Glasilo biljne zaštite* 3/2018. 330-336.
46. Prakash, V., Pandey, A.K., Singh, R.D., Mani, V.P. (2000): Integrated Weed Management in Winter Onion (*Allium cepa*) under Mid-Hill Conditions of North-Western Himalayas. *Indian Journal of Agronomy*, 45: 816-821.
47. Puntener W. (1981): Manual for field trials in crop protection. Agricultural division. Ciba-Geigy.

48. Radosevich, S. R., Holt, J. S. (1984): Weed Ecology. A Wiley-Interscience publication, New York, NY. 4, 98-99.
49. Scheffer J.J.C., Hume R.J. (1988): Pendimethalin for early season weed control in onions in Pukekohe. Proceedings, New Zealand Weed and Pest Control Conference, 81-84.
50. Shadbolt, C. A., Holm, L.G. (1956): Some quantitative aspects of weed competition in vegetable crops. Weeds. 4:111-123.
51. Skender, A., Vratarić, M., Perić, Z., Bunardžija, J. (1993): Usporedno ispitivanje djelotvornosti mehaničkog i kemijskog suzbijanja korova u soji. Agronomski glasnik, 3. 195-205.
52. Van Heemst, H.D.J. (1985): The influence of Weed Competition on Crop Yield, Agricultural Systems 18:81-93.
53. Wicks, G.A., Johnston, D.N., Nuland, D.S., Kinbacher, E.J. (1973): Competition between Annual Weeds and Sweet Spanish Onions. Weed Science, 21: 436-439.

PRILOG

Slika 1. Sjetva pokusa luka sijačicom Agricola Italiana SNT-3 (foto: orig.)

Slika 2. Shematski prikaz pokusa

Slika 3. Primjena post-em herbicida (foto:orig.)

Slika 4. Ručno vađenje luka na pokusnim površinama (foto: orig.)

Slika 5. Kontrola, 2018. (foto: orig.)

Slika 6. Kontrola pljevljeno, 2018. (foto: orig.)

Slika 7. Varijanta 1, 2018. (foto: orig.)

Slika 8. Varijanta 2, 2018. (foto: orig.)

Slika 9. Varijanta 3, 2018. (foto: orig.)

Slika 10. Varijanta 4, 2018. (foto: orig.)

Slika 11. Kontrola, 2019. (foto: orig.)

Slika 12. Kontrola pljevljeno, 2019. (foto: orig.)

Slika 13. Varijanta 1, 2019. (foto: orig.)

Slika 14. Varijanta 2, 2019. (foto: orig.)

Slika 15. Varijanta 3, 2019. (foto: orig.)

Slika 16. Varijanta 4, 2019. (foto: orig.)

Slika 17. Kontrola, 2018. (foto: orig.)

Slika 18. Kontrola pljevljeno, 2018. (foto: orig.)

Slika 19. Varijanta 1, 2018. (foto: orig.)

Slika 20. Varijanta 2, 2018. (foto: orig.)

Slika 21. Varijanta 3, 2018. (foto: orig.)

Slika 22. Varijanta 4, 2018. (foto: orig.)

Slika 23. Kontrola, 2019. (foto: orig.)

Slika 24. Kontrola pljevljeno, 2019. (foto: orig.)

Slika 25. Varijanta 1, 2019. (foto: orig.)

Slika 26. Varijanta 2, 2019. (foto: orig.)

Slika 27. Varijanta 3, 2019. (foto: orig.)

Slika 28. Varijanta 4, 2019. (foto: orig.)

Slika 29. Kontrola (foto: orig.)

Slika 30. Kontrola pljevljeno (foto: orig.)

Slika 31. Varijanta 1 (foto: orig.)

Slika 32. Varijanta 2 (foto: orig.)

Slika 33. Varijanta 3 (foto: orig.)

Slika 33. Varijanta 4 (foto: orig.)

Tablica 1. Istraživani tretmani u 2018. i 2019. godini

Tablica 2. Mjesečne oborine (mm) za vegetacijsko razdoblje 2018. i 2019. godine i višegodišnji prosjek (2000.-2018.)

Tablica 3. Prosječne mjesečne temperature (°C) za vegetacijsko razdoblje 2018. i 2019. godine i višegodišnji prosjek (2000.-2018.)

Tablica 4. Korovne vrste u pokusu kroz dvije godine istraživanja (2018.-2019.)

Tablica 5. Sistematska pripadnost korovne flore u usjevu luka (Lipovac, 2018., 2019.)

Tablica 6. Životni oblici vrsta u korovnoj zajednici luka

Tablica 7.: Indikatorske vrijednosti dominantnih korovnih vrsta u usjevu luka (po Landoltu, 1977.)

Tablica 8. Korovne vrste, broj jedinki po m² u 2018. godini

Tablica 9. Korovne vrste, broj jedinki po m² u 2019. godini

Tablica 10. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja – pojavnost korova

Tablica 11. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja – pojavnost korova

Tablica 12. Ocjena fitotoksičnosti herbicidnih varijanti na luk 2018. i 2019. godine prema EWRS skali

Tablica 13. LSD_{0,05} test za glavna svojstva istraživanja – prinos i kalibraža

Grafikon 1. Zastupljenost korovnih vrsta u usjevu luka prema životnom obliku, Lipovac 2018.-2019.

Grafikon 2. Broj korovnih jedinki/m² po varijantama u usjevu luka 2018. – 2019.

Grafikon 3. Koeficijent učinkovitosti na broj korova po varijantama u usjevu luka 2018. – 2019.

Grafikon 4. Prinos luka (kg/ha)

ŽIVOTOPIS

Petar Čuk, rođen je 13. listopada 1983. godine u Vinkovcima. Osnovnu školu je završio u Privlaci, a srednju Ekonomsku i trgovačku školu u Vinkovcima. Diplomirao je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku 2012. godine, smjer Biljna proizvodnja, te stekao akademski naziv magistar inženjer bilinogojstva. Na istom Fakultetu upisao je 2015. godine Poslijediplomski specijalistički studij Zaštita bilja. Za vrijeme studija još kao inženjer poljoprivrede, pripravnik, počeo je raditi 2008. godine u PIK Vinkovci d.d., PC Povrtlarstvo u Lipovcu. Od 2010. godine radi kao voditelj proizvodnje povrća u PC Povrtlarstvo, a od 2020.godine kao tehnolog proizvodnje i voditelj proizvodnje kukuruza i kukuruza kokičara u PC Ratarstvo.

