

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Biljana R. Janošević

AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ
POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM SISTEMU
GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH
SVOJSTAVA

doktorska disertacija

Beograd, 2021

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Biljana R. Janošević

AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ
POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM SISTEMU
GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH
SVOJSTAVA

doktorska disertacija

Beograd, 2021

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Biljana R. Janošević

AGROECOLOGICAL AND AGRONOMIC
SIGNIFICANCE OF COVER CROPS IN A
SUSTAINABLE SYSTEM OF GROWING MAIZE
HYBRIDS WITH SPECIFIC PROPERTIES

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2021

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET BEOGRAD-ZEMUN

Prvi mentor: **dr Željko K. Dolijanović**, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd-Zemun

Drugi mentor: **dr Milena Simić**, naučni savetnik, Institut za kukuruz “Zemun Polje“, Beograd-Zemun

Članovi komisije: **dr Nebojša M. Momirović**, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Beograd - Zemun

dr Snežana Đorđević, viši naučni saradnik, Istraživačko-razvojni centar “Biounik”, Beograd

dr Vesna Dragičević, naučni savetnik, Institut za kukuruz “Zemun Polje“, Beograd-Zemun

Datum odbrane: _____

ZAHVALNICA

Mentoru, prof. dr Željku Dolijanoviću, neizmernu zahvalnost dugujem pre svega na prihvaćenom mentorstvu, zatim na originalnoj ideji i izradi plana eksperimentalnog dela istraživanja u vezi sa poljskim ogledima u Institutu za kukuruz “Zemun Polje”, kao i strogoj profesionalnosti, pokazanoj pristupačnosti i odgovornosti u radu na svim segmentima u izradi doktorske disertacije.

Razgovori sa mentorom, razumevanje i strpljenje, iskreni saveti i sugestije su vodili ka tome da steknem sigurnost i nastavim napred iz godine u godinu. Ova disertacija ne bi bila utisnuta slovima na papiru bez snage i energije mentora, kome dugujem ovo danas. Najiskrenije hvala na nesebičnoj pomoći, podršci i svakom posejanom zrnju poverenja, koje ste mi ukazali.

S posebnim zadovoljstvom se zahvaljujem i izražavam poštovanje komentoru dr Mileni Simić i dr Vesni Dragičević, članovima komisije iz Instituta za kukuruz “Zemun Polje” na ogromnoj pomoći i stalnoj prisutnosti pri izradi eksperimentalnog dela disertacije, snažnoj organizovanosti i disciplini u radu, koje su dovele do krajnjih rezultata da ova disertacija zauzme svoje mesto u naučnoj oblasti. Najveće hvala Institutu za kukuruz “Zemun Polje” na svestranoj pomoći.

Veliku zahvalnost upućujem članovima komisije, dr Snežani Đorđević na nesebičnoj pomoći u oblasti mikrobiologije, otvorenosti i stručnim savetima, kao i svim zaposlenima u kompaniji Agrounik d.o.o. na ukazanoj pomoći u laboratorijskim istraživanjima, profesoru dr Nebojši Momiroviću veliko hvala na značajnim savetima i sugestijama tokom izrade doktorske disertacije.

Iskreno hvala Branki Radovanović, Biljani Noro, dr Milanu Brankovu, Milanu Kostiću i Miroslavu Maksimoviću, članovima Grupe za agroekologiju i agrotehniku iz Instituta za kukuruz “Zemun Polje”, kao i dr Igoru Spasojeviću, nekadašnjem članu grupe, koji su pružili veliku i nezamenljivu pomoć u eksperimentalnom radu dela disertacije na polju, kao i istraživanjima u Laboratoriji za korove i herbicide i Laboratoriji za agrohemiju i zemljište.

Zahvaljujem se tehničkom osoblju Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu na pomoći u eksperimentalnom radu na disertaciji. Iskrena zahvalnost pripada svim studentima, koji su bili deo tima na polju i u laboratoriji, kako bi sve na vreme bilo urađeno.

Zahvalnost upućujem dr Margariti Dodevskoj iz Instituta za Javno zdravlje Srbije “Dr Milan Jovanović Batut” koja je pomogla u izvođenju dela laboratorijskih ispitivanja semena kukuruza.

Porodici dugujem najveću zahvalnost što je podržala svaku moju odluku i činila da istrajem u njoj, Katici, mojoj majci beskrajno hvala što se odricala svega kako bih ja mogla da studiram, ocu Radomiru, koji više nije sa nama, sestri Jeleni i suprugu Nikoli, a posebno ćerki Katji, hvala za svaki osmeh, koji mi daje snagu da nastavim.

Disertaciju posvećujem majci Katici, koja najviše veruje u mene...

Autor

AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM SISTEMU GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA

SAŽETAK

Održivost u poljoprivrednoj proizvodnji se u velikoj meri zasniva na povećanju biodiverziteta i smanjenju unosa agrohemijskih, posebno đubriva. Posebni sistemi gajenja (plodored, združeni i pokrovni usevi) u ispunjenju ovih ciljeva su nezamenljivi. U periodu od 2013/14-2015/16 na imanju Instituta za kukuruz Zemun Polje obavljena su ispitivanja uticaja pokrovni useva na stanje i aktivnost zemljišta na kome će se gajiti glavni usevi kukuruz šećerac i kokičar. Nakon toga, ispitivano je kako pokrovni usevi svojom biomasom i drugim osobinama utiču na kontrolu korova, produktivnost, morfološke osobine biljaka i hemijska svojstva zrna glavnih useva. Uticaj zaorane biomase pokrovni useva potpomognut je mikrobiološkim đubrivom Uniker, prvenstveno kroz poboljšanje razlaganja biomase.

Kao pokrovni usevi gajene su četiri vrste biljaka i to dve leguminoze: V1-obična grahorica, *Vicia sativa* L. (fam. Fabaceae), V2-ozimi krmni grašak, *Pisum sativum* L. (fam. Fabaceae) i dve neleguminozne vrste: V3-ozimi ovas, *Avena sativa* L. (fam. Poaceae) i V4-ozimi krmni kelj, *Brassica oleracea* (L.) *convar. acephala* (fam. Brassicaceae). U ispitivanje su bile uključene i dve varijante sa smešama: V5-obična grahorica+ozimi ovas i V6-ozimi krmni grašak + ozimi ovas, kao i dve kontrolne varijante: V7-kontrola I (mrtvi organski malč-slama) i V8-kontrola II (golo zemljište). Setva pokrovni useva obavljena je ručno u jesen, krajem oktobra ili u prvoj polovini novembra. Smeše obične grahorice i krmnog graška sa ovsem su sejane u odnosu 70 % : 30 % od količine semena u čistim usevima. Predusev na oglednoj parceli u svakoj godini bila je ozima pšenica. Đubrenje pokrovni useva obavljano je u jesen zajedno sa osnovnom obradom zemljišta. Košenje i zaoravanje pokrovni useva obavljano je u proleće, a neposredno posle zaoravanja, u zemljište se na polovinu elementarne parcele unosilo mikrobiološko đubrivo - BF (mobilizator hranljivih elemenata). Kao glavni usevi, gajeni su kukuruz šećerac (*Zea mays* L. *sacharata* Sturt-fam. Poaceae), hibrid ZPSC 421su (FAO 400), i kukuruz kokičar (*Zea mays* L. *everta* Sturt-fam. Poaceae), hibrid ZPSC 611k (FAO 600).

Najveća prosečna biomasa pokrovni useva izmerena je u smešama leguminoza sa ovsem, kao i krmnom kelju, što je imalo uticaja na kontrolu korova i raspoloživost glavnih makrohraniva (azota, fosfora i kalijuma) u glavnim usevima gajenim na ovim varijantama. Takođe, na varijantama svih pokrovni useva uočena je povećana brojnost ispitivanih mikroorganizama u odnosu na kontrolne varijante.

Prinos zrna kukuruza šećerca i kokičara, kao i njihov hemijski sastav značajno su varirali pod uticajem pokrovni useva, mikrobiološkog đubriva, godine i njihove interakcije. Povećanje prinosa zrna praćeno je smanjenjem bitnih elemenata u zrnu. Primena mikrobiološkog đubriva uticala je na povećanje prinosa zrna, koncentraciju šećera, vitamina C, Mg, Fe i Zn i smanjenu koncentraciju fitata kod kukuruza šećerca. Primena organskog malča (slame) uticala je na pojačanu koncentraciju šećera i glutationa u zrnu kukuruza šećerca. U kombinaciji sa mikrobiološkim đubrivom, najveća koncentraciju Mg i Mn u zrnu kukuruza šećerca dobijena je u varijanti krmnog kelja kao pokrovnog useva, koncentracija Zn kod smeše krmnog graška sa ovsem, a koncentracija Fe kod ozimog ovsa. Isti tretmani iskazali su najveći uticaj na varijabilnost koncentracije fitata i fenola, utičući tako na dalju bioraspoloživost osnovnih elemenata. Kod kukuruza kokičara primena mikrobiološkog đubriva uglavnom nije uticala na povećanje sadržaja fitinskog i neorganskog fosfora, ukupnog glutationa (GSH), fenolnih jedinjenja i β -karotena. Najveći sadržaj mineralnih materija, skroba, proteina i ulja u zrnu kukuruza kokičara, posebno uz primenu mikrobiološkog đubriva, izmeren je u varijantama leguminozni useva, gajenih kako pojedinačno, tako i u smešama sa ovsem.

Rezultati ukazuju da u polusušnoj klimi, u uslovima bez navodnjavanja, robusniji pokrovni usevi, posebno leguminozni, gajeni pojedinačno ili u smešama sa ovsem, mogu da poboljšaju

produktivnost kukuruza šećerca i kokičara i kvalitet zrna, služeći kao važan deo održivog sistema gajenja useva koji olakšava proizvodnju zdravstveno bezbedne hrane.

Ključne reči: pokrovni usevi, održiva poljoprivreda, kukuruz šećerac, kukuruz kokičar, mikrobiološko đubrivo

Naučna oblast: BIOTEHNIČKE NAUKE

Uža naučna oblast: RATARSTVO I POVRTARSTVO

UDK broj:

AGROECOLOGICAL AND AGRONOMIC SIGNIFICANCE OF COVER CROPS IN A SUSTAINABLE SYSTEM OF GROWING MAIZE HYBRIDS WITH SPECIFIC PROPERTIES

ABSTRACT

Sustainability in agricultural production is largely based on increasing biodiversity and reducing the intake of agrochemicals, especially fertilizers. Special cropping systems (crop rotation, inter- and cover crops) are irreplaceable in fulfilling these goals. In the period from 2013/14-2015/16 on the field of the Maize Research Institute in Zemun Polje, tests were performed on the impact of cover crops on the condition and activity of the soil on which the main crops of sweet maize and popcorn will be grown. After that, it was examined how cover crops with their biomass and other properties affect weed control, productivity, morphological properties of plants and chemical properties of grains of main crops. The influence of plowed biomass of cover crops is supported by the microbiological fertilizer Uniker, primarily through the improvement of biomass decomposition.

Four species of plants were grown as cover crops, two winter legumes: V1-common vetch, *Vicia sativa* L. (fam. Fabaceae), V2-field pea, *Pisum sativum* L. (fam. Fabaceae) and two winter non-leguminous species: V3- oats, *Avena sativa* L. (fam. Poaceae) and V4- fodder kale, *Brassica oleracea* (L.) *convar.* *acephala* (fam. Brassicaceae). Two variants with mixtures were included in the investigations: V5-common vetch + oats and V6- field pea + oats, as well as two control variants: V7-control I (dead organic mulch-straw) and V8-control II (bare soil). Sowing of cover crops was done manually in autumn, at the end of October or in the first half of November. Mixtures of common vetch and field pea with oats were sown in a ratio of 70%: 30% of the amount of seeds in monocrops. The pre-sowing on the experimental plot in each year was winter wheat. Fertilization of cover crops was performed in autumn together with basic tillage. Mowing and plowing of cover crops was done in the spring, and immediately after plowing, a microbiological fertilizer - BF (nutrient mobilizer) was introduced into the soil on half of the elementary plot. As the main crops, sweet maize (*Zea mays* L. *sacharata* Sturt-fam. Poaceae), hybrid ZPSC 421su (FAO 400), and popcorn (*Zea mays* L. *everta* Sturt-fam. Poaceae), hybrid ZPSC 611k (FAO600) were grown.

The highest average biomass of cover crops was measured in mixtures of legumes with oats, as well as fodder kale, which had an impact on weed control and the availability of major macronutrients (nitrogen, phosphorus and potassium) in the main crops grown on these variants. Also, on the variants of all cover crops, an increased number of tested microorganisms were observed in relation to the control variants.

The grain yield of sweet maize and popcorn, as well as their chemical composition, varied significantly under the influence of cover crops, microbiological fertilizer, year and their interaction. The increase in grain yield is accompanied by a decrease in the essential elements in the grain. The application of microbiological fertilizer influenced the increase of grain yield, concentration of sugar, vitamins C, Mg, Fe and Zn and reduced concentration of phytate in grain of sweet maize. The application of organic mulch (straw) increased the concentration of sugar and glutathione in the grain of sweet maize. In combination with microbiological fertilizer, the highest concentration of Mg and Mn in grain of sweet maize was obtained in the variant of fodder kale as a cover crop, the concentration of Zn in the mixture of field pea with oats, and the concentration of Fe in winter oats. The same treatments showed the greatest influence on the variability of phytate and phenol concentrations, thus influencing the further bioavailability of the basic elements. In popcorn, the application of microbiological fertilizer did not increase the content of phytin and inorganic phosphorus, total glutathione (GSH), phenolic compounds and β -carotene. The highest content of mineral substances, starch, protein and oil in popcorn grain, especially with the application of microbiological fertilizer, was measured in variants of leguminous crops, grown both individually and in mixtures with oats.

The results indicate that in semiarid region, in non-irrigated conditions, more robust cover crops, especially legumes, grown alone or in mixtures with oats, can improve sweet maize and popcorn productivity and grain quality, serving as an important part of a sustainable cropping system that facilitates production of safe food.

Key words: cover crops, sustainable agriculture, sweet maize, popcorn, microbiological fertilizer

Scientific field: BIOTECHNICAL SCIENCES
Scientific subfield: FIELD AND VEGETABLE CROPS
UDK number:

**AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM
SISTEMU GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA**

S A D R Ž A J

1. UVOD	9
2. NAUČNI CILJ ISTRAŽIVANJA	15
3. OSNOVNE HIPOTEZE OD KOJIH SE POLAZI	15
4. PREGLED LITERATURE	16
4.1. Značaj i cilj gajenja pokrovnih useva	16
4.1.1. Pokrovni usevi i plodnost zemljišta	17
4.1.2. Pokrovni usevi i upravljanje azotom u zemljištu	20
4.1.3. Pokrovni usevi i mikroorganizmi zemljišta	21
4.1.4. Pokrovni usevi i upravljanje vodnim režimom zemljišta	22
4.1.5. Pokrovni usevi i kontrola korova	23
4.1.6. Pokrovni usevi i kontrola bolesti i štetočina	30
4.2. Značaj, karakteristike i prinos kukuruza šećerca	31
4.3. Značaj, karakteristike i prinos kukuruza kokičara	33
4.4. Kvalitet i hranljiva vrednost zrna kukuruza šećerca i kokičara	35
5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	37
5.1. Opis lokaliteta ispitivanja i korišćenog materijala	37
5.2. Tehnologija gajenja pokrovnih i glavnih useva	37
5.3. Eksperimentalna merenja	38
5.3.1. Merenja najvažnijih osobina zemljišta	38
5.3.2. Merenja parametara zakorovljenosti i parametara rasta glavnih useva	39
5.3.3. Merenje parametara kvantiteta i kvaliteta prinosa glavnih useva	40
5.4. Najvažnije osobine zemljišta Zemun Polja	40
5.4.1. Osnovne morfološke i fizičke osobine zemljišta	40
5.4.2. Osnovne hemijske osobine zemljišta	40
5.5. Agroekološki uslovi u periodu izvođenja oglada	41
5.5.1. Meteorološki uslovi	41
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA	46
6.1. Nadzemna biomasa pokrovnih useva	46
6.2. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na zemljište	47
6.2.1. Sadržaj organske materije u zemljištu	47
6.2.2. Sadržaj osnovnih makroelemenata u zemljištu	50
6.2.3. Brojnost mikroorganizama u rizosferi	55
6.3. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na zakorovljenost, morfološke i produktivne osobine glavnih useva	61
6.3.1. Zakorovljenost useva kukuruza šećerca i kokičara	61
6.3.1.1. Broj vrsta korova	62
6.3.1.2. Broj jedinki korova	63

6.3.1.3. Sveža masa korova	65
6.3.1.4. Suva masa korova	67
6.3.2. Komponente prinosa i prinos zrna kukuruza šećerca	70
6.3.2.1. Broj redova zrna kod kukuruza šećerca	70
6.3.2.2. Broj zrna u redu kod kukuruza šećerca	71
6.3.2.3. Dužina klipa kukuruza šećerca	71
6.3.2.4. Prečnik klipa kukuruza šećerca	72
6.3.2.5. Prinos zrna kukuruza šećerca	73
6.3.3. Komponente prinosa i prinos zrna kukuruza kokičara	74
6.3.3.1. Broj redova zrna kod kukuruza kokičara	75
6.3.3.2. Broj zrna u redu kod kukuruza kokičara	75
6.3.3.3. Dužina klipa kukuruza kokičara	76
6.3.3.4. Prečnik klipa kukuruza kokičara	77
6.3.3.5. Procenat vlage u zrnu kukuruza kokičara	78
6.3.3.6. Prinos zrna kukuruza kokičara	79
6.3.3.7. Zapremina kokičavosti zrna kukuruza kokičara	80
6.4. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj hlorofila i termodinamičke parametre biljaka glavnih useva	81
6.4.1. Sadržaj hlorofila u listovima kukuruza šećerca i kokičara	81
6.4.2. Termodinamički parametri biljaka kukuruza šećerca i kokičara	82
6.5. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na promene u hemijskom sastavu zrna glavnih useva	86
6.5.1. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj proteina, skroba i ulja	86
6.5.2. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj fitinskog i neorganskog fosfora u glutationa (GSH)	89
6.5.3. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj fenolnih jedinjenja i β-karotena	90
6.5.4. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj mineralnih materija	92
6.5.5. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj šećera u zrnu kukuruza šećerca	94
6.5.6. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj vlakana u zrnu kukuruza šećerca	97
7. ZAKLJUČCI	99
8. LITERATURA	103
9. PRILOZI	126
10. BIOGRAFIJA	131
11. IZJAVE	132

AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM SISTEMU GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA

1. UVOD

Poljoprivreda je doživela ekspanziju zahvaljujući tzv. „Zelenoj revoluciji“, odnosno intenzivnom korišćenju mineralnih đubriva, sredstava za zaštitu biljaka i savremene mehanizacije. Poslednjih deset godina prošlog i 20 godina ovog veka, poraslo je interesovanje naučne javnosti za konceptom održive poljoprivrede, odnosno za očuvanjem i upravljanjem prirodnim resursima u poljoprivredi (Dolijanović et al., 2012). Tu se pre svega misli na alternativne sisteme gajenja biljaka - gajenje više vrsta biljaka istovremeno ili u različito vreme u toku godine na istoj površini. Ovaj sistem ima mala ulaganja (*low input system*), a doprinosi visokom stepenu zaštite, održanja i unapređenja agroekosistema i zemljišta kao osnovnog resursa u poljoprivredi, a sve to je ispraćeno postizanjem zadovoljavajućih prinosa. Neminovno je da će se razvoj poljoprivrede u budućnosti odvijati u više paralelnih pravaca, a razvoj nauke i tehnologije omogućiće postepen prelaz sa jednog sistema na drugi, od nerazvijene poljoprivrede prošlosti, preko industrijalizovane poljoprivrede ka poljoprivredi budućnosti: kontrolisane konvencionalne, integrisane, alternativne i “održive poljoprivrede” (*sustainable agriculture*). Poljoprivreda je veliki korisnik obnovljivih i neobnovljivih resursa ali i veliki zagađivač zemljišta, voda i vazduha, odnosno životne sredine. Polazeći od principa da je najbolja politika zaštite životne sredine ona koja se zasniva na preventivi, aktivnosti stručnjaka svih profila, pa i agronoma, i ostalih učesnika u poljoprivrednoj proizvodnji, moraju da budu usmerene ka pronalaženju racionalnih rešenja u cilju očuvanja sposobnosti plodnog zemljišta za proizvodnju potrebnih količina hrane visokog kvaliteta, uz istovremeni povoljni uticaj na ljude, floru i faunu, zemljište, vodu i vazduh (Bocker et al., 2019).

Održiva poljoprivreda je u osnovi sistem po kome u gajenju useva treba dugoročno primenjivati i podržavati određene principe. Kada se govori o pojmu održive poljoprivrede uvek treba imati na umu njen dugoročni cilj, a to je osiguravanje stabilne proizvodnje kvalitetne hrane i biljnih proizvoda za različite namene, uz očuvanje osnovnih prirodnih resursa i energije, zaštitu životne sredine, kao i istovremenu ekonomsku efikasnost, odnosno profitabilnost i poboljšanje života pojedinca i šire zajednice (Kovačević, 2003). Revilla et al. (2021) navode da strategija za prelazak poljoprivredne proizvodnje sa velikim ulaganjem u održivi sistem gajenja je prioritet, a neke kombinacije useva bi mogle biti prikladnije za održivu proizvodnju u različitim uslovima životne sredine. Da bi poljoprivredna proizvodnja bila održiva, mora biti prevashodno ekološki održiva, socijalno elastična, raznovrsna i ekonomski isplativa. Ciljevi održivog razvoja poljoprivrede obuhvataju: usklađivanje nacionalnih propisa i akcija iz oblasti poljoprivrede sa zakonodavstvom i praksom u EU; podsticanje investicija u smanjenju zagađenja iz poljoprivrede, očuvanje agroddiverziteta i tradicionalnih (kombinovanih) sistema farmi radi očuvanja predionog i specijskog biodiverziteta u osetljivim agroekološkim uslovima, razvoj sistema zaštite dobrobiti životinja, smanjenje erozije, te očuvanje i unapređenje životne sredine u celini; povećanje površina pod organskom poljoprivredom i drugim ekološki prihvatljivim sistemima proizvodnje; podizanje i razvijanje javne svesti poljoprivrednih proizvođača o problemima životne sredine, uvođenje kodeksa dobre poljoprivredne prakse (Sacco et al., 2015).

Pokrovni usevi su veoma važni, posebno sa aspekta održivosti poljoprivredne proizvodnje. Pod izrazom pokrovni usev podrazumeva se više različitih mera održavanja zemljišta pod vegetacijom (zimski pokrovni usevi, zelenišno đubrenje leti, živi malčevi ili međuusevi, setva krmnog bilja iza glavnog useva odnosno naknadni usevi i dr.). Ovom biološkom merom se održava ili povećava nivo organske materije u zemljištu, poboljšavaju se fizičke osobine zemljišta (struktura, vodni režim i sl.), vrši akumulacija azota leguminozama, poboljšava mikrobiološka aktivnost zemljišta, suzbijaju korovi, odnosno podiže plodnost zemljišta. Posebno su izražene razlike u pogledu prinosa glavnog useva gajenog na pokrovnom usevu u odnosu na prinos glavnog useva gajenog na zemljištu koje je ostalo golo (bez vegetacije) tokom jeseni i zime. Dolijanović et al. (2012) navode da je najmanji prinos zrna kukuruza šećerca i najmanji randman zrna ostvaren u konvencionalnom sistemu gajenja u kome je zemljište ostajalo bez pokrovnih useva tokom jeseni i zime, a najveći prinos zrna dobijen je na zemljištu koje je tokom jeseni prekriveno mrtvim organskim prekrivačem – slamom. Ipak, na ovakvom zemljištu je, zahvaljujući razlaganju slame, došlo do intenzivnog razvoja korova u rano proleće. Od leguminoznih vrsta, najpovoljniji uticaj na prinos zrna kukuruza šećerca ostvarila je ozima maljava grahorica, a od neleguminoznih vrsta ozimi stočni kelj. Do sličnih rezultata su došli i Uchino et al. (2009) gajeći soju kao glavni usev u plodoredu sa kukuruzom, posle ozimih pokrovnih useva.

Pokrovni usevi gajeni su još u praistoriji. Tokom ranog perioda Rimljana pasulj se obično gajio pre zasnivanja vinograda (Strom, 2016). Ova praksa se takođe praktikovala u drevnoj Indiji i Kini, što je dobro dokumentovano u tekstovima od pre 3000 godina (Martin, 2012). U 2012. godini, manje od 5% poljoprivrednika u Sjedinjenim Državama koristilo je pokrovne useve, kako je utvrđeno nacionalnim istraživanjem u okviru programa održivog poljoprivrednog razvoja i obrazovanja (*SARE*) (Dunn et al., 2016). Uvođenjem podsticaja za primenu dobrih poljoprivrednih praksi želeli su da podstaknu poljoprivredne proizvođače da učestvuju u primeni konzervacijskih sistema gajenja na dobrovoljnoj osnovi (Reimer and Prokopy, 2014). Ministarstvo poljoprivrede Sjedinjenih Država (*USDA*) potrošilo je 2011. godine, preko 5 milijardi dolara na programe podsticaja. Konkretno, Program podsticanja kvaliteta životne sredine (*EKIP*) jedan je od najširih programa podsticaja, koji finansira savezna vlada. Ovaj program je sveobuhvatan u smislu da pruža preko 200 opcija za projekte uz finansiranje velikog dela troškova, a poljoprivrednici imaju priliku da kreiraju individualni program (www.nrcs.usda.gov).

Prema istraživanjima Clay et al. (2020), korišćenje pokrovnih useva u Americi je značajno povećano u periodu od 1995-2017. godine, učestalije na većim farmama a farmeri su više gajili mešavine od pojedinačnih pokrovnih useva. Razlozi proizvođača u Americi zbog čega gaje ili ne gaje pokrovne useve su veoma slični, kao i odgovori na pitanja o prednostima gajenja pokrovnih useva: povećanje troškova proizvodnje i propadanje useva od mraza tokom zime a prednosti se ogledaju u povećanju sadržaja organske materije i ostalih hraniva, zaštiti od erozije i poboljšanju zdravstvenog stanja zemljišta. Novije metode kao što je gajenje pokrovnih useva u praksi uglavnom bolje prihvataju mlađi proizvođači sa višim nivoom obrazovanja, a posebno su zainteresovani za uvođenje pokrovnih useva u praksu u slučaju podele troškova sa lokalnim savetodavnim službama. Računajući prinos kukuruza šećerca odnosno profit s jedne strane i troškove gajenja pokrovnih useva s druge strane, O'Reilly et al. (2012) konstatuju da je profit veći u slučaju gajenja pokrovnih useva u odnosu na tradicionalno gajenje glavnog useva.

U zemljištu koje se intenzivno obrađuje organska materija se brže razlaže, čime se smanjuje njegova plodnost i upotrebljivost, a takođe je u većem stepenu izloženo zbijanju i eroziji. Pokrovni usevi imaju važnu ulogu u zaštiti zemljišta od erozije i stvaranju dovoljne količine organske mase koja se tokom vegetacione sezone razvija i obezbeđuje zadržavanje hraniva apsorbiranih iz zemljišta. Unošenjem u zemljište ostataka pokrovnih useva unosi se organska materija koja podstiče rad mikroorganizama. Ukoliko u unetoj organskoj masi nema dovoljno azota, mikroorganizmi će koristiti postojeći N iz zemljišta, pa se zato kao pokrovni usevi često gaje leguminozne biljke.

U održavanju plodnosti i povećanju prinosa useva značajnu ulogu imaju i mikrobiološka đubriva (Mahdi et al., 2010). Doprinos mikrobioloških đubriva kvalitetu dobijenih proizvoda je takođe potvrđen, a dobar primer je povećanje sadržaja likopena i vitamina C u plodu paradajza (Verma et al., 2015; Ochoa-Velasco et al., 2016), kao i povećan sadržaj vitamina C i glutationa u zrnu kukuruza (Dragičević et al., 2013; Dolijanović et al., 2017). U ispitivanju koje je predmet doktorske disertacije pratiće se brojnost asimbiotskih mikroorganizama u zemljištu đubrenom mikrobiološkim preparatom koji sadrži sojeve proteolitičkih i celulolitičkih bakterija u kombinaciji sa mineralnim đubrivima i „sideracijom“, što takođe ima veliki značaj za održanje plodnosti zemljišta, fizičko-hemijski sastav i zemljišni mikrobiom.

U održivim i organskim sistemima zemljoradnje, kao veoma ozbiljan problem, ističe se slabija kontrola, naročito višegodišnjih korova. Dolijanović et al. (2013) navode da je najmanja masa korova u usevu kukuruza šećerca izmerena kada je usev gajen posle ozime maljave grahorice, a najveća u konvencionalnom sistemu gajenja. Efekat kontrole korova zavisi od izbora vrste pokrovnog useva, načina primene malča (živi ili mrtvi), vremena setve i košenja (desikacije) useva za nastiranje, intenziteta zakorovljenosti zemljišta, kao i od osobina glavnog useva: habitus (visoki ili niski), forme (ozimi, jari ranog roka setve, jari termofilni), krupnoće semena i kompatibilnosti sa biljnim materijalom kojim prekrivamo zemljište. Najnovije generacije hibrida kukuruza namenjene za gajenje u većim gustinama (60-100.000 biljaka ha⁻¹), imaju manje robusne biljke, niže nasaden klip a položaj listova iznad klipa je pod manjim uglom u odnosu na stablo (Simić et al., 2009). Gajenjem kukuruza sa ujednačenim rasporedom i u većoj gustini postiže se bolje iskorišćavanje svetlosti, vode, hranljivih materija i povećava njegova kompetitivna sposobnost (Simić et al., 2012). Doprinos selekcije u tom smislu je prvih decenija XXI veka veoma značajan, kako u Srbiji, tako i u svetu, za hibride kukuruza standardnog kvaliteta zrna, kao i za one specifičnih svojstava kao što su šećerci, kokičari i hibridi belog zrna.

Modernija istraživanja su se uglavnom odnosila na ispitivanje značaja pokrovnih useva u strategiji upravljanja azotom u zemljištu. Pokrovni usevi mogu da smanje gubitke azota iz poljoprivrednih sistema tako što smanjuju ispiranje nitrata i isparavanje amonijaka i azot oksida u atmosferu. Restovich et al. (2012) su pratili efekat različitih pokrovnih useva iz familija Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae i travno leguminoznih smeša na sadržaj nitratnog azota u zemljištu u periodu 2005-2011. godine. Nakon košenja pokrovnih useva, sadržaj nitratnog azota u zemljištu je bio 50-90 % niži nego na kontrolnim parcelama i nije bilo značajnijih variranja u zavisnosti od vrste pokrovnog useva, izuzev kod repice iza koje je ostao isti sadržaj nitratnog azota u zemljištu kao i u kontroli. U proseku je zemljište kontrolne parcele sadržalo 40-95 kg NO₃ ha⁻¹ više nego parcele sa pokrovnim usevima. Smanjenje nitratnog azota u zemljištu govori o sposobnosti pokrovnih useva da smanje gubitak azota tokom perioda kad količina padavina prevazilazi vrednosti evapotranspiracije ili dok je zemljište nepokriveno usevom (Constantin et al., 2010; Čupina et al., 2011). U istraživanjima na slabokarbonatnom černozeu jugoistočnog

Srema, na imanju Instituta za kukuruz u Zemun Polju, ustanovljeno je značajno variranje sadržaja nitratnog azota u zavisnosti od vrste pokrovnih useva (Oljača i Dolijanović, 2013), posebno u sloju 20-40 cm.

Dokazano je da pokrovni usevi utiču na kontrolu korova, smanjuju pojavu štetočina, nematoda i različitih patogena zemljišta i poboljšavaju kvalitet zemljišta, povećanjem sadržaja organske materije i dostupnosti hranljivih sastojaka (Blanco-Canqui et al., 2015; Jabran et al., 2018).

Uprkos mnogim prednostima, primene pokrovnih useva je i dalje mala. Jedan od glavnih izazova za poljoprivrednike koji praktikuju gajenje pokrovnih useva je nedostatak uočenih finansijskih i ekoloških koristi (Arellanes and Lee, 2003). Razumljivo je da poljoprivrednici mogu opravdati upotrebu novih mera održive poljoprivrede, kao što su pokrovni usevi, kada je već teško iz godine u godinu profitirati. Neki dodatni izazovi uključuju: probleme sa bolestima (Marcillo et al., 2019), nedostupnost vrsta koje podnose zasenu i hladnoću (Vyn et al., 1999) i visoki troškovi ulaganja sa ograničenim povraćajem (Plastina et al., 2018).

Pokrovni usevi se gaje kako bi se upravljalo plodnošću zemljišta, kvalitetom zemljišta, vodom, korovima, štetočinama, bolestima i kako bi se povećala bioraznovrsnost u agroekosistemima (Lu et al., 2000). Takođe, pokrovni usevi mogu indirektno da poboljšaju kvalitet susednih prirodnih ekosistema i doprinesu povećanju biodiverziteta u agro-ekosistemima (de Pedro et al., 2020). Pored svega navedenog, opravdan razlog gajenja pokrovnih useva jeste i mogućnost uvođenja povrtarskih i manje atraktivnih ratarskih useva na poljoprivredna zemljišta, posebno silažnog kukuruza, crnog luka, kukuruza šećerca i kokičara. Za unapređenje agroekosistema najbolje je gajiti smeše pokrovnih useva (Ranaldo et al., 2015). Time se povećava produktivnost, stabilnost i efikasnost iskorišćavanja resursa u sistemima gajenja. Najveća dobit od upotrebe pokrovnih useva u gajenju kokičara je njihova sposobnost da doprinesu ostvarenju većeg i kvalitetnijeg prinosa, a s obzirom da pokrovni usevi doprinose smanjenju zakorovljenosti, uvođenje pokrovnih useva u sisteme gajenja može da predstavlja alternativu upotrebu herbicida (Tardy et al., 2015).

Najveći broj pokrovnih useva pripada po botaničkoj klasifikaciji, travama, mahunarkama i kupusnjačama. U područjima sa umerenom klimom, kao pokrovni usevi se najčešće seju vrste iz porodice Poaceae koje mogu da tolerišu niske temperature (Tonitto et al., 2006). Ozimi pokrovni usevi najčešće pokrivaju površinu zemljišta tokom zimskog perioda popravljajući fizičke i mehaničke osobine zemljišta, njegov hranidbeni i vodni režim, nivo zakorovljenosti i povećavaju sadržaj organske materije u zemljištu.

Pokrovni usevi utiču na smanjenje zakorovljenosti tako što imaju bolju pokrovnost, konkurišu korovima za svetlost, vodu i mineralne materije a takođe luče i određene materije koje imaju alelopatsko delovanje (Kunz et al., 2016). Neki pokrovni usevi utiču na korove putem alelopatije, kada određenim biohemijским materijama koje luče inhibiraju klijanje i rastenje korovskih biljaka. Najpoznatiji su primeri delovanja raži (*Secale cereale* L.), ozime obične i maljave grahorice (*Vicia sativa* L. i *Vicia villosa* Roth), crvene deteline (*Trifolium pratense* L.), kao i slačice iz porodice Brassicaceae čije su alelohemijske izlučevine negativno uticale na rastenje i razviće pojedinih travnih korova (Dolijanović et al., 2016a). Nagabhushana et al. (2001) su potvrdili da upotreba raži kao pokrovnog useva za malčiranje površine zemljišta smanjuje zakorovljenost soje, davana, kukuruza i suncokreta, posebno širokolisnim vrstama korova, za 80% do 95% u poređenju sa kontrolom na kojoj nisu gajeni pokrovni usevi. Za suzbijanje korova, pokrovni usevi se mogu uspešno kombinovati sa obradom zemljišta i čak

moгу da zamene upotrebu herbicida ili okopavanje (Weber and Gerhards, 2015). Kombinovana primena pokrovnih useva i direktne setve, bez obrade zemljišta, može značajno da smanji brojnost letnjih jednogodišnjih korova koji se najčešće javljaju u usevima kukuruza i soje kao što je pepeljuga (*Chenopodium album*) (Weber and Gerhards, 2015). Rezultati istraživanja istih autora su takođe pokazali da gajenje pokrovnih useva kao što su raž ili ovas uz redukovanu obradu zemljišta, može da smanji zakorovljenost soje. Za postizanje najboljih rezultata, pokrovne useve treba gajiti u međuperiodu između gajenja dva useva kada je zemljište golo, bez vegetacije (tokom leta, jeseni, zime i ranog proleća). Za kukuruz koji je veliki potrošač azota, mahunarke su odličan izbor jer one brzo rastu tokom jeseni, štite zemljište tokom zime i intenzivno rastu u proleće akumulirajući veliku količinu organske materije sa velikim rezervama azota u sopstvenoj biomasi i zemljištu koje će biti sačuvane do setve kukuruza (Oljača i Dolijanović, 2013). Prema rezultatima eksperimenata, tretmani sa pokrovnim usevima najčešće su i oni sa najvećim prinosom gajene vrste (Isik et al., 2014).

Kratkoročna korist često može biti niža od uložениh sredstava i rada te potrebu za gajenjem pokrovnih useva treba razmotriti za svaki konkretan slučaj, posebno sagledavajući dugoročnu korist (sprečavanje erozije i očuvanje agroekosistema, kontrola korova, podizanje plodnosti zemljišta i sl.). U održivim i organskim sistemima zemljoradnje, setva pokrovnih useva zapravo nema alternativu. Gajenje pokrovnih useva je osnova održive i organske proizvodnje, posebno sa aspekta suzbijanja korova i efikasnog iskorišćavanja azota.

U periodu 2010-2020. godine, kukuruz je zabeležio najveću stopu rasta proizvodnje među svim žitima, uključujući pšenicu i pirinač, zbog promenjenih navika u ishrani, kao i povećanih industrijskih potreba (Das and Singh, 2016). U Srbiji je oko 40% obradivog zemljišta namenjeno za proizvodnju kukuruza (Kos, 2014) i u poslednjih nekoliko godina Srbija se ubraja među vodeće proizvođače (6,9 miliona tona) i izvoznike (3 miliona tona) kukuruza u Evropi (RZS, 2020). Najveća količina (80-90%) kukuruza u Srbiji koristi se kao komponenta hrane za životinje, a ostatak se koristi za proizvodnju prehrambenih proizvoda i alkohola (Semenčenko, 2013). Osim standardnih, visoko prinosa kukuruza (zubani i tvrđunci) u Srbiji se gaje i hibridi kukuruza specifičnih svojstava (proteinski kukuruz), kukuruz kokičar i kukuruz šećerac, koji su sve popularniji u ishrani.

Kukuruz šećerac (*Zea mays L. sacharata* Sturt.) je povrće koje ima važan prehrambeni značaj u kulturama, poput Latinske Amerike. U Evropi se koristi direktno za kuvanje ili pečenje, kao prilog, dodavanjem u salate, na picama itd. Iako se gaji na malim površinama u Srbiji, oko 5.000 ha, smatra se značajnim novčanim izvorom za poljoprivredne proizvođače, tako da se, srazmerno rastu potreba, očekuje povećanje površina pod ovim usevom (Pajić i Srdić, 2007). S druge strane, proizvodnja kukuruza šećerca u industrijske svrhe je veoma profitabilan posao. Uvoz i izvoz smrznutog ili konzervisanog kukuruza šećerca konstantno se povećavaju od 2010. godine u Evropi (FAO STAT, 2019), kao i u drugim delovima sveta (Najeeb et al., 2011).

Kukuruz šećerac je veoma popularno povrće zbog svojih hranljivih svojstava. Njegovo ukusno zrno je puno šećera koji su u optimalnoj ravnoteži sa aminokiselinama, mineralima i vitaminima B grupe, i pored toga, dobar je izvor vlakana (Srdić et al., 2019). Za razliku od standardnog kukuruza, kukuruz šećerac se koristi u svežem stanju, kao direktna hrana za ljude ili za industrijsku preradu u mlečnoj fazi razvoja endosperma, kada je zrno nežno, sočno i slatko. Kukuruz šećerac ima niži udeo skroba, a veći udeo šećera, pre svega saharoze. Ovo ne treba da brine one koji moraju da vode računa o unosu šećera jer je kukuruz hrana sa niskim glikemijskim indeksom. Antioksidanti su takođe prisutni u plodu kukuruza i to ferulinska kiselina,

antocijanini, fitinska kiselina, lutein i zeaksantin. Neka istraživanja su pokazala da šećerac kada se skuva ima više antioksidanata nego sirov.

Kukuruz šećerac se proizvodi za tri osnovne namene, tj. za svežu konzumaciju, kao zamrznuti i konzervirani proizvod. Konzumiranje svežeg šećerca vremenski je ograničeno jer zrno brzo gubi na kvalitetu. Stoga berba treba da se obavi u odgovarajuće vreme: 20-25 dana nakon svilanja, tj. oprašivanja, i štaviše, rok trajanja svežih klipova je ograničen na 2-5 dana, zavisno od genotipa i uslova skladištenja. U navedenom periodu, kukuruz šećerac se takođe koristi i za industrijsku preradu i zamrzavanje zrna (Srđić et al., 2019).

Kukuruz kokičar (*Zea mays L. everta* Sturt.) je sve popularniji u Srbiji i površine pod ovim usevom su u stalnom porastu. Proizvodnja i potrošnja ove podvrste kukuruza se neprestano povećava zbog činjenice da su kokice profitabilan proizvod i proizvođačima i trgovcima (Silva et al., 2011; Moterele et al., 2012). Najvažnija osobina hibrida kokičara, pored potencijala rodnosti, je zapremina kokičavosti. Više faktora utiče na nju: genotip, uslovi proizvodnje, dorade i čuvanja zrna, kao i metode kokanja. Maksimalan potencijal zapremine kokičavosti postiže se samo ako je hibrid dostigao punu zrelost. Ipak, najvažniji je uticaj sadržaja vlage u trenutku kokanja. Srđić et al. (2018) navode da je sadržaj vlage od oko 14% optimalan, kada se ostvaruju najveće zapremine kokičavosti.

Kukuruz šećerac i kokičar zbog određenih osobina zahtevaju posebnu pažnju tokom procesa oplemenjivanja. Da bi se obezbedio uspeh u selekciji na određena specifična svojstva potrebni su i posebni postupci radi ocenjivanja svojstava na koja se vrši oplemenjivanje, kao što su određivanje stepena kokičavosti i kvaliteta kokica kod kokičara, određivanje sadržaja šećera i dužine intervala za berbu šećerca itd. (Pajić i sar., 2005). Imajući u vidu zadovoljavajuću genetičku varijabilnost različitih svojstava zrna kukuruza, sastav zrna se selekcijom može menjati u pogledu količine i kvaliteta pojedinih komponenti. Zahtevi industrije koja se bavi preradom kukuruza šećerca i kokičara su brojni i različiti. Selektionari navedenih tipova kukuruza ulažu napore da ispune zahteve industrije i tržišta (Pajić i sar., 2005). Kukuruz kokičar je bogat važnim mineralima kao što su mangan, magnezijum, bakar, fosfor, kalijum i cink. Ovi minerali su značajni za rast, pravilan rad i razvoj telesnih tkiva, kao i pravilan rad žlezda i enzima. Za razliku od kokičara, šećerac je bogatiji vitaminima B₃, B₅, B₆ i B₉. Vitamin B₉, poznat i kao folna kiselina, od velikog je značaja u trudnoći. Kukuruz, naročito kokičar, izuzetno je bogat izvor vlakana, pre svega hemiceluloze, celuloze i lignina. Samo 100 grama kokica zadovoljava između 40 i 65% preporučenog dnevnog unosa vlakana.

Kokičar se gaji još od praistorije, od pre 4500-e godine. Rasprostiranje i uvođenje kukuruza u poljoprivrednu proizvodnju širom sveta doprinelo je i širenju kokičara. Kokičar je postao komercijalan usev pre više od 100 godina, a popularnost i uvođenje u ishranu ljudi su naročito porasli od 1940. godine. Najveći proizvođač kokičara u svetu su Sjedinjene Američke Države. Nebraska je trenutno vodeći proizvođač kokičara zahvaljujući velikom procentu površina u navodnjavanju. Ispitujući 12 hibrida kokičara, Pajić i sar. (2012) su zaključili da prinos u Srbiji varira između 3,56 i 6,09 t ha⁻¹. Kako bi se ostvario maksimalni potencijal rodnosti, berba kokičara mora da se obavi u vreme pune zrelosti kada vlaga u zrnu nije veća od 16-18 %. Kvalitetan kokičar mora da ima visok i stabilan prinos, visok procenat kokičavosti i kvalitetnu kokicu, što predstavlja izazov za mnoge proizvođače.

2. NAUČNI CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovih ispitivanja je iznalaženje optimalne tehnologije gajenja kukuruza šećerca i kokičara modifikovanjem agrotehničkih mera koje uključuju primenu pokrovnih useva i mikrobiološkog đubriva kako bi se doprinelo povećanju efikasnosti održive proizvodnje ovih hibrida kukuruza u Srbiji. Očekuje se da će ovo istraživanje dati veliki doprinos u usmeravanju proizvodnje ka očuvanju zdravlja stanovništva i životne sredine, kroz održivo upravljanje prirodnim resursima i manju potrošnju hemijskih sredstava u procesu proizvodnje hrane. Ispitivani hibridi kukuruza specifičnih svojstava mogu biti vrlo interesantni za proizvođače, s obzirom da su selekcionisani za posebne namene.

Istraživanja treba da pokažu:

- kolika je efikasnost i značaj pokrovnih useva, gajenih pojedinačno ili u smešama, za očuvanje i popravku najvažnijih hemijskih osobina zemljišta, za smanjenje zakorovljenosti kao i povećanje prinosa glavnih useva, poboljšanje kvaliteta dobijenog prinosa u pogledu hemijskog sastava zrna;
- u kojoj meri su hibridi kukuruza šećerca i kokičara, koji su morfološki namenski oblikovani u pogledu visine biljke, položaja listova, i dr., pogodniji za gajenje u održivim sistemima zemljoradnje u kojima je pravilno isplanirana tehnologija gajenja;
- višegodišnji eksperiment u poljskim uslovima treba da ukaže na prednosti ovakvog sistema gajenja u pogledu smanjene upotrebe herbicida i mineralnih đubriva, posebno azotnih a time doprinese zaštiti i unapređenju agroekosistema.

3. OSNOVNE HIPOTEZE OD KOJIH SE POLAZI

U ovim istraživanjima polazi se od hipoteze da će primenjena tehnologija gajenja sa različitim vrstama pokrovnih useva, gajenih pojedinačno ili u smešama, ispoljiti različit uticaj na morfološke, produktivne osobine i hemijski sastav zrna ispitivnih hibrida, brojnost i biomasu korova, kao i populaciji mikroorganizama u zemljištu. Jedna od hipoteza je da će leguminozni pokrovni usevi, zahvaljujući azotofiksaciji, obezbediti jedan deo azota glavnim usevima, što će doprineti smanjenoj upotrebi azotnih đubriva a time direktno uticati na poboljšanje kvaliteta zrna. S druge strane, pokrovni usevi će uticati na smanjenje gubitaka azota iz zemljišta tokom zime sprečavanjem ispiranja jednih (nitrata) i isparavanja drugih oblika azota (amonijaka i azot-oksida). Razvijanjem velike nadzemne biomase, pokrovni usevi pojedinačno i u smešama, doprinose kontroli zakorovljenosti u omogućavaju primenu manjih količina herbicida ili čak njihovo izostavljanje. Sve primenjene mere imaju za cilj očuvanje agroekosistema kroz poboljšanje biodiverziteta i smanjenje upotrebe agrohemikalija, što su osnovni postulati održive tehnologije gajenja i zaštite životne sredine.

U situaciji kada se tokom zime sakuplja sve manje rezervi vlage koja je izuzetno važna za prolećne useve, pokrivenost zemljišta u tom periodu je jedan od načina konzervacije zemljišne vlage. Ovo je posebno važno poslednjih godina, jer neposredno pred setvu jarih useva uglavnom postoji nedostatak vlage za kvalitetnu setvu i ujednačeno nicanje biljaka. Dakle, pokrovni usevi utiču na konzervaciju zemljišne vlage tokom zime, a osim toga, u svom nadzemnom delu sadrže velike količine organske materije i vode, koja će se zaoravanjem opet uneti u zemljište. Dodavanjem mikrobiološkog đubriva u zemljište neposredno posle zaoravanja pokrovnih useva očekuje se intenziviranje mineralizacije unetih žetvenih ostataka.

4. PREGLED LITERATURE

4.1. Značaj i cilj gajenja pokrovnih useva

Uključivanje pokrovnih useva u plodored je postalo važna praksa i stoga je Evropska unija započela promovisanje upotrebe pokrovnih useva u poljoprivredi strategijom „zelene“ revolucije (*European Parliament of the Council*, 2013). Sve veće interesovanje proizvođača i istraživača za pokrovne useve podstaknuto je brojnim pozitivnim aspektima njihovog gajenja. Pokrovni usevi se obično gaje između dva glavna useva radi smanjenja erozije, zagađenja vode, poboljšanja osobina zemljišta, njegove strukture, očuvanja sadržaja azota, pristupačnog fosfora i zadržavanja ugljenika u zemljištu (Hartwig and Ammon, 2002; Van Kessel et al., 2013; Paustian et al., 2016; Daryanto et al., 2018; Thapa et al., 2018; Kocira et al., 2020; Dolijanović et al., 2020a). Pored toga, pokrovni usevi su izvor polena i nektara za oprašivače, kao i stanište za njihovo prezimljavanje (Ellis and Barbercheck, 2015; Dunbar et al., 2017; Dolijanović et al., 2020a). Dokazano je da pokrovni usevi smanjuju prisustvo štetočina, patogena i korova (Farooq et al., 2011; Fourie et al., 2016). Pokrovni usevi poseduju različite fizičke i biohemijske mehanizme za kontrolu korova (Schappert et al., 2019). Kocira et al. (2020) navode da se pokrovni usevi mogu uvesti u sisteme biljne proizvodnje na dva načina: gajenjem van sezone i uništavanjem biomase pre setve glavnog useva, što je uobičajena praksa u sistemima gajenja jednogodišnjih useva. Takođe, gajenjem sa glavnim usevom tokom dela ili kroz celu vegetacionu sezonu kao živi malč, što je uobičajena praksa u sistemima gajenja višegodišnjih useva (Lemessa and Wakjira, 2015).

Ključni razlog gajenja pokrovnih useva u održivom i organskom sistemu poljoprivredne proizvodnje je povećanje plodnosti zemljišta, smanjenje pojave korova, štetočina i bolesti, kao i povećanje biološke raznolikosti (biodiverziteta) u agroekosistemu (Lu et al., 2000; Poeplau and Don, 2015; Sturm et al., 2018; Dolijanović i sar., 2020b). Pokrovni usevi smanjuju gubitke azota iz poljoprivrednih sistema tako što smanjuju ispiranje nitrata i isparavanje amonijaka i azot oksida u atmosferu. Poljoprivredni proizvođači biraju vrste pokrovnih useva na osnovu svojih potreba i ciljeva, pod uticajem bioloških, socijalnih, kulturnih i ekonomskih faktora (Snapp et al., 2005; Oljača i Dolijanović, 2013).

Dolijanović et al. (2018a) u svojim istraživanjima konstatuju da su glavne prednosti gajenja pokrovnih useva smanjenje pojave korova, uz smanjenu upotrebu pesticida, poboljšanje strukture zemljišta kao i očuvanje rezervi vlage u zemljištu. Pored toga, vrlo često se dogodi da se gajenjem pokrovnih useva dobije veći prinos glavnog useva u poređenju sa konvencionalnim sistemom proizvodnje. Pokrovni usevi mahunarki pokazali su veću efikasnost u suzbijanju korova u poređenju sa konvencionalnim sistemima gajenja useva, kada zemljište ostaje golo preko zime (Dolijanović et al., 2018a).

Razlaganjem organske materije popravljaju se fizičke osobine zemljišta - struktura, vodno-vazdušni režim i puferski kapacitet (Restovich et al., 2011). To su tzv. „produženi efekti gajenja pokrovnih useva“ koji omogućavaju bolji rast i razvoj narednih useva (Oljača i Dolijanović, 2013). Na ovaj način povećava se sekvestracija-zadržavanje ugljenika u zemljištu, što je promovisano kao strategija izjednačavanja sa nivoom atmosferskog ugljen-dioksida (Sainju et al., 2002; Lal, 2003; Paustian et al., 2016; Daryanto et al., 2018; Thapa et al., 2018).

Pokrovni usevi omogućavaju održavanje stabilnih koncentracija azota i ugljenika u zemljištu, raznovrsnost bakterija i sastava bakterijske zajednice, dok se azot i ugljenik u zemljištu, kao i raznolikost bakterija smanjuju sa đubrenjem azotom bez pokrovnih useva

(Verzeaux et al., 2016). Pokrovni usevi utiču na povećanje biomase korena, ukupnog ugljenika, mase mikroorganizama i količine azota, poboljšanu vlažnost i temperaturu zemljišta, dok je manji broj štetnih organizama u zemljištu dobar pokazatelj dostupnosti mineralnog azota. Gajenjem pokrovnih useva, mikrobna biomasa dostigla je nivo od 20,1 g C m⁻² i 1,9 g N m⁻² (Frasier et al., 2016).

4.1.1. Pokrovni usevi i plodnost zemljišta

Konzervacija hraniva, posebno azota, od prethodnog leguminoznog useva je posebno važna u održivim i organskim sistemima gajenja gde je upotreba mineralnih azotnih đubriva svedena na minimum odnosno zabranjena, pa se gajenjem pokrovnih useva čuva azot od gubitaka iz zemljišta za sledeći usev u plodoredu (Oljača i Dolijanović, 2013).

Bogdanović i Ubavić, (2008) navode da je u svrhu povećanja plodnosti najbolje gajiti leguminozne biljke koje imaju brz porast i kratak vegetacioni period; koje mogu da fiksiraju atmosferski azot, imaju razvijen korenov sistem i dobro usvajaju hraniva iz teže rastvorljivih jedinjenja iz dubljih slojeva zemljišta. Oljača i Dolijanović, (2013) navode da se zelenišnim đubrenjem zemljište obogaćuje sa oko 35-40 t ha⁻¹ organske mase i sa 100-200 kg N ha⁻¹ fiksiranog iz vazduha, i od toga naredni usev iskoristi 40-50%, dok usev u narednoj godini slabije koristi N. Poboljšanje osobina zemljišta gajenjem pokrovnih useva ogleda se u smanjenju zapreminske mase zemljišta za 3,5% i smanjenju C:N odnosa, posebno u dubljim slojevima, do 40 cm (Haruna and Nkongolo, 2015).

Najčešći usevi za zelenišno đubrenje su uglavnom biljne vrste iz porodice Fabaceae (grahorice, grašak, lupine, pasulj, sočivo, deteline i lucerke), koje uz pomoć azotofiksacije često obezbede dovoljno N za svoje potrebe, a značajna količina ostaje u zemljištu i nju će iskoristiti naredni usev (Oljača i Dolijanović, 2013; Blanco-Canqui et al., 2015; Cutti et al., 2016; Jabran et al., 2018). Pri izboru useva za gajenje treba znati da leguminoze zadržavaju dosta azota uz niži sadržaj ugljenih hidrata, dok je kod trava veći sadržaj ugljenih hidrata. Količina zelene mase koja se zaorava je 10-20 t ha⁻¹ (2-4 t suve materije ha⁻¹), 0,7-3,0 t korena, a oko 100 kg N ha⁻¹ kod leguminoza (Vukadinović i Vukadinović, 2012).

Smanjenje unošenja i gubitaka azota u/iz zemljišta gajenjem leguminoza zbog veoma efikasne mineralizacije, omogućava značajno smanjenje utroška fosilne energije i emisije gasova staklene bašte (Kocira et al., 2020). Nemeček et al. (2008) su gajenjem graška kao pokrovnog useva smanjili potrošnju energije od oko 50 % u odnosu na gajenje uljane repice, pšenice ili ječma u Baroa regionu u Francuskoj i Saksen-Anhalt-u u Nemačkoj. To je dovelo do smanjenja emisije gasova staklene bašte u proseku za 13 %, gajenjem uljane repice, pšenice i ječma odnosno 50 % gajenjem graška kao pokrovnog useva.

U umerenim regionima postoje pogodni uslovi za gajenje pokrovnih useva posle useva koji se žanju u kasno leto/jesen, a pre narednog useva u proleće (Teasdale et al., 2007). Vrste iz porodice trava (Poaceae) i kupusnjača (Brassicaceae) se najčešće gaje kao zimski pokrovni usevi. Dominantni usevi u umerenim regionima su tolerantne vrste na hladnoću, poput trava (Tonitto et al., 2006). Brzorastući pokrovni usevi (trave i kupusnjače) vezuju zemljište, smanjuju stvaranje neravnina i štite ga od erozije (Sarrantonio, 2007). One mogu da se gaje kad god zemljište ostaje golo tokom godine. Maljava grahorica, gajena pojedinačno ili u smeši sa žitima može smanjiti eroziju, obogatiti zemljište azotom i organskom materijom (Clark, 2007). Usevi tolerantni na sušu koji zahtevaju minimalna ulaganja, imaju prednost pri izboru vrsta. Pored toga, usevi sa

visokom klijavošću i energijom klijanja, odnosno dobrom konkurentskom sposobnošću u odnosu na korove, imaju prednost, posebno na jače zakorovljenim zemljištima (Olorunmaiie, 2010).

Da bi se dobili najbolji rezultati, pokrovne useve treba gajiti u periodu između dva useva, kada je zemljište nepokriveno vegetacijom, tokom leta, jeseni, zime ili ranog proleća. Izbor vrste pokrovnog useva zavisi od toga da li će karakteristike biljke ispunjavati željenu svrhu. Na primer, u reonima gde je moguća erozija, rešenja su trave, a tamo gde je potrebna popravka potencijalne plodnosti ili smanjenje zakorovljenosti zemljišta, najbolje rešenje su leguminozne vrste, koje u relativno kratkom vremenskom periodu obrazuju veliku količinu organske materije. Zahvaljujući dubokom korenu, te vrste mogu da usvajaju hraniva i iz teže pristupačnih oblika i dubljih slojeva zemljišta i premeštaju ih u ornitni sloj. Takođe, one su sposobne da fiksiraju atmosferski azot. Za usev kukuruza koji je veliki potrošač azota, leguminoze su dobar izbor jer brzo rastu u jesen, štite zemljište tokom zime i počinju rano da rastu u proleće akumulirajući veliku količinu organske materije koja sadrži azot (Oljača i Dolijanović, 2013; Blanco-Canqui et al., 2015; Cutti et al., 2016; Jabran et al., 2018).

Leguminoze kao pokrovni usevi često mogu da obezbede dovoljnu količinu azota potrebnu za proizvodnju glavnog useva. Thiessen-Martens et al. (2005) su ovu osobinu pokrovnih useva nazvali „vrednost zamene đubriva“. Mnogi naučnici (Bohlool et al. 1992, Peoples and Craswell 1992, Giller and Cadisch 1995) su mišljenja da je biološka fiksacija azota pomoću pokrovnih useva jedina alternativa mineralnim azotnim đubrivima u funkciji održavanja i povećanja proizvodnje hrane u budućnosti. Biljne vrste koje se gaje između dva glavna useva nazivaju se „*catch crop*„ ili međuusevi. One putem biološke fiksacije usvajaju azot koji je preostao nakon đubrenja prethodnih biljnih vrsta i zadržavaju-recikliraju ga u agroekosistemu, sprečavajući njegov gubitak ispiranjem (Morgan et al., 1942), denitrifikacijom ili isparavanjem (Thorup-Kristensen et al., 2003). Ove biljne vrste su najčešće brzorastuće forme pšenice prilagođene za efikasno prikupljanje raspoloživog azota iz zemljišta (Ditsch and Alley, 1991). Azot koji je vezan u biomasi međuuseva se oslobađa u zemljištu kada se usev inkorporira u zemljište ili pri razlaganju žetvenih ostataka.

Gselman and Kramberger, (2008) navode da se doprinos leguminoznih pokrovnih useva ogleda u preko 100 kg ha⁻¹ usvojenog N, sa blagotvornim efektima na naredni usev u rotaciji (Hanli and Greg, 2004). Tonitto et al. (2006) takođe navode da se korišćenjem leguminoza kao pokrovnog useva za naredni usev obezbeđuje 10-36% od ukupnih potreba azota. Gajenjem združenih i pokrovnih useva dodatno se obezbeđuje azot u zemljištu (Dolijanović i sar., 2007).

Zemljište predstavlja osnovni resurs poljoprivredne proizvodnje, a time i ishrane i opstanka stanovništva. Ljudska populacija neprestano raste, taj trend zahteva minimalno povećanje proizvodnje hrane za 3-4% na godišnjem nivou (Cantrel and Linderman, 2001). Postavlja se pitanje kako zadovoljiti rastuće potrebe stanovništva za kvalitetnom hranom? Savremeni način života i navike čoveka ugrožavaju biosferu, odnosno životnu sredinu na Zemlji u meri koja preti da ugrozi opstanak ljudi. Zagađivanje vode, zemljišta i vazduha, pa samim tim i hrane, već danas ima velike posledice, ne samo na lokalnom, već i na globalnom nivou. Racionalnim gazdovanjem moramo nastojati da očuvamo to prirodno dobro. Oljača i Dolijanović, (2013) navode da je 16% zemljišta u EU pogođeno degradacijom, 45% zemljišta pokazuje nizak sadržaj organske materije, dok se 9% zemljišta u Evropi koristi kao građevinsko.

U odnosu na mineralni deo, količina organske materije u zemljištu je mala, ali je ipak od suštinskog značaja. Organska materija zemljišta sastavljena je od „živih“ (mikroorganizmi), „neživih“ (sveži ostaci) i „starijih neživih frakcija u procesu dekompozicije“ (humus). Ona se

sastoji od dve komponente: aktivne - živi i mrtvi sveži biljni ili životinjski materijal, koji se sastoji od lako svarljivih šećera i proteina i pasivne komponente, koja je bogatija ligninom pa je otpornija na razlaganje. Organska materija veoma utiče na čitav niz vrlo značajnih fizičkih i hemijskih osobina zemljišta: strukturu, vodni kapacitet, sorpciju jona, sadržaj biogenih elemenata (N, P, S) i dr. Ona je pokretačka energija za životnu aktivnost mikroorganizama zemljišta, pa bi eventualnim nestankom organske materije došlo do katastrofalnih posledica po čitav život na Zemlji (Oljača i Dolijanović, 2013; Dolijanović i sar., 2020b).

Pored sadržaja organske materije i humusa, značajni faktori kvaliteta zemljišta su salinitet, pH, brojnost mikroorganizama i kontaminacija zemljišta (Dolijanović i Oljača, 2006). Pokrovni usevi imaju pozitivan uticaj na agroekosistem preko poboljšanja kvaliteta zemljišta povećanjem sadržaja organske materije i pristupačnih hranljivih materija (Blanco-Canqui et al., 2015; Cutti et al., 2016; Jabran et al., 2018). Kvalitetom zemljišta bi trebalo da se upravlja kako bi se obezbedili optimalni uslovi za rast, razvoj, cvetanje i oplodnju useva. Nemeček et al. (2008) ističu da se gajenjem graška kao pokrovnog useva smanjuje zakišeljavanje zemljišta, u proseku za 18%, ako je grašak uključen u rotaciju.

Brojne studije potvrđuju da pokrovni usevi mahunarki poboljšavaju kvalitet zemljišta i na taj način što pružaju povoljnije uslove za rast, razvoj i prinose glavnih useva (Amosse et al., 2013; Hubbard et al., 2013; Blanco-Canqui et al., 2015; Tiemann et al., 2015; Somenahally et al., 2018; Elsalahy et al., 2019; Kocira et al., 2020). Mitra and Mandal (2012) navode da su u svojim istraživanjima sa primenom malča od slame, u usevima uljane repice i mungo pasulja, ostvarili povećanje poroznosti zemljišta i poboljšanje fizičko-hemijskih osobina u poređenju sa kontrolom bez malča. Kumar et al. (2014) su ispitivali uticaj malča od iglica bora, lista topole, i srebrnog hrasta u usevu stevije i utvrđeno je da je na parcelama sa organskim malčem značajno povećan nivo organskog ugljenika, pristupačnog N, P i K. Malč štiti površinski sloj zemljišta od nepovoljnih uslova, smanjuje ispiranje i doprinosi boljem iskorišćavanju hranljivih materija (N, P i K), poboljšavajući uslove za gajenje povrća (Baumann et al., 2000; Kolota and Adamczewska-Sowinska, 2004; Muhammad et al., 2009). Organskim malčem povećava se rastresitost i reguliše pH zemljišta (Tindall et al., 1991), sprečava se ispiranje hraniva iz zone korenovog sistema biljaka i zagađenje podzemnih voda nitratima (Romić et al., 2003). Wang et al. (2013) navode da malčiranje smanjuje zaslanjenost zemljišta u zoni korenovog sistema i na indirektan način povećava pristupačnost hranljivih materija biljkama. Prema ovim autorima oslobađanje hraniva dekompozicijom malča (brza i spora razgradnja) ima pozitivan uticaj na zemljište. Utvrđeno je da se primenom slame kao malča (Sonsteby et al., 2004) i malča trave (Cadavid et al., 1998) takođe značajno povećava sadržaj pristupačnog P i K u zemljištu.

MacArthur and Levins (1967) opisuju „komplementarnost niše“ kao stvarnu funkciju smeše koja se zasniva na osobinama pojedinačnih biljnih vrsta jer, različite komponente u smeši biljnih vrsta imaju drugačije načine rasta, razvoja i konkurencije. Što su njihove karakteristike raznovrsnije ili različitije za svaku pojedinu biljnu vrstu unutar smeše, to je verovatnije da zauzimaju različite niše i da su te smeše produktivnije. Pokrovne biljne vrste sa različitim karakteristikama habitusa mogu efikasnije koristiti svetlost i na taj način smanjiti njenu dostupnost na površini zemljišta, što će dovesti do smanjenog nicanja korova. Jedinostveni obrasci rasta i razvoja korenovog sistema i sposobnosti usvajanja i aktiviranja hranljivih materija u zemljištu od strane pokrovnih biljnih vrsta u smešama, mogu uticati na efikasnije korišćenje hranljivih materija, što direktno utiče na smanjenje resursa za korove (Abraham and Singh, 1984; Tribouillois et al., 2015).

4.1.2. Pokrovni usevi i upravljanje azotom u zemljištu

Modernija istraživanja podrazumevaju ispitivanje značaja pokrovnih useva u strategiji upravljanja azotom u zemljištu. Pokrovni usevi mogu da smanje gubitke azota iz poljoprivrednih sistema tako što smanjuju ispiranje nitrata i isparavanje amonijaka i azot oksida u atmosferu (Oljača i Dolijanović, 2013; Kocira et al., 2020). Janošević et al. (2017) u dvogodišnjem ispitivanju uticaja gajenja različitih pokrovnih useva na sadržaj azota u zemljištu navode da se smanjuje ispiranje N u zemljištu i da je sadržaj nitrata u zemljištu posle pokrovnih useva bio 50-90% niži nego u kontroli. Portela et al. (2009) su utvrdili da pri gajenju kukuruza i soje u plodoredu dolazi do gubitka od 36 kg nitratnog azota ha⁻¹, kao i da je više od 95 % azota koji se ispira poreklom od mineralizovanih organskih materija iz zemljišta, a samo manji deo je poreklom iz đubriva. Takođe, Sasal et al. (2010) i Darder et al. (2010) navode da dugi periodi između gajenja glavnih useva, dovode do gubitka nitratnog azota za 20 kg ha⁻¹, posebno za vreme kišnih perioda. Parkin et al. (2006) navode da raž kao pokrovni usev akumulira značajan deo N iz stajnjaka, smanjuje ispiranje nitratnog N i emisiju azot oksida (N₂O), ali ne i amonijačnog oblika azota (NH₃).

Gajenjem pokrovnih useva, Meisinger et al. (1991) konstatuju da ispiranje NO₃ azota, može biti smanjeno i do 80%, i konstatuju da su usevi trava delotvorniji od mahunarki. Takođe, Dinnes et al. (2002) preporučuju uvođenje pokrovnih useva u rotaciju kukuruza i soje kako bi se smanjio potencijal ispiranja NO₃ azota. Logsdon et al. (2002) su ukazali da gajenje ovsa (*Avena sativa* L.) i raži (*Secale cereale* L.) kao pokrovnih useva u smeni kukuruza i soje, dovodi do smanjenja gubitaka NO₃ azota za preko 70%.

U oblasti humidnih pampasa, soja i kukuruz se gaje u plodoredu bez obrade (*no-till sistem*), što može biti uzrok gubitka zemljišnog azota tokom vlažnih perioda godine (proleće i jesen). Tako Thorup-Kristensen et al. (2003) navode da se u humidnim oblastima pokrovni usevi koriste u svrhu smanjenja ispiranja NO₃ azota, koji se kasnije usled mineralizacije biljnih ostataka pokrovnih useva oslobađa. Tako se smanjuje količina azota koja treba da se unese kroz đubrenje za naredni usev. Čupina et al. (2011) su proučavali efekat pokrovnih useva na dinamiku NO₃ u zemljištu, pre i posle zaoravanja tri pojedinačna useva (pšenice, stočnog graška i uljane repice) i njihovih smeša, kao i tretmana sa rastućim dozama N đubriva (kontrola, 40 kg N ha⁻¹, 80 kg N ha⁻¹). Najniži sadržaj N u zemljištu izmeren je u usevu ozime pšenice i mešavini pšenice sa graškom kao posledica intenzivnog usvajanja N od strane biljaka. Posle prvog i drugog otkosa sudanske trave, rezultati uzorkovanja zemljišta su pokazali da je tretman sa graškom imao najveći sadržaj NO₃ azota. Ovo je rezultat intenzivne mineralizacije posle zaoravanja leguminoza (Boldrini et al., 2006). Najniži sadržaji azota su zabeleženi u tretmanu sa ozimom pšenicom, kao i u smešama sa uljanom repicom, na kojima su takođe dobijeni najniži prinosi sudanske trave. Zhang et al. (2019) su ispitivali različitost useva u smanjenju ispiranja nitrata u stakleničkoj proizvodnji povrća. Kukuruz šećerac apsorbuje preostali NO₃ u dubljim slojevima zemljišta zahvaljujući dubljem korenovom sistemu, ali generalno, štir je pokazao veći kapacitet usvajanja azota u odnosu na kukuruz šećerac.

Oljača i Dolijanović (2013) navode da pokrovni usevi, posebno leguminozni usevi u smeši sa ovsem, utiču na sadržaj NO₃ u zemljištu, u sloju 20 do 40 cm. Na varijantama sa pokrovnim usevima ustanovljene su najveće količine NO₃ azota, koji je uticao na ostvarenje najvećih prinosa kukuruza šećerca, kao glavnog useva. Usev kukuruza bolje usvaja akumuliran azot iz zemljišta posle zaoravanja pokrovnih useva, nego direktnim dodavanjem hraniva putem

mineralnih đubriva. Slična situacija je i sa neleguminoznim usevima, ovsem i krmnim keljom. Takođe, usvajanjem NO_3 putem pokrovnih useva (ozimi grašak ili smeša graška sa ovsem) i njegovim oslobađanjem putem mineralizacije postižu se viši prinosi kukuruza šećerca.

Važno je istaći da pokrovni usevi (obična i maljava grahorica i krmni grašak) mogu umanjiti količinu azota koji se dodaje u zemljište, a da pri tom ne dođe do nedostatka ovog elementa (Oljača i Dolijanović, 2013). Isti istraživači su uočili kada su analizirali bilans NH_4 azota da je maljava grahorica posle žetve ostavila u zemljištu najveću količinu ovog oblika azota a za njom sledi ozimi krmni kelj. Značajno je istaći da je posle berbe kukuruza šećerca, ostalo više neiskorišćenog NH_4 oblika N, u odnosu na NO_3 . Restovich et al. (2012) u periodu od 2005-2011. godine su pratili efekat različitih pokrovnih useva iz familija Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae i travno leguminoznih smeša na sadržaj nitrarnog azota u zemljištu. Nakon košenja pokrovnih useva sadržaj NO_3 u zemljištu je bio 50-90 % niži nego na kontrolnim parcelama i nije bilo značajnijih variranja u zavisnosti od vrste pokrovnog useva izuzev repice, iza koje je ostao isti sadržaj NO_3 u zemljištu kao i u kontroli. U proseku je zemljište kontrolne parcele sadržalo 40-95 kg $\text{NO}_3\text{-N ha}^{-1}$ više nego parcele sa pokrovnim usevima. Odnos C:N varira na sledeći način: trave > krstašice \geq leguminoze i travno-leguminozne smeše, dok je koncentracija azota u ovim usevima u suprotnom odnosu: leguminoze i travno-leguminozne smeše \geq krstašice > trave. Ukoliko je odnos C:N < 25, favorizuje se mineralizacija biljnih ostataka (Clark et al., 1997).

U toku vegetacione sezone, malč od trave ima nizak C:N odnos, brzo mineralizuje i oslobađa lakopristupačna hraniva (Praveen-Kumar et al., 2003). U usevu stočnog graška u mešavini sa pšenicom, Oljača i Dolijanović (2013) navode da je C:N odnos bio najniži kod stočnog graška, što bi trebalo uzeti u obzir u slučaju korišćenja pokrovnih useva za poboljšanje sadržaja organske materije. Nastiranje (slamom, tresetom, piljevinom) može imati i negativne posledice na usev zbog širokog odnosa C:N (Johnson et al., 2004; Sonstebly et al., 2004).

4.1.3. Pokrovni usevi i mikroorganizmi zemljišta

Mikroorganizmi igraju važnu ulogu u procesu razlaganja biomase biljaka, odnosno žetvenih ostataka. Takođe, učestvuju u formiranju humusa, kretanju hraniva i povećanju otpornosti zemljišta na štetne uticaje (Somenahally et al., 2018). Raznolikost mikroorganizama u zemljištu je preduslov za održanje njegove plodnosti i ima pozitivan uticaj na zdravlje biljaka, utiče na njihov pravilan rast i razvoj i shodno tome i na prinos (Peralta et al., 2018).

Ferreira and Martin-Didonet (2012) su ispitivali biogenost u sloju zemljišta dubine 0-10 cm u zavisnosti od malčiranja ostacima biljaka i gajenja pokrovnih useva. Ustanovljen je značajno veći broj korisnih bakterija na malčiranom zemljištu, što potvrđuju i vrednosti Shannon-Weaver indeksa. I drugi autori su potvrdili da organski malč povećava mikrobiološku aktivnost u zemljištu (Yang et al., 2003; Souza-Andrade et al., 2003).

Gajenje pokrovnih useva i njihovo zaoravanje, doprinosi povećanju biomase mikroorganizama u zemljištu, povećanju biološke aktivnosti zemljišta, razviću saprofitne mikroflore koja sprečava razvoj brojnih bolesti gajenih biljaka (Motta et al., 2007).

Unošenjem organskih đubriva (glisnjaka i zelenišnog đubriva) u zemljište, povećava se mikrobiološka aktivnost pod usevom pšenice, posebno brojnost amonifikatora, gljiva i *Azotobacteria* tokom vegetacionog perioda ozime pšenice (Govedarica i sar., 1996 cit. Kovačević, 2011).

Gajenjem crvene deteline kao pokrovnog useva, povećala se biomasa mikroorganizama i populacija glista (*Lumbricidae*) u proizvodnji obične meke pšenice (Schmidt et al., 2001), dok je kod useva kukuruza utvrđeno povećanje populacija svih mikroorganizama u zemljištu - bakterija, gljiva, nematoda i grinja (Nakamoto and Tsukamoto, 2006). Plodored useva takođe značajno utiče na povećanje biodiverziteta u životnoj sredini (Venter et al., 2016). Somenahalli et al. (2018) su primetili povećanje biomase mikoriznih gljiva u zemljištu u usevu pšenice, uz gajenje mahunarki kao pokrovnih useva.

Kumar et al. (2014) su ispitivali uticaj malča od iglica bora, lista topole i srebrnog hrasta u usevu stevije i utvrđeno je značajno povećanje populacija bakterija i gljiva na parcelama sa organskim malčem u poređenju sa nemalčiranom površinom. Veća mikrobiološka aktivnost zemljišta pod malčem obezbeđena je preko povećanja sadržaja organske materije, tj. ugljenika i veće pristupačnosti vode u zemljištu. Mitra and Mandal (2012) u svojim istraživanjima navode da primena malča od slame u usevima uljane repice i mungo pasulja doprinosi boljem zdravstvenom stanju zemljišta, što se dalje pozitivno odražava na usev.

Gubitak organske materije iz zemljišta može biti 20–40% i veći, što značajno utiče na kvalitet zemljišta i vode. Kvalitet zemljišta se smanjuje ograničavanjem mikrobne aktivnosti koja je važna za zdravu i održivu poljoprivredu (Garten, 2002). Gajenje pokrovnih useva je obećavajući metod održive poljoprivrede sa potencijalom da poboljša zdravlje zemljišta i ublaži posledice njegove degradacije. Povećana pokrovnost može formirati agroekosistem koji se razlikuje od uobičajenog agroekosistema, a posebno će na te izmene pozitivno reagovati mikroorganizmi. Pokrovni usevi mogu uticati na brojnost mikroorganizama menjajući osobine zemljišta (pH, temperaturu i sadržaj vode u zemljištu) za koje je poznato da utiču na mikrobne zajednice zemljišta (Morugán-Coronado et al., 2020). Njeru et al. (2014) navode da je u mladom stadijumu veća mikorizna kolonizacija biljaka kukuruza gajenog posle maljave grahorice za 35,0%, nakon pokrovnih useva u smešama za 29,4%, u poređenju sa indijskom belom slačicom (20,9%) i kontrolom (21,3%). Autori navode da je izbor vrsta pokrovnih useva u održivim i organskim sistemima gajenja važniji od raznolikosti vrsta, posebno u mešavinama.

4.1.4. Pokrovni usevi i upravljanje vodnim režimom zemljišta

Gajenje pokrovnih useva ima pozitivan uticaj na povećanje infiltracije vode i očuvanje vlage u zemljištu (Kocira et al., 2020). Romkens et al. (1990) navode da gusti pokrovni usevi između redova glavnog useva, svojim sklopom umanjuju intenzitet padanja kišnih kapi pre nego što dotaknu površinu zemljišta, sprečavajući prskanje i erozivno oticanje. Dabney et al. (2001) navode da smanjenjem erozije, pokrovni usevi smanjuju brzinu i količinu vode koja prolazi kroz polje, što bi predstavljalo velike rizike za vodene tokove i nizvodne ekosisteme. Potrebno je istaći da erozija zemljišta predstavlja proces kojim se može nepovratno smanjiti proizvodni kapacitet agroekosistema. Jedna od vrlo važnih uloga pokrovnih useva u agroekosistemu je sprečavanje erozije zemljišta, posebno u rejonima gde nema podignutih poljozaštitnih pojaseva (Dolijanović i Oljača, 2006; Kocira et al., 2020).

Sarrantonio (2007) navodi da brzorastući pokrovni usevi (trave i kupusnjače) vezuju zemljište, smanjuju stvaranje uzvišenja i štite zemljište od erozije. Clark (2007) navodi da maljava grahorica, gajena pojedinačno ili u smeši sa žitima takođe može smanjiti eroziju zemljišta. Parlak and Parlak (2010) ističu da se sa porastom nadmorske visine povećava opasnost

od erozije zemljišta, odnosno odnošenja najfinijih čestica zemljišta, što se gajenjem pokrovnih useva, naročito ječma, može značajno ublažiti.

Tomlin et al. (1995) konstatuju da ogromna mreža korenovih dlačica pokrovnih useva pomaže očuvanju i povećava poroznost zemljišta, stvarajući pogodno stanište za mikrofaunu. Takođe, razvoj korenovog sistema pokrovnih useva utiče na povećano stvaranje mikrošupljina u zemljištu i na taj način omogućava stvaranje putanje za vodu, zbog čega se ona bolje filtrira kroz zemljište. Joyce et al. (2002) navode da se sa porastom vodene infiltracije, poboljšava potencijal čuvanja vode u zemljištu i hraniva za biljke. Garcia-Gonzalez et al. (2018) su u svojim istraživanjima, ustanovili da je pri gajenju ječma kao pokrovnog useva došlo do poboljšanja strukture zemljišta kao i kapaciteta zadržavanja vode.

U agroekosistemima sa slabijim snabdevanjem vodom (aridni uslovi), pokrovni usevi se koriste kao malč koji služi za čuvanje vode, zasenjuje i hladi površinu zemljišta (Oljača i Dolijanović, 2013). U aridnim područjima, pokrovni usevi imaju veliki značaj u očuvanju rezervi vlage za period kada je najpotrebnija glavnim usevima. Tako, Caviglia and Andrade, (2010) navode da se preko 75% padavina akumuliranih od maja do septembra (150-200 mm) izgubi preko evaporacije, a da manje od 50 mm ostaje sačuvano u zemljištu bez pokrovnog useva.

Najmanji i najveći sadržaj vode uočen je posle žetve jula i repice jer su ovi usevi veliki i mali potrošači vode. Ako se u humidnim uslovima pokrovni usevi gaje pre glavnih njima se „isušuje zemljište“ pre sezone setve, jer produžena vlažnost zemljišta zbog velike količine padavina tokom jeseni i proleća može da ugrozi proizvodnju jarih širokoredih okopavina, posebno kukuruza i soje.

Nepokriveno („golo“) zemljište izloženo toploti i vetru gubi vodu isparavanjem, dok se korišćenjem malča povećava zadržavanje vode u zemljištu, smanjuje isparavanje i zakorovljenost. Organski malč smanjuje evaporaciju (Gao and Li, 2005; Ramakrishna et al., 2006; Nirmal et al., 2008; Muhammad et al., 2009), povećava zdržavanje vode u zemljištu (Sonstebey et al., 2004; Ghosh et al., 2006; Muhammad et al., 2009) i vrši preraspodelu vlage u zemljištu čime ublažava stres (Li et al., 2004). Upotreba organskog malča smanjuje evaporaciju i pomaže infiltraciju kišnice u zemljište tokom vegetacione sezone (Khurshid et al., 2006; Bhardwaj and Kedra, 2013).

4.1.5. Pokrovni usevi i kontrola korova

Pokrovni usevi predstavljaju ključni alat za kontrolu korova u održivom sistemu gajenja. Oni svojom konkurencijom za svetlost, hranu i prostor, doprinose i dobrom stanju zemljišta i sprečavaju širenje korova (Lemessa and Wakjira, 2015; Wiggins et al., 2015; Smith et al., 2020). Oerke (2006) navodi da su korovi jedan od najvažnijih faktora koji doprinose smanjenju prinosa useva čak i do 34%. Procenjeni gubitak prinosa izazvan korovima je do dva puta veći od gubitka izazvanog drugim štetočinama (insekti, patogeni), koji iznosi približno 8% do 10% (Balbinot and Fleck, 2005).

Efekat kontrole korova u održivim sistemima gajenja zavisi od izbora vrste pokrovnog useva, načina primene (živi ili mrtvi malč), vremena setve i košenja (uništavanja) useva, intenziteta zakorovljenosti zemljišta, a isto tako i od osobina glavnog useva: habitus (visoki ili niski), forme (ozimi, jari ranog roka setve, jari termofilni), krupnoće semena i kompatibilnosti sa biljnim materijalom kojim prekrivamo zemljište (Oljača i Dolijanović, 2013).

Kontrola korova, posebno višegodišnjih (Dolijanović et al., 2012) je jedan od najvećih problema u organskom sistemu gajenja. Pokrovnim usevima se ne mogu rešiti svi problemi sa korovima (Kovačević, 2008), ali se može izvršiti značajna supresija razvoja korova (Dolijanović et al., 2013; Blanco-Canqui et al., 2015; Cutti et al., 2016; Jabran et al., 2018; Dolijanović et al., 2020a). U ovom sistemu gajenja moraju se preduzeti preventivne i direktne mere kontrole sa ciljem konstantnog pritiska na korovsku sinuziju i povećanja konkurentske sposobnosti gajenih biljaka. Biljne vrste koje se koriste kao pokrovni usevi ne bi trebalo da imaju dormantno seme i da time dodatno zakorovljavaju proizvodne površine, tj. da ne postanu relativni korovi (Kovačević, 2008). Revilla et al (2021) u petogodišnjim istraživanjima (2015-2020. godine) navodi da se za smanjenje zakorovljenosti efikasno pokazao tropoljni plodored kukuruza, sa ozimim žitaricama i mahunarkama. Mehaničko uklanjanje korova može suzbiti određene korove, ali povećati eroziju zemljišta. Grašak kao pokrovni usev ima dokazanu sposobnost u suzbijanju korova u usevu kukuruza šećerca.

Korovi predstavljaju veliki problem i u intenzivnoj konvencionalnoj proizvodnji kukuruza, a naročito kod kukuruza specifičnih svojstava. Zbog slabije razvijenog habitusa kod kukuruza specifičnih osobina smanjena je mogućnost kompeticije za prostor u odnosu na korove (Dolijanović et al., 2013; Dolijanović et al. 2016a; Dolijanović et al., 2020a), zbog čega je stvaranje unapređenih sistema za suzbijanje korova prioritet. Simić et al. (2013) navode da u poljoprivrednoj proizvodnji u kontroli korova, u novije vreme sve više se primenjuju različite mere u okviru tzv. „sistema integrisanih mera kontrole zakorovljenosti“. Važno mesto zauzimaju alternativne ili ekološke mere kojima se povećava sposobnost useva da koriste alelopatiju i kompeticiju (Simić et al., 2020).

Brojne studije potvrđuju da pokrovni usevi mahunarki poboljšavaju kvalitet zemljišta i na taj način pružaju povoljnije uslove za rast, razvoj i prinos glavnih useva, istovremeno igrajući značajnu ulogu u smanjenju pojave korova (Amosse et al., 2013; Hubbard et al., 2013; Blanco-Canqui et al., 2015; Tiemann et al., 2015; Somenahally et al., 2018; Elsalahy et al., 2019). Pojedini pokrovni usevi smanjuju zakorovljenost zahvaljujući alelopatskom delovanju na korove (Singh et al., 2003; Brennan and Smith, 2005; Gfeller et al., 2018). Posle setve, pokrovni usevi direktno utiču na korove ispuštanjem alelopatskih jedinjenja u spoljnu sredinu konkurišući korovima za svetlost, vodu, hranjive materije i prostor (Blanco-Canqui et al., 2015). Određena jedinjenja koja se oslobađaju prilikom degradacije pokrovnih useva mogu da imaju toksično ili inhibirajuće dejstvo na klijanje semena korova (Brennan and Smith, 2005).

Alelopatski potencijal mnogih gajenih biljaka je vrlo dobro istražen (Burgos et al., 1999; Baghestani et al., 1999; Wu et al., 2001). Posebno su dobro poznati primeri alelopatskih pokrovnih useva kao što je raž (*Secale cereale* L.), maljava grahorica (*Vicia villosa* Roth.), crvena detelina (*Trifolium pratense* L.), obični sirak (*Sorghum bicolor* L. Moench.), sudanska trava (*Sorghum bicolor* ssp. *drummondii* Steud. (S.)) i neke vrste iz familija Brassicaceae, naročito bela slačica (*Sinapis alba* L.) (Haramoto and Gallandt, 2004).

Pojedine vrste pokrovnih useva mogu preživeti teške uslove tokom zime i nastaviti da ometaju razvoj korova u rano proleće. Pokrovni usevi se obično uklanjaju mehaničkim ili hemijskim metodama pre setve glavnog useva (Brennan and Smith, 2005). U svakom slučaju, pokrovni usevi i njihovi ostaci se unose u zemljište ili ostaju na površini zemljišta (Creamer et al., 1996) i u oba slučaja biljni ostaci nastavljaju da oslobađaju preostale alelopatske supstance sadržane u mrtvoj biljnoj materiji (Putnam et al., 1983; Tabaglio et al., 2013). Ako se ostaci pokrovnih useva ostave na površini zemljišta, oni deluju kao fizički sloj, kroz koji mlade biljke

korova ne uspevaju da prođu (Teasdale et al., 1991; Teasdale and Mohler, 1993). Na ovaj način se usporava razvoj korova u proleće nakon što je glavni usev već posejan (Wayman et al., 2015). Stoga, pokrovni usevi mogu uticati na razvoj populacije korova od setve i kasnije tokom razvoja glavnog useva (Falquet et al., 2015). Naravno, sposobnost supresije korova zavisi od nivoa i aktivnosti alelopatskih supstanci koje sadrže pokrovni usevi (Belz, 2007), kao i brzine razvoja useva i formiranja biomase (Hiltbrunner et al., 2007). U nepovoljnim uslovima za razvoj pojedinih pokrovnih useva može izostati planirani nivo supresije korova (Schappert et al., 2019). *Raphanus sativus* je u stanju da suzbije korove i preko 90% (Burst et al., 2014; Sturm et al., 2017) u idealnim uslovima i optimalnim datumima setve, a što je rezultat relativno velike produkcije suve materije, odnosno negativne korelacije između korova i biomase pokrovnih vrsta iz roda Brassica (Baraibar et al., 2018) i dobro ispoljenog alelopatskog potencijala vrsta iz familije Brassicaceae (Petersen et al., 2001; Haramoto and Gallandt, 2005). Liu and Lovett (1993) navode da ječam (*Hordeum vulgare* L.) takođe poseduje alelopatski potencijal u suzbijanju nekih korova, tako što koren ječma ispušta hemikalije koje odlažu klijanje i inhibiraju rast korova kao što je *Sinapis alba* (L.). Overland, (1966) je ispitivao inhibitornu aktivnost različitih sorti ječma i ustanovio da jedna sorta inhibira rast mišjakinje (*Stellaria media* L.), ali ne i rast tarčuzka (*Capsela bursa-pastoris* L.) i došao do zaključka da se osetljivost korovskih vrsta prema alelopatskim jedinjenjima razlikuje među vrstama i podvrstama. Važnost korišćenja pokrovnih useva u suzbijanju odgovarajućih ciljanih vrsta korova naglasili su i Inderjit and Dukshini, (1995). Putnam et al., (1983) su ispitivali delovanje mrtvog malča raži i ustanovili herbicidno delovanje na pojedine vrste korova (*Ambrosia artemisifolia* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L. i *Setaria viridis* L. P. Beauv.). Inhibiciju klijanja korova u plitkom površinskom sloju zemljišta objasnili su ispuštanjem alelohemikalija iz razloženog tkiva žita, ali su naveli da se inhibicija gubi kada se biljni ostaci izmešaju sa zemljištem.

Korišćenje ekstrakata pojedinih biljnih vrsta u kontroli korova je poznata metoda koja se primenjuje u organskom sistemu gajenja i u budućnosti se očekuje sve veća primena ovog načina kontrole korova. Asghari and Tewari (2007) su ispitivali uticaj tri doze ekstrakata spravljanih od 8 različitih sorti ječma i ustanovili značajno smanjenje broja semena višegodišnje vrste indijske gorušice (*Brassica jucea* L.) i jednogodišnjeg zelenog muhara (*Setaria viridis* L. Beauv.) u zemljištu. Sa povećanjem doze ekstrakta došlo je do povećanja efikasnosti, posebno kod višegodišnjih vrsta korova.

Putnam et al. (1983) su utvrdili selektivnost herbicidnih malčeva od mrtve biljne mase ozime pšenice, raži i ječma, kao i stimulatívno delovanje na prinos glavnih useva kukuruza, graška, pasulja i mrkve. Konstatovali su da se malčiranjem navedenim ozimim vrstama žita može postići smanjenje biomase korova za 16-35%, u odnosu na kontrolu u usevima kukuruza i mahunarki. Isti autori preporučuju upotrebu mrtvih malčeva od mrazom uništene biljne mase sudanske trave (*Sorghum sudanense* Piper Stapf.), heljde, mahunarke *Vigna unguiculata* L. Walp. (Stute, 2000) i jarog ova posejanog u kasno leto prethodne godine za supresiju korova u usevima ranije porolećne setve. Razlog neprilagođenosti ozimih strnih žita za malčiranje ranoprolećnih useva (grašak, deteline, stočna repa) je relativno kasnije formiranje biljne mase pokrovnog useva (u aprilu) i mogućnost regeneracije poduseva sve do cvetanja, kada prođu optimalni rokovi setve takvih useva.

Suprotno prethodnim navodima Putnam et al. (1983) da se alelopatska inhibicija prema korovima gubi kada se biljni ostaci izmešaju sa zemljištem, Boydston and Hang (1995) su u proleće neposredno pred sadnju krompira inkorporirali u zemljište ostatke biljne mase

pokrovnog useva uljane repice (posejane u avgustu prethodne godine) i na taj način značajno smanjili zakorovljenost u odnosu na kontrolu i ostvarili veći prinos krtola krompira za 17-25 %. Veći prinos su objasnili fumigantnim delovanjem produkata raspadanja biljne mase uljane repice na patogene u zemljištu. Nešto slabiji učinak predzimске inkorporacije pokrovnog useva bele slačice (*Sinapis alba* L.) na zakorovljenost, ali dobar efekat na prinos luka navode Wang et. al. (2008). Razlog slabijeg efekta treba tražiti u činjenici da postoji veliki vremenski razmak između uništavanja pokrovnog i zasnivanja glavnog useva.

Smeda and Willer (1996) konstatuju da je uništavanje pokrovnog useva raži neophodno obaviti vremenski što bliže terminu zasnivanja glavnog useva, ali ne neposredno pred njegovu zasnivanje. Isti autori navode da su smanjili zakorovljenost za 81%, u odnosu na kontrolu u usevu paradajza sa optimalnim vremenom uništavanja pokrovnog useva, mereno 8 nedelja od zasnivanja glavnog useva, a primenom mrtvog malča ostvaren je i veći prinos ploda paradajza.

Prednost pokrovnih useva koji su osetljivi na mraz je i ta što ih ne treba mehanički uništavati pre zasnivanja glavnog useva. Efikasnost mrtvog malča od heljde na smanjenje zakorovljenosti zahvaljujući alelopatskom delovanju nadzemne biljne mase na klijance nekih korova, dokazali su Iqbal et al. (2005) gajenjem mongolske heljde (*Fagopyrum tataricum* L. Gaertn), dok su Hutchinson i McGiffen, (2000) gajenjem vigne uz navodnjavanje i košenjem u maju postigli smanjenje brojnosti korova u usevu paprike za 80-90%, te smanjenje njihove biomase za 67-90%, u odnosu na kontrolu. Zaštita od korova je bila dugotrajna, 3 meseca, a primenjeni malč je imao i pozitivan uticaj na prinos glavnog useva paprike.

Veća raznolikost biljnih vrsta u okviru smeša u pokrovnim usevima povećava verovatnoću da su neke biljne vrste produktivnije, jer se bolje prilagođavaju određenim ekološkim uslovima sredine (Huston, 1997; Tilman et al., 1997). Zbog toga su mnoge studije istraživale prilagodljivost smeša pokrovnih useva (Finckh et al., 2000; Tilman et al., 2001; Hajjar et al., 2008; Kunz et al., 2016; Baraibar et al., 2018; Schappert et al., 2019). Pokrovne vrste kao što su *Vicia sativa* L. i *Phacelia tanacetifolia* Benth. ne klijaju dobro u uslovima visokih temperatura vazduha, dok mungo - *Guizotia abyssinica* (L.F.) Cass. klija vrlo uspešno u navedenim uslovima (Tribouillois et al., 2016). S obzirom na uslove životne sredine, kombinacije različitih biljnih vrsta mogu ispoljiti bolju tolerantnost na vremenske uslove i ostvariti stabilnost i ispunjenje cilja gajenja pokrovnih useva u održivim sistemima gajenja. Uslovi koji pomažu ispoljavanje uticaja pokrovnih useva i od čega takođe zavisi ova agrotehnička mera su datum setve i način uklanjanja pokrovnog useva (Constantin et al., 2015). Smeše pokrovnih useva mogu biti ne samo tolerantne na uslove sredine, već i na nastale propuste u sprovođenju agrotehničkih mera od strane proizvođača. Jedan od aktuelnih izazova se odnosi na ublažavanje posledica klimatskih promena i ekstremnih vremenskih uslova u poljoprivredi (Stott et al., 2004). Osnovno pitanje je kako sastaviti odgovarajuće smeše pokrovnih useva za suočavanje sa novim izazovima (Schappert et al., 2019).

Što se tiče sposobnosti suzbijanja korova, žitarice su često efikasnije od mahunarki (Ofori and Stern 1987; Brainard et al., 2011; Baraibar et al., 2018), zbog čega su žita prve poželjne komponente smeša namenjene suzbijanju korova, dok mahunarke imaju veći značaj u fiksaciji atmosferskog azota. Takođe, treba kombinovati biljne vrste pokrovnih useva sa prevladavajućim fizičkim ili biohemijskim efektima kako bi se dodatno poboljšale sposobnosti suzbijanja korova gajenjem ovih smeša (Schappert et al., 2019). Poaceae i Brassicaceae su pokazale efikasno alelopatsko dejstvo (Hartwig and Ammon, 2002; Belz, 2007), dok su druge vrste, poput grahorice (*Vicia villosa* Roth) pokazale dobro konkurentsko dejstvo (Inderjit, 2001).

Pošto je efikasnost suzbijanja korova zavisna od oba ova efekta, nekoliko autora je već preporučilo i ispitalo upotrebu pokrovnih smeša (Inderjit, 2001; Kunz et al., 2016; Baraibar et al., 2018; Schappert et al., 2019). Jedno pitanje, koje još uvek nije rešeno, je kako razdvojiti uticaj kompeticije i biohemijskih efekata i njihov pojedinačni doprinos u suzbijanju korova na terenu (Tschuy et al., 2014; Sturm et al., 2018). Drugo važno pitanje je koje osobine pokrovnih useva određuju nivo suzbijanja korova? Uobičajeno obrazloženje je da veća proizvodnja biomase dovodi do veće konkurentske sposobnosti i samim tim je efikasnija za suzbijanje korova (Teasdale, 1996), što možda i nije tačno u svim slučajevima. Nekoliko studija ističu da nema povezanosti između produkcije biomase i supresije korova (Inderjit, 2001; Kunz et al., 2016; Baraibar et al., 2018; Schappert et al., 2019). Možda postoje drugi ili dodatni faktori koji mogu odrediti nivo suzbijanja korova. Produkcija suve mase pokrovnih useva nije nužno preduslov sposobnosti suzbijanja korova pa tako nisu utvrđene korelacije između biomase pokrovnih useva i suve materije korova. Sa ovim se slažu Kunz et al. (2016) i Baraibar et al. (2018), koji takođe nisu našli povezanost između biomase pokrovnih useva i brojnosti korova.

Međutim, Finney et al. (2016) navode da pokrovni usevi sa većom produkcijom biomase uglavnom imaju veću efikasnost kontrole korova iako se čini da je to tačno samo u određenoj meri. Gfeller et al. (2018) konstatuju da je prag od 3 t ha⁻¹ biomase neophodan za suzbijanje *Amaranthus retroflexus* (L.). Dalje, drugi parametri, poput hemijskih ili drugih fizičkih osobina mogu imati veći značaj u doprinosu efikasnijem suzbijanju korova. U okviru studije, Gfeller et al. (2018) ističu da su pojedini pokrovni usevi sa niskim prinosima biomase, poput Brassicaceae, uspeli da postignu efikasno suzbijanje korova kao što je *Amaranthus retroflexus* (L.). Ovakvi navodi se slažu sa podacima Schappert et al. (2019), koji konstatuju da je tretman sa *A. strigosa* Schreb. ostvario visoku efikasnost u suzbijanju korova *Amaranthus retroflexus* (L.). Takođe, Brennan and Smith (2005) i Dorn et al. (2015) sugeruju da je brzi razvoj biljaka posle setve važniji od finalne biomase pokrovnih useva (Baraibar et al., 2018). Abdin et al. (2000) navode da su setvom bele deteline (*Trifolium repens* L.) istovremeno ili nakon setve kukuruza, postigli slabe efekte u suzbijanju korova, zbog relativno sporijeg rasta bele deteline, dok su Galloway and Weston, (1996) setvom crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) početkom marta a setvom kukuruza šećerca 30. aprila postigli smanjenje zakorovljenosti. Četiri nedelje nakon setve kukuruza suva masa korova u varijanti sa živim malčom bila je 22 g m⁻² dok je u kontrolnoj varijanti bez malča iznosila 80 g m⁻². Hoffman et al. (1993) navode da se maljava grahorica (*Vicia villosa* Roth.) posejana u jesen pokazala kao dobar živi malč u kukuruzu s prosečnim smanjenjem biomase korova za 58-96 % u odnosu na kontrolu, posebno ako je kukuruz posejan kasnije - sredinom maja.

Uzorkovanje (*sampling effect*) i komplementarnost niša dobro su ispitani u prirodnim biljnim zajednicama (Tilman, 1999; Hooper et al., 2005), ali u određenoj meri i u poljoprivrednim sistemima gajenja (Hector et al., 1999; Prieto et al., 2015). Sistemi gajenja su prirodni i poljoprivredni istovremeno, modifikuju ekosistem na osnovu uloga biljnih vrsta koje često unapređuju biodiverzitet. Kombinacija smeša biljnih vrsta ima višestruke prednosti koje pokrovni usevi ostvaruju i može direktno uticati na povećanje produktivnosti. Ova produktivnost obično ne dovodi do bolje žetve, ali bi mogla poboljšati uslove koji se dobijaju gajenjem pokrovnih useva (Blesh, 2018). Koliki broj biljnih vrsta je potreban u smeši pokrovnih useva ili koje su specifične osobine neophodne da se osigura uspešna kontrola korova, još uvek nije rasvetljeno (Wortman et al., 2012; Finney and Kaye, 2017; Holmes et al., 2017; Baraibar et al., 2018; Schappert et al., 2019).

Schappert et al. (2019) su ispitivali uticaj pojedinačnih pokrovnih useva i smeša na kontrolu korova i konstatovali da smeše pokrovnih useva nisu bile efikasnije u suzbijanju korova od pojedinačnih useva, što se podudara sa nekoliko ranijih studija (Brust et al., 2014; Smith et al., 2014; Finney et al., 2017; Baraibar et al., 2018). Najefikasnije pojedinačne posejane vrste pokrovnih useva pokazale su veću sposobnost supresije korova od najefikasnije smeše u obe godine (Schappert et al., 2019), što su takođe istakli u svojim istraživanjima Smith et al. (2014). Tretmani *Avena strigosa* (Schreb.) su imali najveću pokrovnost zemljišta (92%), zatim *Phacelia tanacetifolia* Benth. (83%), dok je *Raphanus sativus* (L.) dostigao 50% pokrovnosti. Smeše pokrovnih useva su pokazale manju pokrovnost zemljišta, u odnosu na najbolje pojedinačne useve. Pokrovnost zemljišta kod smeša bila je homogena i kretala se u intervalu od 39% do 79%. Brust and Gerhards (2012) navode sličnu visoku sposobnost kontrole korova od 90% postignutu gajenjem pokrovnog useva *Avena strigosa* Schreb. Isti autori navode da su pojedinačni pokrovni usevi *R. Sativus* (L.) i *P. tanacetifolia* Benth. postigli veću produkciju suve materije nego smeše. Blubaugh et al. (2016) su otkrili da su pokrovni usevi povećali učestalost konzumacije semena korova od svaštojeda (omnivora) za 73%. Kao rezultat, pokrovni usevi poboljšavaju biokontrolu, ne samo promovisanjem povećane aktivnosti omnivora, već i olakšavanjem njihove funkcije kao predatora semena na individualnom nivou.

S druge strane, prema Baraibar et al. (2018), smeše koje sadrže trave su efikasnije u suzbijanju korova nego pojedinačne vrste iz familija Brassicaceae ili Fabaceae. Sve smeše su bile efikasnije u suzbijanju korova u odnosu na običnu ozimu grahoricu - *V. Sativa* L. (Schappert et al. 2019). Hayden et al. (2012) i Baraibar et al. (2018) su konstatovali da pokrovni usevi sa ranim zatvaranjem redova, kojima maljava grahorica (*Vicia villosa* Roth.) ne pripada, uglavnom pokazuju bolje rezultate u kontroli korova.

Schappert et al. (2019) navode da su tretman mešavinom (33% *A. Graveolens* L., 33% *R. Sativus* (L.), i 33% *A. Strigosa* Schreb.) i tretman *R. sativus* (L.) pokazali sličnu efikasnost kontrole korova: 75%, odnosno 72%. Finney et al. (2016) kao objašnjenje navode da visoko produktivni, pojedinačno zasejani pokrovni usevi mogu proizvesti veliku količinu biomase kao i mešavine različitih biljnih vrsta. Efekat ispitivanih pokrovnih vrsta u Ohaju (SAD) u raznim smešama u suzbijanju korova u usevu rasađenog paradajza je varirao od visokog (pokrovnost zemljišta korovima 1%), što je ravno efektu primene herbicida, do niskog efekta (pokrovnost 91%) (Creamer et al., 1997).

Međutim, biomasa pojedinačnih i pokrovnih useva u smešama nije ili je u veoma slaboj korelaciji sa potencijalom suzbijanja korova. Generalno, mehanizmi biljnih vrsta za suzbijanje korova još uvek nisu dovoljno rasvetljeni (Schappert et al., 2019). Kako različiti mehanizmi suzbijanja korova deluju ili koja je njihova interakcija, još uvek je nepoznanica, tako da je neophodno sprovesti dodatna ispitivanja (Baraibar et al., 2018). Iako smeše možda nisu najbolji alat za suzbijanje korova u sistemima pokrovnih useva, mnoge druge prednosti pripisuju se mešavinama. Uzimajući u obzir produkciju suve materije, pokrovnost zemljišta i smanjenje korova u prvoj godini, smeše su pokazale sposobnost da izdrže nepovoljne vremenske uslove, bolje od nekih pojedinačno posejanih pokrovnih useva (Schappert et al., 2019). Elastičnost smeša na nepovoljne vremenske uslove ili propuste nastale u poljoprivrednoj proizvodnji (Wortman et al., 2012), može kompenzovati njihovu manju efikasnost u suzbijanju korova u poređenju sa pojedinačnim pokrovnim usevima. Međutim, samo velike gustine ovih useva su efikasno sredstvo za suzbijanje korova (Weiner et al., 2010). Kako se mešavine primenjuju sa idejom da se popravi neuspeh pojedinačnih vrsta, trebalo bi razmotriti povećanje gustine setve

svih biljnih vrsta uključenih u mešavinu. Na ovaj način bi se postigla odgovarajuća gustina pokrovnog useva i u nepovoljnim uslovima i poboljšao potencijal suzbijanja korova (Schappert et al., 2019).

Mešavina šest vrsta nije pokazala veći ukupni potencijal za suzbijanja korova od mešavina sa tri vrste (Schappert et al., 2019). Slične rezultate navode Kunz et al. (2017). Ovakvi rezultati inkliniraju zaključku da je broj biljnih vrsta u nekoj mešavini manje bitan od sastava mešavine. Na primer, vrste Brassicaceae i Poaceae dobro reaguju na suve uslove, dok vrste Fabaceae ne reaguju dobro (Tribouillois et al., 2016). Mešavina sa *Raphanus sativus* (L.), *Avena strigosa* Schreb. i *Anethum graveolens* L., pokazala je najbolju efikasnost u suzbijanju korova i značajno je smanjila gustinu korova u obe godine u poređenju sa kontrolom (Schappert et al., 2019). Baraibar et al. (2018) su u svojim istraživanjima zaključili da visok udeo travnih vrsta u smeši značajno smanjuje biomasu korova, jer su biljne vrste trava visoko supresivne i kao pojedinačni pokrovni usevi. Mešavine sa većim udelom raži u smešama, značajno su smanjivale biomasu korova (Akemo et al., 2000). Zadovoljavajuće suzbijanje korova može se obezbediti sa malim učešćem biljnih vrsta trava u mešavinama, dok druge vrste mogu ispunjavati važne uloge u ekosistemu (Baraibar et al., 2018). Uopšte gledano, komponente u smešama treba birati veoma racionalno, kako bi se izbegli problemi sa korovima, usled slabo konkurentnih biljnih vrsta u pokrovnim usevima (McLaren et al., 2019). Kombinovanje vrsta sa fizičkim i hemijskim mehanizmima suzbijanja korova može povećati uspeh u borbi protiv korova. Na primer, vrste sa hemijskim mehanizmima doprinose efikasnom suzbijanju korova u nepovoljnim uslovima kada je razvoj pokrovnih useva i prinos biomase slabiji. Smeše, sa druge strane, mogu značajno doprineti uspešnosti biološkog suzbijanja korova i ako se znaju mehanizmi suzbijanja korova različitim biljnim vrstama, može se uspešno odrediti idealni sastav smeša (Schappert et al., 2019).

Gajenjem pokrovnih i združenih useva remeti se ravnoteža u životnom ciklusu korova i mehanizmi njihovog prilagođavanja i obezbeđuje zaustavljanje rasta i razvoja korova (Dolijanović et al., 2007; Oljača i Dolijanović, 2013; Dolijanović et al., 2020a). Bond and Turner (2001) u svojim istraživanjima navode da malčiranje zemljišta gajenjem poduseva (živi malč ili mrtvi malč) može u značajnoj meri doprineti suzbijanju jednogodišnjih korova koji se razvijaju iz semena ali vrlo slabo utiču na suzbijanje višegodišnjih rizomskih korova. Pokrovni usevi, takođe imaju dobru konkurentsku sposobnost u odnosu na korove tokom perioda rasta i mogu da spreče germinaciju semena korova i kompletiranje životnog ciklusa i razmnožavanja (Oljača i Dolijanović, 2013).

Hiltbrunner et al. (2007) navode da je gajenje pokrovnog useva od avgusta do setve pšenice (oktobar) veoma pozitivno uticalo na zakorovljenost useva pšenice. Teasdale (1993) navodi da pokrovni usev ostavljen na površini zemljišta, ako se ne zaore kao zelenišno đubrivo, stvara gotovo neprobojnu barijeru, drastično smanjuje emitovanje svetlosti ka površini zemljišta, odnosno semenu korova, što u brojnim slučajevima smanjuje germinativnu stopu semena korova. Kobayashi et al. (2003) navode da čak i ako seme korova klija, nema dovoljno energije za rast i probijanje kroz sloj malča pokrovnog useva. Ovaj efekat se naziva „efekat gustog sklopa“ (*smother effect*) pokrovnih useva. Samrajeewa et al. (2005) navode da su dobili slab učinak zaštite ozime pšenice od korova primenom živog malča (poduseva) kineske grahorice (*Astragalus sinicus* L.) u Gifu (Japan).

Creamer et al., (1997) navode da su najbolje vrste za malčiranje s ciljem kontrole korova raž, ječam, inkarnatska detelina i maljava grahorica. Ove vrste nakon setve brzo niču i stvaraju

gust sklop, dobro prezimljuju, proizvode veliku količinu biomase koja se lako uništava košenjem u fazi cvetanja, što je važno sa aspekta kompeticije prema glavnom usevu u kojem se koriste. Wallace and Scott (2008) navode da pokrovni usev (živi malč) treba da obezbedi kontrolu korova (Oljača i Dolijanović, 2013), bilo kroz gušenje korova ili alelopatiju, ali ne bi trebalo da se takmiči sa glavnim usevom.

Grahorice (*Vicia villosa* Roth. i *Vicia hirsuta* L. Gray) su pokazale izuzetne rezultate kao pokrovni usevi u konzervacijskim sistemima gajenja povrća. Takođe, u istraživanjima Oljača i Dolijanović (2013) maljava grahorica se pokazala kao veoma dobar pokrovni usev, kako sa aspekta formiranja biljne mase i konkurentnosti u odnosu na korove, tako i sa stanovišta efekta na prinos ispitivanog glavnog useva - kukuruza šećerca. Od osam ispitivanih pokrovnih useva gajenih pojedinačno (ozima obična grahorica, ozimi ovas, ozima maljava grahorica, ozimi krmni kelj, ozimi stočni grašak) ili u smeši mahunarki sa ozimim ovsem u odnosu 50:50 %, po prinosu glavnog useva najbolje su se pokazale ozima maljava grahorica, ozimi krmni kelj, ozimi ovas i smeša obične grahorice i ovasa.

Dolijanović et al. (2013) navode da je najmanja masa korova u usevu kukuruza šećerca izmerena kada je usev gajen posle ozime maljave grahorice, a najveća masa korova zabeležena je u konvencionalnom sistemu gajenja. Takođe, gajenjem maljave grahorice (*Vicia villosa* Roth.) kao pokrovnog useva pri proizvodnji kukuruza, ustanovljeno je da je dobar živi malč i da smanjuje biomasu korova za 58-96%, u odnosu na kontrolu (Mutch and Thelen, 2003).

Nagabhushana et al. (2001) navode da ostaci pokrovnog useva raži kao malča u usevima soje, duvana, kukuruza i suncokreta smanjuju brojnost širokolisnih korova za 80 do 95 %, posebno u početku vegetacionog perioda. Blackshaw et al. (2001) su otkrili da gajenjem žutog kokotca (*Melilotus officinalis* L. Pall.) kao pokrovnog useva pre ozime pšenice, biomasa korova sačinjava svega 1-12 % ukupne biomase u usevu ozime pšenice gajene bez pokrovnog useva.

Dolijanović et al. (2012) navode da se prekrivanjem zemljišta mrtvim organskim prekrivačem-slamom tokom jeseni i zime, utiče na povećanje prinosa zrna kukuruza šećerca, ali su se na takvom zemljištu, sa bržim razlaganjem slame, korovi počeli intenzivno razvijati u rano proleće. Pored toga, ovakvi ekološki sistemi imaju veoma značajnu ulogu gajenje osetljivijih useva, kao što su kukuruz šećerac i kokičar, gde je primena herbicida ograničena (Oljača i Dolijanović, 2013), a primena pokrovnih useva može biti od izuzetnog značaja.

4.1.6. Pokrovni usevi i kontrola bolesti i štetočina

Održivi proizvodni sistemi predstavljaju odličnu strategiju smanjenja negativnog uticaja konvencionalnog sistema poljoprivrede na životnu sredinu. Prema Altieri-u (2002), ovi proizvodni sistemi zasnivaju se na korišćenju raznovrsnih biljnih vrsta, ekološkom upravljanju zemljištem i bio-kontrolom štetočina, što utiče na poboljšanje kvaliteta proizvodnje hrane sa fokusom na očuvanje biološke raznolikosti (biodiverziteta), sa smanjenjem rizika za zdravlje potrošača (Welch and Graham, 1999).

Pored uticaja na korove, alelopatске osobine pokrovnih useva mogu da umanje brojnost prouzrokovaca bakterijskih i gljivičnih bolesti (Everts, 2002; Farooq et al., 2011; Fourie et al., 2016), kao i parazitskih nematoda (Potter et al., 1998; Vargas-Ayala et al., 2000). Vrste iz familije Brassicaceae poput slačica, naširoko pokazuju pozitivan uticaj u pogledu gljivičnih oboljenja oslobađanjem prirodno postojećih toksina tokom razlaganja glukozinoidnih jedinjenja u biljnom tkivu (Lazzeri and Manici, 2001).

Ključne prednosti roda *Brassica* se ogledaju i u tome što vrste iz ovog roda mogu pomoći u suzbijanju patogena poput biljnih parazitskih nematoda i truleži korena (Abavi and Vidmer, 2000). Farooq et al. (2011) i Fourie et al. (2016) navode da pokrovni usevi smanjuju prisustvo patogena. Nastiranjem se poboljšavaju uslovi sredine za razvoj snažnih i zdravijih biljaka otpornijih na bolesti i štetočine (Oljača, 2016), kao i smanjenje prisustva patogena (Muhammad et al., 2009).

Pokrovni usevi smanjuju prisustvo štetočina, nematoda i različitih patogena zemljišta (Farooq et al., 2011; Blanco-Canqui et al., 2015; Fourie et al., 2016; Cutti et al., 2016; Jabran et al., 2018). Costello and Altieri, (1994) cit. Kovačević, (2011) navode da se gajenjem brokolija (*Brassica oleracea* var. *italica*) sa živim malčem između redova sačinjenim od biljaka poput bele deteline (*Trifolium repens* L.), crvene deteline (*Trifolium pratense* L.) ili žutog zvezdana (*Lotus corniculatus* L.) smanjuje napad kupusne vaši (*Brevicoryne brassicae* L.) u odnosu na gajenje čistog useva sa kultiviranjem između redova.

Neki pokrovni usevi se koriste kao zamke, da odvuču štetočine od glavnog useva ka onome što štetočine vide kao poželjnije stanište (Shelton and Badenes-Perez, 2006). U mnogim slučajevima „zamka“ raste tokom iste sezone i u blizini glavnog useva. Usevi-zamke se tretiraju pesticidima kako bi se redukovala populacija štetočina, a u organskim sistemima, postoje oruđa zasnovana na vakuumu koja fizički izvlače štetočine iz useva i polja (Kuepper and Thomas, 2002). Ovaj sistem je često u upotrebi u organskoj proizvodnji jagoda, posebno u kontroli insekta *Lygus spp*, fam. Miridae (Zalom et al., 2012). Neki pokrovni usevi se koriste da privuku prirodne predatore štetočina, omogućavajući uslove za njihov boravak. Ova forma biološke kontrole se zasniva na gajenu nekoliko različitih leguminoznih pokrovnih useva (pasulja, grahorice, bele dateline i zimskog graška) koji obezbeđuju dovoljno polena kao izvora hrane, da bi se izazvao sezonski porast populacije predatorske grinje (*Euseius tularensis*), što može da stvori dovoljno predatorskog pritiska da bi se smanjila populacija tripsa na citrusima (Grafton-Cardwell et al., 1999). Takođe, pokrovni usevi su izvor polena i nektara za oprašivače, kao i stanište za njihovo prezimljavanje (Ellis and Barbercheck, 2015; Dunbar et al., 2017).

Prema Bardgett-u i van der Putten-u (2014), povećanje broja različitih biljnih vrsta pokrovnih useva ima pozitivan uticaj na plodnost zemljišta, usled diverzifikacije dostupnih izvora hrane za mikroorganizme i shodno tome za biljke. Povećava se i biomasa mikroorganizama, a struktura mikrobioma zemljišta je izložena promenama, što ima ogroman uticaj na njihovu funkcionalnost, kao i na plodnost zemljišta.

4.2. Značaj, karakteristike i prinos kukuruza šećerca

Kukuruz šećerac se razlikuje od kukuruza standardnog zrna – zubana, po većem broju važnih osobina koje uslovljavaju način gajenja, osobine klipa (sa komušinom i bez komušine), vreme i način berbe, a posebno po načinu korišćenja i osobinama zrna. Ove osobine variraju zavisno od načina korišćenja hibrida. Tipovi šećerca žutog endosperma su najvažniji za industrijsku preradu i za potrošnju u svežem stanju (Pajić i sar., 2005, 2008). Karakteristike klipa obuhvataju broj redova zrna, konfiguraciju, raspored redova, ozrjenost, širinu i dubinu zrna, oblik i veličinu klipa. Za hibride šećerca koji se koriste za industrijsku preradu, najvažnije osobine su one koje uslovljavaju izgled zrna koje se reže sa klipa, kao i stanje zrna posle rezanja, poput boje, širine i dužine zrna. Oblik klipa je veoma važan u industriji za preradu šećerca (Pajić i sar., 2005). Blago zašiljen klip (u obliku sveće) najviše odgovara modernim mašinama za rezanje zrna za

maksimalnu efikasnost i minimalne gubitke (otpad). Bela ili svetlo zelena boja svile je najviše tražena kako u industriji za preradu šećerca tako i na tržištima svežeg šećerca. Boja oklaska je obavezno bela (Pajić et al., 2000).

Hibridi kukuruza šećerca za industrijsku preradu mogu da se prerađuju konzerviranjem celog zrna, konzerviranjem kukuruznog krema, zamrzavanjem rezanog zrna i zamrzavanjem celog klipa. Svi hibridi za industrijsku preradu treba da su adaptirani za mehanizovanu berbu, komušanje i rezanje zrna. Ujednačenost u sazrevanju, obliku i veličini klipa je izuzetno važna (Marshall, 1987).

Standard za ove karakteristike varira od tržišta do tržišta i od sezone do sezone gajenja. Adekvatna dužina komušine klipa je veoma važna jer sprečava oštećenja koja čine ptice i insekti (Pajić i sar., 2008). U mnogim delovima sveta je veoma važan izgled klipa sa komušinom, jer se tako prodaje u svežem stanju. U tom slučaju klip treba da je obavijen komušinom tamno zelene boje i sa lisnim zastavicama na vrhu (Pajić i sar., 2008).

Za većinu tržišta svežeg šećerca najpoželjniji hibridi šećerca su oni koji imaju najmanje 16 pravo raspoređenih redova zrna, duboko zrno, ozrnjen klip do vrha i dužinu klipa 20-23 cm. Hibridi za tržište svežeg šećerca trebalo bi da produkuju veliki broj atraktivnih klipova po jedinici površine. Zahtevi za bojom zrna variraju zavisno od tržišta. Ekstremno rani hibrid može da ima mali broj redova zrna, niži prinos, lošiji jestivi kvalitet u odnosu na hibride duže sezone (Pajić et al, 2000; Tracy, 2001).

Kad je u pitanju zamrzavanje celog klipa šećerca, zahtevi su slični kao za potrošnju hibrida u svežem stanju - veći broj klipova po jedinici površine i odgovarajući izgled klipa. Izgled komušine i ozrnjenost vrha nisu važni zato što se vrh klipa skraćuje. Od presudnog interesa je sadržaj šećera u zrnu koji poboljšava ukus zaleđenog proizvoda (Pajić et al., 1994; Pajić i Dumanović, 1998; Pajić et al., 2000; Tracy, 2001).

Za hibride šećerca namenjene industrijskoj preradi tj. rezanju zrna, najvažnije osobine su one koje doprinose normalanom izgledu zrna posle rezanja- boja zrna, širina i dubina u klipu. Dublja zrna obezbeđuju bolji izgled posle rezanja, a samim tim i bolji prinos. Od iste količine klipova, dobiće se veći prinos zrna od hibrida dubokog zrna nego od hibrida koji ima plitko zrno (Pajić i sar., 2008).

Kao što je već pomenuto, svetlo žuta boja zrna je najpoželjnija, mada se prerađuju i neki hibridi belog zrna. Nežnost zrna je važna u određivanju kvaliteta za sve načine prerade. Ukus je takođe veoma značajan, mada slatkoća može da se popravi dodavanjem šećera tokom procesa prerade (Pajić i sar., 2008). Ponekad se dodaje i so, zavisno od tržišta za koje se priprema proizvod. Kada se prerađuje sh2 tip šećerca (*super sweet*), redukuje se količina ili se uopšte ne dodaje šećer (Boyer and Shannon, 1987).

Prinos svake biljne vrste predstavlja najznačajniju kvantitativnu karakteristiku. Kada je kukuruz šećerac u pitanju značenje "prinos" se menja zavisno od tržišta (Pajić i sar., 2008). Za industrijsku preradu gde se zamrzava klip, važan je broj klipova po hektaru. U slučaju konzerviranja rezanog zrna, važan je prinos zrna. Za neka tržišta važna je težina pojedinačnog klipa (Tracy, 2001).

Simić et al. (2012) i Srdić et al. (2016) konstatuju da je prinos svežeg klipa kukuruza šećerca pod visokim uticajem genotipa i ekoloških faktora. Kashiani and Saleh (2010), su pronašli snažnu genetsku povezanost između neoljuštenih i oljuštenih klipova šećerca i drugih agronomskih osobina, tj. broja zrna po redu, visine biljke, prečnika klipa, itd. Alan et al. (2014) takođe ukazuju na značajan uticaj genotipa na kvalitet zrna šećerca.

Prinos svežeg klipa šećerca značajno varira u zavisnosti od ispitivanog hibrida (Srđić et al., 2019). Rosa (2014), gajeći kukuruz šećerac posle pokrovnih useva facelije (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), amarantusa (*Amaranthus cruentus* L.), suncokreta (*Helianthus annuus* L.), seradele (*Ornithopus sativus* Brot.) i boba (*Vicia faba* L. ssp. *minor*) u tri termina setve: 21. jula, 04 i 18. avgusta, konstatuje da je najveći tržišni prinos klipova kukuruza šećerca ostvaren na varijanti sa pokrovnim usevom boba posejanog 21. jula. Najniži prinosi klipova kukuruza šećerca (manji od 10 t ha⁻¹), postignuti su posle gajenja amarantusa, suncokreta i facelije posejanih najkasnije, 18. avgusta. Dolijanović et al. (2012) navode da se korišćenjem pokrovnih useva i prekrivanjem zemljišta mrtvim organskim malčem - slamom tokom jeseni i zime, dobija najveći prinos zrna šećerca, dok je najmanji prinos zrna šećerca i najmanji randman zrna ostvaren u konvencionalnom sistemu gajenja. Od pokrovnih useva pozitivno je na prinos šećerca uticala ozima maljava grahorica od leguminoznih, odnosno ozimi stočni kelj od neleguminoznih biljnih vrsta.

Na prinos kukuruza šećerca utiču vrsta pokrovnog useva, količina biomase i datum zaoravanja (Brzeski et al., 1993; Tejada et al., 2008; Dolijanović et al., 2012; Dolijanović et al., 2013; Rosa, 2014). Takođe, Doring et al. (2005) i Jodaugiene et al. (2012) navode da uticaj organskog malča na prinos šećerca zavisi od vrste malča, kao i od količine odnosno debljine primenjenog malča. Rosa (2014), navodi da se odlaganjem rokova setve pokrovnih useva, utiče na pad prinosa zrna i klipa kukuruza šećerca.

Haghighat et al. (2012) ističu da je ključni faktor uspešne proizvodnje i ostvarenja visokih prinosa kukuruza šećerca oplodnja, uključujući unošenje organskih đubriva. Zbog deficita i rastućih cena stajskog đubriva, koji je do sada bio osnovno prirodno đubrivo, gajenje pokrovnih useva koji se zaoravaju postaje sve potrebnije (Songin, 1998; Mazur et al., 2003). Brojna istraživanja ukazuju na pozitivan uticaj zaoravanja jesenjih i prolećnih pokrovnih useva na prinos kukuruza šećerca (Turgut et al., 2005; Zanievicz-Bajkowska et al., 2011; Dolijanović et al., 2012; Dolijanović et al., 2013; Rosa et al., 2012; Rosa, 2014). Osim pozitivnog uticaja na prinos kukuruza šećerca Abdul-Baki et al. (1997) navode da gajenje pokrovnih useva omogućava smanjenje primene herbicida i pesticida.

4.3. Značaj, karakteristike i prinos kukuruza kokičara

Kukuruz kokičar se razlikuje od standardnog kukuruza zubana u obliku, veličini i građi zrna. Zrno kokičara može biti u tipu "pirinčara" ili "biserca". Perikarp direktno učestvuje u procesu eksplozije zrna prilikom kokanja (Pajić i sar., 2005). Genotipovi kukuruza kokičara imaju deblji perikarp, 70 -110 µm, od kukuruza zubana, 30-79 µm. U proučavanju stepena kokičavosti, dva parametra - oštećenje perikarpa i visok procenat mekog endosperma, pokazuju posebno negativan uticaj na zapreminu kokičavosti (Hoseney et al., 1983). Endosperm zrna kukuruza kokičara može biti: tvrdi (staklasti) i meki (brašnavi). Staklasti ili tvrdi endosperm je građen od poligonalnih granula skroba veličine 7-16 µm, koje su zbijene, bez vazdušnih međuprostora. Između skrobnih granula su proteinski matriks i proteinska tela. Za razliku od kukuruza standardnog kvaliteta, zrno kokičara je sastavljeno najvećim delom od tvrdog endosperma, (Hoseney et al., 1983). Glavna osobina po kojoj se kokičar razlikuje od ostalih tipova kukuruza je formiranje krupne "pahuljice" ili "kokice" posle eksplozije zrna kao odgovor na zagrevanje.

Povećanje zapremine kokičavosti, definisane kao zapremina iskokanog zrna u odnosu na zapreminu neiskokanog zrna, je jedan od najvažnijih zadataka u selekcionim programima

kukuruzna kokičara (Pajić i sar., 2005). Kokica se stvara tako što se tokom zagrevanja zrna perikarp ponaša kao sud pod pritiskom. Eksplozija zrna se dešava na temperaturi od oko 177°C, koja je ekvivalentna pritisku pare od 932 kPa unutar zrna. U momentu eksplozije voda zrna je pregrejana, pretvara se u paru koja obezbeđuje silu pritiska koja, čim perikarp pukne, izaziva proširenje zrna. Voda u obliku pare u hilumu širi skrobna zrna u tanak film (Pajić i sar., 2005). Optimalan sadržaj vlage u zrnu pri eksploziji varira u zavisnosti od genotipa i kreće se od 12-15% (Allerd-Coyile et al., 2000; Shimoni et al., 2002; Pajić et al., 2006; Srđić et al., 2016; Srđić et al., 2018). Pri niskom sadržaju vlage (ispod 10%) nema dovoljno vode koja bi stvorila pritisak za postizanje potpunog raspucavanja zrna (Hosney et al., 1983).

Postoje dva različita tipa pahuljice-kokice koja su komercijalno važna: leptirasti (*butterfly*) i loptasti - pečurkasti (*mushroom*). Da bi se ostvario maksimalan genetički potencijal zapremine kokičavosti određenog hibrida berbu treba obavljati kada je zrno u punoj zrelosti, a sadržaj vlage do 18%, ali ne ispod 16% za mehanizovanu berbu, da bi se sprečila mehanička oštećenja zrna (Pajić i sar., 2005). Bilo kakva povreda na perikarpu zrna kokičara može da smanji zapreminu kokičavosti. Zrno mora biti sušeno pažljivo da bi se sprečilo nastajanje oštećenja na perikarpu i pukotine u endospermu. Presušenom zrnu može da se povрати vlažnost na optimalan nivo od 14 %, ali takvo zrno neće moći da ima maksimalnu zapreminu kokičavosti kao pre presušivanja (Ziegler and Ashman, 1994).

Zapremina kokanja i potencijal prinosa su najvažnije odlike hibrida kukuruza kokičara. Pored zapremine kokanja, broj neiskokanih zrna je najviše ispitivan parametar kvaliteta kukuruza kokičara (Ziegler, 2001). Mnogi istraživači su utvrdili značajne razlike između ispitivanih hibrida u prinosu i zapremini kokanja, pri čemu su hibridi sa većim prinosom zrna imali manju zapreminu kokanja (Srđić and Pajić, 2011; Pajić et al., 2012; Cabral et al., 2016). Amaral et al. (2016) su pokušali da prevaziđu ovaj problem u selekciji uvodeći svojstvo proširene zapremine kokica po ha, koja bi mogla da osigura istovremeno obe osobine. Pajić i Babić (1991) ističu da veća i krupnija zrna imaju manju zapreminu kokanja, jer sadrže veći procenat mekog endosperma, što nije povoljno za širenje kokica.

Visoka zapremina kokanja je u korelaciji sa poželjnim osobinama kokičara za potrošače (Ceylan and Karabab, 2002), dok su neiskokana zrna nepoželjna i predstavljaju neostvarenu dobit (Sveley et al., 2012). Nekoliko faktora utiču na zapreminu kokanja i procenat neiskokanih zrna: genotip, uslovi proizvodnje i žetve, kao i uslovi prerade i skladištenja zrna, sadržaj vlage u zrnu i metoda kokanja (Allerd-Coyle et al., 2000; Gokmen, 2004; Karabab, 2006; Srđić et al., 2018). Maksimalna zapremina kokanja može se postići kada se žetva hibrida vrši u punoj zrelosti, kada je sadržaj vlage ispod 20% (Srđić et al., 2018). Hosney et al. (1983) navode da se najveća zapremina kokanja postiže kada je vlaga zrna u žetvi između 15 - 18%, dok Srđić et al. (2018) navode da je sadržaj vlage od 14% pri kokanju zrna najbolji trenutak za kokanje, dajući najveću zapreminu kokanja i najmanji procenat neiskokanih zrna. Takođe, isti autori navode da su sadržaj vlage u žetvi i sadržaj vlage prilikom kokanja, kao i njihova interakcija, značajni faktori za zapreminu kokanja i procenat neiskokanih zrna.

Biotički i abiotički stres tokom proizvodnje, žetve i prerade (suša, mraz, štetočine, bolesti i mehanička oštećenja zrna) takođe mogu dovesti do smanjenja zapremine kokanja i povećati procenat neiskokanih zrna (Srđić et al., 2018). Dolijanović et al. (2016b) konstatuju da se gajenjem različitih pokrovnih useva pre glavnog useva kukuruza kokičara ostvaruje značajno povećanje prinosa zrna.

4.4. Kvalitet i hranljiva vrednost zrna kukuruza šećerca i kokičara

Milašinović-Šeremešić et al. (2019) su u ispitivanjima nutritivnog kvaliteta zrna kukuruza deset različitih genotipova primetili značajne razlike među genotipovima u sadržaju skroba, proteina, ulja i celuloze. Ukupna količina skroba kretala se u rasponu 64,55-68,96%, proteina 8,13-11,21%, ulja 3,58-4,46%, celuloze 2,14-2,78% i pepela 1,11-1,36%. Hibridi kokičara (ZP 611k, ZP 614k), dva ZP genotipa kukuruza sa žutim jezgrom, ZP 366 i ZP 606, imali su najveći sadržaj proteina (oko 10% i veći). Najveći sadržaj skroba utvrđen je kod dva žuta genotipa, ZP 333 i ZP 366 (oko 69%), dok je najniži sadržaj skroba zabeležen kod specijalizovanih genotipova (bela, crvena boja zrna i genotipovi kukuruza kokičara).

Ukus kukuruza šećerca određuje slatkoća koja zavisi od udela šećera i skroba u endospermu. Pretežan šećer u zrnu standardnog šećerca je saharoza, sa manjim udelom glukoze i fruktoze (Creech, 1968, Pajić, 1990). U fazi 18-22 dana posle polinacije kada se šećerac bere, mutanti sa bt, bt2, sh, sh2, i sh4 genom, sadrže 2-3 puta više saharoze od sugary (su) endosperma. Zbog visokog nivoa šećera, hibridi šećerca zasnovani na ovim genima nazivaju se "superslatki" ili "*supersweet*". U mlečnoj fazi razvoja zrna šećerca kada se ono koristi u ishrani ljudi, sadržaj skroba je 20-30% a sadržaj šećera je 15-35%, dok zrno kukuruza standardnog kvaliteta (zubana) u toj fazi sadrži 65% skroba i oko 5% šećera (Tracy, 1994).

Forma i hranljiva svojstva kukuruza kokičara su vrlo privlačne za potrošače, što ga čini vrlo popularnim i visoko vrednim proizvodom odličnih funkcionalnih svojstava. Kokice su dobar izvor vlakana, kalcijuma, gvožđa, fosfora, niacina i niske su kalorijske vrednosti naročito ako se spremaju bez ulja i drugih dodataka, ili uz sasvim malu količinu ulja (Park et al., 2000; Paraginski et al., 2016).

Srdić et al. (2019) navode da kukuruz šećerac predstavlja ukusno i kvalitetno povrće u čijem se zrnu, pored šećera nalaze i amino-kiseline, minerali i vitamini B grupe koji su u veoma dobrom odnosu. Szimanek et al. (2015) i Srdić et al., (2019) su zaključili da su genotip i datum berbe kukuruza šećerca faktori koji utiču na kvalitet, sadržaj ugljenih hidrata i vlage. Dragičević et al. (2016) i Dolijanović et al. (2017) u svojim istraživanjima uticaja različitih pokrovnih useva na kvalitet zrna kukuruza šećerca, konstatuju da je stočni kelj kao pokrovni usev uticao na povećanje sadržaja vitamina C u zrnu kukuruza šećerca.

Kukuruz šećerac je odličan izvor hranljivih materija i drugih nutritivno važnih komponenti koje promovisu zdravlje, kao što su fenolne kiseline, karotenoidi i tokoferoli (Ibrahim and Juvik, 2009; Das and Singh, 2016; Mesarović et al., 2019). Stoga je kukuruz šećerac prepoznat kao kvalitetna i ukusna hrana. Mesarović et al. (2018) u dvogodišnjim istraživanjima antioksidativnog statusa tri hibrida šećerca navode da su u sušnoj godini utvrđene veće vrednosti glutaciona i ukupnih žutih pigmenta, kao i niže vrednosti fitinske kiseline, rastvorljivih fenola i ukupne antioksidativne aktivnosti.

Rastuća popularnost konzumiranja kukuruza pre svega je posledica njegovog kvaliteta, jer spada u bezglutenske žitarice, sa visokim sadržajem vlakana i drugih važnih komponenti, što mu uz relativno visoke prinose po jedinici površine daje mogućnost da zameni pirinač i pšenicu, kao osnovne namirnice u ishrani ljudi. Takođe je utvrđeno da kukuruz poseduje veći sadržaj fenolnih kiselina od mnogih drugih žitarica (Adom and Liu, 2002; Ndolo and Beta, 2014).

Mesarović et al., (2019) ističu da na sadržaj fitohemikalija u zrnu kukuruza šećerca u visokom stepenu utiče genotip, kao i primenjena tehnologija proizvodnje. Kukuruzi specifičnih

osobina, kao što su proteinski kukuruz, bebi kukuruz, kokičar i kukuruz šećerac su odličan izvor antioksidanasa, a pre svega fenolnih jedinjenja (Das and Singh, 2016).

Fiziološki aktivne supstance, posebno fenoli pored antioksidativnog delovanja pokazuju značajnu aktivnost u ćelijskoj diferencijaciji, deaktivaciji prokarcinogenih ćelija, obnavljanju DNK, inhibiranju stvaranja N-nitrozamina, utiču na metabolizam estrogena i drugih hormona, itd. (Shahidi, 2004). Fenolne kiseline su biljni sekundarni metaboliti, odnosno bioaktivna jedinjenja koja promovišu ljudsko zdravlje neutralisanjem slobodnih radikala, blokiraju lipidni alkoksil radikal, helatiraju jone metala, i stoga pored antioksidativne imaju i važnu ulogu u detoksikaciji (Das and Singh, 2016). Zbog dobrobiti za zdravlje ljudi, pokušaj dobijanja hrane visokog nutritivnog kvaliteta, uključujući visok nivo fenolnih jedinjenja, postao je svetski trend (Mesarović et al., 2019).

Za razliku od voća i povrća, fenoli u žitaricama su prisutni kao - slobodni i rastvorljivi u obliku estara i nerastvorljivi u vezanim oblicima (Bunzel et al., 2001; Lloid et al., 2000). Kada se unesu hranom, slobodni fenoli se lako i brzo apsorbuju iz tankog creva i posle toga se konjugiraju, što dovodi do manjeg nakupljanja aglikona u krvi (Scalbert and Williamson, 2000). S druge strane, fenoli vezani za polisaharide ćelijskih zidova (lignin i ligno-celulozne supstance), transportuju se kroz tanko crevo nesvareni i oslobađaju se putem mikrobiološke fermentacije u kolonu (prebiotska uloga nerastvornih fenolnih jedinjenja), gde ih dalje mogu metabolisati mikroorganizmi formirajući različite bioaktivne supstance ili bivaju resorbovani u krvotok, kako bi ostvarili svoje antioksidativno dejstvo (Adom and Liu, 2002; Andreasen et al., 2001). Stoga je vrlo bitno da se naglasi značaj raspodele slobodnih i vezanih fenolnih jedinjenja i njihovo antioksidativno delovanje, koje je ključno za razumevanje potencijalne zdravstvene koristi potrošnjom celog zrna kukuruza.

Das and Singh (2016) i Mesarović et al. (2019) su utvrdili u zrnju kukuruza prisustvo različitih antioksidanta, pre svega fenolnih kiselina (vanilinske, siringinske, r-hidroksibenzojeve, kafeinske, r-kumarne, ferulinske, cimetine, i izoferulinske), flavonoida (kaempferola i kvercetina), pigmenta (cijanidin-3-O-glukozida), kao i lipofilnih antioksidanta: tokoferola i tokoretinola (α , β , γ i δ). Klica zrna kukuruza sadrži znatno više slobodnih fenola od perikarpa, dok perikarp sadrži 74-83% vezanih fenola. Kukuruz kokičar sadrži samo 3% slobodnih fenola, kukuruz šećerac ima 14-17%. Fenolne kiseline paralelno sa drugim jedinjenjima, kao što su flavonoidi, antocijani i lignini, a koji takođe imaju nekoliko važnih uloga u ishrani i zdravlju ljudi (Manach et al., 2004), nastaju kroz fenilpropanoidni put. Upravo polifenoli (fenolne kiseline, flavonoidi i antocijani) predstavljaju sekundarne metabolite koje biljka produkuje u odbrani od oksidativnog stresa tokom stresnih perioda, bilo da se radi o abiotičkom ili biotičkom stresu (Andre et al., 2007).

Pored fenolnih jedinjenja, zrno žita sadrži karotenoide, brojne vitamine i minerale. Među navedenim supstancama, istaknuto mesto pripada tokoferolima, odnosno vitaminu E koji predstavljaju najmoćnije antioksidante rastvorljive u lipidima, i čija je uloga da štite membrane bioloških ćelija neutrališući peroksidni radikal i azot oksid i stoga su važni za održavanje ljudskog zdravlja (Bramley et al., 2000). Fardet et al. (2008) navode da je kukuruz najbogatiji izvor vitamina E u odnosu na ostale žitarice, uključujući pšenicu. Dragičević et al. (2016) u svojim istraživanjima uticaja različitih pokrovnih useva na kvalitet zrna kukuruza šećerca, konstatuju da su grahorice imale najveći uticaj na povećanje sadržaja karotenoida u zrnju kukuruza šećerca. Das and Singh (2016) navode da je kod kukuruza šećerca konstatovana najveća zastupljenost od 84,2 $\mu\text{g g}^{-1}$ γ - tokoferola, u odnosu na bebi kukuruz i kukuruz kokičar.

Dolijanović et al. (2018b) konstatuju da su pokrovni usevi, a naročito leguminozni, značajno uticali na povećanje sadržaja proteina u znu kukuruza šećerca. Srdić et al. (2019) navode da je zrno kukuruza šećerca puno ugljenih hidrata (šećera), koji su u odličnoj ravnoteži sa aminokiselinama, mineralima i vitaminima B grupe, i ujedno predstavljaju dobar izvor vlakana. Primarna biološka uloga liposolubilnog antioksidanta, β - karotena (provitamina A) je takođe važna za odbranu ćelija od oksidativnih oštećenja (Grune et al., 2010).

5. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

5.1. Opis lokaliteta ispitivanja i korišćenog materijala

Ispitivanje uticaja gajenja pokrovnih useva na morfološke i produktivne osobine biljaka, kao i na hemijske osobine zrna hibrida kukuruza specifičnih svojstava obavljeno je na eksperimentalnom polju Instituta za kukuruz „Zemun Polje“ u Zemun Polju, Srbija (44°52'N 20°20'E), na nadmorskoj visini od 110 m. Ispitivanja su sprovedena u trogodišnjem periodu: 2013/14, 2014/15 i 2015/16 (**faktor A**).

Ogled sa pokrovnim usevima činile su četiri vrste biljaka i to dve leguminoze: V1-obična grahorica, *Vicia sativa* L. (fam. Fabaceae), V2-ozimi krmni grašak, *Pisum sativum* L. (fam. Fabaceae) i dve neleguminozne vrste: V3-ozimi ovas, *Avena sativa* L. (fam. Poaceae) i V4-ozimi krmni kelj, *Brassica oleracea* (L.) *convar. acephala* (fam. Brassicaceae). U ispitivanje su bile uključene i dve varijante sa smešama: V5-obična grahorica+ozimi ovas i V6-ozimi krmni grašak + ozimi ovas, kao i dve kontrolne varijante: V7-kontrola I (mrtvi organski malč–slama) i V8-kontrola II (nepokriveno zemljište). Ogledi su izvedeni u četiri ponavljanja i svako ponavljanje obuhvatalo je svih osam varijanti (**faktor B**).

Obična grahorica-sorta NS-Neoplanta najčešće se seje u smeši sa ozimim ječmom, pšenicom ili ovsem; nakon kosidbe pruža se mogućnost za gajenje naknadnog, odnosno postrnog useva. *Sorta ozimog ovasa NS-Jadar* je srednje rana sorta, dobre tolerantnosti na bolesti i široke adaptabilnosti, namenjena za sve uslove proizvodnje. Može da se gaji kao čist ili združen usev sa graškom ili grahoricom. *Ozimi krmni grašak–sorta NS-Pionir* veoma je otporna na niske temperature i tolerantna na preovlađujuće bolesti, koristi se kao zelena krma i seno u ishrani preživara, u smeši sa strninama ili kao čist usev, kao i za zelenišno đubrenje u voćnjacima i vinogradima. *Ozimi krmni kelj –sorta NS-Perast*, nova sorta stočnog kelja, otporna je na niske temperature i većinu bolesti.

5.2. Tehnologija gajenja pokrovnih i glavnih useva

Setva pokrovnih useva obavljena je ručno u jesen, krajem oktobra (30.10.2013) ili u prvoj polovini novembra (13.11.2014 i 04.11.2015). Veličina elementarne parcele iznosila je 35 m² (7 m x 5 m). U sve tri godine ispitivanja za setvu je korišćeno originalno seme Zavoda za krmno bilje Instituta za ratarstvo i povrtarstvo iz Novog Sada. Količina semena za setvu bila je prilagođena načinu i vremenu setve i cilju gajenja kako bi se obezbedio optimalan broj biljaka po jedinici površine. Za običnu grahoricu setvena norma je iznosila 120 kg ha⁻¹ a dubina setve 5 cm, za ozimi ovas 160 kg ha⁻¹ sa dubinom setve 3 cm, za ozimi krmni kelj 15 kg ha⁻¹ sa dubinom setve 3 cm, za ozimi krmni grašak 150 kg ha⁻¹ a dubina setve 4 cm. Smeše obične grahorice i ozimog krmnog graška sa ozimim ovsem su sejane u odnosu 70 % : 30 % od količine semena u čistim usevima.

Predusev na oglednoj parceli u svakoj godini bila je ozima pšenica. Jesenja priprema zemljišta (duboko oranje i fina predsetvena priprema zemljišta) obavljena je neposredno pred setvu pokrovnih useva. Pre setve su uzimani uzorci zemljišta za agrohemijske analize: prvi na dubini 0-20 cm i drugi na dubini 20-40 cm, a istovremeno je uzet uzorak za mikrobiološke analize sa dubine 0-20 cm. Sledeće uzorkovanje zemljišta za agrohemijske i mikrobiološke analize, sa svih varijanata pokrovnih useva i kontrolnih varijanata i sa istih dubina, su uzimani u proleće posle košenja pokrovnih useva a pre setve glavnih useva i u leto - posle berbe glavnih useva.

Đubrenje pokrovnih useva obavljano je zajedno sa osnovnom obradom zemljišta. Cilj je bio da se glavnim usevima (kukuruzu šećercu i kokičaru) obezbedi 120 kg N ha⁻¹, 90 kg P ha⁻¹ i

60 kg K ha⁻¹. Celokupna količina P i K se unosila u jesen đubrivom mono kalijum fosfat-MKP (0:52:34) a potrebna količina azota se unosila u proleće, zajedno sa setvom glavnih useva, u obliku pojedinačnog đubriva Uree i to 120 kg ha⁻¹ N (neleguminozni usevi i kontrolne varijante), 80 kg ha⁻¹ N (leguminozni usevi gajeni pojedinačno) i 90 kg ha⁻¹ čistog hraniva (varijante sa smešama). Preostalih 40 odnosno 30 kg ha⁻¹ N, smatra se da je obezbeđeno azotifikacijom.

Neposredno pred košenje, merila se biomasa gajenih pokrovnih useva a košenje i zaoravanje pokrovnih useva obavljano je u proleće, 12. maja, 21. maja i 28. aprila, kako bi usevi bili što bujniji. Neposredno posle zaoravanja, u zemljište se na polovinu elementarne parcele unosilo tečno mikrobiološko đubrivo UNIKER (mobilizator hranljivih elemenata) koji sadrži sojeve proteolitičkih i celulolitičkih bakterija u količini 10 l ha⁻¹ (**faktor C**) koje su potpomogle mineralizaciju unetih žetvenih ostataka i čijom se primenom povoljno utiče na povećanje plodnosti zemljišta. Uniker je proizvod kompanije Agrounik d.o.o., koji se koristi za razlaganje žetvenih ostataka i kompostiranje biorazgradivog otpada. Sertifikovan je i za primenu u konvencionalnoj i organskoj poljoprivrednoj proizvodnji. Karakteriše ga veliki broj visoko aktivnih bakterija roda *Bacillus*, koje imaju visoku aktivnost proteolitičkih i celulolitičkih enzima. Sadrži *Bacillus megaterium* – min. 10⁶/cm³, *Bacillus licheniformis* – min. 10⁶/cm³, *Bacillus pumilus* – min. 10⁶/cm³.

Setva glavnih useva (kukuruz a šećerca i kokičara) se obavljala ručno, 20. maja, 21. maja i 28. aprila, i usevi su gajeni u prirodnom vodnom režimu. Gustina ispitivanih glavnih useva iznosila je 65.000 biljaka po ha, sa međurednim razmakom od 70 cm i rastojanjem između biljaka u redu od 22 cm.

Kukuruz šećerac (*Zea mays* L. *sacharata* Sturt-fam. Poaceae), hibrid ZPSC 421su (FAO 400), koristi se za ljudsku ishranu u mlečnoj fazi razvoja endosperma, kada je zrno nežno, sočno i slatko. Ukus šećerca određuje slatkoća koja zavisi od udela šećera i skroba u endospermu. Pretežan šećer u zrnu standardnog šećerca je saharoza, sa manjim udelom glukoze i fruktoze. U mlečnoj fazi razvoja zrna sadržaj skroba je 20-30% a sadržaj šećera je 15-35 %. Kukuruz šećerac se razlikuje od kukuruza standardnog kvaliteta zrna po većem broju važnih osobina koje uslovljavaju izgled klipa sa komušinom i bez komušine, a posebno po osobinama koje uslovljavaju ukus.

Kukuruz kokičar (*Zea mays* L. *evarta* Sturt-fam. Poaceae), hibrid ZPSC 611k (FAO 600). Glavna osobina po kojoj se kokičar razlikuje od ostalih tipova kukuruza je formiranje krupne “pahuljice” ili “kokice” posle eksplozije zrna kao odgovor na zagrevanje. Kada se zrna kokičara zagreju, voda iz brašnastog endosperma pretvara se u vodenu paru i zrno puca povećavajući zapreminu za 20-30 puta. Pri tome se endosperm pretvara u belu, rastresitu i poroznu masu. Hibrid kokičara ZP 611k je srednje kasne vegetacije. U optimalnim uslovima daje prinos od oko 6 t/ha suvog zrna. Zapremina kokičavosti je od 38 do 40 cm³ g⁻¹. Ovaj hibrid ima zrno u tipu biserca žuto-narandžaste boje.

5.3. Eksperimentalna merenja

5.3.1. Merenja najvažnijih osobina zemljišta

Pristupačni azot je određivan po metodi Scharpf & Wehrmann (1975), pristupačni fosfor metodom po Olsen-u et al. (1954), a pristupačni kalijum iz istog rastvora (alkalni NaHCO₃) jon-selektivnom elektrodom. Sadržaj K je određivan i preko ICP-OS (EPA Method 200.7, Martin et al., 1994), a ekstrakcija elemenata sa Mehlich- ekstrakcionim rastvorom, po proceduri SRIEG 18, (1983). Sadržaj organske materije je određivan po metodi Magdoff (1996).

Ispitivane agrohemijske osobine zemljišta:

- sadržaj zemno-alkalnih karbonata,
- sadržaj ukupnog azota i njegovih lakopristupačnih formi (NH_4 i NO_3),
- odnos C/N,
- sadržaj humusa,
- sadržaj lakopristupačnog fosfora i
- sadržaj lakopristupačnog kalijuma.

Radi utvrđivanja promena osnovnih parametara biogenosti zemljišta koje mogu da nastanu pod uticajem ispitivanih faktora (pokrovni usevi, primena mikrobiološkog đubriva, meteorološki uslovi) pratila se ukupna brojnost mikroorganizama i brojnost pojedinih fizioloških i sistematskih grupa. Brojnost mikroorganizama određivana je indirektnom metodom razređenja odnosno zasejavanjem odgovarajućeg razređenja suspenzije zemljišta na selektivne hranljive podloge, nakon inkubacije na 28 °C. Uzorci zemljišta uzimani su na sterilan način.

Ispitivane mikrobiološke osobine zemljišta:

- ukupan broj mikroorganizama na Triptom sojinom agaru, (10^5)
- ukupan broj aminoheterotrofa na meso-peptonskom agaru, (10^5)
- ukupan broj sporogenih aminoheterotrofa na meso-peptonskom agaru, (10^5)
- ukupan broj oligonitrofilnih bakterija na Fjodorovoj podlozi, (10^5)
- ukupan broj *Azotobacter sp.* na Fjodorovoj podlozi metodom fertilnih kapi, (10^2)
- ukupan broj aminoautotrofa na skrobnoamonijačnom agaru, (10^5)
- ukupan broj celulolitskih bakterija, gljiva i aktinomiceta na Waksman podlozi (10^4)

5.3.2. Merenja parametara zakorovljenosti i parametara rasta glavnih useva

U fazi intenzivnog rasta glavnih useva (27.06.2014; 22.06.2015 i 07.07.2016) analiziran je floristički sastav korovske sinuzije u kukuruзу šećercu i kokičaru. Korovi su veliki konkurenti gajenim biljkama za sve vegetacione činioce, naročito u ovakvim sistemima gajenja, gde se nastoji da doprinese smanjenoj ili potpuno izostavljenoj primeni herbicida primenom ostalih mera. Obzirom da izabrani sistem gajenja kukuruza šećerca i kokičara ima karakter održivog sistema, na ogleđnoj površini nisu primenjivani herbicidi a za kontrolu korova su primenjene mehaničke mere - dva okopavanja, krajem juna i sredinom jula meseca. Zastupljenost korova je utvrđena kroz broj vrsta i broj jedinki korova po m^2 probne površine, kao i merenjem biomase svake vrste korova u svežem, a posle sušenja u prirodnim uslovima i mase korova u vazdušno suvom stanju.

Od morfoloških parametara useva određivane su sveža masa celih biljaka u fazi cvetanja (uzorkovane su po 2 ujednačene biljke po ponavljanju). Zatim su vršena merenja sadržaja hlorofila SPAD-metrom (3 biljke po 3 mesta na listu iz svakog ponavljanja) i Gibbs-ove slobodne energije na bazi sadržaja vode u listu (apoplasta, simplasta i hemijski vezane vode) iz najvišeg klipnog lista, iz kog je određivan i sadržaj hlorofila. Tri tipa vode, odnosno slobodne energije dobijeni su obračunskim putem nakon sušenja na 60, 105 i 130 °C, po metodi predloženoj od Davies (1961) i Sun (2002).

5.3.3. Merenje parametara kvantiteta i kvaliteta prinosa glavnih useva

Berba kukuruza šećerca je obavljena ručno, u tehnološkoj zrelosti useva 14., 21. i 03. avgusta, a kukuruza kokičara u punoj (pravoj) zrelosti, 07. oktobra, 30. septembra i 06. oktobra. Nakon berbe merene su produktivne karakteristike šećerca: prinos zrna, dužina i prečnik klipa, broj redova u klipu, broj zrna u redu i masa 1000 zrna. Kod kukuruza kokičara meren je: prinos zrna, dužina i prečnik klipa, broj redova u klipu, broj zrna u redu, procenat vlage u zrnu, masa 1000 zrna i zapremina kokičavosti ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$). Industrijski standardni instrument za merenje ove osobine je MWVT- Metric Weight Volume Tester, (Ashman, 1993).

Posle berbe uzimani su uzorci za hemijsku analizu zrna šećerca i kokičara kako bi se utvrdilo u kojoj meri je primenjeni održivi sistem gajenja ovih useva doprineo povećanju njihovog kvaliteta i time testiranu tehnologiju preporučio kao korisnu za gajenje kukuruza za ljudsku ishranu. U zrnu šećerca i kokičara određivan je sadržaj fenola rastvorljivih u vodi (po metodi Simić et al., 2004), fitina i neorganskog fosfora (po metodi Dragičević et al., 2011). Kod šećerca je takođe određivan sadržaj monosaharida (glukoza i fruktoza), disaharida (saharoza), polisaharida (skrob), odnos između glukoze, fruktoze, saharoze i skroba, sadržaj ukupnih, rastvorljivih i nerastvorljivih vlakana.

Za određivanje sadržaja skroba u zrnu kukuruza šećerca koristila se polarimetrijska metoda (SRPS EN ISO 10520:2008). Za određivanje glukoze, fruktoze i saharoze koristila se enzimaska metoda prema uputstvu koje daje proizvođač komercijalnih kitova R-biopharm AG, Germany (kataloški broj: 10716260035). Metoda po Prosky et al. (1992) primenjivana je za određivanje sadržaja ukupnih, rastvornih i nerastvornih vlakana. Hemijske analize sadržaja glukoze, fruktoze saharoze i skroba; ukupnih, rastvornih i nerastvornih vlakana rađena je u Centru za ispitivanje namirnica d.o.o. u Beogradu.

Dobijeni podaci su obrađeni statistički, metodom analize varijanse (ANOVA) za trofaktorijalne oglede. Za određivanje stepena zavisnosti između pojedinih osobina ispitivanih useva koristio se metod proste linearne korelacije. Za pojedinačna poređenja korišćen je test najmanje značajne razlike (LSD test).

5.4. Najvažnije osobine zemljišta Zemun Polja

5.4.1. Osnovne morfološke i fizičke karakteristike zemljišta

Slabokarbonatni černoziem severoistočnog Srema odlikuje se humusno-akumulativnim (Ah) horizontom dubine 0-50 cm, mrke do mrko-crne boje, po teksturnom sastavu je praškasto-glinovasta ilovača. Sadržaj gline je oko 32 %, praha 15 % i peska 53 %. Ovaj tip zemljišta ima povoljne vodno-fizičke osobine. Poroznost se kreće u granicama od 47% do 50% vol. po celom horizontu, te se može reći da je zemljište dobre poroznosti. Zbog dobre poroznosti, zemljište ima povoljan poljski vodni kapacitet u orničnom sloju od oko 35% vol., koji se sa dubinom povećava do 40% vol., a takođe, povoljan je i kapacitet za vazduh koji se kreće od 11-14% vol.

5.4.2. Osnovne hemijske osobine zemljišta

Sadržaj CaCO_3 u humusno akumulativnom sloju koji ne prelazi 5 %, uslovio je da ovo slabokarbonatno zemljište ima neutralnu do blago alkalnu reakciju zemljišnog rastvora. Sadržaj organskog C je takođe najveći na površini i iznosi 1,95 %. Zemljište je optimalno obezbeđeno ukupnim azotom, odnos C:N je sasvim dobar (prosek 9,39), što znači da se amonijak izdvaja iz

ćelija mikroorganizama i mogu ga koristiti biljke kao asimilativ. Zemljište je srednje obezbeđeno lakopristupačnim fosforom, a veoma obezbeđeno lakopristupačnim kalijumom, što treba imati u vidu prilikom određivanja količina đubriva za đubrenje ovog zemljišta. U sloju 0-20 cm dubine sadržaj organske materije je u proseku 3,3% a ukupnih CaCO₃ je 9,7%.

Na osnovu naših podataka iz jeseni 2013. godine (Tabela 1) hemijska reakcija zemljišta je neutralna (Ah horizont) do slaboalkalna, a sa povećanjem dubine je sve više bazna (pH u vodi 7,05 i pH u KCl 7,04). Sadržaj ukupnog N je 44,37 kg ha⁻¹ u sloju 0-20 odnosno 21,66 u sloju 20-40 cm. Zemljište sadrži 29,73 odnosno 38,01 mg dostupnog P na 100 g zemljišta i 150,75 odnosno 160,45 mg K na 100 g zemljišta.

Tabela 1. Osnovne agrohemijske osobine zemljišta ispitivanog lokaliteta

Dubina (cm)	N uk. (kg ha ⁻¹)	NH ₄ (kg ha ⁻¹)	NO ₃ (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	Vlaga (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	ppm	K ₂ O (ppm)	pH H ₂ O	pH nKCl
0-20	44,37	1,82	42,55	25,96	280,42	10,72	29,73		150,75	7,05	7,04
20-40	21,66	0,70	20,96	33,19	298,47	11,16	38,01		160,45		

5.5. Agroekološki uslovi u periodu izvođenja ogleda

Ogledno polje Instituta za kukuruz u Zemun Polju, gde su izvedena eksperimentalna proučavanja, odlikuje se specifičnim karakteristikama, kako klime tako i zemljišta. Zemun Polje je locirano u severoistočnom Sremu i poseduje veoma povoljne uslove za gajenje ratarskih useva. Zemljište je veoma kvalitetno i po mnogim autorima ono se ubraja u »tipičan« sremski černoze. Černoze spada u razdeo automorfni i klasu humusno akumulativnih zemljišta sa profilom A-C.

Od agroekoloških uslova, u ovom radu su razmatrani meteorološki i zemljišni uslovi, kao najvažniji za gajenje i postizanje stabilnih prinosa u ratarstvu.

5.5.1. Meteorološki uslovi

Od meteoroloških uslova ovde su razmatrane srednje mesečne temperature vazduha, količine i raspored padavina kao limitirajući faktori biljne proizvodnje. Kada su u pitanju padavine, najvažniji je raspored istih u toku godine, posebno u toku vegetacionog perioda biljaka. Pored snabdevanja biljaka vodom, padavine omogućavaju uzimanje hranljivih mineralnih materija, kao i njihov transport od korena preko stabla ka listovima. Za ova istraživanja analizirani su meteorološki uslovi za višegodišnji period od 1991-2019. godine, koji su dobijeni od RHMZ Srbije, kao i meteorološki uslovi za period istraživanja (2013/14-2015/16. godina).

Prosek Srbije u pogledu srednje mesečne temperature vazduha (10,2 i 10,1 °C) i suma padavina (721,0 i 734,0 mm) je sličan, posmatrajući period 1921-1940 i period 1961-1990 (Dolijanović i sar., 2020). Analizirajući podatke u Tabeli 2 uočavamo da postoji trend povećanja temperatura vazduha, kako tokom zimskih meseci tako i tokom letnjih meseci (jun, jul, avgust). Iz podataka o višegodišnjem proseku za Beograd (Tabela 2) vidi se da postoji izvestan nedostatak padavina u toku letnjih meseci kada osetljivi, prvenstveno jari usevi, mogu biti ugroženi zbog suše. Prosečna godišnja suma padavina za Beograd za vegetacioni period pokrovnih useva, iznosila je 298,8 mm, dok je za vegetacioni period kukuruza šećerca i kokičara iznosila 340,2 i 397,2 mm. Prosečne mesečne temperature vazduha su bile 6,5 °C (pokrovni usevi) odnosno 20,2 i 19,9 °C za vegetacione periode glavnih useva.

Tabela 2. Meteorološki uslovi na području Beograda u periodu od 1991-2019. godine (izvor RHMZS)

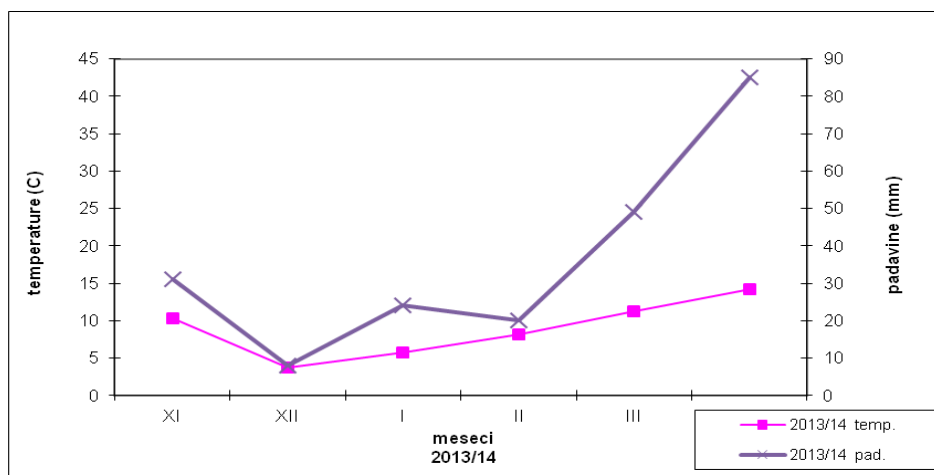
Meseci	Temperature (°C)	Padavine (mm)
Novembar	8,3	51,1
Decembar	3,0	55,6
Januar	2,0	47,6
Februar	3,8	43,2
Mart	8,2	48,8
April	13,6	52,5
Prosek/suma (X-IV)	6,5	298,8
April	13,6	52,5
Maj	18,1	72,8
Jun	21,9	92,0
Jul	23,8	67,9
Avgust	23,8	55,0
Prosek/suma (IV-VIII)	20,2	340,2
Septembar	18,5	57,0
Prosek/suma (IV-IX)	19,9	397,2

U Tabeli 3 i grafikonu 1 prikazani su meteorološki uslovi (srednje mesečne temperature vazduha i mesečne količine padavina) u godinama ispitivanja za vegetacione periode pokrovnih useva (novembar-april), i glavnih useva: kukuruza šećerca (april-avgust) i kukuruza kokičara (april – septembar). U odnosu na višegodišnji prosek, u ispitivanim godinama srednje mesečne temperature vazduha u vegetacionim periodima su bile više u 2014/15 i 2015/16, dok su u 2013/14 godini bile niže ali samo za vegetacioni period glavnih useva, što potvrđuje ranije iznetu činjenicu o povećanju temperature vazduha tokom zimskih meseci. Više temperature vazduha u zimskim i prolećnim mesecima tokom ispitivanja u 2013/14 godini praćene su malom količinom padavina, manjom od višegodišnjeg proseka (298,8 i 217,2 mm). Posebno je važno istaći malu količinu padavina u decembru i februaru mesecu, što je uslovalo manji prinos nadzemne biomase pokrovnih useva u prvoj godini ispitivanja (grafik 1). U trećoj godini ispitivanja imali smo takođe sušni period u decembru od 3,8 mm (grafik 3), ali zbog dovoljne količine padavina ranijih meseci, postojao je takođe uticaj na prinos biomase pokrovnih useva, ali daleko manji nego što je bio u prvoj godini. Za pokrovne useve najpovoljnija je bila 2014/15 (Tabela 3, Grafik 2), ali sa druge strane ova godina je po meteorološkim uslovima najmanje pogodovala glavnim usevima, zbog izrazito sušnog perioda tokom letnjih meseci (Tabela 3, Grafik 5).

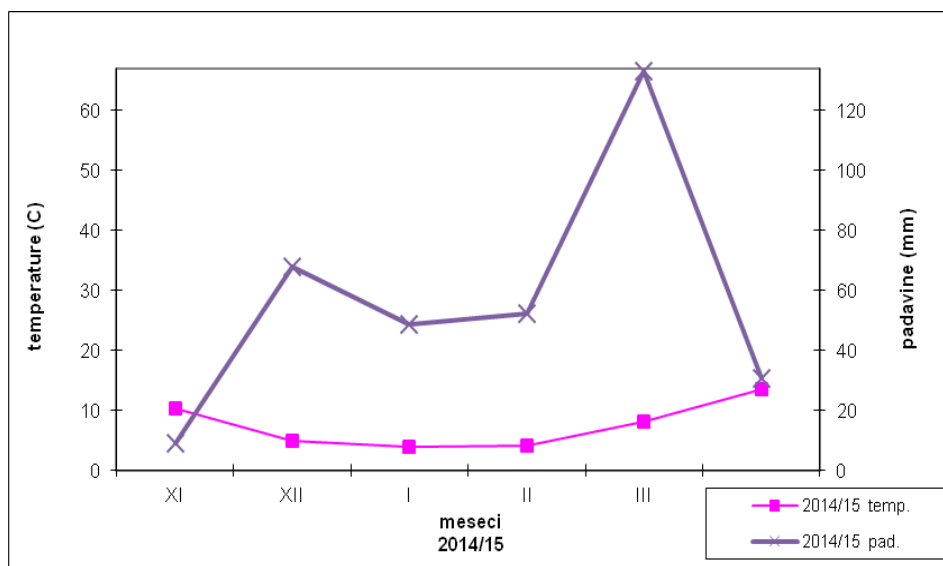
Kada je u pitanju vegetacioni period glavnih useva, u prvoj godini ispitivanja imali smo rekordne ukupne količine padavina (731,0 i 858,0 mm), ali sa izrazito nepovoljnim rasporedom (tabela 3 i grafik 4). Ove okolnosti ipak nisu uslovile značajno manje prinose glavnih useva u ovoj godini ispitivanja, prvenstveno zbog temperature vazduha koje su bile optimalne. Druge dve godine ispitivanja su se značajno razlikovale, posebno po količini padavina u vegetacionom periodu glavnih useva. Tako je 2015/16 godina bila najpribližnija višegodišnjem proseku i najpovoljnija sa aspekta rasporeda padavina za glavne useve (kukuruz šećerac i kokičar), sa kratkim sušnim periodom u julu mesecu, koji je kompenzovan značajnijom količinom padavina iz prethodnog meseca (Tabela 3, Grafik 6).

Tabela 3. Prosečne mesečne temperature vazduha i količine padavina na području Beograda u vegetacionom periodu pokrovnih i glavnih useva kukuruza šećerca i kokičara (izvor RHMZS)

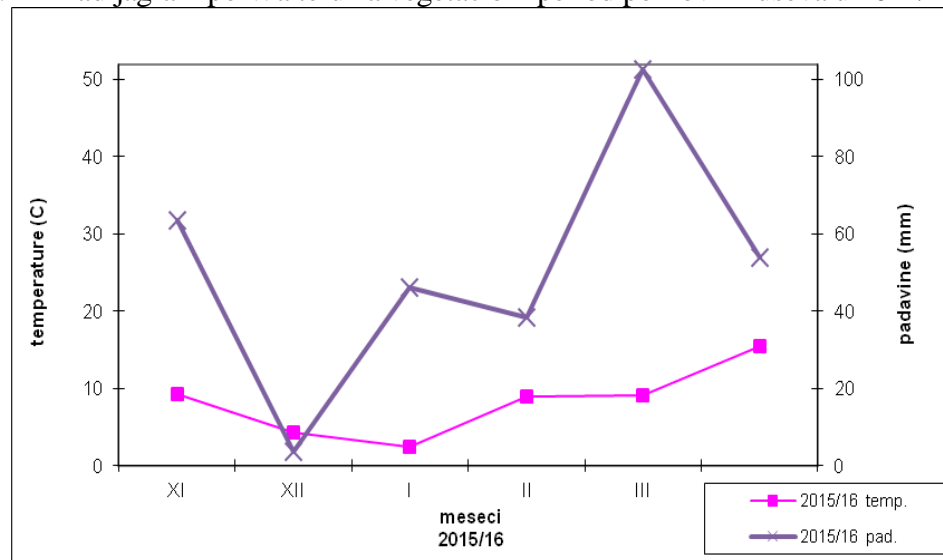
Meseci	Temperature (°C)			Padavine (mm)		
	2013/14	2014/15	2015/16	2013/14	2014/15	2015/16
Novembar	10,3	10,3	9,2	31,0	9,0	63,4
Decembar	3,7	5,0	4,3	8,0	68,0	3,8
Januar	5,7	4,0	2,5	24,0	48,6	46,3
februar	8,1	4,1	9,0	20,0	52,4	38,5
Mart	11,3	8,2	9,1	49,0	132,9	102,6
April	14,2	13,5	15,5	85,0	30,7	53,9
Prosek/suma (XI-IV)	8,9	7,5	8,3	217,2	341,4	308,5
April	14,2	13,5	15,5	85,0	30,7	53,9
Maj	17,1	19,1	17,5	278,0	80,7	71,3
Jun	21,4	21,9	22,5	59,0	38,6	152,2
Jul	23,2	26,8	24,4	246,0	10,6	35,0
Avgust	22,9	26,0	22,3	63,0	49,5	60,8
Prosek/suma (IV-VIII)	19,8	21,5	20,4	731,0	210,1	373,2
Septembar	19,2	20,0	19,7	127	101,4	47,8
Prosek/suma (IV-IX)	19,7	21,2	20,3	858,0	311,5	421,0



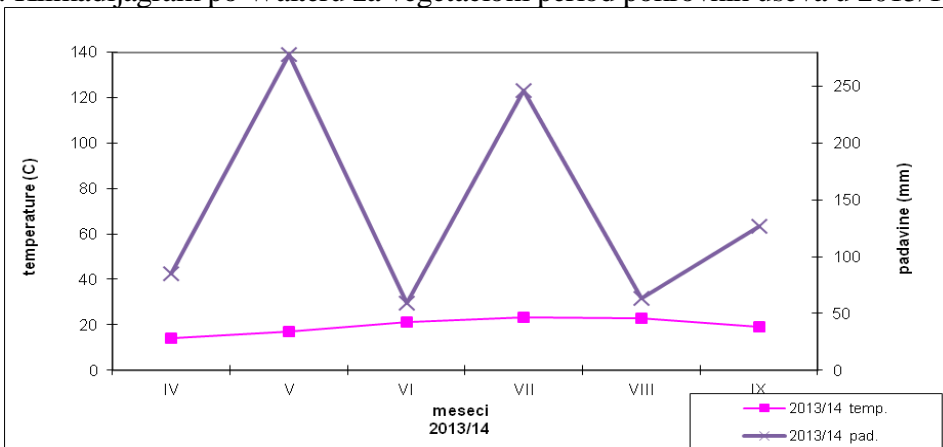
Grafik 1. Klimadijagram po Walteru za vegetacioni period pokrovnih useva u 2013/14. godini



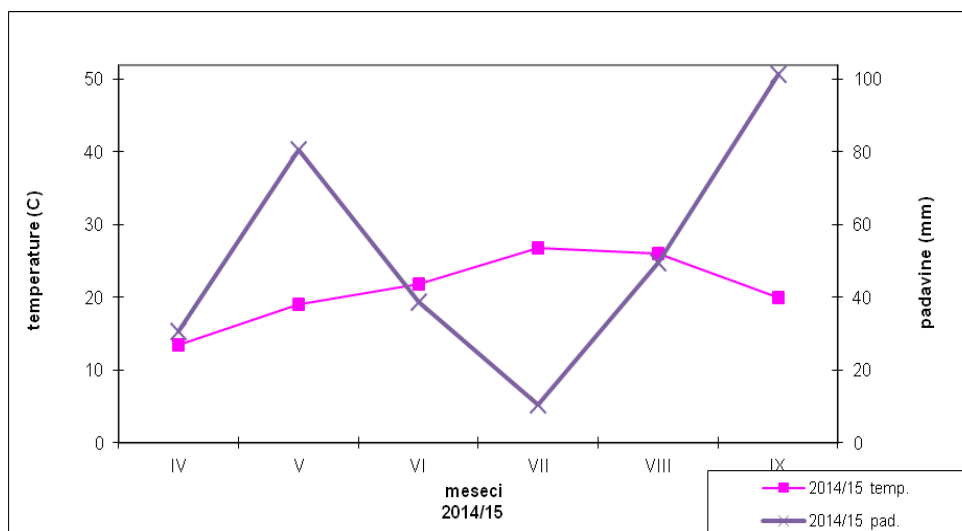
Grafik 2. Klimadijagram po Walteru za vegetacioni period pokrovnih useva u 2014/15. godini



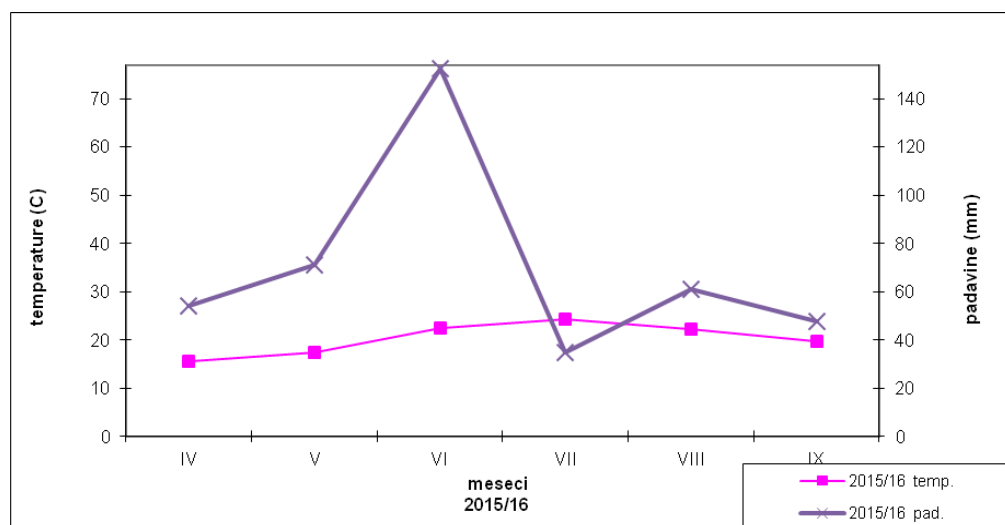
Grafik 3. Klimadijagram po Walteru za vegetacioni period pokrovnih useva u 2015/16. godini



Grafik 4. Klimadijagram po Walteru za vegetacioni period glavnih useva (kukuruz šećerac i kokičar) u 2013/14. godini



Grafik 5. Klimadijagram po Walteru za vegetacioni period glavnih useva (kukuruz šećerac i kokičar) u 2014/15. godini



Grafik 6. Klimadijagram po Walteru za vegetacioni period glavnih useva (kukuruz šećerac i kokičar) u 2015/16. godini

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Poglavlje Rezultati istraživanja i diskusija je, radi preglednosti i lakšeg praćenja, podeljeno u pet potpoglavlja. Prvo potpoglavlje *Nadzemna biomasa pokrovnih useva* obrađuje kapacitet pokrovnih useva za produkciju nadzemne biomase, pokrovnost zemljišta tokom zime i količinu biljnog materijala koji se zaorava i predstavlja osnovu za povećanje sadržaja organske materije i humusa u zemljištu koji su rezultat rada mikroorganizama potpomognut dodavanjem mikrobiološkog đubriva. Drugo potpoglavlje *Uticao gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na zemljište* razmatra problematiku uticaja pokrovnih useva na osobine zemljišta - hemijski sastav i brojnost mikroorganizama na varijantama sa i bez primene mikrobiološkog đubriva. Treće potpoglavlje *Uticao gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na zakorovljenost, morfološke i produktivne osobine glavnih useva* obrađuje uticaj pokrovnih useva i mikrobiološkog đubriva na zakorovljenost i morfološke i produktivne osobine kukuruza šećerca i kokičara. U četvrtom potpoglavlju *Uticao gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj hlorofila i termodinamičke parametre biljaka glavnih useva* analizira se uticaj ispitivanih parametara na sadržaj hlorofila i termodinamičke parametre celih biljaka glavnih useva a peto potpoglavlje pod naslovom *Uticao gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na promene u hemijskom sastavu zrna glavnih useva* obrađuje hemijski sastav zrna glavnih useva. Pošto su u pitanju dve različite podvrste kukuruza – hibridi specifičnih svojstava, prvo će se analizirati jedna, pa druga podvrsta u okviru svakog potpoglavlja.

6.1. Nadzemna biomasa pokrovnih useva

Jedna od prednosti gajenja pokrovnih useva ogleda se u njihovom doprinosu suzbijanju korova i direktnom uticaju na produktivnost glavnih useva. Druge prednosti, kao što su povećanje sadržaja organske materije u zemljištu, sprečavanje ispiranja hraniva i isparavanja N oksida iz zemljišta, sprečavanje erozije, čuvanje vlage tokom zimskih meseci i dr., takođe direktno ili indirektno učestvuju u formiranju prinosa glavnih useva. Pored svega navedenog, važno je istaći ulogu leguminoznih vrsta koje nakupljaju značajan deo atmosferskog N i stavljaju ga na raspolaganje glavnim usevima. Iako pri gajenju pokrovnih useva nekoliko faktora doprinosi kontroli korova, fizička barijera biljnih ostataka na ili neposredno ispod površine zemljišta je najvažnija.

U uslovima Zemun Polja merena je biomasa pokrovnih useva neposredno pre zaoravanja i dobijeni podaci prikazani su u tabeli 4. Istraživanje je pokazalo snažnu vezu između biomase pokrovnih useva i nivoa suzbijanja korova. Prosečan prinos biomase na ispitivanom lokalitetu iznosio je 35848 kg ha⁻¹, što predstavlja značajan potencijal u poboljšanju sadržaja organske materije u kontroli korova u usevima kukuruza šećerca i kokičara. Najveća količina izmerena je u 2014/15. godini (44795 kg ha⁻¹) a najmanja u prvoj 2013/14. godini (30155 kg ha⁻¹).

Tabela 4. Nadzemna biomasa pokrovnih useva (kg ha⁻¹) u periodu od 2013/14.-2015/16. godine

Varijanta	2013/14	2014/15	2015/16	Prosek
V1	18310	45600	21400	28437
V2	20760	38240	38440	32480
V3	19675	29240	16610	21842
V4	31175	54040	43515	42910
V5	41150	44500	39500	41717
V6	49860	57150	36100	47703
Prosek	30155	44795	32594	35848

Legenda: V1-obična grahorica; V2-ozimi krmni grašak; V3-ozimi ovas; V4-ozimi krmni kelj; V5-ob.grahorica+ozimi ovas; V6-ozimi krmni grašak+ozimi ovas.

Tabela 5. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na prinos nadzemne biomase pokrovnih useva

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	12,85**	6494,311	8906,484
Pokrovni usev	5	10,19**	9184,343	12595,670
Godina x pokrovni usev	10	1,76 ^{nsz}	15907,748	21816,340

nsz – nema statistički značajne razlike; * - statistički značajna razlika; ** - statistički veoma značajna razlika; *** - statistički veoma veoma značajna razlika

Od pojedinačnih pokrovnih useva najveći prinos biomase je ostvario ozimi krmni kelj (V4), posebno u drugoj godini ispitivanja, što je za očekivati jer je poznato da je optimalni prinos biomase krmnog kelja između 65 i 70 t ha⁻¹, a u godinama sa kišovitim ranim prolećem, biomasa može da premaši i 80 t ha⁻¹. Zaoravanjem nadzemne biomase tokom pojave cvetnih pupoljaka ozimog krmnog kelja, u zemljište je moguće uneti i do 150 kg ha⁻¹ čistog N koji ima potencijal za višegodišnje i postepeno oslobađanje čime se omogućava kontinuirano snabdevanje narednih useva u plodoredu ovim suštinski neophodnim elementom za rast i razviće svake biljke.

Najmanji prosečni prinos biomase ostvaren je gajenjem ozimog ovsa, posebno u trećoj godini ispitivanja, 16610 kg ha⁻¹, što je skoro upola manje od prosečnih prinosa zelene biomase ovsa na nivou Srbije koji iznose oko 30 t ha⁻¹ (<https://www.stat.gov.rs/>). S obzirom na potencijal ozimog graška i obične grahorice, odnosno sorti koje su gajene u ogledu a čija biomasa iznosi 40-60 odnosno 30-50 tona po hektaru, u našim ispitivanjima prinosi se mogu oceniti kao niski (32480 i 28437 kg ha⁻¹). Smeše ovih useva sa ovsem su ostvarile statistički vrlo značajno veće prinose biomase, što potvrđuje ranije iznetu činjenicu da je za ove vrste poželjna potpora, kako ne bi dolazilo do poleganja i propadanja jednog dela biljaka tokom zime.

Zbog izuzetne važnosti biomase pokrovnih useva, od suštinskog je značaja upravljati pokrovnim usevom kako bi se maksimizirao rast i formiranje biomase, posebno u slučajevima kada se pokrovni usevi gaje radi pojačane kontrole korova. Od mera agrotehnike, glavni uticaj na biomasu pokrovnih useva imaju datumi setve, košenja i/ili zaoravanja, koji bi morali biti što bliži datumu setve glavnih useva za postizanje potrebne biomase za efikasno suzbijanje korova.

Vrste koje se koriste kao pokrovni usevi trebalo bi da proizvode veliku biomasu, što je važno za ravnomerno pokrivanje površine zemljišta. Štaviše, njihov odnos C: N treba da bude uravnotežen i ne treba brzo da se razlažu, štiteći tako zemljište, čak i u ranim fazama rasta i razvoja glavnih useva (Vallace et al., 2017). Zemljište nepokriveno vegetacijom je podložnije zakorovljavanju i eroziji, dok visoki C:N odnos dovodi do gubitaka N iz sistema, smanjujući njegovu dostupnost gajenim biljkama (Rizzardi and Silva, 2006). Van Eerd (2018) je ispitivao uticaj vrste pokrovnih useva i datuma setve na prinos kukuruza šećerca i dinamiku usvajanja N i ustanovio je da su pokrovni usevi u interakciji sa datumom setve uticali na prinos biomase i akumulaciju N, ali da ta interakcija nije uticala na prinos glavnog useva-kukuruza šećerca.

6.2. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na zemljište

6.2.1. Sadržaj organske materije u zemljištu

Sadržaj organske materije na varijantama pokrovnih useva meren je u svim godinama ispitivanja u proleće (Tabela 6), desetak dana posle zaoravanja biomase pokrovnih useva a pred setvu glavnih useva, bez obzira što je poznato da se sadržaj organske materije ne menja brzo i ne može se popraviti a ni poboljšati u kratkom vremenskom periodu.

Početnim se smatra sadržaj organske materije u jesen 2013. godine (3,3 %) kada su započela istraživanja. Statističkom analizom utvrđeno je da se sadržaj organske materije menjao pod uticajem svih ispitivanih faktora, kako pojedinačno tako i u interakciji, bez obzira što je svake

sezona predusev pokrovnim usevima bila ozima pšenica (Tabela 7). Prosečan sadržaj organske materije u trogodišnjem ispitivanom periodu je iznosio 3,936 i 3,525 % u prvom i drugom sloju zemljišta (Tabela 6). Najmanji sadržaj organske materije, kako u proseku, tako i svake ispitivane godine je izmeren u kontrolnim varijantama V7 i V8, odnosno – malč (slama) i tradicionalna varijanta - zemljište nepokriveno tokom zime. Razlika u sadržaju organske materije po godinama ispitivanja je rezultat variranja meteoroloških uslova i količine zaorane biomase pokrovnih useva. Najveća masa je zaorana u 2014/15. godini ispitivanja, i uz povoljne meteorološke uslove sadržaj organske materije bio je najveći u toj godini. Tome svakako doprinosi i pravilan izbor vrste koja je gajena kao pokrovni usev, jer odabir vrste podrazumeva prethodno sagledavanje agroekoloških uslova podneblja, sa posebnim akcentom na raspored i količinu padavina, nastupanje ranih jesenjih i kasnih prolećnih mrazeva, osobine zemljišta (Ugrenović i Ugrinović, 2014) kao i druge faktore poput raspoložive mehanizacije, nabavke semena, roka setve narednog, glavnog useva itd.

Tabela 6. Sadržaj organske materije (%) u zemljištu

Godina	2014		2015		2016		Prosek		
	Dubina (cm)	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
V1		3,857	3,860	4,227	3,709	4,373	4,788	4,152	4,119
V2		3,997	2,922	4,325	4,420	3,482	2,432	3,935	3,258
V3		4,386	4,208	4,547	3,971	4,313	4,172	4,415	4,117
V4		3,607	3,366	3,024	4,563	4,759	2,490	3,797	3,473
V5		3,409	4,160	3,809	3,994	3,813	2,971	3,677	3,375
V6		3,566	3,528	3,742	2,358	3,847	2,601	3,718	3,708
V7		3,801	3,702	3,664	3,085	3,474	2,727	3,646	3,171
V8		3,810	2,671	4,509	4,427	2,116	1,843	3,478	2,980
Prosek		3,803	3,552	3,981	3,815	3,773	3,002	3,936	3,525

Legenda: V1-obična grahorica; V2-ozimi krmni grašak; V3-ozimi ovas; V4-ozimi krmni kelj; V5-ob.grahorica+ozimi ovas; V6-ozimi krmni grašak+ozimi ovas; V7-malč (slama); V8-tradicionalna varijanta

Tabela 7. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na sadržaj organske materije u zemljištu

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	474,58***	0,042	0,056
Dubina	1	588,74***	0,035	0,047
Pokrovni usev	7	171,44***	0,069	0,093
Godina x dubina	2	240,59***	0,067	0,096
Godina x pokrovni usev	14	166,72***	0,129	0,181
Dubina x pokrovni usev	7	36,14**	0,109	0,157
Godina x dubina x pokrovni usev	14	130,08***	0,266	0,488

U pogledu uticaja na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu, najbolje rezultate je ostvario ozimi ovas. Prosečno za sve varijante, nakon ozimog ovsa sadržaj organske materije je povećan za 4,415% a za sve godine ispitivanja za 4,117%, što je statistički bilo značajno više u poređenju sa ostalim pokrovnim usevima. Povećanje nivoa organske materije zavisi od količine formirane biomase u pokrovnom usevu i C:N odnosa u biljnim ostacima, na koji utiče biljna vrsta i vreme kada je pokrovni usev uništen (Restovich et al., 2012). Kako navodi Tosti et al. (2012), biljni ostaci pokrovnih useva sa niskim odnosom C:N kao što su Fabaceae, razgrađuju se brže od onih sa visokim odnosom kakav je često kod vrsta iz familije Poaceae. Smatra se da je idealan odnos C:N 10:1, dok je povoljan od 10:1 do 20:1, a nepovoljan je kada je >20:1. Posle uništavanja pokrovnog useva trava, biljni ostaci na površini zemljišta imaju visok odnos C:N, što uzrokuje vrlo sporo razlaganje i dugoročno utiče na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu (Diekow et al., 2005). Biljke iz familije trava nakupljaju hraniva, naročito N preko korena, i ona ostaju u zemljištu posle žetve, pa se tako prema navodima Popovića (2010), za tri meseca može nakupiti

preko 70 kg N ha⁻¹ koji sporije postaje pristupačan za biljke. Sa druge strane, biljni ostaci leptirnjača brže se razgrađuju, zbog nižeg odnosa C:N, pa manje utiču na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu od travnih pokrovnih useva (Fageria et al. 2005). Razlog manjeg sadržaja organske materije posle pokrovnih useva u smešama (V5 i V6) (Tabela 6) bi se mogao pripisati dominaciji biomase leptirnjača u odnosu na biomasu ovsa. García-González et al. (2018) navode da gajenje smeše ječma i obične grahorice u toku nekoliko godina utiče na povećanje sadržaja organske materije u zemljištu i poljskog vodnog kapaciteta, kao i na smanjenje gubitaka N iz zemljišta ispiranjem.

U poslednjoj deceniji XX i u prve dve decenije XXI veka uočeno je da je opadanje sadržaja organske materije u zemljištu jedan od vodećih problema u poljoprivrednoj proizvodnji Srbije, a nažalost najviše u Vojvodini, gde je biljna proizvodnja najzastupljenija. Sada je krajnji momenat da se započne rešavanje ovog problema i reaguje brzo i adekvatno. Opadanje sadržaja organske materije u zemljištu nije tako iznenadna i trenutna pojava, koja u kratkom vremenskom roku ostavlja jasno vidljive posledice kao što je to slučaj sa periodičnim ekstremnim pojavama poput suše, poplava i erozije, nego traje dugo i zbog toga ga možemo nazvati "*tihim ubicom*" poljoprivrednih zemljišta. Oko 75% poljoprivrednog zemljišta u Vojvodini spada u najkvalitetnija zemljišta kakva su černozem i ritska crnica. Ova zemljišta su u prošlosti imala visok sadržaj organske materije, sa preko 5 % humusa. Sa takvim sadržajem organske materije danas je ostalo svega 1% površina. Jedan od dugoročnih načina kojim bi se mogao rešiti navedeni problem, tj. povećati nivo organske materije u zemljištu je upravo gajenje pokrovnih useva. Vuyuru et.al (2020) navode da nakon zaoravanja žetvenih ostataka šećerne trske povećao se sadržaj organske materije u zemljištu i ukupan odnos C/N što je rezultiralo većom mikrobiološkom aktivnošću.

Sadržaj humusa u zemljištu je sada u proseku oko 3%, a ako se trend nastavi uskoro će se pojaviti problem viška poljoprivrednog zemljišta koje je „*neupotrebljivo*“ za ozbiljnu proizvodnju. Smatra se da je sadržaj organske materije, kao najbolji pokazatelj plodnosti i kvaliteta zemljišta, pod najvećim uticajem spoljašnjih faktora i lošeg upravljanja zemljištem (Šeremešić, 2015). Zemljišta sa manjim sadržajem organske materije imaju manju sposobnost zadržavanja vode, te postaju sve više zavisna od navodnjavanja (Filipović and Ugrenović, 2012).

Jedan od najznačajnijih uzroka ovakve degradacije zemljišta je slab razvoj stočarstva odnosno na našim njivama već decenijama se ne koristi stajnjak kao organsko đubrivo, dominantna je upotreba mineralnog đubriva, a s druge strane, žetveni ostaci se odnose sa parcela ili još gore, spaljuju. Jednostavno, mnogo više organske materije se iznosi nego što se unosi. Zahvaljujući produžnom delovanju stajnjaka, potrebno ga je primeniti svake treće ili četvrte godine sa oko 40 t ha⁻¹, ali je u praksi i ova količina nedostižna. To je moguće obezbediti samo u slučaju postojanja 2 uslovna grla stoke po hektaru, a Srbija je trenutno na brojcima 0,2-0,3. Rešavanje ovog problema zahteva dugoročnu strategiju, a za početak bi trebalo obavezno zaoravati žetvene ostatke, jer to je najjednostavniji način da se doprinese očuvanju sadržaja organske materije u zemljištu. Pored toga, postoje i određene druge alternativne mere u koje spada i gajenje združenih i pokrovnih useva, koje, pored poboljšanja sadržaja organske materije u zemljištu, imaju i brojne druge prednosti. Povodom Svetskog dana zemljišta 5. decembra, u Novom Sadu je 2019. godine u Matici srpskoj održan naučni skup „*Ekološki značaj organske materije u zemljištu*“. Neka od rešenja koja su ponudili učesnici ovog skupa odnose se na primenu različitih modela redukovane obrade zemljišta, setvu pokrovnih useva, zelenišno đubrenje, organsku poljoprivredu, unapređenje navodnjavanja, stvaranje sorti i hibrida tolerantnih na izmenjene uslove gajenja usled klimatskih promena i slično. Jedan od zaključaka je da je organska materija ujedno prepoznata kao moćno oružje u borbi protiv klimatskih promena zbog mogućnosti da apsorbuje velike količine ugljenika, koji se nalazi u gasovima odgovornim za stvaranje efekta staklene bašte. Posledice klimatskih promena na zemljištima sa visokim sadržajem organske materije mogu biti ublažene.

6.2.2. Sadržaj osnovnih makroelemenata u zemljištu

Po sadržaju fosfora i kalijuma, ogledno zemljište u Zemun Polju je uglavnom bilo dobro obezbeđeno. Zato je i ovde, kao i u drugim istraživanjima ovog tipa, najveća pažnja posvećena azotu. Ovaj element je najpokretljiviji i najpodložniji gubicima kada je zemljište nepokriveno vegetacijom. Unošenje u jesen radi mineralizacije žetvenih ostataka je takođe neracionalno, jer su se žetveni ostaci uglavnom iznosili ili spaljivali. Uvođenje pokrovnih useva u cilju upravljanja azotom u zemljištu ima potpuno opravdanje. Putem biološke fiksacije, određene vrste pokrovnih useva, poznatih kao “*međuusevi – catch crop*”, su korišćeni da zadrže i recikliraju azot koji je već prisutan u zemljištu. Ovi usevi uzimaju mineralni azot koji je preostao nakon đubrenja prethodnih useva, sprečavajući njegov gubitak kroz ispiranje (Morgan et al., 1942) i denitrifikaciju preko gasovitih produkata (Thorup-Kristensen et al., 2003). Pokrovni usevi mogu da smanje gubitke azota iz poljoprivrednih sistema tako što smanjuju ispiranje nitrata i isparavanje amonijaka i azot oksida u atmosferu. Meisinger et al. (1991) navode da ispiranje nitrata može biti smanjeno sa 80 % na 20 %, gajenjem pokrovnih useva, i da su usevi trava delotvorniji od mahunarki. U humidnom klimatu, pokrovni usevi se uglavnom koriste da bi smanjili ispiranje nitratnog azota, što doprinosi i smanjenom unosu azotnih đubriva za naredni usev (Thorup-Kristensen et al., 2003).

Podaci o sadržaju pristupačnih formi N (NH_4^- - N i NO_3^- - N) pre setve pokrovnih useva, kao i pre setve i posle berbe glavnih useva po godinama istraživanja prikazani su u tabelama 8, 9 i 10.

Tabela 8. Sadržaj (NH_4^+ i NO_3^-) u zemljištu pre setve pokrovnih useva, pre setve i posle berbe kukuruza šećerca i kokičara (2013/14.)

Vreme merenja/Tretmani		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
Sadržaj NH_4^+ - N (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2013		0-20				1,82				
		20-40				0,70				
Proleće, 2014		0-20	0,63	0,67	0,53	1,29	0,51	1,63	0,74	1,30
		20-40	0,22	0,66	0,39	0,77	0,33	0,82	0,28	1,10
Posle berbe (jesen 2014)	BFØ	0-20	1,45	1,79	1,93	2,43	1,62	2,24	2,00	1,92
		20-40	0,34	0,72	0,12	0,72	0,19	0,38	0,21	0,71
	BF	0-20	1,60	2,24	2,24	1,70	2,21	1,45	1,64	1,65
		20-40	0,26	1,32	0,22	0,12	0,08	0,38	0,01	0,05
Sadržaj NO_3^- - N (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2013		0-20				42,55				
		20-40				20,96				
Proleće, 2014		0-20	19,91	22,59	18,59	25,45	15,76	30,00	14,88	6,19
		20-40	6,53	14,90	4,40	1,32	9,03	11,62	0,07	1,34
Posle berbe (jesen 2014)	BFØ	0-20	35,85	57,50	46,19	40,21	77,66	52,42	69,08	33,45
		20-40	8,47	41,38	0,34	8,95	7,93	6,40	17,51	13,82
	BF	0-20	34,57	75,43	52,09	70,78	66,26	41,73	74,53	37,36
		20-40	17,57	26,28	19,90	9,97	17,09	15,28	34,63	7,72

V1-obična grahorica; V2-ozimi krmni grašak; V3-ozimi ovas; V4-ozimi krmni kelj; V5-ob.grahorica+ozimi ovas; V6-ozimi krmni grašak+ozimi ovas; V7-malč (slama); V8-tradicionalna varijanta; BFØ - bez mikrobiološkog đubriva; BF - sa mikrobiološkim đubrivom

Najviše azota posle berbe glavnih useva, posebno u drugoj i trećoj godini, nađeno je u zemljištu na kome su, pre glavnih, gajeni neleguminozni pokrovni usevi (ozimi ovas i ozimi krmni kelj) i smeše leguminoznih useva sa ovsem (Tabela 8, 9 i 10). Takođe, na tim varijantama, najveće količine NO_3^- -N su bile prisutne i ujedno dostupne glavnim usevima kukuruza šećercu i kokičaru. Analizom podataka možemo konstatovati da je najmanji sadržaj N utvrđen na kontrolnim varijantama, posebno nepokrivenom zemljištu, gde je glavnom usevu u jesen i proleće obezbeđena cela količina hraniva dodavanjem đubriva. Veće količine N posle berbe kukuruza u jesen u površinskom sloju (0-20 cm) na kontrolnim varijantama su posledica slabijeg iskorišćavanja azota od strane useva kukuruza. Usvajanjem nitratnog azota nakon mineralizacije pokrovnih useva

zadržavaju se ili se povećavaju prinosi kukuruza. To se naročito događa u slučaju kada su ozimi krmni grašak ili smeša ozimog krmnog graška sa ozimim ovsem prethodile kukuruzu šećercu i kokičaru. Kada se analizira bilans $\text{NH}_4\text{-N}$, uočava se da nakon kukuruza gajenog posle leguminoznih useva i smeša, posebno na varijantama sa primenom mikrobiološkog đubriva, u zemljištu ostaje najmanja količina $\text{NH}_4\text{-N}$. S obzirom na povećanje prinosa ostvareno na tim varijantama, može se pretpostaviti da je u pitanju efikasnije iskorišćavanje azota (Janošević et al., 2017). Važno je istaći da je na kontrolnim varijantama posle berbe kukuruza šećerca i kokičara, za razliku od $\text{NO}_3\text{-N}$, ostalo više $\text{NH}_4\text{-N}$.

Razlike u sadržaju azota, posebno $\text{NO}_3\text{-N}$, u jesen pre setve pokrovnih useva, rezultat su različite iskorišćenosti N od strane preduseva (pšenice) i meteoroloških uslova godine. To je svakako uslovalo postojanje različitih mehanizama upravljanja azotom i naravno, doprinelo različitoj raspoloživosti ovog elementa, kako za pokrovne, tako i za glavne useve.

Primena mikrobiološkog đubriva posle zaoravanja pokrovnih useva, pored toga što je imala uticaja na razlaganje biomase, pokazala je uticaj na sadržaj $\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{NO}_3\text{-N}$ (Tabele, 8, 9 i 10). Posle berbe glavnih useva, amonijačnog azota je bilo više u svim varijantama pokrovnih useva gde je primenjeno mikrobiološko đubrivo, ali samo u površinskom sloju 0-20 cm. S druge strane, nitrarnog oblika azota je bilo više u varijantama sa primenom mikrobiološkog đubriva u oba ispitivana sloja zemljišta. Kombinacija organskih i mikrobioloških đubriva, u održivim sistemima zemljoradnje ima brojne prednosti, posebno u funkcionisanju kruženja materije i proticanja energije (Dolijanović i sar., 2020).

U sedmogodišnjim istraživanjima (2005-2011.) praćeni su uticaji vrsta biljaka iz familija Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae i travno-leguminoznih smeša kao pokrovnih useva na sadržaj NO_3 u zemljištu, koji pokazuju da nakon košenja pokrovnih useva je izmeren niži sadržaj NO_3 čak 50-90% manji nego što je to bio na varijantama kontrole, sem kod uljane repice sadržaj NO_3 je ostao nepromenjen (Restovich et al., 2012).

Tabela 9. Sadržaj (NH_4^+ i NO_3^-) u zemljištu pre setve pokrovnih useva, pre setve i posle berbe kukuruza šećerca i kokičara (2014/15.)

Vreme merenja/Tretmani		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
Sadržaj $\text{NH}_4^+\text{-N}$ (kg ha^{-1})										
Jesen, 2014		0-20			0,75					
		20-40			0,60					
Proleće, 2015		0-20	0,00	0,39	0,90	1,68	1,17	2,29	1,14	0,30
		20-40	1,19	1,21	0,97	1,15	1,16	1,45	0,47	0,98
Posle berbe (jesen 2015)	BFØ	0-20	1,04	0,45	0,99	0,32	0,92	0,98	0,80	0,45
		20-40	1,78	0,38	0,31	0,13	0,88	0,83	0,73	0,34
	BF	0-20	0,54	0,64	0,90	0,89	0,62	0,60	0,47	0,26
		20-40	0,58	0,58	0,67	0,70	0,79	0,28	0,42	0,12
Sadržaj $\text{NO}_3^-\text{-N}$ (kg ha^{-1})										
Jesen, 2014		0-20			9,10					
		20-40			35,00					
Proleće, 2015		0-20	20,68	20,49	14,48	46,38	64,29	36,64	30,75	5,05
		20-40	85,94	59,47	40,02	26,90	22,98	78,97	61,69	33,61
Posle berbe (jesen 2015)	BFØ	0-20	65,26	28,66	39,15	53,81	33,23	44,92	53,53	16,96
		20-40	36,34	115,34	81,07	133,8	119,57	120,07	38,65	33,26
	BF	0-20	37,02	34,74	102,03	81,25	73,46	60,82	45,53	28,69
		20-40	73,77	117,65	91,97	122,0	120,36	62,59	43,21	49,47

Smanjenje NO_3 u zemljištu govori o sposobnosti pokrovnih useva da smanje gubitak azota putem ispiranja, posebno tokom perioda kada količina padavina prevazilazi vrednosti evapotranspiracije, ili dok je zemljište nepokriveno usevom (Constantin et al., 2010; Čupina et al., 2011). U istraživanjima na beskarbonatnom černozeu jugoistočnog Srema, na imanju Instituta za

kukuruz u Zemun Polju, ustanovljeno je značajno variranje sadržaja NO₃ u zavisnosti od vrste pokrovnih useva (Oljača i Dolijanović, 2013), posebno u sloju 20-40 cm.

Nakupljanje rezidualnog NO₃-N u zemljišnom profilu, može dovesti do ispiranja (Kaspar et al., 2007), kontaminacije površinskih voda i pojave eutrofikacije (Manojlović, 2008). Tako je Nitratnom direktivom (Council Direktive 1991/676/EEC) propisana mogućnost primene one količine đubriva kojom se unosi N u granici od 170 kg ha⁻¹ godišnje. Iz tih razloga, uvođenje pokrovnih useva u sistemima gajenja može biti od posebnog značaja (Ćupina et al., 2011).

U agroekološkim uslovima Vojvodine prema Ćupina et al. (2016) preporučuje se gajenje združenih međuuseva (mešavina leguminoza i strnih žita) u cilju smanjenja problema azotnog deficita i niskog sadržaja organske materije u zemljištu. Upotreba takvih smeša može predstavljati efikasnu strategiju kod upotrebe zimskih međuuseva, jer se strna žita i jednogodišnje leguminoze veoma dobro dopunjuju (Ćupina et al., 2017). Sarrantoni (1994) navodi da međuusevi imaju sposobnost da spreče ispiranje azota, usvajajući pristupačan azot za svoje potrebe, istovremeno smanjujući i količinu vode u zemljištu i na taj način usporavajući ispiranje N u dublje slojeve. Stoga veliku ulogu imaju one biljne vrste koje se odlikuju dobro razvijenim korenovim sistemom, i koje ujedno i utiču na očuvanje fizičkih osobina zemljišta, poboljšanje strukture zemljišta i ublažavanje njegovog sabijanja (Chen and Weil, 2010). Biljne vrste iz familije Poaceae mogu se smatrati jednim od glavnih „catch crops“ useva. Svojim više ili manje dubokim i žiličastim korenovim sistemom sposobne su da usvoje azot i na taj način spreče njegovo ispiranje (Ćupina et al., 2007). Isse et al. (1999) navode da neleguminozne biljne vrste poput raži, ali i biljne vrste iz familije Brassicaceae (uljane rotkve i uljane repice) imaju mnogo veći efekat usvajanja NO₃-N u odnosu na leguminozne biljne vrste. Prema Tonitto et al. (2006), biljne vrste koje podnose niske temperature i koje se mogu gajiti kao međuusevi su raž (*Secale cereale* L.) i ljulj (*Lolium perenne* L.). Kaspar et al. (2007) navode da raž ima sposobnost da iskoristi i do 60% zaostalog azota od prethodnog glavnog useva i kao takva predstavlja efikasan usev za usvajanje rezidualnih hraniva iz zemljišta (Kuo and Jellum, 2002). Ivančić et al. (2019) su došli do rezultata da izmerena biomasa ovasa kao pokrovnog useva i produkcija N nije imala efekta na ostvareni prinos kukuruza šećerca. Ovas nije obezbedio dovoljnu količinu hraniva narednom usevu.

Tabela 10. Sadržaj (NH₄⁺ i NO₃⁻) u zemljištu pre setve pokrovnih useva, pre setve i posle berbe kukuruza šećerca i kokičara (2015/16)

Vreme merenja/Tretmani		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
Sadržaj NH ₄ ⁺ - N (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2015	0-20	1,24								
	20-40	1,30								
Proleće, 2016	0-20	2,45	12,15	6,14	45,00	16,86	16,33	12,05	17,01	
	20-40	2,30	6,78	2,08	32,00	10,45	7,69	7,30	13,30	
Posle berbe (jesen 2016)	BFØ	0-20	0,30	1,11	0,73	0,64	0,57	0,76	1,57	0,16
		20-40	0,50	0,58	0,55	0,40	0,01	0,60	0,90	0,53
	BF	0-20	0,98	0,79	0,58	0,54	1,90	1,05	0,70	0,90
		20-40	0,38	0,79	0,14	0,58	1,34	0,34	0,97	0,15
Sadržaj NO ₃ ⁻ - N (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2015	0-20	158,10								
	20-40	116,93								
Proleće, 2016	0-20	54,91	69,21	82,22	90,20	50,43	54,83	43,16	22,21	
	20-40	52,39	44,15	31,27	64,43	45,60	21,53	30,96	45,03	
Posle berbe (jesen 2016)	BFØ	0-20	21,26	40,10	25,70	39,33	27,02	29,80	59,80	34,50
		20-40	31,52	30,88	34,83	29,48	32,70	33,68	35,23	31,00
	BF	0-20	65,80	16,68	66,64	60,79	74,29	47,26	55,03	41,29
		20-40	62,30	28,96	41,18	55,59	42,37	28,47	62,86	26,02

Sadržaj organskog ugljenika i azota unesenog u zemljište sa pokrovnim usevima zavisi od mnogih faktora: količine, kvaliteta i upravljanja biomasom ili ostacima useva, primenjenih mera

agrotehnike kao i meteoroloških uslova (Smith et al., 2008). Amossé et al. (2013) su pokazali da pokrovni leguminozni usevi kao što su *M. lupulina* L., *M. sativa* L., *T. Pratense* L. i *T. repens* L. značajno obogaćuju zemljište N preko simbiotskih mikroorganizama povećavajući prinos kukuruza kao glavnog useva za oko 31%. Justes et al. (2012) navode da je efikasnost biljaka iz familije Fabaceae, kao pokrovnih useva, u smanjenju nitrata upola manja od efikasnosti biljaka iz familije Poaceae i Brassicaceae. Na efikasnije usvajanje azota od strane ovih biljaka najverovatnije utiče njihov razvijeniji korenov sistem i veća tolerantnost na niske temperature, što utiče na produženje sezone njihovog rasta (Campiglia et al., 2009). Osim smanjenja ispiranja azota u podzemne vode, pokrovni usevi doprinose povećanju sekvestracije ugljenika u zemljištu bez značajnih efekata na direktnu emisiju N₂O (Abdalla et al., 2019). Lal (2010) navodi da se sekvestracija ugljenika može povećati korišćenjem odgovarajućih plodoreda. Smeše leguminoznih i neleguminoznih pokrovnih useva imaju bolji efekat na glavne useve, održavajući ili čak povećavajući prinos za 13%, a da ne utiču značajno na sadržaj N u zrnju. Pokrovni usevi takođe utiču na trend smanjenja pH zemljišta sa 6,7 na 5,7 što utiče na povećanje sadržaja organskog ugljenika u zemljištu (Mukherjee and Lal, 2015). Gajenjem pokrovnih useva može se postići ublažavanje negativnog bilansa gasova sa efektom staklene bašte, i istovremeno doprinese otpornosti gajenih biljaka na promene u životnoj sredini, poput klimatskih promena, kroz povećanje plodnosti zemljišta, produktivnosti useva i bolji kvalitet vode, što nesumljivo utiče na naredne useve u plodoredu (Abdalla et al., 2019). Podaci o sadržaju pristupačnih formi P i K pre setve pokrovnih useva, pre setve i posle berbe glavnih useva, po godinama istraživanja u agroekološkim uslovima Zemun Polja, prikazani su u tabelama 11, 12 i 13.

Sadržaj fosfora i kalijuma u zemljištu, kao stabilnijih i manje pokretljivih makroelemenata, je bio ujednačeniji u jesenjem periodu u svim ispitivanim godinama. Fosfor je neophodan element za razvoj generativnih organa, porast biljke, deobu ćelija, bolje ukorenjavanje biljaka, razvoj semena i ploda kao i rano sazrevanje plodova i povećanje otpornosti biljaka na bolesti. Kalijum ima važnu ulogu u metabolizmu biljke: usvajanju i transportu svih hranjivih materija i vode, regulisanju pH vrednosti citoplazme, stimulisanju rasta mladog tkiva, regulisanju osmotskog pritiska, čime se utiče na transpiraciju. Kalijum takođe povećava otpornost biljaka na napad bolesti, kao i na poleganje.

Tabela 11. Sadržaj (P i K) u zemljištu pre setve pokrovnih useva, pre setve i posle berbe kukuruza šećerca i kokičara (2013/14.)

Vreme merenja/Tretmani		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
Sadržaj P (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2013	0-20	25,96								
	20-40	33,19								
Proleće, 2014	0-20	38,27	35,38	16,68	35,38	16,68	35,38	38,28	35,38	
	20-40	15,33	17,54	7,23	17,54	7,23	17,54	15,33	17,54	
Posle berbe (jesen 2014)	BFØ	0-20	39,91	47,23	70,46	40,00	32,29	54,27	36,82	45,88
		20-40	9,54	65,26	67,19	66,22	164,16	54,17	40,68	28,72
	BF	0-20	64,58	56,77	23,81	23,23	32,68	31,71	21,78	53,98
		20-40	37,40	65,45	49,35	160,20	81,64	75,19	30,46	38,36
Sadržaj K (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2013	0-20	280,42								
	20-40	298,47								
Proleće, 2014	0-20	670,82	550,47	589,45	698,45	688,42	584,22	405,21	550,25	
	20-40	596,80	496,74	466,56	634,37	637,60	524,19	335,20	616,16	
Posle berbe (jesen 2014)	BFØ	0-20	24,01	25,90	27,00	27,00	26,41	25,89	28,58	23,72
		20-40	21,63	24,66	22,54	21,48	22,34	22,80	23,50	23,20
	BF	0-20	25,43	25,43	27,71	26,41	29,70	26,41	24,01	24,66
		20-40	22,54	22,54	24,01	21,80	25,43	21,80	23,20	22,34

Sadržaj fosfora u proleće pre setve i u jesen posle berbe kukuruza šećerca i kokičara u svim ispitivanim godinama nije se značajno menjao. Međutim, uvek je bio niži na varijantama gde nije primenjeno mikrobiološko đubrivo. Što se kalijuma tiče, situacija je drugačija. Male količine kalijuma koje su se zadržale u zemljištu posle berbe kukuruza šećerca i kokičara, ukazuju da ovi usevi koriste značajnu količinu ovog elementa. Posle žetve, u zemljištu je izmeren veći sadržaj K na parcelama na kojima nije primenjeno mikrobiološko đubrivo. To znači da se visoka iskoristljivost ovog elementa od strane biljaka dodatno poboljšava primenom mikrobiološkog đubriva.

Tabela 12. Sadržaj (P i K) u zemljištu (2014/15.)

Vreme merenja/Tretmani		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
Sadržaj P (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2014	0-20				27,00					
	20-40				24,87					
Proleće, 2015	0-20	117,89	83,28	42,32	118,47	42,80	99,57	166,18	59,67	
	20-40	111,81	69,60	30,36	63,91	31,33	89,26	38,17	30,07	
Posle berbe (jesen 2015)	BFØ	0-20	100,38	139,90	145,78	177,39	39,36	18,54	105,58	94,50
		20-40	18,54	17,00	14,39	16,13	0,32	5,72	3,31	0,71
	BF	0-20	185,11	41,87	88,71	43,02	133,34	1,38	20,66	73,48
		20-40	41,29	0,80	2,06	0,99	3,50	40,32	7,45	0,90
Sadržaj K (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2014	0-20				190,62					
	20-40				224,10					
Proleće, 2015	0-20	530,12	641,17	679,25	567,25	558,22	644,02	519,38	462,42	
	20-40	486,17	574,74	526,36	574,21	521,11	617,17	414,20	584,22	
Posle berbe (jesen 2015)	BFØ	0-20	22,05	24,80	26,90	26,54	26,81	26,89	27,55	22,76
		20-40	20,33	23,86	21,94	22,07	22,51	22,98	22,47	22,90
	BF	0-20	24,64	25,02	26,49	26,48	28,13	25,65	25,03	24,97
		20-40	23,14	22,68	25,01	22,84	25,77	22,11	22,80	23,84

Upotreba pokrovnih useva povećava infiltraciju vode u zemljište, poboljšava strukturu zemljišta i sprečava odnošenje hranljivih materija i razgradnju organske materije (Groff, 2015). Sadržaj fosfora u zemljištu nije se značajno razlikovao u zavisnosti od godine ispitivanja, kao i različitih pokrovnih useva, što je saglasno rezultatima koje su dobili Nascente and Stone, (2018). Isti autori navode da do poboljšanja fizičko-hemijskih osobina zemljišta dolazi tek posle tri godine gajenja pokrovnih useva u plodoredu, posebno njihovih smeša.

Tabela 13. Sadržaj (P i K) u zemljištu (2015/16.)

Vreme merenja/Tretmani		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	
Sadržaj P (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2015	0-20				29,11					
	20-40				32,08					
Proleće, 2016	0-20	259,10	111,62	75,28	179,00	308,84	153,07	318,29	281,37	
	20-40	38,56	49,06	37,79	43,10	87,72	69,69	75,47	67,28	
Posle berbe (jesen 2016)	BFØ	0-20	94,58	128,90	135,54	166,23	51,31	28,41	101,50	90,90
		20-40	19,24	17,56	15,08	16,84	1,12	4,88	4,02	1,11
	BF	0-20	164,28	43,78	69,70	42,91	126,50	2,08	19,16	69,75
		20-40	43,05	1,27	3,21	1,25	2,92	41,88	8,15	1,28
Sadržaj K (kg ha ⁻¹)										
Jesen, 2015	0-20				210,11					
	20-40				221,06					
Proleće, 2016	0-20	421,21	390,45	398,22	489,41	498,36	394,96	301,11	360,85	
	20-40	369,80	306,14	296,25	443,37	417,80	342,19	253,80	317,17	
Posle berbe (jesen 2016)	BFØ	0-20	23,86	24,80	26,52	26,37	25,12	24,83	27,44	22,99
		20-40	20,51	23,71	21,25	20,84	21,78	21,65	22,88	22,70
	BF	0-20	24,83	24,81	26,24	25,28	28,17	25,13	23,41	23,49
		20-40	21,49	21,58	23,57	20,84	24,32	20,66	22,73	21,48

Zhang et al. (2017) navode da su pokrovni usevi smanjili gubitke fosfora za 26 % u odnosu na kontrolu. Takođe, u Kanadi je ustanovljeno da je crvena detelina kao pokrovni ili zduženi usev sa travama, pokazala potencijal smanjenja gubitka fosfora (Lozier et al., 2017). Pokrovni usevi zajedno sa mikroorganizmima u zemljištu povećavaju rastvorljivost i pokretljivost fosfora, povećavajući usvajanje od strane glavnih useva, posebno uz pomoć mikroorganizama koji doprinose mobilizaciji ovog elementa (Landry et al., 2014).

6.2.3. Brojnost mikroorganizama u rizosferi

Mikroorganizmi i mikrobiološka đubriva dugo nisu imala značaj kakav zaslužuju u poljoprivrednoj proizvodnji. Zbog potreba za azotom, kao i štetnog uticaja različitih agrohemikalija na agroekosistem, poslednjih decenija se, poklanja velika pažnja ispitivanjima asocijacija zemljišnih mikroorganizama. Sa razvojem svesti o održivosti, posebno se proučavaju asocijacije leguminoznih biljaka sa bakterijama azotofiksatorima kao i neleguminoznih biljaka sa diazotrofima. Interakcija između korenovog sistema i zemljišnih mikroorganizama u rizosferi je veoma važan mehanizam agroekosistema kojim se povećava stepen mineralizacije i usvajanja hranljivih materija. Neleguminozne biljke, zahvaljujući korenskim izlučevinama, stvaraju povoljnu sredinu za korisne grupe iz autohtone populacije mikroorganizama. Rizosferna mikroflora svojom životnom aktivnošću utiče na mineralnu ishranu biljaka na više načina: preko mineralizacije organske materije, prevođenjem mineralnih materija zemljišta u pristupačne oblike za biljke, utičući na rast i građu korena i uopšte na rast i razviće biljaka. Pri oceni stanja zemljišta, ukupan broj mikroorganizama u zemljištu se često uzima kao pokazatelj i indikator promena njegove biogenosti koje mogu nastati delovanjem različitih uticaja. Meteorološki uslovi u sezoni imaju veoma važan uticaj na mnoge osobine zemljišta, a posebno na njegovu biogenost. Zbog veće vlažnosti zemljišta i slabije snabdevenosti kiseonikom, odvijanje biohemijskih procesa je usporeno, što se u krajnjoj liniji odražava na brojnost mikroorganizama u rizosferi.

Podaci o analizi prosečne brojnosti mikroorganizama za trogodišnji period, u zavisnosti od ispitivanih faktora prikazani su u tabelama 14 i 15. Analiza varijanse je pokazala statistički vrlo ili vrlo vrlo značajno variranje brojnosti svih grupa mikroorganizama, u zavisnosti od ispitivanih faktora i njihovih interakcija, kako u prolećnom periodu pred setvu, tako i u jesenjem periodu posle žetve glavnih useva.

U prolećnom periodu pred setvu glavnih useva a posle zaoravanja biomase pokrovnih useva, brojnost mikroorganizama je bila veoma promenjiva u zavisnosti od vrste preduseva, a najveća brojnost je uglavnom uočena na varijantama na kojima su gajene smeše leguminoznih pokrovnih useva i ozimog ovsa. U odnosu na prolećni period, u jesenjem periodu su uočene značajne razlike u brojnosti proučavanih mikroorganizama, posebno u varijantama gde je primenjeno mikrobiološko đubrivo Uniker. Po zaoravanju biomase pokrovnih useva i unošenjem mikrobiološkog đubriva, aktivnost mikroorganizama je pojačana, a takvo stanje se održalo sve do berbe glavnih useva. Naročito je povećana brojnost aktinomiceta u jesenjem periodu, posebno na varijantama V7 (malč-slama) i V8 (tradicionalna varijanta) kada je primenjeno mikrobiološko đubrivo Uniker (tabela 14).

Ukupan broj mikroorganizama se koristi kao jedan od važnih pokazatelja potencijalne plodnosti zemljišta i veći je u zemljištu sa većim sadržajem organske materije, neutralnom pH reakcijom i sa dobro regulisanim vodno-vazдушnim režimom (Jarak i Čolo, 2007). Ukupan broj mikroorganizama u ovim istraživanjima, posebno posle berbe glavnih useva, je upravo rezultat dobrih osobina zemljišta uz adekvatnu primenu posebnih i uobičajenih agrotehničkih mera.

Poznato je da meteorološki uslovi imaju vrlo značajan uticaj na dinamiku brojnosti aminoheterotrofa i na odvijanje procesa amonifikacije. Optimalna vlažnost zemljišta za aktivnost ove grupe mikroorganizama je 50-75% od poljskog vodnog kapaciteta, dok je temeperaturni optimum na oko 45°C. Primena mikrobiološkog đubriva Unikera je dovela do povećanja broja aminoheterotrofa, kako na varijantama sa, tako i na kontrolnim varijantama, bez pokrovnih useva.

Prema Alexander-u (1977) broj aminoheterotrofa u površinskim horizontima se kreće od 105 do 107 po gramu zemljišta, a njihov broj zavisi od količine i vrste supstrata, tipa zemljišta i lokalnih ekoloških uslova.

Pripadnici roda *Azotobacter sp.* su pravi aerobni mikroorganizmi i brojniji su u aerisanim zemljištima. Osim kiseonika, i vlažnost zemljišta može biti limitirajući faktor za rast i aktivnost pripadnika roda *Azotobacter sp.*, kao i drugih asocijativnih azotofiksirajućih mikroorganizama (diazotrofi). Stoga je brojnost ove grupe mikroorganizama najveća u meteorološki najpovoljnijoj godini ispitivanja, a primena mikrobiološkog đubriva Unikera je takođe uticala na povećanje broja mikroorganizama iz ovog roda.

Aktinomicete se smatraju najaktivnijim razlagačima u rizosferi, jer imaju sposobnost da razlažu teže razgradive komponente organske materije stvarajući asimilative potrebne biljkama (Govedarica i Jarak, 1995). Neke vrste mikroorganizama vrše i biološku fiksaciju azota povećavajući njegov sadržaj u zemljištu. Ova okolnost je svakako uticala na obezbeđenje dovoljne količine azota glavnim usevima, kako na varijantama sa, tako i na kontrolnim varijantama bez pokrovnih useva. U sistemima održive proizvodnje useva važnu ulogu ima primena mikrobiološkog đubriva, odnosno različitih vrsta mikroorganizama koji svojom aktivnošću mogu da utiču na povećanje biogenosti zemljišta i njegovu ukupnu plodnost. Primenom nekih vrsta bakterija mogle bi se smanjiti i izvesne količine azotnih i fosfornih mineralnih đubriva i na taj način povećati ekonomičnost proizvodnje kukuruza (Govedarica i sar., 2001). Pored toga, povećala bi se i biogenost zemljišta i proizveo ekološki i visoko vredan proizvod.

Tabela 14. Prosečna brojnost mikroorganizama u sloju 0-20 cm u zavisnosti od ispitivanih faktora u period od 2013/14 – 2015/16. godine (cfu/ml)

Vreme uzorkovanja	Varijante	Uk.br.mikr 10 ⁵	Aminoheterotrofi		Oligonitrofilne bakterije 10 ⁵ uk.br	<i>Azotobacte r sp.</i> kapi 10 ²	Aminoautotrofi		Uk.br. gljive 10 ³	Celulolitske 10 ⁴			
			10 ⁴ uk.br.	10 ⁴ sporogeni			uk.br bakterija 10 ⁵	aktinomice te		bakterije	gljive	aktinomicete	
Proleće	V1	74	154	74	95	422	128	4	25	62	6	8	
	V2	38	325	54	73	445	299	7	14	31	3	7	
	V3	97	176	59	72	418	138	5	18	49	8	9	
	V4	150	262	77	73	380	89	5	7	41		6	
	V5	197	263	43	113	398	215	2	16	58	6	4	
	V6	149	405	81	93	423	227	5	11	70	2	7	
	V7	52	163	51	72	350	182	8	4	41		5	
	V8	41	246	71	76	410	227	4	22	55	4	9	
Prosek		90	249	66	83	412	177	5	31	51	4	6	
Jesen	V1	BFØ	261	285	97	230	362	147	75	21	49	3	9
		BF	260	280	81	222	465	183	85	11	55	2	5
	V2	BFØ	151	180	75	137	367	97	124	12	81	2	7
		BF	301	307	109	220	423	128	127	14	85	6	8
	V3	BFØ	181	257	99	169	415	99	44	11	44	5	3
		BF	232	262	99	195	458	103	75	13	65	5	9
	V4	BFØ	183	279	62	167	370	63	79	9	69	6	5
		BF	288	257	59	194	442	93	65	12	77	3	7
	V5	BFØ	169	215	82	161	348	102	64	13	73	3	7
		BF	216	273	81	196	437	139	61	10	64	5	6
	V6	BFØ	145	238	77	187	365	118	58	11	49	3	4
		BF	166	308	86	179	448	186	60	13	68	4	6
	V7	BFØ	208	201	58	167	367	98	97	13	71	3	12
		BF	342	264	81	171	412	121	97	15	71	5	12
	V8	BFØ	158	228	76	141	377	92	105	13	71	5	6
		BF	230	302	116	213	410	103	103	13	96	7	10
Prosek	BFØ	183	236	79	169	372	102	81	13	63	4	7	
	BF	256	281	91	199	438	132	85	13	73	5	7	

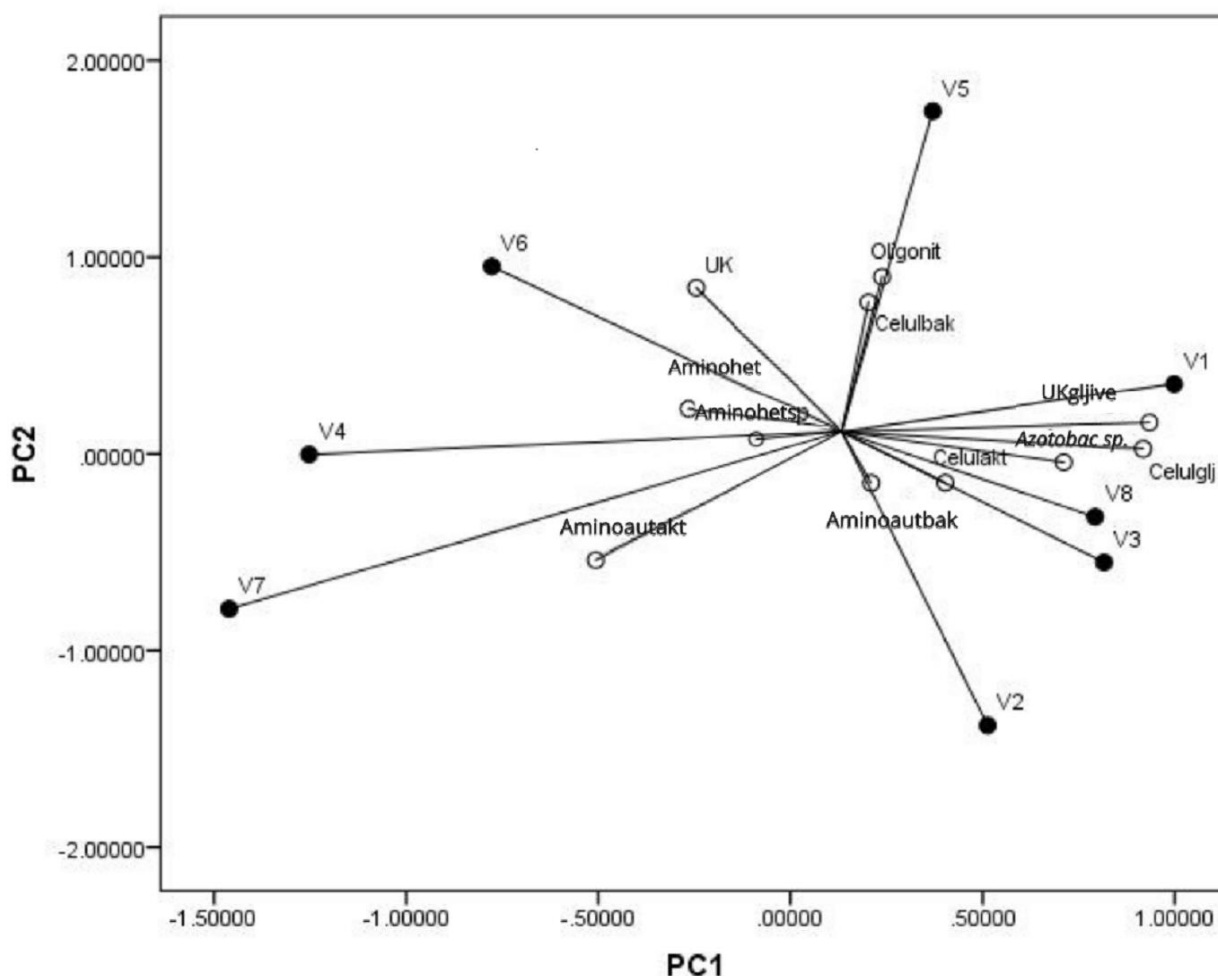
Legenda: V1-obična grahorica; V2-ozimi krmni grašak; V3-ozimi ovas; V4-ozimi krmni kelj; V5-ob.grahorica+ozimi ovas; V6-ozimi krmni grašak+ozimi ovas; V7-malč (slama); V8-tradicionalna varijanta; BFØ - bez mikrobiološkog đubriva; BF - sa mikrobiološkim đubrivo Uniker

Tabela 15. Analiza varijanse za ispitivane faktore (F vrednosti) i značajnost njihovog uticaja na brojnost mikroorganizama u zemljištu (cfu/ml)

Pojedinačni faktori i interakcije	Uk.br.mikr 10 ⁵	Aminoheterotrofi		Oligonitrofil ne bakterije 10 ⁵ ukup.br	<i>Azotobacte r sp.</i> 10 ²	Aminoautotrofi		Uk.br. gljive 10 ³	Celulolitske 10 ⁴		
		10 ⁴ uk.br.	10 ⁴ sporogeni			uk.br bakterija 10 ⁵	aktinomicete		bakterije	gljive	aktino micete
Proleće											
Godina	246,71**	179,42**	1011,24***	745,67**	7,79**	2828,54***	18,15**	18,15**	1572,52***	63,08**	123,1**
Pokrovni usev	1529,45***	2345,27***	126,69**	128,08**	27,85**	1146,51***	5,11*	5,11*	99,97**	5,63**	5,60**
Godina x pokrovni usev	1042,15***	2926,69***	427,69**	221,25**	16,60**	1202,60***	14,35**	14,35**	113,57**	5,80**	15,44**
Jesen											
Godina	5830,67***	1743,52***	7406,70***	3376,73***	10,67**	18778,86***	64056,84***	64052,7***	1527,36***	137,4**	19,15**
Mikrobiološko đubrivo	4373,24***	464,08**	510,25**	1439,16***	489,99**	1312,35***	37,51**	37,50**	114,15**	6,23*	21,80**
Pokrovni usev	596,92**	46,60**	207,00**	250,58**	13,88**	605,33**	893,67**	893,62**	100,42**	16,68**	17,64**
Godina x mikrobio.đubrivo	343,05**	133,76**	355,03**	544,26**	18,32**	393,80**	24,43**	24,43**	84,07**	8,41**	13,66**
Godina x pokrovni usev	398,22**	159,91**	213,00**	287,54**	19,35**	1862,25***	802,46**	802,40**	73,60**	7,48**	20,11**
Mikr.đubr.x pokrovni usev	278,97**	60,92**	94,80**	237,28**	8,43**	69,26**	47,58**	47,57**	21,16**	9,02**	8,76**
God.x mikr.đ.x pokr. usev	149,83**	119,39**	77,94**	144,06**	8,88**	54,93**	99,10**	99,09**	19,46**	9,01**	7,51**

* - statistički značajna razlika; ** - statistički veoma značajna razlika; *** - statistički veoma veoma značajna razlika

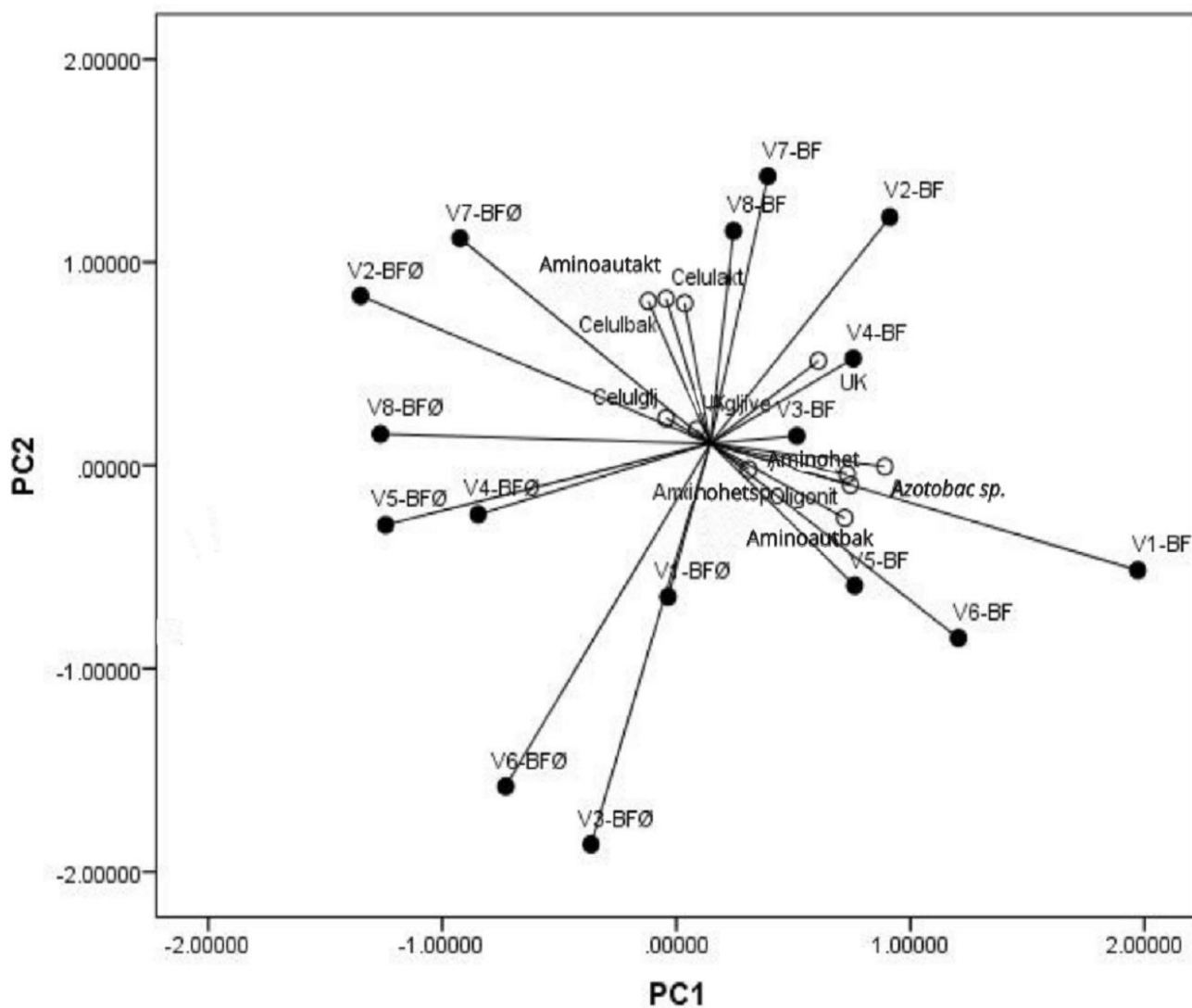
Na bazi variranja pojedinih grupa mikroorganizama pod uticajem pokrovnih useva, pre setve kukuruza (proleće), PC analiza pokazuje da prve četiri ose učestvuju sa 87,12% u ukupnoj varijabilnosti, a od toga prve dve ose sa 51,18%. *Azotobacter sp.*, ukupan broj gljiva i celulolitske gljive značajno i pozitivno koreliraju sa prvom osom, ukupan broj mikroorganizama, oligonitrofilne i celulolitske bakterije značajno koreliraju sa drugom osom. Grafik 7 pokazuje da je najveće variranje u broju ukupnih mikroorganizama, aminoheterotrofa i sporogenih aminoheterotrofa bilo u V6 varijanti (ozimi krmni grašak i ozimi ovas), dok je ponovo brojnost aminoheterotrofa, sporogenih aminoheterotrofa i aminoautotrofa u najvećoj meri varirala u V7 varijanti (malč-slama). Brojnost oligonitrofilnih i celulolitskih bakterija je uglavnom varirala u V5 varijanti (obična grahorica + ozimi ovas), dok se brojnost gljiva, *Azotobacter sp.* i celulolitskih gljiva najviše menjala u V1 (obična grahorica), kao i brojnost aktinomyceta (celulolitskih i aminoautotrofa) u ogleđnim varijantama V2 (ozimi krmni grašak), V3 (ozimi ovas) i V8 (tradicionalna varijanta).



Grafik 7. PC analiza variranja brojnosti mikroorganizama u zavisnosti od ispitivanih faktora u prolećnom periodu, pred setvu glavnih useva

Na bazi variranja pojedinih grupa mikroorganizama pod uticajem pokrovnih useva i mikrobiološkog đubriva Uniker-a, a nakon berbe kukuruza (jesen), PC analiza pokazuje da prve četiri ose učestvuju sa 80,49% u ukupnoj varijabilnosti, a od toga prve dve ose sa 55,49%. Aminoheterotrofi, oligonitrofilne, *Azotobakter sp.* i ukupan broj bakterija aminoautotrofa značajno i pozitivno koreliraju sa prvom osom, dok aktinomicete aminoautotrofi, celulozitske bakterije i aktinomicete koreliraju sa drugom osom.

Povećan uticaj pojedinih varijanti pokrovnih useva i mikrobiološkog đubriva Unikera (Grafik 8), V2 (ozimi krmni grašak) i V7 (malč-slama) bez mikrobiološkog đubriva su u najvećem stepenu uticali na brojnost celulozitskih bakterija, gljiva i aktinomiceta (celulozitskih i aminoautotrofa). V7 (malč-slama) i V8 (tradicionalna varijanta) u kombinaciji sa Unikerom su značajno uticale na promene brojnosti celulozitskih aktinomiceta i ukupnog broja gljiva, dok je ukupan broj mikroorganizama se najviše menjao u V2 (ozimi krmni grašak) i V4 (ozimi krmni kelj) varijantama u kombinaciji sa Unikerom. V1 (obična grahorica), V3 (ozimi ovas), V5 (obična grahorica+ozimi ovas) i V6 (ozimi krmni grašak + ozimi ovas) su u kombinaciji sa Unikerom u visokom stepenu uticali na brojnost *Azotobakter sp.*, aminoheterotrofa, oligonitrofilnih bakterija, kao i bakterija aminoautotrofa. Sa druge strane, varijante V1, V3 i V6 bez mikrobiološkog đubriva su uticale uglavnom na variranja u broju sporogenih aminoheterotrofa.



Grafik 8. PC analiza variranja brojnosti mikroorganizama u zavisnosti od ispitivanih faktora u jesen, posle berbe glavnih useva

Na osnovu analize većeg broja studija, Kim et al. (2020), su ustanovili da su pokrovni usevi značajno povećali parametre mikroorganizama u zemljištu: brojnost, aktivnost i raznolikost za 27%, 22%, odnosno 2,5%, u poređenju sa konvencionalnim gajenjem. Efekti pokrovnih useva su varirali zavisno od načina manipulacije biomasom pokrovnih useva, kao i od načina obrade zemljišta. Najmanji efekti su uočeni u uslovima kontinentalne klime kada se pokrovni usevi uništavaju hemijskim putem i kada se primenjuje konzervacijska obrada zemljišta. Da bi pokrovni usevi imali potpun efekat, moraju biti dobro ukomponovane i ostale mere u okviru tehnologije gajenja glavnog useva, a sve treba da bude praćeno modifikacijama koje uzimaju u obzir meteorološke uslove i klimatske promene. Romdhane et al. (2019) tvrde pak da brojnost mikroorganizama više zavisi od ostalih mera u tehnologiji gajenja nego od pokrovnih useva pojedinačno ili u mešavinama. Takođe su utvrdili najveći broj denitrifikatora kada je primenjena mera valjanja nadzemne biomase pokrovnih useva, za razliku od tretmana glifosatom. Prekid rasta pokrovnih useva mrazom je povoljna strategija poboljšanja sadržaja hranljivih sastojaka. Međutim, oslanjanje samo na mraz za zaustavljanje rasta pokrovnih useva smatra se rizičnom strategijom (Parr et al., 2014), dok se poljoprivrednici suočavaju sa nepredvidivim vremenskim uslovima (Wayman et al., 2017). Potrebna su dalja istraživanja kako bi se pronašla najoptimalnija strategija koja se može integrisati u održivi poljoprivredni sistem.

Populacija mikroorganizama, posebno bakterija, značajno je povećana u zemljištima na kojima su se kao pokrovne vrste gajile maljava grahorica, raž i uljana rotkvica zajedno sa organskim đubrivima (Fernandez et al., 2016). Pokrovni usevi pomažu u poboljšanju odnosa simbioze u zemljištu. Roarti et al. (2017) su gajili grašak kao pokrovni usev zajedno sa 11 drugih pokrovnih useva i zaključili da je populacija kišnih glista povećana na parcelama na kojima je gajen grašak i maljava grahorica, ali ne i na parcelama gde je gajena slačica (Ashvorth et al., 2017). Poboljšanje mikrobnih svojstava uglavnom utiče na poboljšanje fizičkih i hemijskih osobina zemljišta (Haruna and Nkongolo, 2015).

Prema Bardgett and van der Putten (2014), povećanje raznovrsnosti i broja vrsta gajenih biljaka ima pozitivan efekat na plodnost zemljišta, usled diverzifikacije dostupnih izvora hrane za mikroorganizme i, shodno tome, za biljke. Povećava se i biomasa mikroorganizama, a struktura mikrobioma zemljišta je izložena promenama, što ima ogroman uticaj na njihovu funkcionalnost, kao i na plodnost zemljišta. Plodored takođe utiče na povećanje biodiverziteta zemljišta (Venter et al., 2016) što po, Somenahally et al. (2018) utiče na povećanje biomase mikoriznih gljiva u zemljištu pri gajenju ozime pšenice posle leguminoznih pokrovnih useva.

6.3. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na zakorovljenost, morfološke i produktivne osobine glavnih useva

6.3.1. Zakorovljenost useva kukuruza šećerca i kokičara

Zakorovljenost useva kukuruza šećerca i kokičara određivana je praćenjem u polju broja vrsta korova, broja jedinki, sveže i suve mase korova. U održivim sistemima gajenja, kontroli korova se pridaje poseban značaj, posebno u specifičnim usevima kao što je ovde slučaj, jer je većina hibrida specifičnih svojstava osetljiva na primenu herbicida. Skoro 34% prinosa useva opada usled zakorovljenosti useva u polju (WSSA, 2018). Korovi su konkurenti gajenim biljkama tako što apsorbuju 39% Ca, 24% Mg, 47% N, 50% K i 42% P za pravilan rast i njihov opstanak (Tiecher et al., 2017).

6.3.1.1. Broj vrsta korova

Tokom svih godina ispitivanja na eksperimentalnom polju je utvrđeno prisustvo 19 vrsta korova. Među njima najveći broj vrsta su terofite (17), dok su samo dve vrste geofite - *Sorghum halepense* (Pers.) i *Convolvulus arvensis* L., Tabela 16. Vrsta *Solanum dulcamara* L. je drvenasta hamefita čiji se pupoljci nalaze blizu površine zemljišta, a *Lactuca serriola* Torn. terofita/hamefita tj. u našim uslovima se ponaša kao dvogodišnja biljka i prezimljava u obliku rozete. Sedam vrsta korova koje su pobrojane u prvoj grupi su činile osnov korovske sinuzije i javljale se u sve tri godine ispitivanja, četiri su utvrđene tokom dve godine dok je 8 vrsta zakorovljavalo useve šećerca i kokičara samo u jednoj od tri godine ispitivanja. Najbrojnije su bile vrste *Solanum nigrum* L., *Sorghum halepense* (Pers.) L. *Chenopodium album* L. i tri vrste iz roda *Amaranthus* - *A. Retroflexus* L., *A. Hybridus* L. i *A. Albus* L., koje su činile osnov korovske sinuzije. U pogledu zahteva za osnovnim životnim elementima, na skali od 1 do 5, prisutne vrste korova su imale relativno visoke zahteve za N (3,84), toplotom (3,74) i svetlošću (3,58) a dosta niske potrebe za vlažnošću (2,53) što ukazuje na termofilni, heliofilni i nitrofilni karakter sinuzije (Kojić i sar., 1994). Navedena zapažanja su u skladu sa uslovima koji karakterišu zemljište kakav je černo zem kao i meteorološke uslove Zemun Polja.

Tabela 16. Biološki spektar i osnovne biološke i ekološke karaktersitike vrsta u korovskoj sinuziji kukuruza šećerca i kokičara, Zemun Polje (2014-2016)

Vrsta korova	Broj jedinki/m ²	Životna forma	T	V	S	N
<i>Solanum nigrum</i> L.	42,95	T	3	3	4	4
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.	6,63	G	5	2	4	3
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	5,17	T	4	2	4	4
<i>Chenopodium album</i> L.	4,75	T	3	2	3	4
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	4,21	T	4	2	4	4
<i>Amaranthus albus</i> L.	3,13	T	4	2	4	4
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	0,96	T	3	3	4	4
<i>Bilderdykia convolvulus</i> L.	2,38	T	3	3	3	3
<i>Datura stramonium</i> L.	1,96	T	4	3	4	4
<i>Portulaca oleracea</i> L.	0,59	T	3	3	4	4
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	0,17	T	4	2	4	3
<i>Amaranthus blitoides</i> Watson	1,67	T	4	2	4	4
<i>Panicum crus-galli</i> L.	0,25	T	4	3	3	4
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	0,13	G	3	2	4	3
<i>Heliotropium europium</i> L.	0,08	T	4	2	4	3
<i>Anagalis arvensis</i> L.	0,08	T	3	3	3	3
<i>Hibiscus trionum</i> L.	0,04	T	4	3	4	3
<i>Solanum dulcamara</i> L.	0,04	Dc	5	4	4	4
<i>Lactuca serriola</i> Torn.	0,04	Th	4	2	5	3
	3,96		3,74	2,53	3,84	3,58

T, V, S, N, -indikatorske vrednosti za temperaturu, vlažnost, svetlost i snabdevenost zemljišta azotom

Na osnovu podataka u Tabeli 17, uočavamo da je prosečan broj vrsta korova najveći u drugoj a najmanji u prvoj godini ispitivanja a razlike su statistički vrlo značajne (Tabela 18). Pokrovni usevi su ispoljili takođe statistički vrlo značajan uticaj na broj vrsta korova. Uglavnom su sve vrste pokrovnih useva i njihove smeše uticale na manji broj vrsta korova u odnosu na kontrolne varijante (V7 i V8). Broj vrsta korova u pojedinačnim pokrovnim usevima (V1-V4) bio je manji u odnosu na broj vrsta u mešavinama pokrovnih leguminoznih vrsta i ovsa (V5-V6), ali ne i u meteorološki najpovoljnijim uslovima kakvi su bili u ispitivanoj 2015/16 godini (Tabela 17). Mali broj vrsta korova na ovom lokalitetu utvrdili su Dolijanović et al. (2016a), kao i manji broj jedinki

korova u pojedinačnim pokrovnim usevima, posebno u usevu kukuruza kokičara gajenog posle ozime obične grahorice (6,75 m²). Takođe, i u drugim istraživanjima uglavnom je dobijen veći broj vrsta u mešavinama u odnosu na pojedinačne pokrovne vrste (Dolijanović et al., 2015; Finney et al., 2016; Baraibar et al., 2018).

Tabela 17. Broj vrsta korova u kukuruzu šećercu/kokičaru gajenom nakon pokrovnih useva u 2014, 2015 i 2016. godini

Godina	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
2014	5	7	4	6	7	4	5	5	5,38
2015	11	9	10	11	9	10	10	10	10,00
2016	9	8	8	9	8	9	9	9	8,63
Ukupno	17	34	43	47	54	44	50	25	39,74

V1-obična grahorica; V2-ozimi krmni grašak; V3-ozimi ovas; V4-ozimi krmni kelj; V5-ob.grahorica+ozimi ovas; V6-ozimi krmni grašak+ozimi ovas; V7-malč (slama); V8-tradicionalna varijanta.

Tabela 18. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na broj vrsta korova u kukuruzu šećercu/kokičaru

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	48,46***	0,596	0,817
Pokrovni usev	7	4,29**	0,973	1,334
Godina x pokrovni usev	14	3,60*	1,685	2,310

6.3.1.2. Broj jedinki korova

Broj jedinki korova je značajniji parametar na osnovu koga se zaključuje o stepenu zakorovljenosti i definiše primena mera suzbijanja korova. Iz podataka u tabeli 19 uočavamo da postoji razlika u florističkom sastavu korovske sinuzije gajenih useva u prvoj u odnosu na druge dve godine. Manji broj jedinki korova u prvoj godini uslovljen je brzim porastom useva kukuruza šećerca i kokičara zahvaljujući dovoljnoj količini padavina u aprilu i maju (Tabela 19).

Meteorološki povoljnija 2016. godina je pogodovala kako glavnim usevima tako i korovima pa je u ovoj godini utvrđen najveći broj jedinki korova, posebno širokolisnih vrsta. U sve tri ispitivane godine, najmanji broj jedinki korova uočen je u leguminoznim pokrovnim usevima (obična grahorica, V1 i ozimi krmni grašak, V2) a najveći, od pojedinačnih pokrovnih useva, u varijanti V4 (ozimi ovas). Kontrolna varijanta malč od slame (V7) dala je najlošije rezultate u pogledu smanjenja broja jedinki korova, jer sloj slame je dug period ostajao na površini zemljišta (oktobar-maj) i nije bio „neprobojan” za konkurentne vrste korova ispitivanog lokaliteta.

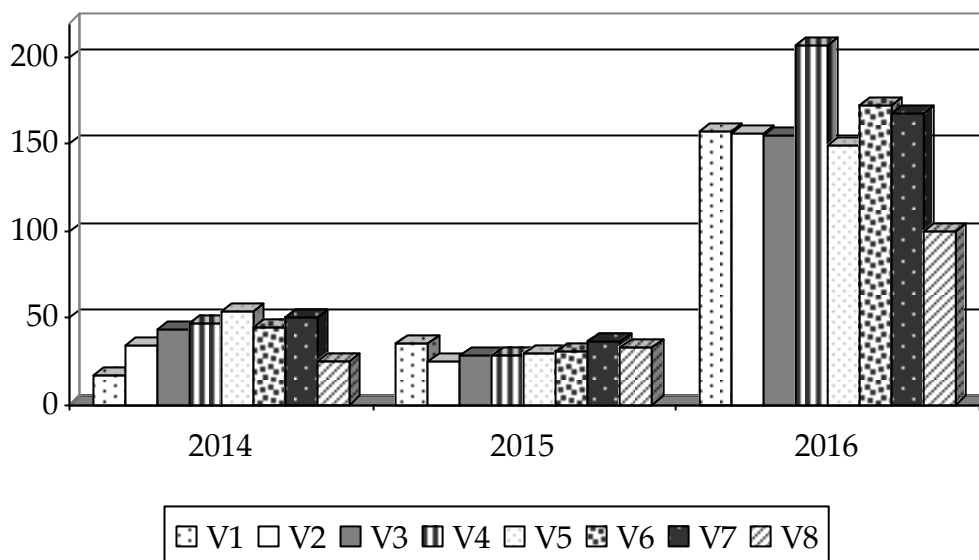
U mnogim održivim i organskim sistemima gajenja žita, sa ili bez pokrovnih useva, višegodišnji korovi poput *C. Arvensis* L., *Sonchus arvensis* L. i *A. repens* L. zahtevaju posebnu pažnju u mnogim zemljama umerene klimatske zone (Melander et al., 2012). Istraživači i poljoprivrednici tvrde da višegodišnje vrste korova, posebno širokolisne, prete budućnosti održive i organske proizvodnje žita, osim ako se u kontroli korova pojača uticaj plodoreda (Sundheim et al., 2014) kao i drugih alternativnih mera (pokrovni i združeni usevi).

Tabela 19. Broj jedinki korova (br. m²) u kukuruzu šećercu/kokičaru gajenim nakon pokrovnih useva u 2014, 2015 i 2016. godini

Vrsta korova	2014.	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
<i>Solanum nigrum</i> L.		7	25	31	28	35	35	40	18	27,35
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.		7	3	7	7	5	4	4	5	5,25
<i>Amaranthus albus</i> L.		1	1	4	6	6	4	4	4	3,75
<i>Chenopodium album</i> L.		1								0,13
<i>Chenopodium hybridum</i> L.		1	1		3	4			1	1,25
<i>Heliotropium europaeum</i> L.			1		1					0,25
<i>Amaranthus hybridus</i> L.			1			2		1		0,5
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.			2	1	2	1	1	1	1	1,13
<i>Solanum dulcamara</i> L.						1				0,13
Ukupno		17	34	43	47	54	44	50	25	39,74
Vrsta korova	2015.	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
<i>Chenopodium album</i> L.		13	7	5	9	5	9	6	9	7,88
<i>Datura stramonium</i> L.		5	4	2	5	2	6	4	4	4,00
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		3	3	3	1	4	1	5	1	2,63
<i>Amaranthus hybridus</i> L.		3	4	3	3	3	5	3	4	3,50
<i>Amaranthus albus</i> L.		2	3	4	1	4	2	1	4	2,63
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.		2		2	1	3	1	2	1	1,50
<i>Solanum nigrum</i> L.		2	1	5	3	6	3	6	3	3,63
<i>Chenopodium hybridum</i> L.		2				1	1			0,50
<i>Bilderdykia convolvulus</i> L.		1	1		2	1	1	4	3	1,63
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.		1		2						0,38
<i>Panicum crus-galli</i> L.		1						4	1	0,75
<i>Convolvulus arvensis</i> L.			1	1	1					0,38
<i>Portulaca oleracea</i> L.			1				1		3	0,63
<i>Anagalis arvensis</i> L.				1	1					0,25
<i>Latuca serriola</i> Torn.					1					0,13
<i>Hibiscus trionum</i> L.								1		0,13
Ukupno		35	25	28	28	29	30	36	33	30,55
Vrsta korova	2016.	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
<i>Solanum nigrum</i> L.		98	97	85	145	98	89	114	57	97,88
<i>Bilderdykia convolvulus</i> L.		8	4	1	8		7	4	12	5,50
<i>Chenopodium album</i> L.		4	1	28	2	6	4	3	2	6,25
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.		18	21	11	33	1	2	16	3	13,13
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		9	14	20	1	8	25	9	8	11,75
<i>Chenopodium hybridum</i> L.		1				6		1	1	1,13
<i>Datura stramonium</i> L.		1		1	1	3	4	2	3	1,88
<i>Amaranthus hybridus</i> L.		5	7	3	6	11	26	5	6	8,63
<i>Amaranthus albus</i> L.		13	12	6			6		8	5,63
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.					1					0,13
<i>Amaranthus blitoides</i> L.					10	16		14		5,00
<i>Portulaca oleracea</i> L.							9			1,13
Ukupno		157	156	155	207	149	172	168	100	158,03

Tabela 20. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na broj jedinki korova (br. m²) u kukuruzu šećercu/kokičaru

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	209,96***	15,355	21,059
Pokrovni usev	7	3,72**	25,075	34,389
Godina x pokrovni usev	14	2,60*	43,432	59,564



Grafik 9. Prosečan broj jedinki korova (br. m²) u kukuruzu šećercu/kokičaru u zavisnosti od vrste pokrovnog useva i godine ispitivanja

6.3.1.3. Sveža masa korova

Sveža masa korova (Tabela 21) je najpouzdaniji pokazatelj prisustva širokolisnih vrsta korova, posebno sa povećanim brojem jedinki korova. Razlika u svežoj masi korova bila je statistički veoma značajna u zavisnosti od svih ispitivanih faktora (Tabela 22).

U prvoj godini ispitivanja izmerene su najmanje a u trećoj godini najveće vrednosti sveže mase korova. U odnosu na tradicionalnu varijantu (V8), pokrovni usevi pojedinačno i u smešama, kao i malčiranje su pokazali bolju efikasnost u delovanju na svežu masu korova u svim godinama ispitivanja. Procentualno, u odnosu na kontrolu, sveža masa korova u prvoj godini ispitivanja bila je niža za 17 % (V3), preko 24 i 37 % (V2 i V6) do 54% (V1). Razlika u svežoj masi korova u korist malč varijante u odnosu na kontrolu u prvoj godini iznosila je 33%. Ozimi krmni kelj (V4), od pojedinačnih pokrovnih useva, kao i smeša obične grahorice i ozimog ovsa (V5) pokazali su lošije rezultate u smanjenju sveže mase korova u usevima kukuruza šećerca i kokičara u prvoj godini ispitivanja.

U drugoj godini ispitivanja, prednost u pogledu sveže mase korova jedino nije ispoljio ozimi krmni kelj (V4), dok u trećoj godini ispitivanja varijante V5 i V7 nisu ispoljile povećanu efikasnost. U drugoj godini ispitivanja, najveću efikasnost u delovanju na masu korova su ispoljile smeše (V5 i V6), gde je izmerena za 66 i 75 % manja sveža masa korova u odnosu na kontrolnu varijantu. Povoljni meteorološki uslovi su, verovatno, doprineli da u trećoj godini ispitivanja najveću efikasnost ispolje robusniji usevi poput ozimog krmnog kelja, ozimog krmnog graška i smeše ozimog krmnog graška i ozimog ovsa. Navedene varijante su procentualno smanjile iznos sveže mase korova za 55%, 52% odnosno 46 % u odnosu na kontrolnu varijantu. Pored uticaja pokrovnog useva, brzi rast glavnog useva posle setve i povećanje konkurentskih sposobnosti, uticali su i na smanjenje sveže mase korova po jedinici površine (Dorn et al., 2015).

Tabela 21. Sveža masa korova (g m⁻²) u kukuruzu šećercu/kokičaru gajenom nakon pokrovnih useva u 2014, 2015 i 2016. godini

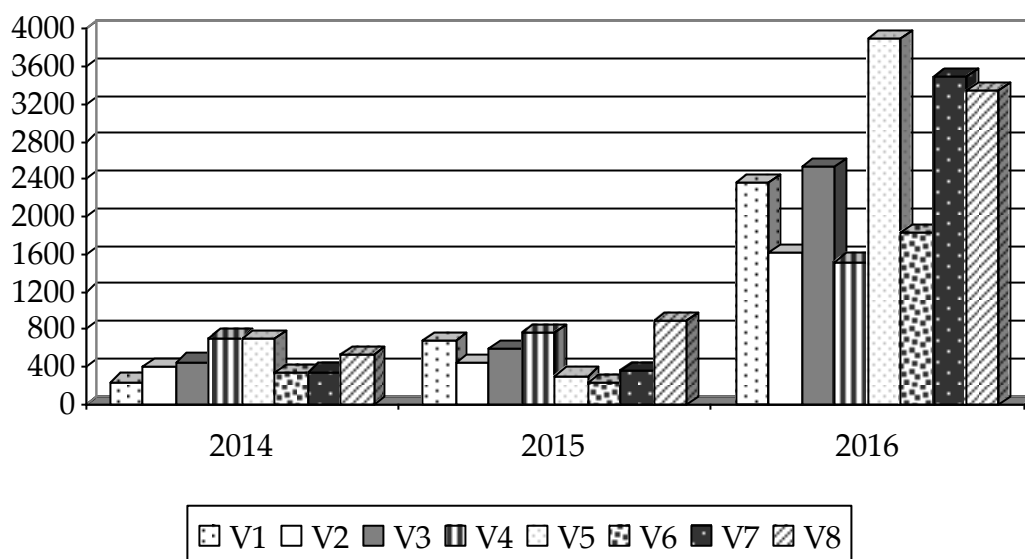
Vrsta korova	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
<i>Solanum nigrum</i> L.	84,2	142,4	180,6	223,4	245,0	211,7	195,7	166,8	181,23
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.	97,3	40,8	143,4	185,7	89,8	59,9	54,4	89,6	95,11
<i>Amaranthus albus</i> L.	37,4	51,1	120,8	155,3	165,8	53,6	87,9	238,0	113,74
<i>Chenopodium album</i> L.	16,2								2,03
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	7,2	57,1		117,4	37,6			8,9	28,53
<i>Heliotropium europaeum</i> L.		1,3		14,7					2,00
<i>Amaranthus hybridus</i> L.		12,2			87,6		5,2		13,13
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.		94,6	12,8	17,2	59,2	7,8	6,9	20,9	27,43
<i>Solanum dulcamara</i> L.					9,5				1,19
Ukupno	242,3	399,5	457,6	713,7	694,5	333,0	350,1	524,2	464,39

Vrsta korova	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
<i>Chenopodium album</i> L.	414,4	319,1	339,7	409,2	47,2	91,6	91,0	425,6	267,23
<i>Datura stramonium</i> L.	41,1	31,1	10,9	75,2	6,1	30,2	47,1	43,8	35,69
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	117,2	13,5	17,4	74,4	61,0	5,2	24,1	16,3	41,14
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	12,1	24,1	33,3	83,0	27,6	21,5	7,5	101,9	38,88
<i>Amaranthus albus</i> L.	8,3	10,3	57,0	6,7	26,5	12,7	2,9	29,3	19,21
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.	11,7		14,6	1,7	41,6	7,1	4,9	14,8	12,05
<i>Solanum nigrum</i> L.	17,4	7,7	27,0	8,4	25,4	18,4	25,9	17,1	18,41
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	24,0				9,1	1,0			4,26
<i>Bilderdykia convolvulus</i> L.	8,5	17,3		94,8	60,9	30,8	133,4	157,2	62,86
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	15,2		74,4						11,20
<i>Panicum crus-galli</i> L.	7,0						24,7	28,5	7,53
<i>Convolvulus arvensis</i> L.		10,2	5,6	1,9					2,21
<i>Portulaca oleracea</i> L.		7,1				7,8		51,9	8,35
<i>Anagalis arvensis</i> L.			6,4	2,3					1,09
<i>Latuca serriola</i> Torn.				5,3					0,67
<i>Hibiscus trionum</i> L.							3,3		0,41
Ukupno	676,9	440,4	586,3	762,9	305,4	226,3	364,8	886,4	531,19

Vrsta korova	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
<i>Solanum nigrum</i> L.	1065,1	723,0	1256,7	802,8	1982,5	474,8	2025,8	1597,5	1241,03
<i>Bilderdykia convolvulus</i> L.	31,4	10,1	4,7	146,4		47,0	38,5	369,7	80,98
<i>Chenopodium album</i> L.	124,0	24,2	384,1	210,2	243,0	125,9	41,3	49,5	150,28
<i>Sorghum halepense</i> (Pers.) L.	199,5	350,8	108,7	213,7	24,5	40,5	316,3	34,7	161,09
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	464,8	467,8	582,9	23,3	535,4	602,8	573,8	756,2	500,88
<i>Chenopodium hybridum</i> L.	7,6				202,4		6,6	22,3	29,86
<i>Datura stramonium</i> L.	20,9		48,6	12,8	100,5	15,9	22,1	69,9	36,34
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	139,4		68,5	45,1	561,4	419,6	380,3	225,7	230,00
<i>Amaranthus albus</i> L.	303,4	44,8	75,6			60,6		211,8	87,03
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.				15,6					1,95
<i>Amaranthus blitoides</i> L.				48,6	242,3		92,7		47,95
<i>Portulaca oleracea</i> L.						36,6			4,58
Ukupno	2356,1	1620,7	2529,8	1518,5	3892,0	1823,7	3497,4	3337,3	2571,97

Tabela 22. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na svežu masu korova (g m⁻²) u kukuruzu šećercu/kokičaru

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	107,22***	383,258	525,611
Pokrovni usev	7	3,73*	625,858	858,320
Godina x pokrovni usev	14	2,90*	1084,018	1486,653



Grafik 10. Sveža masa korova (g m^{-2}) u kukuruzu šećercu/kokičaru u zavisnosti od vrste pokrovnog useva i godine ispitivanja

6.3.1.4. Suva masa korova

Vrednosti suve mase korova uglavnom prate izmerene vrednosti sveže mase. Kao i kod sveže mase, najmanja suva masa korova je izmerena u prvoj, a najveća u trećoj godini ispitivanja (Tabela 23).

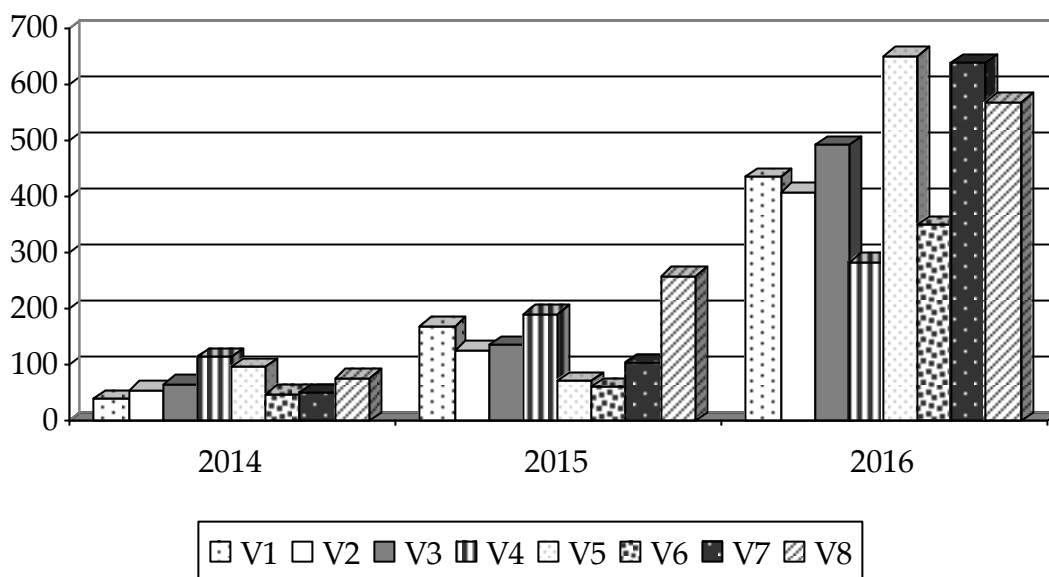
Tabela 23. Suva masa korova (g m^{-2}) u kukuruzu šećercu/kokičaru gajenom nakon pokrovnih useva u 2014, 2015 i 2016. godini

Godina	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	Prosek
2014	37,9	54,3	64,8	114,2	96,1	47,9	48,8	76,8	67,6
2015	169,6	126,5	136,0	190,5	71,2	60,0	103,0	259,2	139,5
2016	436,7	409,7	493,3	283,4	651,9	350,9	639,8	569,7	479,4
Prosek	214,7	196,8	231,4	196,0	273,1	152,9	263,9	301,9	228,8

Tabela 24. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na suhu masu korova (g m^{-2}) u kukuruzu šećercu/kokičaru

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	102,48***	72,609	99,579
Pokrovni usev	7	2,28*	118,571	162,611
Godina x pokrovni usev	14	2,25*	205,371	281,651

U proseku za tri godine, ozimi krmni kelj pojedinačno i smeša ozimog krmnog graška sa ozimim ovsem u trogodišnjem proseku su pokazali najbolje rezultate u delovanju na suhu masu korova koja je bila najmanja na ovim varijantama ($196,0$ i $152,9 \text{ g m}^{-2}$). Najveće vrednosti za suhu masu korova su dobijene u kontrolnoj varijanti (V8) a odmah zatim u smeši obične grahorice i ozimog ova (V5) i varijanti (V7) malč-slama.



Grafik 11. Suva masa korova (g m^{-2}) u kukuruzu šećercu/kokičaru zavisnosti od vrste pokrovnog useva i godine ispitivanja

Pokrovni usevi se mogu smatrati biološkom merom borbe protiv korova jer konkurišu korovima za osnovne životne elemente i time doprinose smanjenju zakorovljenosti. Takođe, u zavisnosti od vrste pokrovnog useva moguće je postići i alelopatsko delovanje na pojedine vrste korova pa se time ostvaruje još veći efekat (Weber and Gerhards, 2015). Dobar izbor mešavina pokrovnih vrsta sa fizičkim i hemijskim mehanizmima kontrole može povećati uspeh u borbi protiv korova (Schappert and Gerhards, 2018; Schappert et al., 2019). Iako su u ovom istraživanju ostvareni odlični rezultati u smanjenju mase korova u kukuruzu šećercu i kokičaru gajenjem samo pojedinačnih pokrovnih useva i njihovih smeša, i kombinovana primena pokrovnih useva sa drugim merama gajenja, kao deo sistema integrisanih mera za suzbijanje korova, može značajno da doprinese efikasnom smanjenju zakorovljenosti uz manju upotrebu herbicida (Simić et al., 2020). Tako je kombinovana primena jesenjih i prolećnih pokrovnih useva raži i ječma i redukovane obrade zemljišta, doprinela značajnom smanjenju zakorovljenosti useva soje a posebno redukciji mase jednogodišnje vrste *Chenopodium album* L. (Weber and Gerhards, 2015).

U nepovoljnim uslovima za razvoj pojedinih pokrovnih useva može izostati planirani nivo supresije korova (Schappert et al., 2019, Dolijanović et al., 2020a). Na primer, vrste Brassicaceae i Poaceae dobro reaguju na suve uslove, dok vrste Fabaceae ne reaguju dobro (Tribouillois et al., 2016). Pored toga, različite komponente u smeši biljnih vrsta imaju drugačije načine rasta, razvoja i konkurencije. MacArthur and Levins (1967) opisuju „Komplementarnost niše“ kao stvarnu funkciju smeše koja se zasniva na osobinama pojedinačnih biljnih vrsta. Što su njihove karakteristike raznovrsnije ili različitije za svaku pojedinu biljnu vrstu unutar smeše, to je verovatnije da zauzimaju različite niše i da su te smeše produktivnije. Pokrovne biljne vrste sa različitim karakteristikama habitusa mogu presresti i efikasnije koristiti svetlost i na taj način smanjiti njenu dostupnost na površini zemljišta, što će dovesti do smanjenog nicanja korova. Jedinostveni obrasci rasta i razvoja korenovog sistema i sposobnosti usvajanja i aktiviranja hranljivih materija u zemljištu od strane pokrovnih biljnih vrsta u smešama, mogu biti u stanju da utiču na njihovo efikasnije korišćenje hranljivih materija, što direktno utiče na smanjenje resursa za korove (Tribouillois et al., 2015).

Nekoliko nedavnih studija ističu da nema povezanosti između produkcije biomase pokrovnih useva i smanjenja supresije korova (Kunz et al., 2016; Baraibar et al., 2018; Schappert et al., 2019). Možda postoje drugi ili dodatni faktori koji mogu odrediti nivo kontrole korova.

Produkcija suve mase pokrovnih useva nije nužno preduslov sposobnosti kontrole korova. Nisu utvrđene korelacije između biomase pokrovnih useva i suve materije korova. Sa ovim se slažu Kunz et al., (2016) i Baraibar et al., (2018), koji takođe nisu našli povezanost između suve materije pokrovnih useva i gustine korova. Finney et al., (2016) navode da pokrovni usevi sa većom produkcijom biomase uglavnom imaju veću efikasnost kontrole korova. Međutim, čini se da je to tačno samo u određenoj meri. Gfeller et al. (2018) konstatuju da je prag od 3 t ha⁻¹ biomase pokrovnih useva neophodan za suzbijanje *Amaranthus retroflexus* L. S druge strane, Brennan and Smith (2005) i Dorn et al. (2015) sugerišu da je brzi razvoj biljaka posle setve važniji od finalne biomase pokrovnih useva. Osipitan et al. (2018) navode da se rano suzbijanje korova zahvaljujući pokrovnim usevima, može uporediti sa hemijskim i mehaničkim metodama kontrole korova u usevima. Pored toga, raniji datumi setve, veća gustina useva i odlaganje datuma košenja pokrovnih useva pogoduju dobijanju veće biomase i povećanju efikasnosti u kontroli, posebno jednogodišnjih letnjih korova (Bilalis et al., 2009; Mennan et al., 2020).

Pokrovni usevi su ključni alat u integrisanom upravljanju korovima, uključujući one otporne na herbicide. Oni pružaju konkurentsku prednost, doprinoseći dobrom stanju zemljišta i inhibiranju zaraze korovima (Smith et al., 2020). Oerke (2006) navodi da su korovi jedan od najvažnijih faktora koji doprinose smanjenju prinosa i do 34%. Procenjeni gubitak prinosa izazvan prisustvom korova je i do dva puta veći od gubitka izazvanog drugim štetočinama (insekti, patogeni), koji iznose približno 8% do 10% (Balbinot and Fleck, 2005).

Bilalis et al. (2009) su pokazali da je *V. sativa* L. uzrokovala smanjenje svetlosti dostupne korovima, što je dovelo do vidljivog smanjenja broja korova i njihove suve mase. Konkurentske sposobnosti obične grahorice bile su povezane sa njenim morfološkim karakteristikama, uključujući veliku ukupnu površinu lista, veću visinu i dužinu stabljika, broj izdanaka po biljci, biomasu i uspravan rast. Jasno smanjenje pojave korova primećeno je i kod gajenja *V. villosa* Roth. (Mennan et al., 2009). U slučaju gajenja leguminoznih pokrovnih useva koje karakteriše sporija stopa rasta (*T. hybridum* L.), njihova alelopatska svojstva bila su presudna za efikasnost suzbijanja korova u ranoj fazi (Elsalahy et al., 2019). Ross et al. (2001) navodi da je konkurentnost *Trifolium* sp. određena ne samo njegovim morfološkim osobinama, već i načinom gajenja. Zabeležen je viši nivo suzbijanja korova na lokaciji sa niskom produktivnošću nego na lokaciji sa visokom produktivnošću.

Brojni istraživači su potvrdili da su jednogodišnji korovi u većoj meri potiskivani ostacima leguminoznih pokrovnih useva, pri čemu je krajnji rezultat bio izraženiji za sitnosemene letnje korove od krupnosemenih (Bhowmik, 2003; Mischler et al., 2010).

Kako sa korovima, tako i sa glavnim usevima, leguminozni pokrovni usevu mogu biti kompetitori za resurse neophodne za rast i razvoj, (Lu et al., 2000). Iz toga sledi da se pokrovni usevi ne samo takmiče sa korovima sprečavajući njihovo nicanje i rast, već mogu imati uticaja na rast i razviće glavnih useva (Teasdale et al., 2007). Stoga, pri odabiru pokrovnih vrsta, treba obratiti pažnju na njihov brži rast i kraći vegetacioni period u poređenju sa glavnim usevima, kako bi se smanjila konkurencija, npr. za svetlost. Takođe je neophodno obezbediti zemljište vodom kako bi se smanjila konkurencija između glavnih i pokrovnih useva (Blanco-Canqui et al., 2015). Konkurencija za vodu, posebno u rano proleće, može biti vidljiva u gajenju glavnih useva u sušnim i polusušnim regionima, gde je vlaga u zemljištu faktor koji ograničava biljnu proizvodnju. Hemijski i fizički faktori koji utiču na korov takođe mogu uticati na glavne useve. Na primer, glavne useve mogu inhibirati alelohemikalije koje oslobađaju neki leguminozni pokrovni usevi. Štaviše, u odsustvu smene pokrovnih useva, može doći do akumulacije populacija alelohemikalija, pa čak i štetočina (korova, štetočina, patogena). To će negativno uticati ne samo na glavne useve, već i na same pokrovne useve (Kalinova, 2010).

Pokrovni usevi kao združeni usevi mogu potencijalno pojačati kontrolu korova u glavnom usevu, što pozitivno utiče na prinos. Združeni usevi su jako konkurentni u odnosu na korove, bez obzira na vrstu i produktivne osobine korova, biomasu glavnog useva ili dostupnost azota u

zemljištu (Bedoussac et al., 2015). Uticaj pokrovnog useva se odnosi na smanjen prostor koji korov ima na raspolaganju kao i smanjenje osnovnih resursa (svetlost, voda i hranljive materije).

Pojedini leguminozni pokrovni usevi, korišćeni kao mrtvi ili živi malč (inkorporirani u zemljište) su redukovali biomasu korova u usevu kukuruza. Inhibitorski efekat ovih leguminoza na korove je povezan sa njihovim alelopatskim osobinama. Postojanje razlika u alelopatskim osobinama pojedinih vrsta leguminoza objašnjava se razlikama u genetskoj osnovi (Kocira et al., 2020). Inhibitorski efekat sorti lucerke na korove bio je proporcionalan broju i količini inhibitora rasta (fenolnih jedinjenja), koji su pokazali jaku alelopatsku aktivnost (Kocira et al., 2020). Kada je lucerka zaorana u zemljište (kao mrtvi malč) u svrhu suzbijanja korova, fenolne kiseline detektovane u zemljištu dostigle su maksimalne koncentracije nakon 10-15 dana i bile su ekacione od 20-25 dana. Hemijska jedinjenja, koje se oslobađaju iz pojedinih biljaka koje poseduju alelopatske osobine, unešena u zemljište su toksična i uzrokuju inhibiciju određenih vrsta korova i deo su strategije biološke kontrole korova u agroekosistemima.

6.3.2. Komponente prinosa i prinos zrna kukuruza šećerca

Zrno kukuruza šećerca se koristi za ishranu ljudi i industrijsku preradu u mlečnoj fazi razvoja endosperma, kada ima kremastu strukturu, nizak sadžaj suve materije i najbogatije je prostim šećerima koji mu daju sladak ukus. Pored ovih svojstava, za industrijsku preradu, veoma je važan oblik, veličina i ujednačenost klipa kao i njegova ozrnjenost, konfiguracija redova, dubina i širina zrna, odnosno randman zrna (Pajić i sar., 2005). Od komponenti prinosa kukuruza šećerca u ovoj disertaciji razmatrani su broj redova zrna, broj zrna u redu, dužina i prečnik klipa.

6.3.2.1. Broj redova zrna kod kukuruza šećerca

Na broj redova zrna kod kukuruza šećerca statistički značajan uticaj su ispoljili godina i pokrovni usevi (Tabele 25 i 26). Mikrobiološko đubrivo je samo u interakciji sa godinom ispitivanja imao statistički značajan uticaj na ovu osobinu, što znači da je delovanje mikrobioloških đubriva u visokom stepenu zavisilo od meteoroloških prilika, posebno količine i rasporeda padavina tokom vegetacione sezone kukuruza. Najveći broj redova zrna je dobijen u 2014. godini a najmanji u 2016. Od pokrovnih useva, najveći uticaj su pokazali robusniji usevi, kao što je ozimi krmni kelj, kao i smeše (tabela 25). Broj redova zrna je veoma važna osobina kukuruza šećerca. Najviše se cene hibridi šećerca koji imaju najmanje 16 pravilno raspoređenih redova zrna, dubokog zrna, ozrnjeni do vrha klipa (Pajić et al., 2008).

Tabela 25. Broj redova zrna kod kukuruza šećerca

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	16,7	16,3	16,5	16,2	15,9	16,1	17,2	15,8	16,5	16,4
V2	16,4	16,5	16,5	16,3	16,5	16,4	17,4	16,1	16,8	16,6
V3	16,6	17,1	16,9	16,2	16,3	16,3	16,4	14,8	15,6	16,3
V4	17,9	16,9	17,4	17,0	16,7	16,9	17,0	16,7	16,9	17,1
V5	17,0	16,8	16,9	15,3	17,2	16,3	15,4	16,0	15,7	16,3
V6	17,0	17,3	17,2	16,1	16,9	16,5	16,0	17,0	16,5	16,7
V7	17,2	17,4	17,3	16,2	17,2	16,7	17,6	16,2	16,9	17,0
V8	17,1	17,3	17,2	16,3	15,9	16,1	16,7	16,7	16,7	16,7
Prosek	17,0	17,0	17,0	16,2	16,6	16,4	16,7	16,2	16,5	16,6

Legenda: V1-obična grahorica; V2-ozimi krmni grašak; V3-ozimi ovas; V4-ozimi krmni kelj; V5-ob.grahorica+ozimi ovas; V6-ozimi krmni grašak+ozimi ovas; V7-malč-(slama); V8-tradicionalna varijanta. BFØ - bez mikrobiološkog đubriva; BF - sa mikrobiološkim đubrivom

Tabela 26. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na broj redova zrna kod kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	6,82**	0,349	0,461
Mikrobiološko đubrivo	1	0,28	0,285	0,376
Pokrovni usev	7	2,26*	0,570	0,752
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	4,05*	0,493	0,651
Godina x pokrovni usev	14	0,71	0,986	1,303
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,77	0,805	1,064
Godina x mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	14	1,03	1,395	1,843

6.3.2.2. Broj zrna u redu kod kukuruza šećerca

Broj zrna u redu kod kukuruza šećerca (Tabele 27 i 28) je bio pod velikim uticajem godine ispitivanja i vrste pokrovnih useva, kao i interakcije ova dva faktora. Primenom mikrobiološkog đubriva došlo je do blagog povećanja vrednosti, samo u 2015. godini, što je izuzetno povoljno sa aspekta periodične nestabilnosti meteoroloških uslova. U nedostatku padavina, a posebno u uslovima visokih temperatura vazduha, izraženije je dejstvo primenjenih mikrobioloških đubriva (Dragičević et al., 2015). Kao i kod broja redova, tako i kod broja zrna u redu, ističe se prva godina ispitivanja zahvaljujući većoj količini padavina, a posebno nižim prosečnim temperaturama vazduha u vegetacionom periodu kukuruza šećerca.

Tabela 27. Broj zrna u redu kod kukuruza šećerca

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	41,5	39,3	40,4	32,0	30,0	31,0	33,2	35,2	34,2	35,2
V2	39,5	39,1	39,3	33,5	32,2	32,9	33,3	35,0	34,2	35,5
V3	38,1	37,6	37,9	31,6	34,7	33,2	29,7	29,3	29,5	33,5
V4	39,8	38,5	39,2	34,4	34,9	34,7	36,8	35,3	36,1	36,7
V5	39,8	38,6	39,2	30,5	29,7	30,1	34,1	30,8	32,5	33,9
V6	39,1	37,6	38,4	30,9	30,4	30,7	30,1	26,9	28,5	32,5
V7	38,6	37,9	38,3	33,7	36,2	35,0	35,6	33,3	34,5	35,9
V8	39,8	38,8	39,3	29,8	30,9	30,4	35,6	33,0	34,3	34,7
Prosek	39,5	38,4	39,0	32,1	32,4	32,3	33,6	32,4	33,0	34,8

Od pokrovnih useva, najbolji rezultat, u proseku za tri godine, je ispoljio ozimi krmni kelj, zatim pojedinačni pokrovni usevi (ozimi krmni grašak i obična grahorica) a najmanji smeše (Tabela 27).

Tabela 28. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na broj zrna u redu kod kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	76,84**	1,160	1,531
Mikrobiološko đubrivo	1	1,64	0,947	1,250
Pokrovni usev	7	4,30**	1,894	2,501
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	0,69	1,640	2,166
Godina x pokrovni usev	14	2,19*	3,279	4,332
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	0,44	2,678	3,537
Godina x mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	14	0,83	4,638	6,126

6.3.2.3. Dužina klipa kukuruza šećerca

Za razliku od broja redova i broja zrna u redu, dužina klipa se značajno razlikovala u varijantama sa pokrovnim usevima i kontrolnim varijantama. Naime, na dužinu klipa kukuruza šećerca statistički

značajan uticaj su ispoljili godina i pokrovni usevi, kao i njihova interakcija (Tabele 29 i 30). Najveće vrednosti su izmerene u prvoj, a najmanje u drugoj godini ispitivanja. U proseku, najmanja dužina klipa je izmerena u varijanti gde je ozimi ovas gajen kao pokrovni usev. Sve ostale varijante, posebno varijanta sa ozimim krmnim keljom, su imale statistički značajno veće vrednosti u odnosu na kontrolne varijante (V7 i V8). Izmerene dužine klipa su imale vrednosti koje su približne vrednostima koje je za hibride u svojoj disertaciji na istom lokalitetu izmerila Srdić (2009) a iznosile su od 13,5 do 19,5 cm. Značajno manje dužinu klipa, 16-17 cm, u zavisnosti od sistema obrade zemljišta je izmerio Orosz (2017). Za većinu tržišta svežeg šećerca najpoželjniji hibridi su oni koji imaju najmanje 16 pravo raspoređenih redova zrna i sa dužinom klipa 20-23 cm (Pajić i sar., 2008). Ekstremno rani hibrid može da ima mali broj redova zrna, niži prinos i lošiji jestivi kvalitet u odnosu na hibride glavne sezone (Tracy, 2001).

Tabela 29. Dužina klipa (cm) kukuruza šećerca

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	20,5	19,9	20,2	14,8	14,9	14,9	17,3	19,9	18,6	17,9
V2	19,7	20,0	19,9	14,8	14,6	14,7	18,3	18,8	18,6	17,7
V3	19,7	19,7	19,7	15,0	15,3	15,2	16,3	16,0	16,2	17,0
V4	20,3	19,9	20,1	16,7	16,1	16,4	19,5	19,7	19,6	18,7
V5	20,1	19,8	20,0	15,2	14,4	14,8	18,4	18,8	18,6	17,8
V6	19,5	19,5	19,5	15,4	15,3	15,4	18,1	19,7	18,9	17,9
V7	19,6	19,2	19,4	14,5	14,7	14,6	18,4	18,8	18,6	17,5
V8	19,9	19,2	19,6	14,6	14,1	14,4	18,6	18,5	18,6	17,5
Prosek	19,9	19,7	19,8	15,1	14,9	15,0	18,1	18,8	18,4	17,8

Tabela 30. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na dužinu klipa kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	240,74**	0,447	0,591
Mikrobiološko đubivo	1	0,41	0,365	0,4821
Pokrovni usev	7	6,33**	0,731	0,9651
Godina x mikrobiološko đubivo	2	1,32	0,633	0,836
Godina x pokrovni usev	14	3,18**	1,266	1,671
Mikrobiološko đubivo x pokrovni usev	7	0,59	1,033	1,365
Godina x mikrobio.đub.x pokrovni usev	14	1,16	1,790	2,364

Shamsabadi et al. (2011) ističe da se dužina klipa kukuruza šećerca smanjuje sa povećanjem gustine useva, kao i u uslovima zaštitne obrade zemljišta na manju dubinu. Dakle, fizičke i fizičko-hemijske osobine zemljišta koje su rezultat primenjenih agrotehničkih mera i mera nege (đubrenje, pokrovni usevi) utiču na dinamiku rasta i razvića glavnog useva. Takođe, izbor sorti ili hibrida ima uticaja na dužinu klipa, tako što se sa povećanjem dužine vegetacionog perioda smanjuje dužina klipa kukuruza šećerca (Orosz, 2020).

6.3.2.4. Prečnik klipa kukuruza šećerca

Analizom prečnika klipa kukuruza šećerca ustanovljeno je statistički značajno ili veoma značajno variranje dobijenih vrednosti u zavisnosti od svih ispitivanih faktora i njihovih interakcija, izuzev interakcije mikrobiološko đubivo x pokrovni usev (Tabele 31. i 32). Prosečan prečnik klipa iznosio je 4,1 cm, a bio je najveći u 2016. godini (4,6 cm) i najmanji u 2015. (3,4 cm). Najmanje vrednosti su dobijene na kontrolnim varijantama (3,9 i 3,8 cm), a najveće u varijantama pojedinačnih pokrovnih useva. Efekat mikrobiološkog đubriva je bio prisutan u prvoj, a u manjem stepenu u drugoj godini ispitivanja. Smeše pokrovnih useva pokazuju bolji efekat u povoljnijim

meteorološkim uslovima, kakva je bila 2014., kada je veća količina zaorane biomase pružila bolje uslove za aktivnost mikroorganizama koji je razlažu.

Za razliku od hibrida kod kojih se u ishrani koristi ceo klip (*baby corn*), kod kojih je prečnik klipa vrlo važan, kod hibrida kod kojih se koristi zrno u ishrani, daleko važniji parametri su masa 1000 zrna i prinos. Shamsabadi et al. (2011) ističe da se sa povećanjem dužine, prečnik klipa smanjuje, što je potvrđeno i ovim istraživanjima. Naime, na varijantama gde je izmerena veća dužina, prečnik klipa je bio manji. Orozs (2017) je na kontrolnoj varijanti gajenja kukuruza šećerca (bez pokrovnog useva i malča) izmerio veći prečnik klipa u odnosu na varijantu sa malčem i direktnom setvom, ali ne i u odnosu na varijantu sa direktnom setvom kukuruza šećerca bez pokrivke. Hibridi šećerca kraćeg vegetacionog perioda su imali veće vrednosti prečnika klipa u odnosu na hibride duže vegetacije (Orozs, 2020).

Tabela 31. Prečnik klipa (cm) kukuruza šećerca

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	4,1	4,4	4,3	3,1	3,9	3,5	5,0	4,1	4,6	4,1
V2	4,1	4,4	4,3	3,3	3,4	3,4	4,8	4,6	4,7	4,1
V3	4,1	4,4	4,3	3,4	3,4	3,4	4,9	3,7	4,3	4,0
V4	4,3	4,3	4,3	3,7	4,0	3,9	6,6	4,7	5,7	4,6
V5	4,0	4,4	4,2	3,8	3,2	3,5	5,4	4,2	4,8	4,2
V6	4,2	4,4	4,3	3,6	3,1	3,4	4,7	4,5	4,6	4,1
V7	4,1	4,3	4,2	3,2	3,4	3,3	4,1	4,3	4,2	3,9
V8	4,0	4,4	4,2	3,1	3,1	3,1	4,3	4,1	4,2	3,8
Prosek	4,1	4,4	4,2	3,4	3,4	3,4	5,0	4,3	4,6	4,1

Tabela 32. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na prečnik klipa kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	259,56**	0,128	0,169
Mikrobiološko đubrivo	1	15,83**	0,105	0,138
Pokrovni usev	7	10,96**	0,209	0,277
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	46,79**	0,181	0,239
Godina x pokrovni usev	14	5,30**	0,363	0,479
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	2,03	0,296	0,391
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	3,07**	0,513	0,677

6.3.2.5. Prinos zrna kukuruza šećerca

Zavisnost prinosa zrna kukuruza šećerca od ispitivanih faktora prikazana je u tabelama 33 i 34.

Tabela 33. Prinos zrna kukuruza šećerca (kg ha⁻¹)

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	7940,37	8655,38	8297,88	4410,17	3730,61	4070,39	3722,71	4221,74	3972,23	5446,83
V2	8434,63	9049,52	8742,08	5076,85	6148,06	5612,46	3064,86	4527,91	3796,39	6050,31
V3	7330,31	8701,45	8015,88	4648,85	6529,26	5589,06	4345,00	2047,05	3196,03	5600,32
V4	8172,42	8359,48	8265,95	6602,47	5920,93	6261,70	5308,75	4573,53	4941,14	6489,60
V5	8377,90	9051,15	8714,53	4290,71	4786,33	4538,52	2921,50	3073,33	2977,42	5410,16
V6	8309,52	8475,97	8392,75	5792,68	5074,11	5433,40	3311,87	2153,89	2732,88	5519,68
V7	8476,52	8939,19	8707,86	4180,51	6554,72	5367,62	4023,13	4869,60	4446,37	6173,95
V8	8719,30	8934,48	8826,89	5605,98	4232,43	4919,21	4143,22	3470,79	3807,01	5851,04
Prosek	8220,12	8770,83	8495,48	5076,03	5372,06	5224,04	3855,13	3617,23	3736,18	5818,57

Značajno variranje prinosa u odnosu na ispitivane faktore i njihove interakcije je pokazatelj značajnog uticaja, kako uslova gajenja, tako i primenjenih agrotehničkih mera pre i u toku vegetacionog perioda kukuruza šećerca. Pored uticaja pokrovnih useva na stanje i osobine zemljišta, aktivnost mikroorganizama u zemljištu, kao i na zakorovljenost, značajan uticaj ove navedene mere su ispoljile i na prinos zrna kukuruza šećerca. U tom pogledu, istakli su se ozimi krmni grašak i krmni kelj, kao i smeše leguminoza sa ozimim ovsem i to u prvoj godini ispitivanja. Značajno manji prinos zrna šećerca utvrđen je u 2016. godini u varijantama u kojima su gajene smeše (Tabela 33) a bio je niži čak i u odnosu na kontrolne varijante.

Nadzemna biomasa pokrovnih useva je imala veće vrednosti u varijantama sa smešama, što je najverovatnije rezultat povoljnijeg uticaja smeša na osobine zemljišta i zakorovljenost. Upravo u ovim varijantama su ostvarene niže vrednosti prinosa zrna. Obrnuto, malčiranje slamom imalo je slabiji efekat na parametre zemljišta, ali je ispoljilo značajno veći efekat na prinos zrna kukuruza šećerca, posebno u prvoj godini ispitivanja. Dakle, u meteorološki povoljnijim godinama efekat pokrovnih useva je daleko manji nego u godinama koje su praćene nedostatkom padavina uz povećane vrednosti prosečne temperature vazduha tokom vegetacionog perioda glavnog useva. Kod kukuruza šećerca su glavni faktori smanjenja prinosa zrna manja konkurentnost u odnosu na korove i veća osetljivost na sušu tokom letnjih meseci, (Williams et al., 2008).

Tabela 34. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na prinos zrna kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	598,65**	277,438	366,404
Mikrobiološko đubrivo	1	4,19*	226,527	299,168
Pokrovni usev	7	5,83**	453,055	598,335
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	3,12*	392,357	518,174
Godina x pokrovni usev	14	3,90**	784,714	1036,347
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	4,80**	640,716	846,174
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	2,85**	1109,753	1465,616

Prinos zrna kukuruza šećerca u dve godine ispitivanja i na dva lokaliteta posle pokrovnog useva grahorice, povećan je za 35,9% do 50,4% u odnosu na konvencionalnu tehnologiju gajenja (Antosh et al., 2020), dok se u ispitivanjima Moore et al. (2020) kretao od 13,2 do 16,4 t ha⁻¹. Malčiranje slamom, a posebno folijom je povećalo prinos zrna kukuruza šećerca kao i vrednosti komponenata prinosa u odnosu na varijantu bez pokrivanja zemljišta (Kara and Atar, 2013). Malčiranje slamom se uglavnom preporučuje pri kasnijoj setvi šećerca (kraj aprila ili početak maja) a za ranije hibride gde je setva početkom aprila preporučljiva je folija. Od ozimih pokrovnih useva i njihovih smeša, kao i u odnosu na konvencionalni način gajenja kukuruza šećerca (Dolijanović et al., 2014), prednost je imala ozima maljava grahorica u pogledu postignutog prinosa zrna šećerca. Etemadi et al. (2018) navode da je pasulj kao pokrovni usev ostavio značajnu količinu N kukuruza šećercu kao narednom usevu, što je uticalo na povećanje prinosa zrna, posebno ako je gajen u sistemu direktne setve (*no-till system*).

Prinos klipa je veoma kompleksna osobina za praćenje i proučavanje jer je kvantitativna, odnosno determiniše je veliki broj gena, a takođe na nju utiče veći broj faktora spoljašnje sredine, tokom celog vegetacionog perioda. Slična situacija je i sa prinosom zrna. S druge strane, ekspresija pojedinih komponenti prinosa je uglavnom vezana za određene faze ontogeneze i zavisi od uslova koji u tom periodu dominiraju (Husić et al., 1995).

6.3.3. Komponente prinosa i prinos zrna kukuruza kokičara

Zahvaljujući hranljivoj vrednosti, kukuruz kokičar se najviše koristi kao „*zdrava grickalica*“ širom sveta. Bez obzira na osobine nekih hibrida, kukuruz kokičar mora imati visok prinos zrna, koji je u

pozitivnoj korelaciji sa brojem redova po klipu, brojem zrna u redu, dužinom i prečnikom klipa, a u negativnoj korelaciji sa zapreminom kokičavosti (Broccoli and Burak, 2004; Miranda et al., 2008).

6.3.3.1. Broj redova zrna kod kukuruza kokičara

Broj redova zrna kod kukuruza kokičara prikazan je u tabeli 35, a statistička značajnost ispitivanih faktora za ovu osobinu u tabeli 36. Statistički vrlo značajna razlika u broju redova postojala je u zavisnosti od godine ispitivanja, dok ostali faktori (mikrobiološko đubrivo i pokrovni usevi), kao i interakcije nisu statistički značajno uticali na variranje broja redova zrna.

Tabela 35. Broj redova zrna kod kukuruza kokičara

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	15,4	16,1	15,8	15,0	12,8	13,9	16,0	16,4	16,2	15,3
V2	15,9	15,6	15,8	15,1	14,4	14,8	16,3	16,6	16,5	15,7
V3	15,7	15,9	15,8	15,2	14,6	14,9	15,2	16,4	15,8	15,5
V4	16,3	16,1	16,2	14,7	14,7	14,7	16,2	16,6	16,4	15,8
V5	17,0	13,8	15,4	13,2	13,3	13,3	16,2	15,6	15,4	14,7
V6	17,1	16,2	16,7	14,2	15,3	14,8	14,5	15,7	15,1	15,5
V7	13,3	16,3	14,8	14,6	15,0	14,8	15,8	16,4	16,1	15,2
V8	17,0	15,8	16,4	13,8	13,6	13,7	15,9	16,2	16,1	15,4
Prosek	15,9	15,8	15,9	14,5	14,2	14,4	15,8	16,2	16,0	15,4

Tabela 36. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na broj redova zrna kod kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	24,26**	0,520	0,687
Mikrobiološko đubrivo	1	0,01	0,424	0,561
Pokrovni usev	7	0,83	0,849	1,121
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	1,25	0,735	0,971
Godina x pokrovni usev	14	1,22	1,470	1,942
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,57	1,201	1,586
Godina x mikrbio.đub. x pokrovni usev	14	1,18	2,080	2,746

Najveći broj redova dobijen je u trećoj godini ispitivanja (16,0) a najmanji u drugoj (14,4). Pokrovni usevi su, uticali na povećanje broja redova zrna kokičara u odnosu na kontrolne varijante, u proseku 15,2 na varijantama sa malčem i 15,4 na golom zemljištu, a naročito su se u tom pogledu istakli ozimi krmni grašak (15,7) i ozimi krmni kelj (15,8). Najmanji prosečan broj redova zrna uočen je u varijanti mešavine obične grahorice i ova (14,7) a razlog su izuzetno male vrednosti ovog parametra u drugoj godini ispitivanja (Tabela 35). Singh et al. (2016) su imali nešto manje vrednosti broja redova kod kukuruza kokičara, s tim što se ova osobina statistički značajno razlikovala u zavisnosti od genotipa i lokaliteta gajenja.

6.3.3.2. Broj zrna u redu kod kukuruza kokičara

Broj zrna u redu kod kukuruza kokičara se značajno menjao pod uticajem godine ispitivanja, pokrovnog useva, njihove interakcije, kao i interakcije mikrobiološkog đubriva i pokrovnih useva (Tabele 37 i 38). Najveći prosečan broj zrna u redu je ostvaren u prvoj (40,7), a najmanji u drugoj godini ispitivanja (28,5). Navedeni rezultati bi se mogli pripisati nižim temperaturama vazduha i optimalnoj količini padavina u prvoj godini ispitivanja, što se pozitivno odrazilo na oplodnju i formiranje zrna kod kukuruza kokičara. Primena mikrobiološkog đubriva imala je pozitivan, ali ne i statistički značajan uticaj na broj zrna u redu kukuruza kokičara. Kada se razmatra uticaj pokrovnih useva, najveće razlike u broju zrna u redu su uočene između varijanti u prvoj godini ispitivanja,

kada su ozimi krmni grašak i ozima obična grahorica (bez primene mikrobiološkog đubriva) pokazali pozitivan uticaj na broj zrna u redu, u odnosu na kontrolne varijante. Ozimi krmni grašak je ovakav trend zadržao i tokom druge dve godine ispitivanja (Tabela 37).

Tabela 37. Broj zrna u redu kod kukuruza kokičara

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	41,5	41,7	41,6	30,6	24,4	27,5	32,4	34,0	31,2	33,4
V2	42,1	39,2	40,7	30,9	28,9	29,9	40,1	36,8	38,5	36,4
V3	38,9	40,5	39,7	29,6	29,2	29,4	32,4	33,6	33,0	34,0
V4	37,5	42,7	40,1	26,3	27,8	27,1	27,3	37,1	32,2	33,1
V5	41,7	41,4	41,6	29,1	29,7	29,4	27,6	27,7	27,7	32,9
V6	39,6	41,6	40,6	27,9	29,2	28,6	26,6	32,3	29,5	32,9
V7	38,9	40,3	39,6	29,5	28,2	28,9	32,7	34,3	33,5	34,0
V8	40,8	42,8	41,8	26,8	28,2	27,5	36,0	37,3	36,7	35,3
Prosek	40,1	41,3	40,7	28,8	28,2	28,5	31,9	34,1	33,0	34,1

Smeše leguminoza i ozimog ovsu su dale najlošiji rezultat, posebno u trećoj godini ispitivanja. Primena mikrobiološkog đubriva, kako u kombinaciji sa pokrovnim usevima, tako i u kontrolnim varijantama, je uticala na povećanje broja zrna u redu, posebno u prvoj i trećoj godini ispitivanja.

Tabela 38. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na broj zrna u redu kod kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	194,74**	1,232	1,627
Mikrobiološko đubrivo	1	3,27	1,006	1,328
Pokrovni usev	7	2,90**	2,011	2,656
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	2,73	1,742	2,300
Godina x pokrovni usev	14	3,05**	3,484	4,601
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	3,15**	2,844	3,756
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	0,64	4,926	6,506

U odnosu na vrednosti prikazane u disertaciji, nešto manje vrednosti broja zrna u redu - 26,6 i 22,2 su ustanovili Singh et al. (2016), na dva ispitivana lokaliteta. Takođe, primena NPK đubriva je uslovlila statistički značajnu razliku u pogledu broja zrna u redu, u zavisnosti od genotipa i lokaliteta gajenja, dok na lokalitetu na kome nisu primenjena đubriva nije bilo statistički značajne razlike. Effa et al. (2012; 2015) takođe navode da na broj zrna u redu kukuruza kokičara prvenstveno utiče đubrenje azotom. Primenom do 80 kg ha⁻¹ N broj zrna u redu se povećava a iznad te vrednosti dolazi do ujednačenosti i postepenog opadanja. Na broj zrna u redu kukuruza kokičara, na blago kiselom zemljištu, pozitivan uticaj imalo je dodavanje kreča u količini 500 kg ha⁻¹ (Effa et al., 2015).

6.3.3.3. Dužina klipa kukuruza kokičara

Analizom dužine klipa kukuruza kokičara ustanovljeno je postojanje statistički vrlo značajne, odnosno značajne razlike u odnosu na godinu ispitivanja i vrstu pokrovnog useva (Tabele 39 i 40). Prosečna dužina klipa iznosila je 16,7 cm, a najveća prosečna vrednost bila je u prvoj (19,9), a najmanja u drugoj (14,5 cm) godini ispitivanja. Primena mikrobiološkog đubriva uticala je na povećanje dužine klipa kokičara, osim u drugoj godini. Kukuruz kokičar gajen posle pokrovnih useva uglavnom je imao veću dužinu klipa u odnosu na tradicionalno gajenje (bez pokrivača) i malčiranje slamom. Najbolji prosečni rezultat u pogledu dužine klipa ispoljila je V2 varijanta, dok je najveća vrednost postignuta u V1 varijanti u prvoj godini (tabela 39). Olakojo et al. (2019) navode postojanje statistički veoma značajnih razlika u dužini klipa više ispitivanih hibrida kukuruza kokičara u zavisnosti od lokaliteta gajenja, genotipa i interakcije ova dva faktora. Pored

navedenih faktora koji utiču na dužinu klipa, Effa et al. (2015) ističu značaj primenjenih mera, pre svega đubrenja i to adekvatnom dozom N koja po njima iznosi 80 kg ha⁻¹, pri čemu su postigli dužinu klipa 15,50 cm, što je za agroekološke uslove u kojima su izvedena istraživanja odličan rezultat.

Tabela 39. Dužina klipa (cm) kukuruza kokičara

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	20,3	20,9	20,6	14,1	13,2	13,7	15,9	16,4	16,2	16,8
V2	19,9	19,8	19,9	14,9	15,5	15,2	18,0	16,6	17,3	17,5
V3	18,6	19,5	19,1	15,2	14,6	14,9	14,9	14,8	14,9	16,3
V4	19,4	20,5	20,0	14,1	14,0	14,1	13,5	16,8	15,2	16,4
V5	19,7	20,5	20,1	15,1	14,7	14,9	16,7	14,8	15,8	16,9
V6	19,0	20,2	19,6	14,2	14,6	14,4	13,6	15,9	14,8	16,3
V7	19,3	20,0	19,7	14,8	14,3	14,6	14,9	15,3	15,1	16,5
V8	19,7	20,7	20,2	13,9	14,9	14,4	16,1	16,0	16,1	16,9
Prosek	19,5	20,3	19,9	14,5	14,5	14,5	15,5	15,8	15,7	16,7

Tabela 40. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na dužinu klipa kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	274,84**	0,475	0,628
Mikrobiološko đubrivo	1	3,28	0,388	0,513
Pokrovni usev	7	2,19*	0,776	1,025
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	1,50	0,672	0,888
Godina x pokrovni usev	14	1,51	1,345	1,776
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,66	1,098	1,450
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	1,15	1,902	2,512

6.3.3.4. Prečnik klipa kukuruza kokičara

Prečnik klipa kukuruza kokičara se statistički značajno menjao pod uticajem godine ispitivanja (Tabele 41 i 42). Dakle, kao i kod kukuruza šećerca, generativna faza rasta i razvoja uglavnom je zavisila od meteoroloških uslova, posebno temperature vazduha tokom kritičnog perioda (jun, jul i avgust), što se odrazilo na formiranje klipa. Naime, u nepovoljnijim godinama (posebno 2016.) zabeležene su najmanje vrednosti prečnika klipa, a primena mikrobiološkog đubriva i gajenje pokrovnih useva su ispoljili pozitivan efekat na povećanje vrednosti prečnika klipa u odnosu na kontrolnu varijantu, ali razlika nije bila značajna. Olakojo et al. (2019) ističu da lokalitet gajenja, genotip i interakcija ova dva faktora u visokom stepenu utiču na razlike u prečniku klipa više ispitivanih hibrida kukuruza kokičara. Karakteristike klipa, kao što su dužina i prečnik su se statistički značajno menjale pod uticajem lokacije i primenjenih đubriva u količini 50 kg ha⁻¹ N, 35 kg ha⁻¹ P₂O₅, i 25 kg ha⁻¹ K₂O. Prečnik klipa se kretao od 2,8 do 3,1 cm, dok je izmerena dužina klipa komercijalnih hibrida kukuruza kokičara bila u intervalu od 11,50 do 13,15 cm.

Tabela 41. Prečnik klipa (cm) kukuruza kokičara

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	4,3	4,2	4,3	3,2	2,6	2,9	2,9	3,0	3,0	3,4
V2	4,1	4,2	4,2	2,8	3,1	3,0	2,9	4,0	3,5	3,6
V3	3,6	4,2	3,9	3,1	3,2	3,2	5,7	3,7	4,7	3,9
V4	3,9	4,2	4,1	3,0	3,2	3,1	2,8	3,5	3,2	3,5
V5	4,1	4,4	4,3	2,9	2,8	2,9	2,8	3,1	3,0	3,4
V6	3,9	4,3	4,1	3,2	3,0	3,1	2,7	3,6	3,2	3,5
V7	3,8	4,2	4,0	3,0	2,9	3,0	2,7	3,9	3,3	3,4
V8	4,3	4,2	4,3	2,9	3,1	3,0	2,8	3,2	3,0	3,4
Prosek	4,0	4,2	4,1	3,0	2,9	3,0	3,2	3,5	3,4	3,5

Tabela 42. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na prečnik klipa kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	26,14**	0,319	0,421
Mikrobiološko đubrivo	1	1,80	0,2609	0,344
Pokrovni usev	7	1,07	0,521	0,687
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	0,70	0,451	0,595
Godina x pokrovni usev	14	1,31	0,902	1,191
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	0,82	0,736	0,972
Godina x mikrobiol.đub x pokrovni usev	14	1,03	1,275	1,684

6.3.3.5. Procenat vlage u zrnu kukuruza kokičara

Kod kukuruza kokičara zapremina kokičavosti u najvećoj meri zavisi od sadržaja vlage u zrnu u momentu kokanja. Kasnija berba, kada su niže temperature vazduha, praćena je sporijim otpuštanjem vlage iz zrna. Maksimalna kokičavost se postiže pri sadržaju vlage u zrnu od oko 14 %, odnosno 13-14,2 % (Pajić i sar., 2006). Pri sadržaju vlage nižem od toga - ne stvara se dovoljan pritisak za pucanje perikarpa i raspršivanje skrobnih zrna endosperma. Procenat vlage u zrnu kukuruza kokičara prikazan je u tabeli 43, a značajnost razlika ispitivanih faktora za ovu osobinu u tabeli 44.

Tabela 43. Procenat vlage u zrnu kukuruza kokičara

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	14,3	13,3	13,8	14,8	14,6	14,7	14,8	14,1	14,5	14,3
V2	14,2	13,5	13,9	14,7	14,7	14,7	15,0	14,4	14,7	14,4
V3	13,7	14,0	13,9	14,9	14,7	14,8	15,0	15,1	15,1	14,6
V4	14,3	13,9	14,1	14,7	14,6	14,7	14,5	14,2	14,4	14,4
V5	14,2	14,1	14,2	14,7	14,8	14,8	14,8	14,4	14,6	14,5
V6	13,1	13,6	13,4	14,9	14,9	14,9	15,0	15,1	15,1	14,5
V7	14,0	13,8	13,9	15,0	15,0	15,0	15,0	14,1	14,6	14,5
V8	13,5	14,1	13,8	14,9	14,8	14,9	14,0	14,8	14,4	14,4
Prosek	13,9	13,8	13,9	14,8	14,8	14,8	14,8	14,5	14,7	14,5

Tabela 44. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na procenat vlage u zrnu kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	808,35**	0,051	0,068
Mikrobiološko đubrivo	1	55,39**	0,042	0,055
Pokrovni usev	7	8,97**	0,083	0,110
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	9,56**	0,072	0,096
Godina x pokrovni usev	14	25,50**	0,145	0,191
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	39,19**	0,118	0,156
Godina x mikrobiol.đub. x pokrovni usev	14	12,46**	0,205	0,270

Svi ispitivani faktori u ovom istraživanju pokazali su statistički značajan ili vrlo značajan uticaj na sadržaj vlage u zrnu kukuruza kokičara. Vrednosti vlažnosti zrna su se kretale u intervalu od 13,1 do 15,1 %, dok je nešto veća vlažnost zrna kukuruza kokičara izmerena u postrnom usevu kukuruza kokičara u uslovima navodnjavanja a kretala se u intervalu od 19,7 to 22,1% (Öz and Kapar, 2011).

Vlažnost zrna bila je statistički značajno manja u prvoj u odnosu na druge dve godine ispitivanja. Uticaj godine, odnosno meteoroloških faktora na vlažnost zrna potvrđen je i od strane drugih autora (Babić, 1995; Erić i sar., 2003; Srdić i Pajić, 2011). U svim godinama ispitivanja primena mikrobiološkog đubriva uticala je na smanjenje procenta vlage u zrnu kukuruza kokičara,

što govori o pozitivnom uticaju đubriva na sazrevanje zrna kokičara. U proseku, pokrovni usevi nisu pokazali značajan uticaj na ovu osobinu kokičara. Međutim, interakcija pokrovnih useva sa ostalim faktorima je ispoljila veoma značajnu razliku u pogledu vlažnosti zrna, što ukazuje da se ova osobina uglavnom menja pod “*sinergističkim*” dejstvom više faktora, posebno meteoroloških uslova.

6.3.3.6. Prinos zrna kukuruza kokičara

Prinos zrna kukuruza kokičara, prikazan je u tabeli 45 a značajnost u delovanju pojedinih faktora u tabeli 46. Podaci iz tabele 46 ukazuju da su svi ispitivani faktori, kako pojedinačno, tako i u interakciji ostvarili statistički vrlo značajan uticaj na prinos zrna kukuruza kokičara. Prosečan prinos od 4,11 t ha⁻¹ je optimalan za ispitivani hibrid ZP 611k na ovom i sličnim lokalitetima (Srđić et al., 2019). Najveći prinos zrna je ostvaren u prvoj, a najmanji u trećoj godini ispitivanja, prvenstveno zbog već navedenih razlika u meteorološkim uslovima koji su vladali u pojedinim godinama. Upravo na prinos zrna kokičara su najznačajniji uticaj ispoljili pokrovni usevi i mikrobiološko đubrivo, kao i njihova interakcija, posebno u odnosu na kontrolne varijante (V7 i V8), što svakako opravdava primenu ovih mera u održivom sistemu gajenja kukuruza kokičara (Tabele 45. i 46).

Tabela 45. Prinos zrna kukuruza kokičara (t ha⁻¹)

Godina/ Tretmani	2014			2015			2016			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	5,09	5,13	5,11	3,23	4,15	3,69	4,07	4,36	4,22	4,34
V2	5,08	3,93	4,50	4,71	4,55	4,63	4,25	4,57	4,41	4,51
V3	3,96	4,94	4,45	3,82	3,53	3,67	3,27	4,37	3,82	3,98
V4	5,18	5,33	5,26	3,40	4,89	4,14	3,61	4,29	3,95	4,45
V5	5,39	5,42	5,41	2,95	4,33	3,64	4,10	4,34	4,22	4,42
V6	4,20	5,03	4,61	3,60	5,34	4,47	4,34	4,31	4,33	4,47
V7	4,10	4,10	4,10	3,51	4,49	4,00	4,51	4,44	4,47	4,27
V8	4,77	4,85	4,78	3,45	3,92	3,68	3,38	4,15	3,77	4,09
Prosek	4,05	4,84	4,44	3,58	4,40	3,99	3,94	3,84	3,89	4,11

U svim godinama ispitivanja, ozimi ovas je ispoljio najmanji uticaj na prinos zrna kukuruza kokičara, što bi mogla biti posledica najveće vrednosti sveže i suve mase korova u ovoj varijanti (V3) (Tabele 21. i 23). S druge strane, najveću stabilnost po godinama u pogledu prosečnog prinosa zrna, kokičar je ostvario na varijantama sa običnom grahoricom i ozimim krmnim graškom (V1 i V2).

Tabela 46. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na prinos zrna kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	38,81**	0,191	0,252
Mikrobiološko đubrivo	1	31,39**	0,156	0,205
Pokrovni usev	7	3,28**	0,312	0,411
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	7,13**	0,269	0,356
Godina x pokrovni usev	14	4,02**	0,539	0,712
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	2,48*	0,440	0,581
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	2,45**	0,762	1,007

Prosečni prinosi kukuruza kokičara u svetu su oko 3 t ha⁻¹, a noviji hibridi, uključujući domaće ZP hibride, mogu dati prinos 5-7 t ha⁻¹. Ozturk, et al. (2020) su ustanovili značajno variranje prinosa zrna kukuruza kokičara, kako u zavisnosti od ispitivanih genotipova (1,91 - 7,39 t ha⁻¹) tako i u zavisnosti od lokaliteta gajenja (4,18 – 6,0 t ha⁻¹). Srđić i Pajić (2007) navode da su

ostvarili dosta visoke prosečne prinose kokičara na dve lokacije - u Bečeju 6,36 t ha⁻¹ i u Pančevu 4,94 t ha⁻¹. Abdalla et al. (2019) navode da su leguminozni pokrovni usevi uticali na povećanje prinosa zrna kokičara za 13%, u poređenju sa neleguminoznim usevima. Na osnovu analize koja se sastojala od 106 studija na 372 lokacije, uključujući različite zemlje i klimatske zone, navedeni autori ističu prednosti pojedinačnih leguminoznih pokrovnih useva, kao i njihovih mešavina koji zahvaljujući širokoj adaptibilnosti mogu da predstavljaju dobru poljorivrednu praksu u održivom sistemu upravljanja zemljištem i usevima. Međutim, autori veruju da se efikasnost pokrovnih useva na otvorenom polju može povećati ako se uskladi tehnologija gajenja sa mikroklimatskim karakteristikama: sadržajem vlage, tipom zemljišta i sistemom gajenja. Turska je jedan od najvećih proizvođača kokičara sa prinosom zrna od 3,53 do 5,4 t ha⁻¹ (Öz and Kapar, 2011), što ističe značaj istraživanja koja se vrše na kukuruзу kokičaru u ovoj zemlji.

Dolijanović et al. (2016b) navode da je najveći efekat na prinos zrna kokičara ostvario ozimi krmni kelj (5,25 t ha⁻¹), kao i mešavina ozimog stočnog graška i ovsa (5,40 t ha⁻¹). Najniži prinosi zrna su ostvareni na varijantama bez pokrovnih useva. Kao razlog povećanja prinosa zrna na varijantama sa pojedinačnim pokrovnim usevima i smešama, autori navode smanjenu zakorovljenost, posebno višegodišnjim vrstama korova.

6.3.3.7. Zapremina kokičavosti zrna kukuruza kokičara

Zapremina kokičavosti, kao specifična osobina ove podvrste kukuruza, ispoljila je značajno variranje u zavisnosti od varijante pokrovnog useva i interakcije pokrovnog useva i mikorbiološkog đubriva (Tabele 47. i 48).

Tabela 47. Zapremina kokičavosti u zavisnosti od ispitivanih faktora (cm³ g⁻¹)

Godina/ Tretmani	2014			2015			Prosek
	BFØ	BF	Prosek	BFØ	BF	Prosek	
V1	21,5	24,0	22,8	21,5	24,0	22,8	22,8
V2	23,0	24,0	23,5	23,0	24,0	23,5	23,5
V3	25,0	24,0	24,5	25,0	24,0	24,5	24,5
V4	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
V5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
V6	25,0	26,0	25,5	25,0	26,0	25,5	25,5
V7	25,0	23,5	24,3	25,0	23,5	24,3	24,3
V8	27,0	24,5	26,8	27,0	24,5	26,8	26,8
Prosek	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5	24,5

Najvažniji rezultat u ovom ispitivanju jeste da je ova osobina u negativnoj korelaciji sa prinosom zrna, što je potvrđeno u dosadašnjim radovima, kako domaćih, tako i inostranih autora (Erić i sar., 2003; Srdić i Pajić, 2011; Cabral et al., 2016; Ozturk, et al., 2020).

Kukuruz kokičar se razlikuje od kukuruza standardnog tipa zrna po tome što se prilikom zagrevanja njegovo zrno rasprskava u finu kokicu ili pahuljicu. Zbog toga je za ovaj tip kukuruza pored prinosa, kao glavne osobine, bitan i kvalitet iskakanog zrna, naročito njegova zapremina. Prinos hibrida kokičara koji je gajen u ovom ispitivanju, ZP 611k, iznosio je 6,07 t ha⁻¹ a kokičavost 38,17 cm³ g⁻¹ (Srdić i Pajić, 2011). Kod svih ispitivanih hibrida kokičara, zapremina kokičavosti je bila obrnuto srazmerna prinosu zrna. Hibridi koji su imali najniže prosečne prinose zrna po lokacijama, postigli su najbolje zapremine kokičavosti, dok se hibrid, koji je po rangju prinosa bio na poslednjem mestu, rangirao kao najbolji po zapremini kokičavosti po svim lokacijama i postigao je maksimalnu zapreminu od 41cm³ g⁻¹ (Srdić i Pajić, 2011). Ovo svojstvo predstavlja osnovni problem pri selekciji viskoprinostnih hibrida kokičara koji ujedno imaju i visoku zapreminu kokičavosti (Amaral et al., 2016; Srdić et al., 2017). Značajan uticaj kako genetičkih, tako i faktora spoljašnje sredine u pogledu ispoljavanja potencijala prinosa i zapremine kokičavosti potvrđen je i od strane drugih autora (Babić, 1995; Erić i sar., 2003; Pajić i sar., 2012; Cabral et al., 2016).

Tabela 48. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na kokičavost kod kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	1	3,33	0,286	0,379
Mikrobiološko đubrivo	1	0,19	0,286	0,379
Pokrovni usev	7	31,45**	0,573	0,759
Godina x mikrobiološko đubrivo	1	3,33	0,405	0,536
Godina x pokrovni usev	7	3,33	0,810	1,073
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	15,17**	0,810	1,073
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	7	3,33	1,146	1,517

Zapremina kokičavosti je najvažnija osobina kvaliteta zrna kukuruza kokičara i jedna od osobina koja razlikuje kukuruz kokičar od ostalih podvrsta kukuruza (Ozturk, et al., 2020). Kod ovih autora u lokalitetu Antalya utvrđena je prosečna zapremina kokičavosti 24,73 cm³ g⁻¹ a u zavisnosti od ispitivanih genotipova varirala je od 19,5 do 30,5, u lokalitetu Çankırı prosečna kokičavost je iznosila 23,39 cm³ g⁻¹ i varirala od 12,0 do 31,5, dok je u trećem lokalitetu (Samsun) prosek 19,3 cm³ g⁻¹ sa variranjem od 11,3 do 35,2 cm³ g⁻¹. Razlike u zapremini kokičavosti u zavisnosti od genotipova, lokaliteta i njihovih interakacija bile su statistički vrlo značajne. Prosečna zapremina kokičavosti u ispitivanjima Öz and Kapar (2011) je iznosila 42,0 cm³ g⁻¹. Song et al. (1991) su utvrdili povezanost između krupnoće semena i zapremine kokičavosti kod kukuruza kokičara. Naime, kod svih ispitivanih hibrida, zrna krupnoće 5,16-5,56 mm i 5,56-5,95 mm su imala najveću zapreminu kokičavosti i najmanji broj neiskokanih zrna, dok je kod semena krupnoće 4,36-4,76 mm bio prisutan obrnut trend.

6.4. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj hlorofila i termodinamičke parametre biljaka glavnih useva

6.4.1. Sadržaj hlorofila u listovima kukuruza šećerca i kokičara

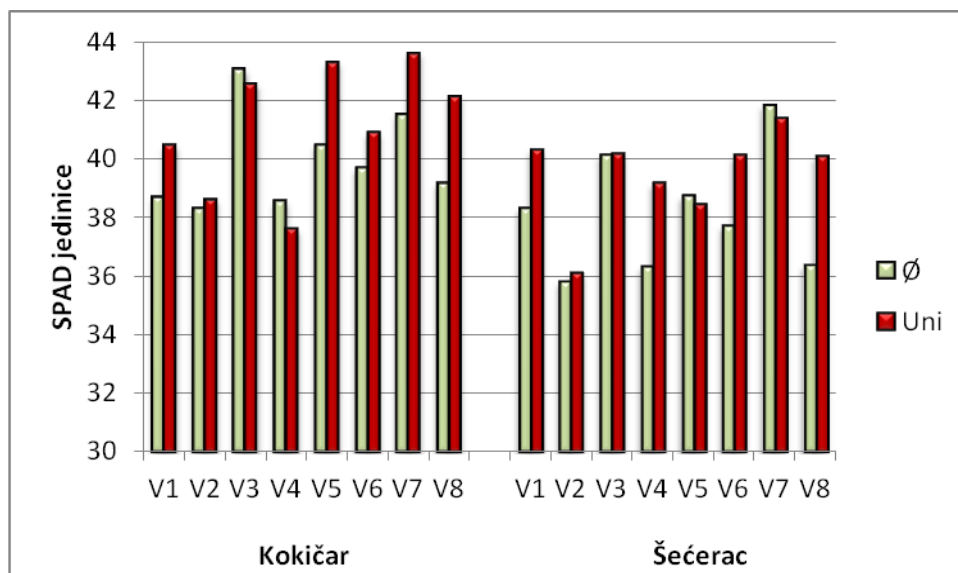
Iz podataka u tabelama 49 i 50 može se uočiti da su na sadržaj hlorofila u listovima kukuruza šećerca i kokičara najznačajniji uticaj imala godina i pokrovni usevi. Činjenica je da pokrovni usevi obezbeđuju značajnu količinu pristupačnog N za čije usvajanje su potrebni povoljniji meteorološki uslovi, posebno količina padavina u toku vegetacione sezone. Najveći sadržaj hlorofila u listovima hibrida kokičara je izmeren posle gajenja ozimog ovsa (V3), smeše ozimog ovsa i ozimog krmnog graška (V6) i V7 (malča-slame) (grafik 12). Interesantno je istaći da je primena mikrobiološkog đubriva kod kukuruza kokičara uticala na povećanje sadržaja hlorofila, izuzev u varijantama V3 i V4, a posebno je veći sadržaj primećen u kontrolnim varijantama. Kod kukuruza šećerca bila je slična situacija, s tim da je izostalo dejstvo u varijantama V5 i V7. Mikrobiološka đubriva značajno utiču na razlaganje unešene biomase pokrovnih useva u zemljište (Dolijanović et al., 2012), a u kontrolnim varijantama direktan uticaj mikrobiološkog đubriva se odnosio na poboljšanje dostupnosti N biljkama glavnih useva.

Tabela 49. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na sadržaj hlorofila u listovima kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	373,19***	1,230	2,104
Mikrobiološko đubrivo	1	7,54*	1,004	1,718
Pokrovni usev	7	9,05**	2,009	3,436
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	5,22*	1,740	2,976
Godina x pokrovni usev	14	9,78**	3,479	5,951
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	0,93	2,841	4,859
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	1,42	4,921	8,416

Tabela 50. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na sadržaj hlorofila u listovima kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	299,89***	1,648	2,819
Mikrobiološko đubrivo	1	3,66	1,346	2,302
Pokrovni usev	7	3,41*	2,691	4,603
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	0,29	2,331	3,987
Godina x pokrovni usev	14	3,04*	4,662	7,973
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	0,58	3,806	6,510
Godina x mikrobio.đub x pokrovni usev	14	0,57	6,592	11,276



Grafik 12. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj hlorofila u listovima kukuruza kokičara i šećerca

Promena sadržaja hlorofila, tj. njegov gubitak, predstavlja jedan od najizrazitijih simptoma stresa, posebno nakon primene herbicida (Pavlović, 2005). Gajenjem pokrovnih useva smanjuje se zakorovljenost a time i potreba za primenom herbicida zbog čega je veći sadržaj hlorofila u listovima gajenih biljaka. Na sadržaj hlorofila u listovima utiču i starost i položaj listova, mineralna ishrana (Kastori, 1995), temperatura, relativna vlaga, genotip (Anderson i sar., 1993) i drugo. Sadržaj hlorofila u listovima je u velikoj mjeri indikator đubrenja azotom ili snabdevenosti zemljišta tim elementom. Sa razvojem konzervacijskih sistema obrade zemljišta, pokrovni usevi su prepoznati kao faktori obezbeđivanja azota glavnom usevu, a samim tim i usevi koji povoljno utiču na sadržaj hlorofila u listovima. Blanco-Canqui et al. (2012) ističu značaj pokrovnih useva, posebno leguminoznih, u obezbeđivanju pristupačnog N glavnom usevu, odnosno pokrovni usevi imaju potencijal da smanje i/ili dopune potrebu za đubrivom u proizvodnji kukuruza (Mahama et al., 2016).

6.4.2. Termodinamički parametri biljaka kukuruza šećerca i kokičara

Slobodna energija predstavlja energiju koja se može upotrebiti za funkcionisanje nekog sistema, odnosno, što je vrednost slobodne energije veća, veća je i količina uloženog rada na endergonične procese (procesu u kojima se troši energija), a spontanost reakcija je manja. Sa aspekta vode, to je količina rada koji je potrebno izvršiti za povećanje, odnosno smanjenje broja mesta sorpcije vode, što znači da što je veća hidriranost nekog tkiva, manji je broj sorpcionih mesta (Rascio et al., 2005).

U biljnim tkivima su prisutna tri različita tipa vode: slobodna, tj. voda koja se nalazi u apoplastu, vezana, voda, koja se nalazi u simplastu i hemijski vezana voda, koja je snažno vezana

uglavnom za molekule proteina, kao i različitih ugljenih hidrata, omogućavajući postojanje određene strukture, odnosno različite konformacione promene navedenih molekula (Davies, 1961; Sun, 2002; Dragičević, 2015). U zavisnosti od fiziološkog stanja, feno-faze, izloženosti pre svega stresu, bolestima i dr., sadržaj navedena tri tipa vode može da varira u većem ili manjem stepenu.

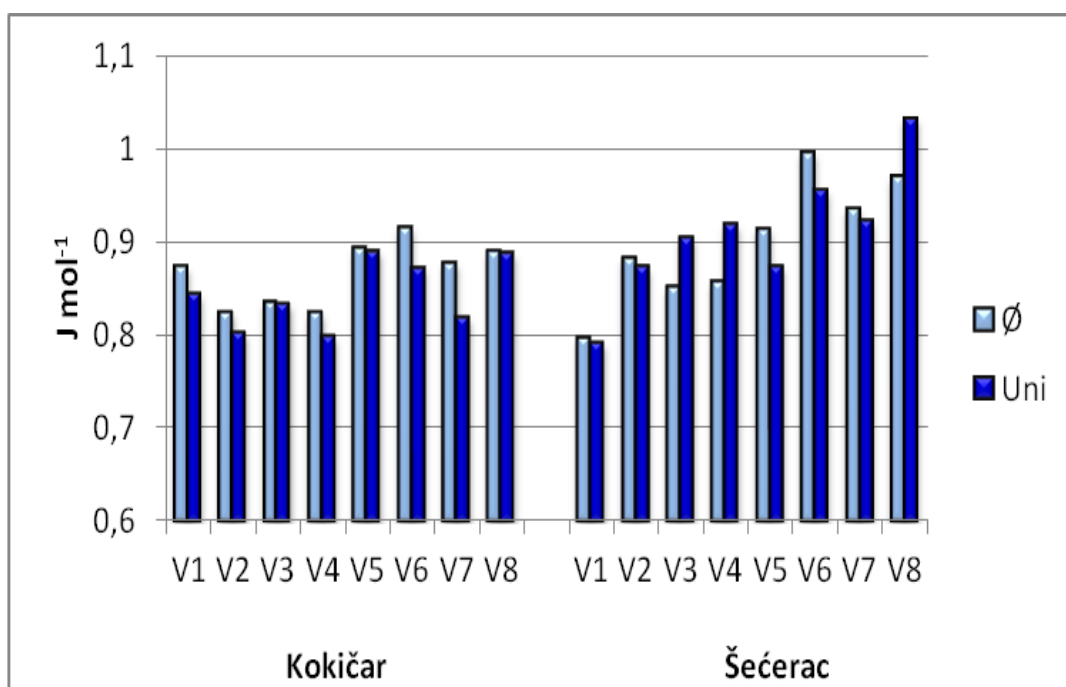
Ispitivani parametri su značajno uticali na promene nivoa slobodne energije različitih tipova vode u listovima kukuruza šećerca i kokičara. Godina, njena interakcija sa mikrobiološkim đubrivom, pokrovnim usevima, kao i sva tri parametra su u najvećem stepenu uticali na variranje slobodne energije sva tri tipa vode i to posebno kod kukuruza šećerca. Ukoliko se uzme u obzir velika razlika između godina u pogledu meteoroloških faktora, posebno u nivou padavina, jasno je zašto je uticaj sezone bio jedan od najznačajnijih faktora koji je uticao na pojavu stresa odražavajući se na hidriranost, odnosno na postojanje razlika u nivou slobodne energije vode (Dragičević et al., 2012; Dragičević, 2015). Pokrovni usevi su takođe značajno uticali na promene nivoa sva tri tipa slobodne energije, dok se uticaj mikrobiološkog đubriva odrazio na variranje vrednosti slobodne i hemijski vezane vode, što bi moglo imati veze sa biohemijskim promenama na nivou listova kukuruza, slično promenama u semenu (Dragičević et al., 2016). Važno je istaći da su veće vrednosti slobodne energije slobodne i vezane vode pratile i veće vrednosti hlorofila u listovima (Grafik 12) i to posebno u V5 varijanti kod kukuruza kokičara. Sa druge strane, jedino na nivou vezane vode značajan efekat mikrobiološkog đubriva i interakcije mikrobiološkog đubriva i pokrovnih useva je izostao. Sa druge strane, interakcija godine i mikrobiološkog đubriva nije pokazala značajan uticaj na slobodnu energiju hemijski vezane vode u listovima kukuruza kokičara. Takođe, mikrobiološko đubrivo, njegova interakcija sa godinom, pokrovnim usevima, kao i interakcija sva tri faktora, nisu imali značajnog efekta na slobodnu energiju vezane vode u listovima kokičara.

Tabela 51. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na promene nivoa slobodne energije slobodne vode u listovima kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	41,55**		
Mikrobiološko đubrivo	1	1,64		
Pokrovni usev	7	0,76		
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	4,42*		
Godina x pokrovni usev	14	2,05*		
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	0,69		
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	1,37		

Tabela 52. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na promene nivoa slobodne energije slobodne vode u listovima kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	54,32**		
Mikrobiološko đubrivo	1	9,75*		
Pokrovni usev	7	2,06		
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	1,08		
Godina x pokrovni usev	14	1,28		
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,35		
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	1,02		



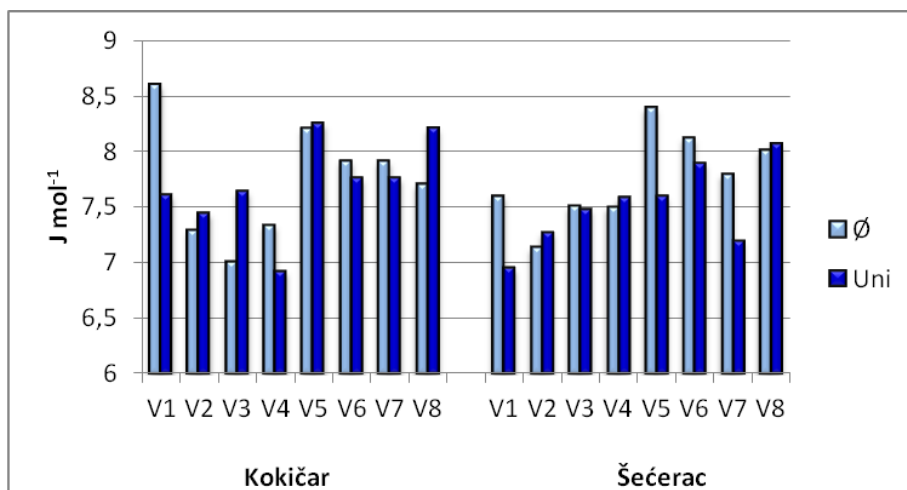
Grafik 13. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na promene nivoa slobodne energije slobodne vode u listovima kukuruza kokičara i šećerca

Tabela 53. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na promene nivoa slobodne energije vezane vode u listovima kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	72,43***		
Mikrobiološko đubrivo	1	0,08		
Pokrovni usev	7	1,35		
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	1,39		
Godina x pokrovni usev	14	1,62		
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,07		
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	0,98		

Tabela 54. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na promene nivoa slobodne energije vezane vode u listovima kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	71,63***		
Mikrobiološko đubrivo	1	0,09		
Pokrovni usev	7	1,35		
Godina x ikrobiološko đubrivo	2	0,08		
Godina x pokrovni usev	14	1,39		
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	0,12		
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	0,32		



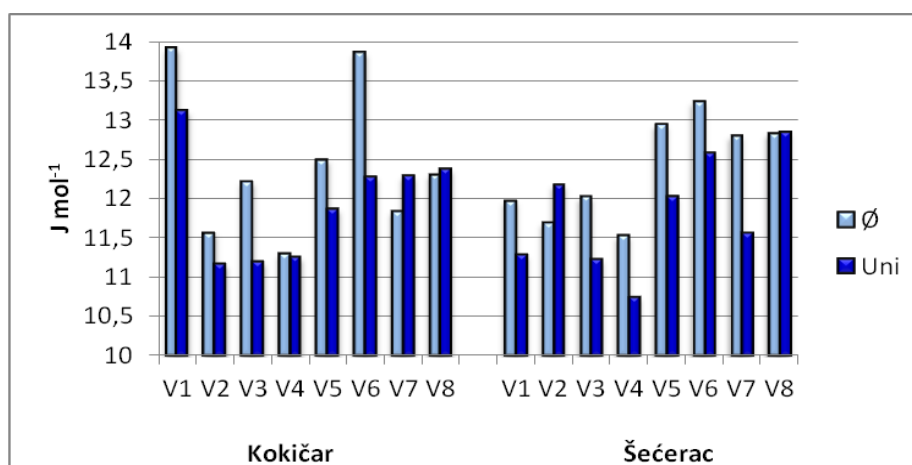
Grafik 14. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na promene nivoa slobodne energije vezane vode u listovima kukuruza kokičara i šećerca

Tabela 55. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na promene nivoa slobodne energije hemijski vezane vode u listovima kukuruza šećerca

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	676,88***		
Mikrobiološko đubrivo	1	3,01*		
Pokrovni usev	7	5,69		
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	3,26*		
Godina x pokrovni usev	14	1,24		
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,87		
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	2,54*		

Tabela 56. Analiza varijanse za ispitivane faktore i značajnost njihovog uticaja na promene nivoa slobodne energije hemijski vezane vode u listovima kukuruza kokičara

Faktori	d.f.	F	LSD (0,05)	LSD (0,01)
Godina	2	655,05***		
Mikrobiološko đubrivo	1	0,77		
Pokrovni usev	7	1,25		
Godina x mikrobiološko đubrivo	2	0,04		
Godina x pokrovni usev	14	1,35		
Mikrobiološko đubrivo x pokrovni usev	7	1,24		
Godina x mikrobio.đub. x pokrovni usev	14	2,08*		



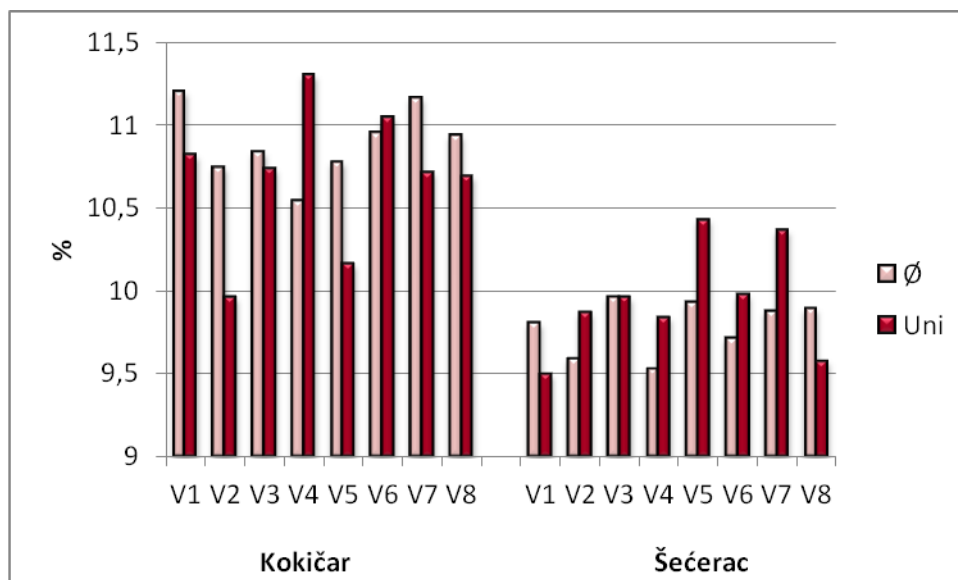
Grafik 15. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na promene nivoa slobodne energije hemijski vezane vode u listovima kukuruza kokičara i šećerca

Prosečne vrednosti slobodne energije slobodne vode (Graf. 13) su imale nešto veće vrednosti ($0,90 \text{ J mol}^{-1}$), kao i veća variranja između pokrovnih useva kao i usled primene mikrobiološkog đubriva kod kukuruza kokičara, u odnosu na šećerac ($0,85 \text{ J mol}^{-1}$). Obrnuto, kod kukuruza šećerca su zabeležene prosečno veće vrednosti vezane ($7,71 \text{ J mol}^{-1}$), kao i hemijski vezane vode ($12,18 \text{ J mol}^{-1}$), u odnosu na kokičar ($7,62$ i $12,08 \text{ J mol}^{-1}$). Zato, voda u većem stepenu učestvuje u realizaciji endergoničnih reakcija kod kukuruza kokičara, što bi se moglo dovesti u vezu sa prosečno nižim vrednostima hlorofila zabeleženim u listovima kokičara (Dragičević et al., 2014, Spasojević et al., 2014) a vezana i hemijski vezana voda (Graf. 14. i 15) kod kukuruza šećerca u nešto većoj meri učestvuju u endergoničnim procesima, ukazujući na postojanje većeg broja mesta sorpcije vode, kao i na intenzivniju sintezu fiziološki aktivnih molekula na ćelijskom nivou (Rascio et al., 2005; Dragičević, 2015). Kada se posmatra uticaj mikrobiološkog đubriva, može se reći da su prosečno najveće razlike bile na nivou vezane, a posebno hemijski vezane vode, sa nižim vrednostima ostvarenim u navedenom tretmanu, u odnosu na tretman bez mikrobiološkog đubriva i to kod oba tipa kukuruza. Ovakav trend delovanja mikrobiološkog đubriva bi se mogao pripisati većoj hidriranosti tkiva (smanjenje broja sorpcionih mesta), kao i boljoj snabdevenosti ćelija fiziološki važnim supstancama (nutritivima, sekundarnim metabolitima i dr.) koji smanjuju potrošnju energije na održanje hemijske ravnoteže (Dragičević et al., 2014; Dragičević et al., 2016; Dragičević, 2015), što se paralelno i pozitivno odrazilo na povećanje prosečnog prinosa zrna kod oba tipa kukuruza. Kada se uzmu u obzir pokrovni usevi, najveće prosečne vrednosti slobodne energije hemijski vezane vode bile su u V6, odnosno u tretmanu bez mikrobiološkog đubriva i to kod oba tipa kukuruza, dok je V8 u najvećem stepenu uticao na povećanje prosečnih vrednosti slobodne i vezane vode kod kukuruza kokičara, ukazujući na veću potrošnju energije, kao i smanjenu hidriranost tkiva – turgescencijnost, a što je primarno vezano za veću osetljivost prema suši i drugim abiotičkim stresovima (Yeo and Flowers, 2007) i negativno se odražava na rast i plodonošenje biljaka, smanjujući s te tačke gledišta i prinos zrna. Kod šećerca, V6 tretman u kombinaciji bez mikrobiološkog đubriva, a kod kokičara V8 u kombinaciji sa mikrobiološkim đubrivom, su u najvećem stepenu povećali vrednosti slobodne energije slobodne vode. V5 tretman je značajno uticao na povećanje vrednosti slobodne energije vezane vode, u kombinaciji s mikrobiološkim đubrivom kod kukuruza šećerca, odnosno u kombinaciji sa tretmanom bez mikrobiološkog đubriva kod kokičara, ukazujući da se malč negativno odražava na transport vode putem apoplasta (Rascio et al., 2005; Yeo and Flowers, 2007), jer se povećava broj sorpcionih mesta vode i samim tim potrošnja energije za održavanje hemijske ravnoteže.

6.5. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na promene u hemijskom sastavu zrna glavnih useva

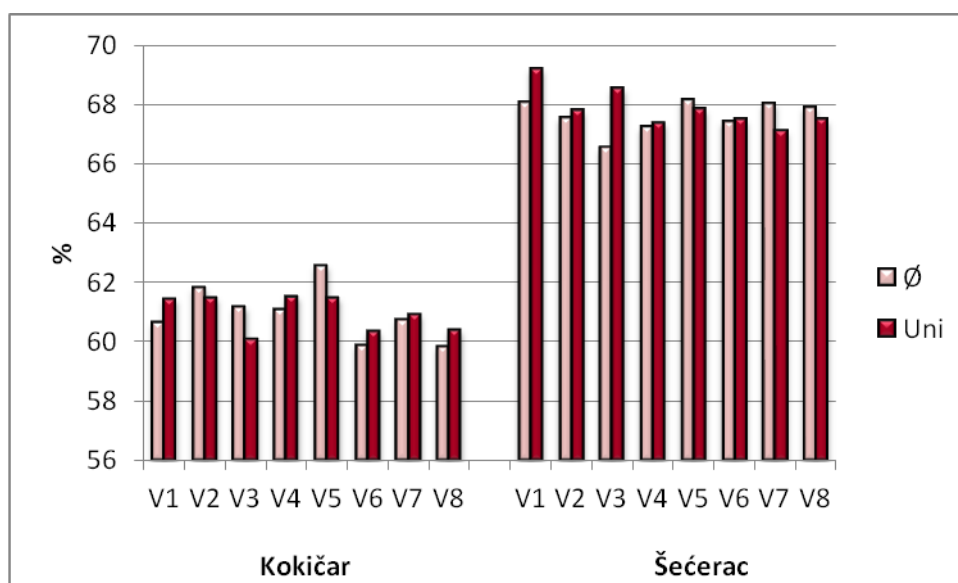
6.5.1. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj proteina, skroba i ulja

Sadržaj proteina u zrnju kukuruza kokičara bio je daleko veći od onog u zrnju kukuruza šećerca (Grafik 16). Najveći sadržaj je izmeren u zrnju kukuruza kokičara gajenog posle ozimog krmnog kelja uz primenu mikrobiološkog đubriva, zatim posle obične grahorice ali bez primene mikrobiološkog đubriva. Inače, pored varijante V4 (ozimi krmni kelj), pozitivan efekat mikrobiološkog đubriva kod kukuruza kokičara uočen je još samo u varijanti V6 (smeša obične grahorice i ozimog ovsa). Obrnuto, kod kukuruza šećerca efekat mikrobiološkog đubriva je bio mnogo veći i nije utvrđen jedino u varijantama V1 i V8. Najveći prosečni sadržaj proteina u zrnju kukuruza šećerca detektovan je u varijantama V5 i V7, uz primenu mikrobiološkog đubriva. Leguminozni pokrovni usevi gajeni pojedinačno uticali su u izvesnom stepenu na veći sadržaj proteina, dok su smeše leguminoznih pokrovnih useva i ozimog ovsa bile značajno važnije za akumulaciju proteina, što bi se moglo smatrati povećanim hranljivim kvalitetom proizvedenog zrna.



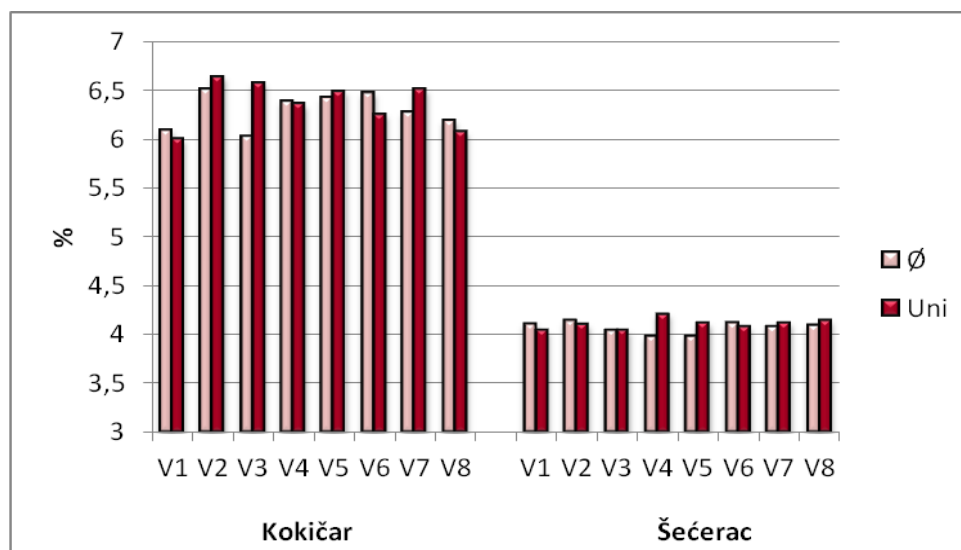
Grafik 16. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj proteina u zrnu kukuruza kokičara i šećerca

Skrob čini najveći deo (61% do 78%) standardnog zrna kukuruza, a prvenstveno se nalazi u endospermu (98% do 99% ukupnog skroba) (Watson, 2003). Kao što je očekivano, iz prikazanih podataka u grafiku 17 uočavamo značajno veći sadržaj skroba u zrnu kukuruza šećerca u odnosu na zrno kukuruza kokičara. U zavisnosti od ispitivanih varijanti, sadržaj skroba u zrnu kukuruza kokičara i šećerca varirao je slično i uglavnom je bio veći u varijantama sa pokrovnim usevima, posebno leguminoznim, u odnosu na kontrolne varijante i neleguminozne useve (grafik 17). Među ispitivanim pokrovnim usevima, najveći sadržaj skroba bio je u tretmanima pojedinačnih leguminoznih useva i smeša, što bi se moglo objasniti pozitivnim odgovorom kukuruza šećerca na obogaćivanje zemljišta azotom nakon gajenja mahunarki kao pokrovnih useva. Slične rezultate su dobili Dragičević et al. (2016), ali oni su izmerili najveći sadržaj skroba u smešama leguminoza i ovsu. Uticaj mikrobiološkog đubriva bio je veći kod kukuruza šećerca i uglavnom je najveća efikasnost uočena u varijantama pojedinačnih leguminoznih useva.



Grafik 17. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj skroba u zrnu kukuruza kokičara i šećerca

Sadržaj ulja u zrnju kukuruza šećerca bio je značajno niži u odnosu na zrnje kukuruza kokičara (Grafik 18). Najveći sadržaj ulja u zrnju ispitivanih useva izmeren je u varijanti V2. Uticaj primene mikrobiološkog đubriva bio je najizraženiji u varijantama V2, V3 i V7 (kukuruz kokičar), odnosno u varijantama V4 i V5 (kukuruz šećerca).



Grafik 18. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj ulja u zrnju kukuruza kokičara i šećerca

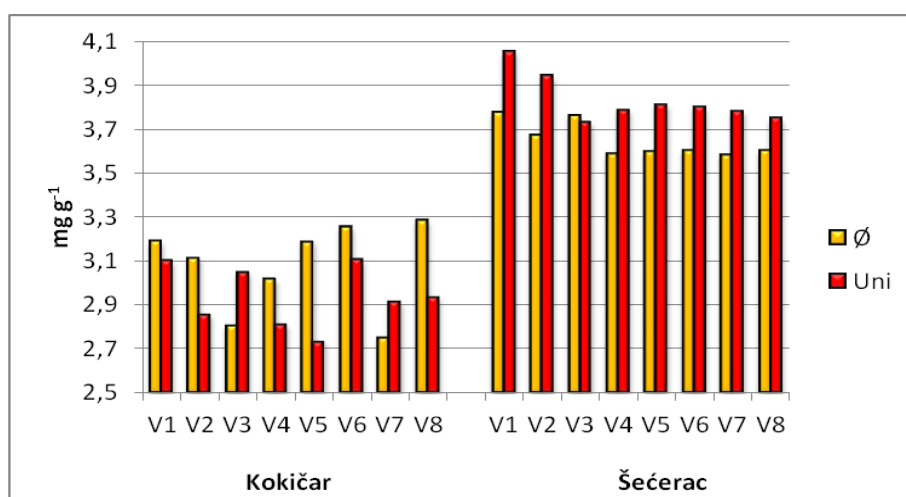
Radosavljević i sar. (2006) su ispitivali hemijski sastav zrna hibrida kukuruza specifičnih svojstava i utvrdili da ne postoje značajne razlike u kvalitetu u odnosu na sadržaj proteina, skroba i ulja u standardnim ZP hibridima kukuruza. Prosečan sadržaj skroba (67,15 %) i proteina (11,27 %) u zrnju kukuruza kokičara bio je nešto niži od vrednosti u ovoj disertaciji, dok je sadržaj ulja (5,43 %) bio značajno veći. Takođe, Radosavljević i sar. (2020) detektovali su slične sadržaje skroba, proteina i ulja u zrnju kukuruza kokičara, dok je sadržaj proteina (13 %) i ulja (5,39 %) bio viši, a sadržaj skroba (53,54 %) niži u zrnju kukuruza šećerca u odnosu na sadržaj istih elemenata u ovoj disertaciji. Dragičević et al. (2016) su ustanovili da je najveći sadržaj proteina u zrnju kukuruza šećerca dobijen u varijanti ozimog krmnog kelja, obične grahorice i malčiranja slamom, što je posledica pozitivnog uticaja obogaćivanja zemljišta N od strane leguminoznih useva (Idikut et al., 2009).

Dolijanović et al. (2018b) ističu prednost pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj proteina u zrnju kukuruza šećerca, posebno u sušnim godinama praćenim visokim temperaturama vazduha u letnjim mesecima. Najveći prinosi zrna (Yeganehpour et al., 2015) i ulja, skroba i proteina u zrnju kukuruza šećerca (Yeganehpour et al., 2013) dobijeni su zaoravanjem biomase pokrovnih useva, posebno crvene dateline, dok je pozitivan uticaj na sadržaj skroba, ulja i proteina pokazalo usejavanje crvene dateline u usev kukuruza šećerca.

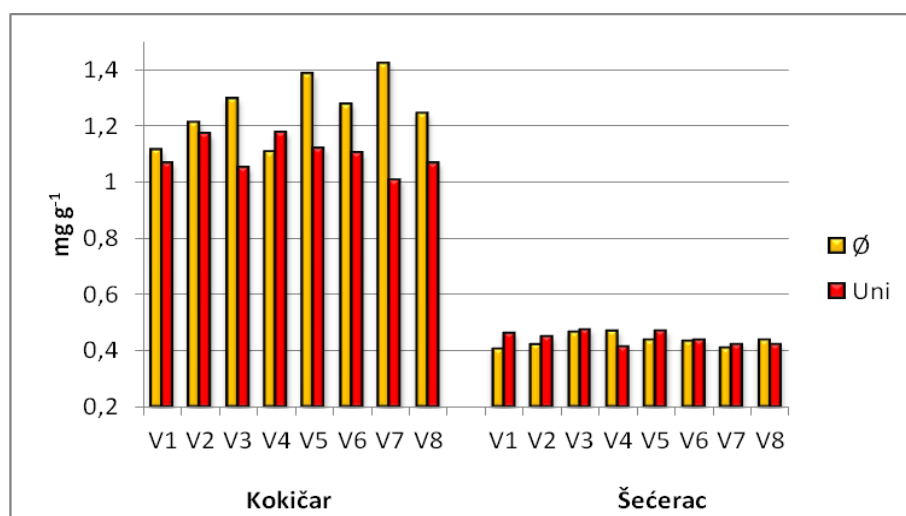
Održivi sistemi gajenja se mogu pozitivno odraziti na povećanje nutritivnog kvaliteta zrna, gajenih useva. Organski gajeni usevi imaju veći sadržaj minerala i vitamina (Worthington, 1998), antioksidanata (Chassy et al., 2006), a po nekim istraživanjima i bolji ukus (Reganold et al., 2001) od useva proizvedenih u konvencionalnim sistemima proizvodnje. Budak and Aydemir (2018) u organskom sistemu gajenja su u zrnju kukuruza šećerca izmerili 4,6% masti, proteina 11,2%, skroba 72,3%, 2,3% šećera više od bilo koje druge podvrste kukuruza, ali u pogledu vlakana približno 8,2 %. U studiji (<http://nutritiondata.self.com/facts/cereal-grains-and-pasta/5687/2>) je navedeno da 100 grama svežeg zrna kukuruza sadrži 9 g proteina, 1 g šećera, 7 g vlakana, 5 g masti, 15 % kalcijuma, 1 % vitamina A i gvožđa.

6.5.2. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj fitinskog i neorganskog fosfora i ukupnog glutationa (GSH)

Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na promene u hemijskom sastavu zrna kukuruza šećerca i kokičara prikazani su kao prosek za sve tri godine ispitivanja. Kada posmatramo sadržaj fitinskog i neorganskog fosfora (grafici 19 i 20) uočavamo da je sadržaj fitinskog fosfora veći u zrnju kukuruza šećerca, a sadržaj neorganskog dominira u zrnju kukuruza kokičara. Na varijantama sa gajenjem pokrovnih useva uglavnom su izmerene veće vrednosti fitinskog i neorganskog fosfora u zrnju glavnih useva, što znači da su se pokrovni usevi povoljno odrazili na pristupačnost i akumulaciju fosfora u zrnju šećerca i kokičara. Posebno su se isticale varijante leguminoznih pokrovnih useva i to sa primenom mikrobiološkog đubriva (šećerac) i bez primene mikrobiološkog đubriva (kukuruz kokičar). Najveći sadržaj fitinskog fosfora u zrnju kukuruza šećerca izmeren je u V1 (sa i bez primene mikrobiološkog đubriva) a kod kokičara u V8 (bez primene mikrobiološkog đubriva). Najmanji sadržaj u zrnju šećerca bio je u V7 i V8 (bez primene mikrobiološkog đubriva) odnosno V7 kod kokičara, takođe bez primene mikrobiološkog đubriva. Što se neorganskog fosfora tiče, najmanji sadržaj je izmeren u V7 kod oba glavna useva, i to u šećercu bez a kod kokičara sa primenom mikrobiološkog đubriva (Grafik 20).



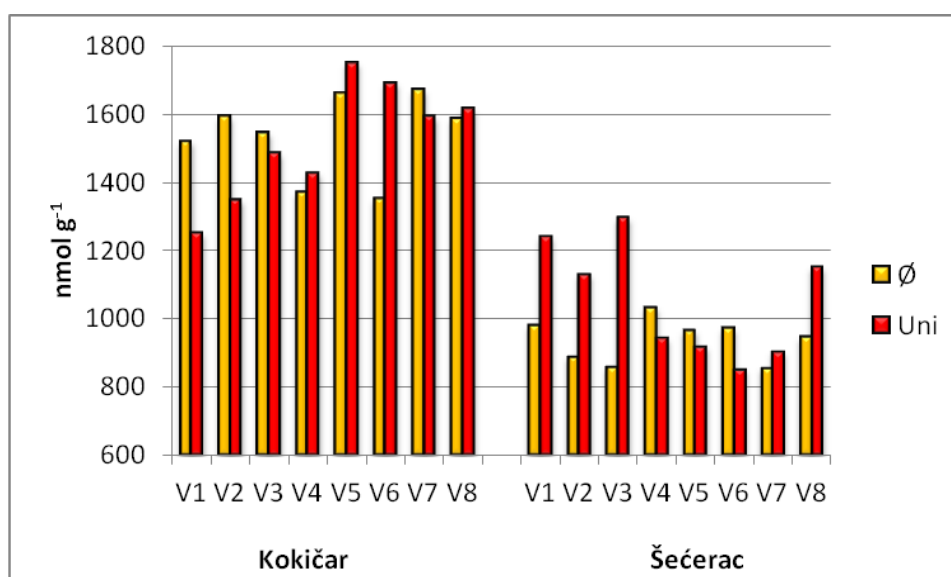
Grafik 19. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj fitinskog fosfora u zrnju kukuruza kokičara i šećerca



Grafik 20. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj neorganskog fosfora u zrnju kukuruza kokičara i šećerca

Kod ispitivanih glavnih useva, veći sadržaj fitinskog uglavnom uključuje manji sadržaj neorganskog fosfora (kukuruz šećerac) i obrnuto (kukuruz kokičar). Mladenović-Drinić i sar. (2009) su analizirali 60 populacija kukuruza i utvrdili da se sadržaj neorganskog fosfora kretao u opsegu 0,35-1,29 mg g⁻¹ sa prosekom od 0,65 mg g⁻¹. U prethodnom, kao i u ispitivanju Kovinčić et al. (2016), utvrđena je negativna korelacija između fitinskog i neorganskog fosfora.

Glutation ima ulogu u povećanju otpornosti biljaka na činioce stresa kao što su: hladnoća, toplota, suša, ozon, herbicidi, teški metali, zaslanjenje, patogeni (Dragičević, 2007). Sadržaj ukupnog glutaciona (GSH) u znu glavnih useva imao je sličnu tendenciju, kao i neorganski fosfor, a najveće variranje je uočeno kod kukuruza šećerca u zavisnosti od primene mikrobiološkog đubriva (Grafik 21). Primena mikrobiološkog đubriva imala je najefikasniji uticaj u pojedinačnim pokrovnim usevima (izuzev ozimog krmnog kelja) i u kontrolnim varijantama, dok je kod kokičara utvrđen obrnuti trend. Primena mikrobiološkog đubriva je uticala na veći sadržaj ukupnog GSH u V4 (ozimi krmni kelj) i smešama leguminoza i ozimog ovsa (V5 i V6) u odnosu na varijante bez primene mikrobiološkog đubriva. Uočava se značajno veći sadržaj GSH u znu kukuruza kokičara u odnosu na kukuruz šećerac.



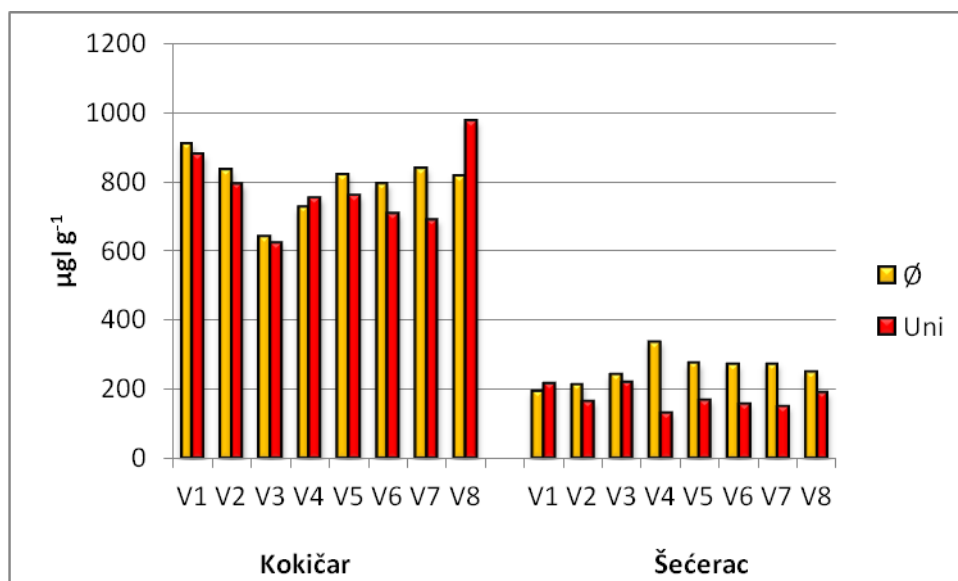
Grafik 21. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj ukupnog glutaciona (GSH) u znu kukuruza kokičara i šećerca

Dragičević et al. (2016) su u ispitivanju uticaja pokrovnih useva na sadržaj GSH u znu kukuruza šećerca utvrdili da je najmanji sadržaj uočen u varijanti sa običnom grahoricom i ozimim ovsem, sa primenom mikrobiološkog đubriva, gde je izmerena i najmanja koncentracija fitinskog fosfora. Koncentracija GSH, u eksperimentu sa pokrovnim usevima i organskim đubrivima, najviše je bila pod uticajem malč - slama i ozimog krmnog graška, jer je primena organskih đubriva značajno uticala na količinu dostupnih formi N koje igraju značajnu ulogu u akumulaciji ovog tipa proteina (Dragičević et al., 2013).

6.5.3. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj fenolnih jedinjenja i β -karotena

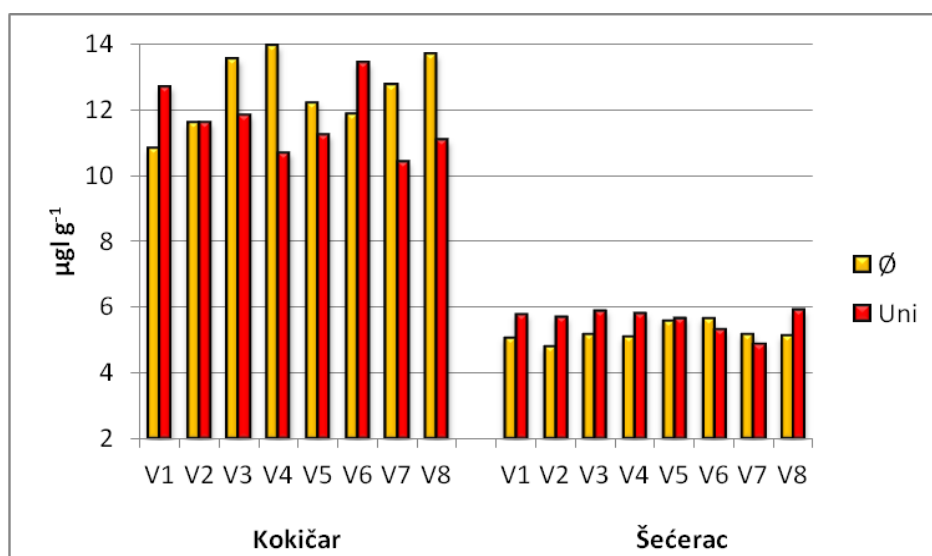
U poslednjih 30-tak godina dosta pažnje se posvećuje fitonutrijentima i antioksidansima u znu gajenih biljaka kao što su: fenoli, beta-karoten, proteinske SH-grupe, zbog pozitivnih učinaka na zdravlje ljudi. Prosečni sadržaj fenolnih jedinjenja i β -karotena u znu kukuruza šećerca i kokičara prikazani su u graficima 22 i 23. Značajno veći sadržaj oba tipa jedinjenja izmeren je u znu kukuruza kokičara. Sadržaj fenolnih jedinjenja u znu glavnih useva nije značajno povećan sa

gajenjem pokrovnih useva i primenom mikrobiološkog đubriva u odnosu na kontrolne varijante, dok je primena mikrobiološkog đubriva uticala na povećanje sadržaja β -karotena, ali samo u zrnju kukuruza šećerca. Dragičević et al. (2013), su takođe naveli da je mikrobiološkog đubriva uticao na povećanje sadržaja GSH, ali ne i na povećanje sadržaja fenolnih jedinjenja u zrnju kukuruza šećerca.



Grafik 22. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj fenolnih jedinjenja u zrnju kukuruza kokičara i šećerca

Kukuruzno zrno je značajan izvor β -karotena koji je u suštini provitamin vitamina A (Buckner et al., 1990). Poslednjih godina selekcija kukuruza je posebno usmerena na stvaranje hibrida specifičnih svojstava sa izmenjenim i poboljšanim hranljivim sastavom (Vančetović i sar., 2012), uključujući karotenoide. Žilić et al. (2012) u istraživanju sprovedenom na 10 različitih genotipova kukuruza različite boje zrna navode da veći sadržaj fenolnih jedinjenja u kukuruznom zrnju doprinosi njihovoj višoj antioksidativnoj aktivnosti. Prema brojnim ranijim istraživanjima, razlike u sadržaju fenolnih jedinjenja i β -karotenoida uzrokovane su najviše genotipom (hibridom) koje se, prema Kurilichu and Juviku (1999), objašnjava sa 88-97% varijacija, dok preostale varijacije uzrokuju meteorološke prilike i lokalitet, a najmanje sistem gajenja.

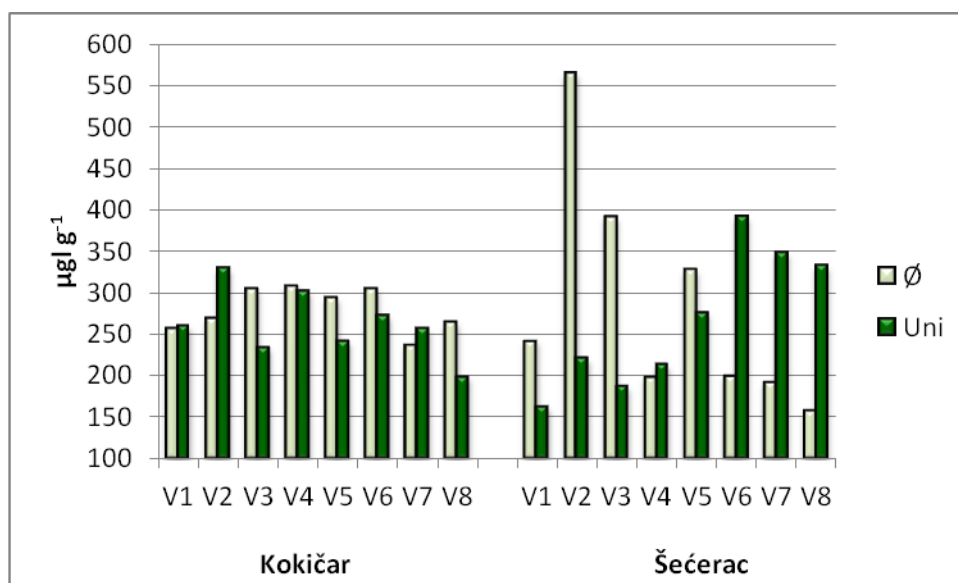


Grafik 23. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj žutog pigmenta (β -karotena) u zrnju kukuruza kokičara i šećerca

6.5.4. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj mineralnih materija

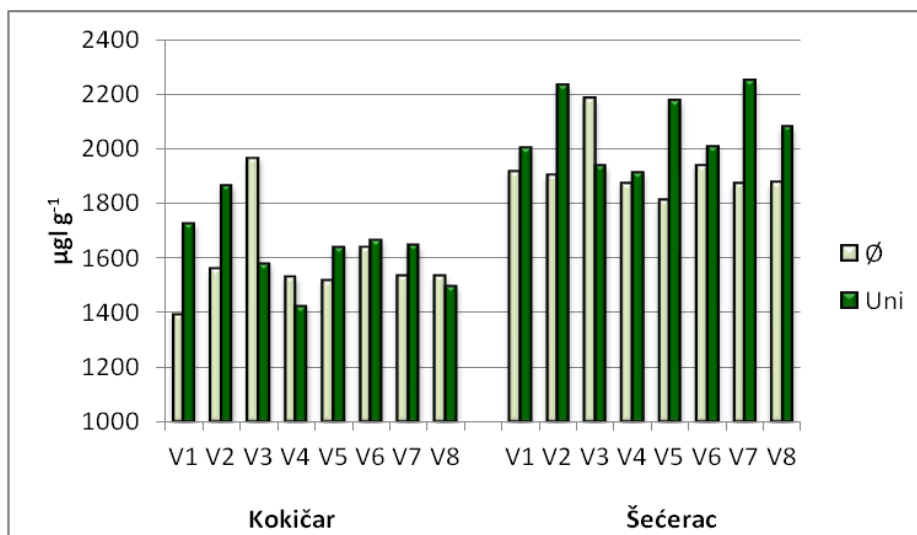
Banziger and Long (2000) konstatuju da je kukuruz biljka vrlo visokog potencijala rodnosti i da zrno kukuruza ima veću koncentraciju mikroelemenata nego zrna ostalih visokoprinosnih žita, ali da su mogućnosti povećanja njihovog sadržaja daljom selekcijom unutar postojeće elitne germplazme manje nego kod riže i pšenice. Dakle, iznalaženje najoptimalnijeg sistema gajenja u najoptimalnijim agroekološkim uslovima, može uticati na održanje ili poboljšanje mineralnog sastava zrna kukuruza.

Kombinovana primena različitih pokrovnih useva i mikrobiološkog đubriva izrazila je promenljiv efekat na akumulaciju važnih, ujedno i esencijalnih mineralnih elemenata u zrnu šećerca i kokičara, među kojima su izdvojeni Ca, Mg, Fe i Zn (Grafici 24-27). Sadržaj Ca u zrnu kokičara bio je najveći u V2 (sa mikrobiološkim đubrivom) i V4 i V6 (bez mikrobiološkog đubriva). Pozitivan uticaj mikrobiološkog đubriva ustanovljen je, pored V2, još u varijantama V1 i V7. U zrnu kukuruza šećerca, najveći sadržaj Ca je u V2 i V3 bez primene mikrobiološkog đubriva odnosno u V6, sa primenom mikrobiološkog đubriva. Kada je kukuruz šećerac u pitanju, sadržaj Ca u zrnu uglavnom se povećao nakon primene mikrobiološkog đubriva izuzev u varijantama V1, V2, V3 i V5. Razlike su postojale u godini u kojoj je uočen nedostatak padavina i visoke temperature vazduha, a ukoliko su meteorološki uslovi povoljniji, sadržaj je bio dosta veći, kako u varijantama bez, tako i u varijantama sa primenom mikrobiološkog đubriva. Na osnovu podataka u grafiku 21 uočavamo da su veće varijacije u sadržaju Ca uočene u zrnu kukuruza šećerca.



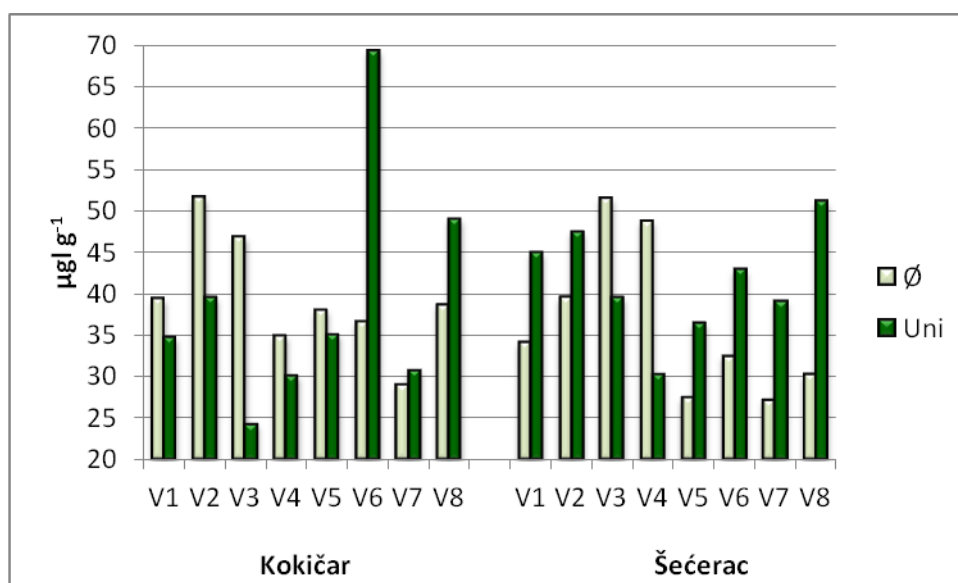
Grafik 24. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj Ca u zrnu kukuruza kokičara i šećerca

Kada je sadržaj Mg u pitanju (grafik 25), možemo uočiti da je zrno kukuruza šećerca bilo bogatije ovim elementom, posebno u varijantama gde je primenjeno mikrobiološko đubrivo. Kod kukuruza kokičara, efekat primenjenog mikrobiološkog đubriva ili nije postojao, ili je bio veoma mali. Pokrovni usevi, posebno pojedinačni, su ispoljili značajan efekat u povećanju sadržaja ovog elementa u odnosu na kontrolne varijante.



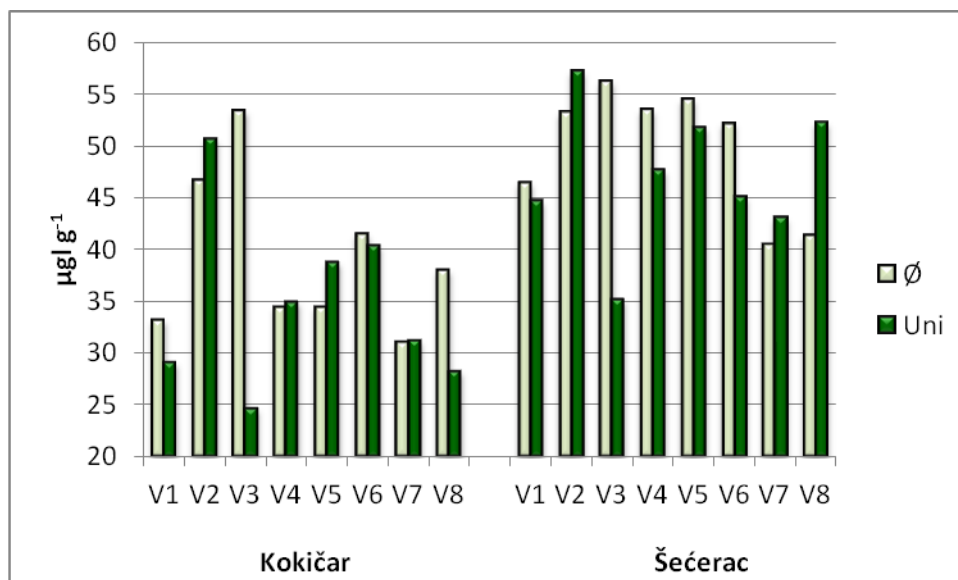
Grafik 25. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj Mg u znu kukuruza kokičara i šećerca

Sadržaj Fe u znu kukuruza kokičara i šećerca je dosta varirao u zavisnosti od primenjenih faktora, a najveći je detektovan u V6 (kokičar) i V3 (šećerac). Primena mikrobiološkog đubriva imala je manjeg efekta u povećanju sadržaja gvožđa kod kukuruza kokičara, dok je kod kukuruza šećerca primenom mikrobiološkog đubriva povećan sadržaj Fe u skoro svim varijantama.



Grafik 26. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj Fe u znu kukuruza kokičara i šećerca

Zrno kukuruza šećerca u odnosu na zrno kokičara sadržalo je značajno veću količinu Zn, kako u varijantama sa pokrovnim usevima, tako i u kontrolnim varijantama (grafik 27). Kod oba useva, najveći sadržaj Zn u znu je uočeno u varijanti V2 (ozimi krmni grašak). Kao i kod prethodna tri elementa (Ca, Mg, Fe), i u sadržaju Zn, varijanta V3 (ozimi ovas) je uvek imala manje sadržaje ispitivanih elemenata u znu kukuruza šećerca i kokičara i to u kombinaciji sa mikrobiološkim đubrivom.



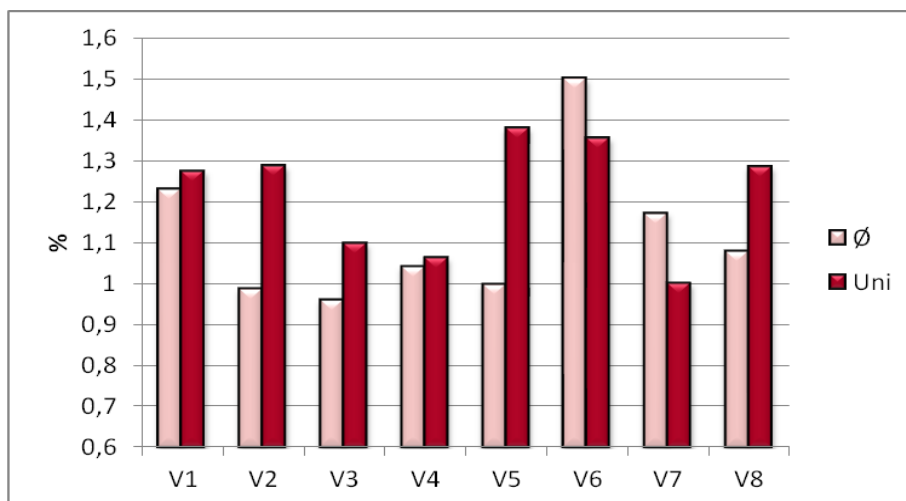
Grafik 27. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj Zn u zrnu kukuruza kokičara i šećerca

U ispitivanju sadržaja istih elemenata u zrnu kukuruza šećerca, Ahmadi and Ziarati, (2015) su dobili značajno veće količine Ca ($3421 \mu\text{g g}^{-1} \pm 30$) i Zn ($215,88 \mu\text{g g}^{-1} \pm 11,67$), količina Fe je na nivou ili neznatno veća ($56,41 \mu\text{g g}^{-1} \pm 11,74$), dok je količina Mg ($1576 \mu\text{g g}^{-1} \pm 34,70$) nešto manja od vrednosti u ovom istraživanju. Effa et al. (2015) ističu da povećanje količine N u đubrenju useva kukuruza kokičara utiče na povećanje sadržaja Ca u zrnu, ali ne i Mg. Budak and Aidemir (2018) su u svojim ispitivanjima detektovali visok sadržaj Mg ($29,8\text{-}37,0 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), Fe ($0,42\text{-}0,52 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) i Zn ($0,41\text{-}0,62 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$).

U proučavanju Prasanthi et al. (2017) među gotovim proizvodima kukuruza kokičara, kokice iskokane bez ulja pokazale su veće sadržaje gvožđa ($1,81 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), cinka ($1,89 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), bakra ($0,27 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), mangana ($0,72 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), magnezijuma ($103,57 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) i fosfora ($179,22 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) u poređenju sa ostalim proizvodima kao što su kukuruzni griz i kukuruzno brašno. Navedeno ukazuje na činjenicu da su kokice dobar izvor ovih esencijalnih minerala, posebno gvožđa i cinka koji su od velikog značaja u smislu poboljšanja hranljive vrednosti proizvoda od kukuruza kokičara, sa pozitivnim efektom na zdravlje konzumenata. Pored mineralnih materija, kokice se konzumiraju kao popularna grickalica i zbog svojih izuzetnih hranljivih i funkcionalnih osobina, tj. prosečnog sadržaja prehrambenih vlakana od 17,79 % i niskog broja kalorija, kada se pripremaju bez masnoća (Paraginski et al., 2016).

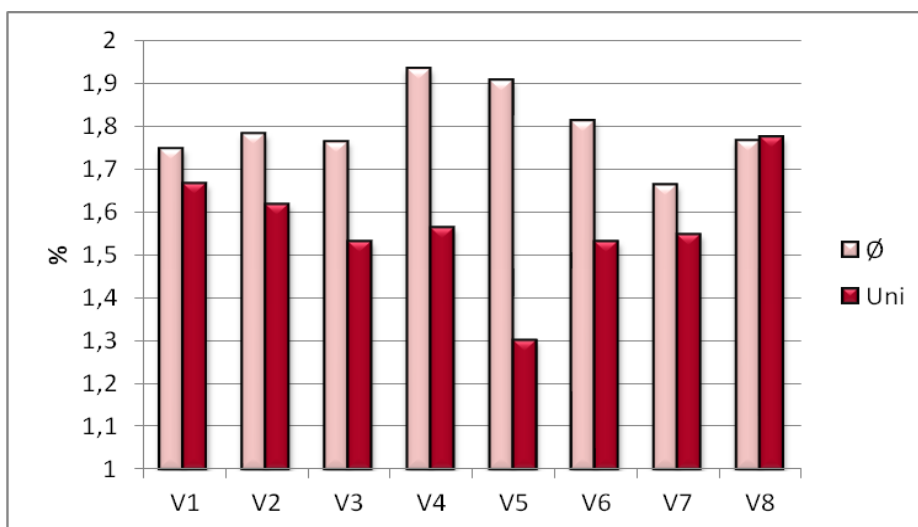
6.5.5. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj šećera u zrnu kukuruza šećerca

Od šećera ispitivani su sadržaji saharoze, glukoze i fruktoze u zrnu kukuruza šećerca u zavisnosti od pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva (grafici 28-30). Najveći značaj za kvalitet zrna šećerca pokazuje udeo saharoze, jer je upravo ovaj šećer odgovoran za slatkoću zrna. Sadržaj saharoze bio je najveći u leguminoznim usevima, kako pojedinačnim, tako i u smešama sa ovsem. Posebno je značajno istaći pojačanu efikasnost primene mikrobiološkog đubriva u pokrovnim usevima.



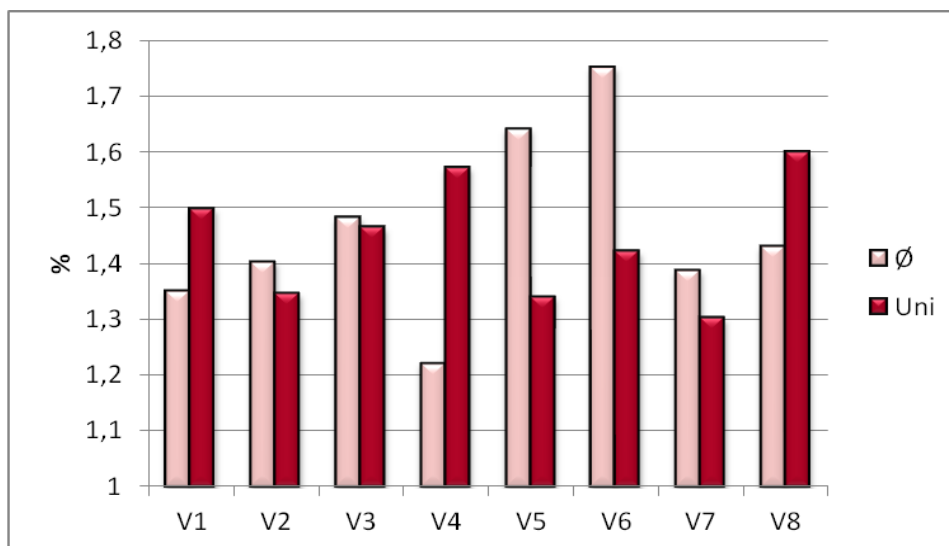
Grafik 28. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj saharoze u zrnu kukuruza šećerca

Zanimljivo je istaći da je sadržaj glukoze imao nešto veće vrednosti od sadržaja saharoze u zrnu kukuruza šećerca (Grafik 29). Najveći sadržaj je izmeren u varijanti V4, V5 i V6 (bez primene mikrobiološkog đubriva), dok je u ostalim varijantama izostalo je povećanje sadržaja glukoze nakon primene mikrobiološkog đubriva, izuzev u V8. Sadržaj glukoze bio je ujednačeniji po varijantama pokrovnih useva, što je saglasno rezultatima nekih ranijih ispitivanja (Pajić i sar., 2006; Srdić, 2009).



Grafik 29. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj glukoze u zrnu kukuruza šećerca

Sadržaj fruktoze u zrnu kukuruza šećerca prikazan je u grafiku 30. Najveći sadržaj je izmeren u smešama (bez primene mikrobiološkog đubriva), dok je efikasnost mikrobiološkog đubriva najizraženija u pojedinačnim pokrovnim usevima i kontrolnoj varijanti.



Grafik 30. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj fruktoze u zrnu kukuruza šećerca

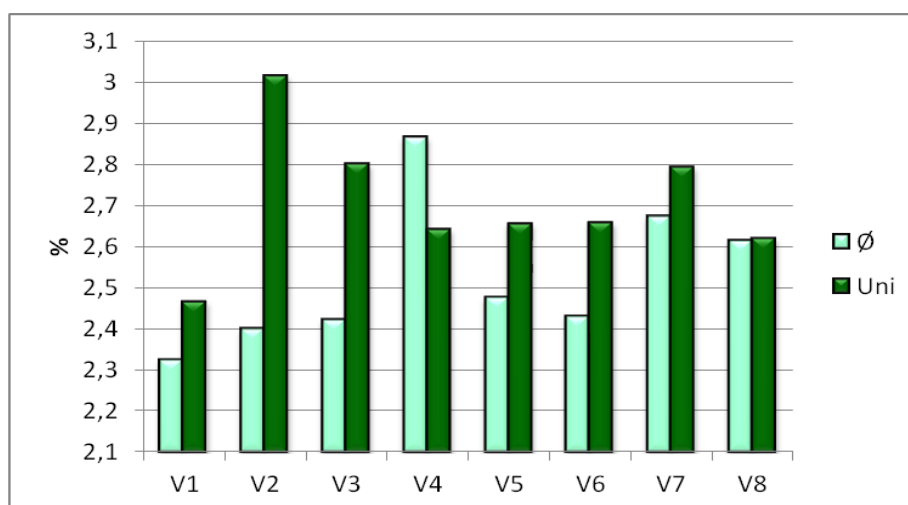
Kukuruz šećerac poseduje najbolji kvalitet u pogledu sadržaja šećera u tehnološkoj zrelosti, dok kasnije njihov sadržaj opada. Analiza varijanse je ukazala na značajnu razliku u koncentraciji šećera u zavisnosti od ispitivanih genotipova i stepena zrelosti kukuruza šećerca (Szymanek et al., 2015). Sadržaj šećera se kretao od 5,6% u prvoj fazi zrelosti, do 4,4% u trećoj fazi zrelosti, što je 16% manje.

Na osnovu pregleda rezultata drugih autora, sadržaj šećera u zrnu kukuruza šećerca se kretao u različitim intervalima, u zavisnosti od genotipa, agroekoloških uslova gajenja i primenjenih agrotehničkih mera. Sadržaj pojedinačnih šećera je iznosio 72,70 do 76,09 %, u odnosu na ukupan sadržaj šećera, u zavisnosti od vremena setve i primene navodnjavanja (Srđić, 2009). U istraživanjima Pajić et al. (2006), u kojima je proučavan sadržaj i promena udela šećera saharoze, glukoze i fruktoze, je utvrđen isti odnos pojedinačnih šećera kod različitih hibrida u periodu koji odgovara vremenu berbe.

Videnović et al. (2003) su ustanovili da se ugljeno-hidratni sastav zrna menjao tokom procesa razvoja endosperma, tako što se smanjivao udeo fruktoze i glukoze, a istovremeno povećavao udeo saharoze. Maksimalna vrednost sadržaja saharoze utvrđena je u fazi 25 dana posle oplodnje, odnosno zaključili su da je 25. dan od oplodnje bio prelomni trenutak i za promenu udela druga dva šećera, fruktoze i glukoze. Do ovog momenta udeo fruktoze i glukoze je opadao, a saharoze rastao. Nakon toga, udeo saharoze se smanjivao, dok su sadržaji fruktoze i glukoze bili u porastu.

Za razliku od rezultata u ovoj disertaciji, Srđić (2009) navodi da je sadržaj glukoze i fruktoze u zrnu šećerca nekoliko puta manji od sadržaja saharoze, kako za linije, tako i za ispitivane hibride u uslovima sa i bez navodnjavanja. Žilić et al. (2011) navode da je procenat šećera u odnosu na sadržaj ukupnesuve materije u zrnu kukuruza šećerca iznosio: glukoze 1,93, fruktoze 1,96 i saharoze 2,75%. Sadržaj ukupnih šećera u zrnu kukuruza šećerca iznosio je $37,5 \pm 0,5\%$, pri čemu je sadržaj redukujućih šećera bio $2,8 \pm 0,05$, a neredukujućih $34,7 \pm 0,3\%$ (Geeta et al. 2017). Prosečni sadržaj ukupnih šećera u apsolutno suvoj masi zrna šećerca iznosio je 16,0%, a kretao se u rasponu od 13,5 do 17,4% i povećavao se sa primenom mikrobiološkog đubriva i organskog đubriva (Latković i sar., 2012).

6.5.6. Uticaj gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva na sadržaj vlakana u zrnu kukuruza šećerca

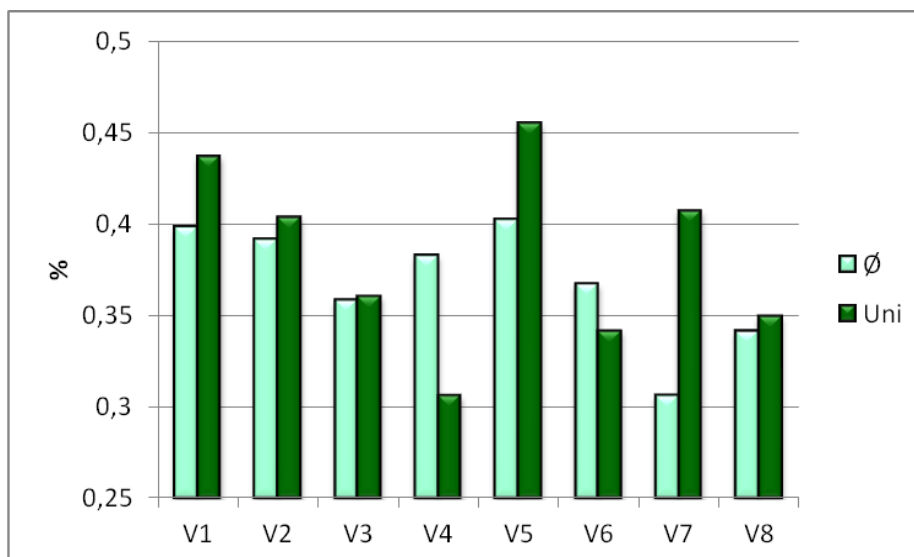


Grafik 31. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj nerastvornih vlakana u zrnu kukuruza šećerca

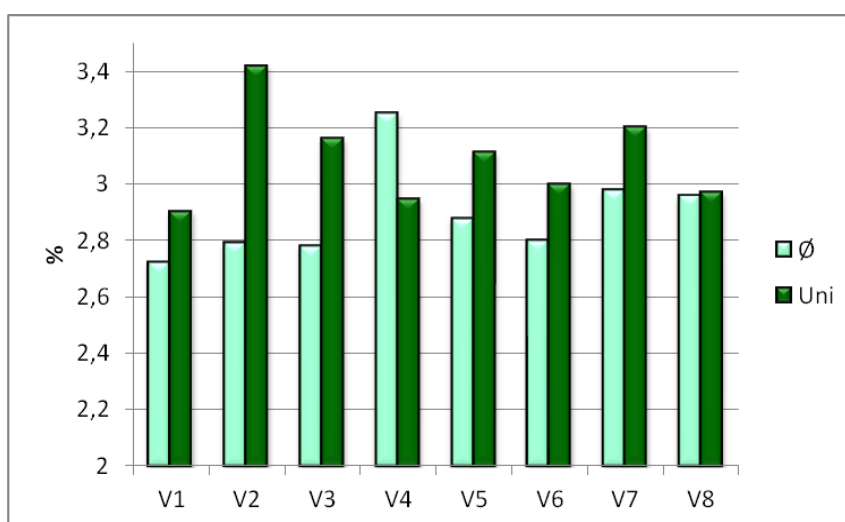
Dijetalna vlakna su složena grupa sastojaka hrane, a njihova funkcija je opisana u medicinskoj literaturi širom sveta još pre stotinu godina (Đermanović, 2016). Pokazalo se da dijetetska vlakna utiču na poboljšanje funkcije creva, smanjenje holesterola i šećera u krvi i povećanje mikrobne biomase (Cui and Roberts, 2009). Generički unos dijetalnih vlakana smanjuje rizik od razvoja sledećih bolesti: kardio-vaskularnih bolesti, moždanog udara, hipertenzije, dijabetesa, gojaznosti, i određenih poremećaja u varenju. Pored toga, povećana konzumacija dijetetskih vlakana smanjuje koncentraciju i poboljšava odnos lipida u serumu, snižava krvni pritisak, poboljšava kontrolu glukoze u krvi, pomaže u gubitku težine, i poboljšava imunološku funkciju (Anderson et al., 2009). S te tačke gledišta važno je proizvoditi i konzumirati hranu bogatu vlaknima.

Prosečni trogodišnji podaci o sadržaju nerastvornih, rastvornih i ukupnih vlakana u zrnu kukuruza šećerca u zavisnosti od gajenja pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva prikazani su u graficima 31, 32 i 33. Najveći sadržaj nerastvornih vlakana uočen je u varijanti V4, bez primene mikrobiološkog đubriva i u toj varijanti je jedino izostao efekat primene mikrobiološkog đubriva. U varijantama sa ostalim pokrovnim usevima, kako pojedinačnim, tako i u smešama sa primenom mikrobiološkog đubriva, uočeno je značajno povećanje sadržaja nerastvornih vlakana u zrnu šećerca, posebno u varijanti V2.

Sadržaj rastvornih i ukupnih vlakana (grafici 32 i 33) je bio najveći u varijantama sa leguminoznim pokrovnim usevima, gajenim kako pojedinačno, tako i u smešama sa ozimim ovsem. Najmanji sadržaj je izmeren u kontrolnoj varijanti V8. Primena mikrobiološkog đubriva nije dovela do povećanja sadržaja rastvornih i ukupnih vlakana u varijanti V4, dok je u varijanti V6 bez primene mikrobiološkog đubriva, sadržaj rastvornih vlakana bio veći.



Grafik 32. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj rastvorljivih vlakana u zrnju kukuruza šećerca



Grafik 33. Uticaj pokrovnih useva (V1-V8) i mikrobiološkog đubriva Uniker na sadržaj ukupnih vlakana u zrnju kukuruza šećerca

Siyuan et al. (2018) navode da je sadržaj ukupnih vlakana u zrnju kukuruza šećerca bele i žute boje iznosio 2,7 odnosno 2,0 g na 100 g zrna. Različiti tipovi vlakana su jedan od najvažnijih nutritivnih i tehnoloških karakteristika zrna kukuruza (Žilić et al., 2011). ZP hibridi kukuruza šećerca (ZP 504su i ZP 531su) su imali najveći sadržaj hemiceluloze (10,29%, odnosno 8,56%) i neutralnih vlakana (14,72%, odnosno 14,07%). Frakcija omotača čini približno 7% ukupne mase zrna povećavajući sadržaj ukupnih vlakana zrna i do 51%, dok frakcija klice čini 12% težine zrna, čineći 16% od ukupnih vlakana zrna (Watson, 1987).

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu trogodišnjih rezultata istraživanja uticaja pokrovnih useva i mikrobiološkog đubriva Uniker u održivom sistemu gajenja hibrida kukuruza specifičnih svojstava, može se zaključiti sledeće:

- dolazi do povećanja sadržaja organske materije u zemljištu, bolje kontrole korova, smanjenja njihove brojnosti i mase u usevima kukuruza šećerca i kokičara, na šta je u visokom stepenu uticao prinos biomase pokrovnih useva. Na prinos biomase pokrovnih useva najznačajniji uticaj su imali meteorološki uslovi odnosno temperature vazduha i raspored padavina tokom vegetacionog perioda. U drugoj godini istraživanja je izmerena najveća prosečna biomasa pokrovnih useva (44795 kg ha^{-1}), dok je najmanja izmerena u prvoj godini (30155 kg ha^{-1}), koja je ujedno bila i meteorološki najnepovoljnija. Na varijanti sa pojedinačnim pokrovnim usevom ozimim krmnim keljom je ostvaren najveći prinos u 2014/15. godini, a najmanji na varijanti sa ozimim ovsem u 2013/14. godini,
- najveći sadržaj organske materije u zemljištu, u proseku za sve tri godine, zabeležen na varijanti sa ozimim ovsem (dubna 0-20 cm-4,415 i dubina 20-40 cm - 4,117 %). Takođe je ustanovljeno pozitivno delovanje gajenja pokrovnih useva na sadržaj azota u zemljištu. Najveći sadržaj azota u zemljištu izmeren je posle berbe glavnih useva, u meteorološki povoljnijim godinama (druga i treća godina istraživanja) na varijantama sa neleguminoznim pokrovnim usevima (ozimi ovas i ozimi krmni kelj), kao i smešama leguminoznih useva sa ozimim ovsem (obična grahorica + ozimi ovas, ozimi krmni grašak + ozimi ovas), dok je najmanji sadržaj azota zabeležen na kontrolnim varijantama,
- pozitivan uticaj na povećanje sadržaja amonijačnog (NH_4) i nitratnog oblika (NO_3) azota imala je primena mikrobiološkog đubriva Uniker posle zaoravanja pokrovnih useva. NH_4 oblik azota se čak zadržao u zemljištu i posle berbe glavnih useva, u varijantama koje su tretirane mikrobiološkim đubrivom, i to samo u površinskom sloju zemljišta, dok je sadržaj NO_3 oblika bio veći u istim varijantama, ali u oba ispitivana sloja zemljišta (0-20 cm i 20-40 cm),
- sadržaj pristupačnih formi fosfora u svim ispitivanim godinama nije se značajno menjao pod uticajem meteoroloških uslova godine, pokrovnih useva i primene mikrobiološkog đubriva. Posle berbe glavnih useva na varijantama bez primene mikrobiološkog đubriva je izmeren najniži sadržaj fosfora, kao i veći sadržaj kalijuma,
- ukupan broj mikroorganizama pre setve glavnih useva se značajno menjao u zavisnosti od vrste pokrovnog useva. Mikrobiološka aktivnost je značajno pojačana unošenjem Unikera i najveća je uočena na varijantama na kojima su gajene smeše leguminoznih pokrovnih useva i ozimog ovasa,
- nakon berbe glavnih useva, značajna promena u populaciji mikroorganizama uočena samo na varijantama gde je primenjivano mikrobiološko đubrivo Uniker. Na povećanu brojnost celulolitskih bakterija, gljiva i aktinomiceta (celulolitskih i aminoautotrofa) najveći uticaj je imao ozimi krmni grašak. U jesenjem periodu na varijantama bez pokrovnih useva (malč-slama i nepokriveno zemljište) sa primenom Unikera zabeleženo je povećanje brojnosti celulolitskih

aktinomiceta i ukupnog broja gljiva. Ukupan broj mikroorganizama je najviše povećan u varijantama sa ozimim krmnim graškom i ozimim krmnim keljom u interakciji sa Unikerom,

- na povećanu brojnost *Azotobacter sp.*, aminoheterotrofa, oligonitrofilnih bakterija i bakterija aminoautotrofa najveći uticaj su imali pojedinačni leguminozni usevi (obična grahorica i ozimi krmni grašak), kao i smeše leguminoza sa ozimim ovsem u kombinaciji sa mikrobiološkim đubrivom Uniker. Ove varijante bez primene Unikera su uticale na povećanje broja sporogenih aminoheterotrofa, što ukazuje na nepovoljne uslove spoljašnje sredine,
- mikrobiološko đubrivo Uniker, uz čije se delovanje nesmetano odvijaju mikrobiološki ciklusi i ne narušava se agroekosistem, ostvarilo je dobre rezultate čak i na kontrolnim varijantama u povećanju ukupnog broja mikroorganizama, dok u interakciji sa pokrovnim usevima opravdava svoju primenu u poljoprivrednoj proizvodnji,
- u korovskoj zajednici, u trogodišnjem istraživanju je utvrđeno prisustvo 19 vrsta korova. Najzastupljenije su bile korovske vrste *Solanum nigrum L.*, *Sorghum halapense L.*, *Chenopodium album L.* i vrste iz roda *Amaranthus*. U prvoj i trećoj, kao nepovoljnijim godinama, u varijantama sa pojedinačnim pokrovnim usevima, broj korovskih vrsta bio je manji u odnosu na broj vrsta u smešama sa ozimim ovsem, što se ne odnosi na drugu godinu ispitivanja, koja je bila u pogledu meteoroloških uslova najpovoljnija. Na varijantama obična grahorica i ozimi krmni grašak je bio prisutan najmanji broj jedinki korova, dok je u varijanti sa ozimim ovsem utvrđen njihov najveći broj,
- u prvoj godini ispitivanja vrednosti sveže i suve mase korova su bile najmanje, dok su najveće zabeležene u trećoj godini. Veću efikasnost u redukciji sveže mase korova u svim ispitivanim godinama su imali pokrovni usevi i smeše, posebno obična grahorica i ozimi ovas, kao i malč, u odnosu na kontrolnu varijantu - nepokriveno zemljište. Procentualno smanjenje sveže mase korova u odnosu na kontrolu se kretalo od 54 % (V1 u prvoj godini) i 55 odnosno 52 % (V4 i V2 u drugoj godini) do 66 i 75 % (smeše u trećoj godini ispitivanja),
- meteorološki uslovi godine su značajno uticali na rodne parametre kukuruza šećerca i kokičara. Najveći broj redova zrna, kao i broj zrna u redu kod kukuruza šećerca je izmeren u prvoj godini istraživanja na varijantama ozimi krmni kelj i smeše. Najveće vrednosti dužine klipa su zabeležene u prvoj godini ispitivanja, dok su vrednosti prečnika klipa bile najveće u trećoj godini. Najveći prinosi zrna kukuruza šećerca su ostvareni u prvoj godini istraživanja i to na varijantama sa ozimim krmnim graškom, ozimim krmnim keljom, kao i smešama leguminoznih vrsta sa ozimim ovsem,
- pokrovni usevi su imali uticaj na povećanje broja redova zrna i dužine klipa kukuruza kokičara, a najveće vrednosti su izmerene na varijanti sa ozimim krmnim keljom,
- statistički značajan ili vrlo značajan uticaj na sadržaj vlage u zrnu kukuruza kokičara su imala sva tri ispitivana faktora. Primena mikrobiološkog đubriva je uticala na smanjenje sadržaja vlage u zrnu kukuruza kokičara,
- u prvoj godini je ostvaren najveći prinos zrna kukuruza kokičara na varijantama sa običnom grahoricom, ozimim krmnim graškom i smešom obične grahorice i ozimog ovsa u kombinaciji

sa mikrobiološkim đubrivom Uniker, a zapremina kokičavosti je ispoljila značajno variranje u zavisnosti od gajene vrste pokrovnog useva, kao i njihove interakcije sa mikrobiološkim đubrivom,

- faktori godina ispitivanja i pokrovni usevi su imali najveći uticaj na sadržaj hlorofila u listovima kukuruza kod oba hibrida. Najveći sadržaj hlorofila u listovima kukuruza je izmeren na varijantama sa ozimim ovsem, zatim smeši ozimog ovsa i ozimog krmnog graška, kao i kontrolnoj varijanti sa malčem, posebno u kombinacijama sa primenom mikrobiološkog đubriva,
- godina ispitivanja, vrsta pokrovnog useva i primena mikrobiološkog đubriva Uniker su uticali na promene nivoa slobodne energije različitih tipova vode u listovima kukuruza oba hibrida,
- kod kukuruza kokičara su zabeležene manje prosečne vrednosti slobodne energije slobodne vode, dok su u pogledu hemijski vezane vode izmerene veće prosečne vrednosti kod kukuruza šećerca. Na varijantama sa smešom ozimog ovsa i ozimog krmnog graška zabeležene su najveće prosečne vrednosti slobodne energije hemijski vezane vode i to kod oba hibrida kukuruza,
- pokrovni usevi su ispoljili značajan uticaj na sadržaj fitinskog i neogranskog fosfora u zrnu oba tipa kukuruza. Veći sadržaj fitinskog fosfora izmeren je u zrnu šećerca, a neogranskog u zrnu kukuruza kokičara. Na varijanti sa običnom grahoricom izmeren je najveći sadržaj fitinskog fosfora kod kukuruza šećerca, dok je kod kokičara to slučaj na kontrolnoj varijanti,
- u zrnu kukuruza oba ispitivana hibrida sadržaj ukupnog glutaciona se razlikovao na varijantama sa i bez primene mikrobiološkog đubriva. Kod šećerca je veći sadržaj glutaciona utvrđen na svim varijantama sa pokrovnim usevima i uz primenu mikrobiološkog đubriva, dok je kod kokičara primena mikrobiološkog đubriva imala najveću efikasnost u smešama,
- u zrnu kukuruza kokičara veći sadržaj fenolnih jedinjenja i β -karotena izmereni su u varijantama sa primenom mikrobiološkog đubriva, dok kod šećerca pokrovni usevi, kao ni mikrobiološko đubrivo, nisu uticali na vrednosti ovih parametara,
- u pogledu sadržaja mineralnih materija kod kukuruza šećerca najveći sadržaj Ca je izmeren na varijanti sa ozimim krmnim graškom gde je primenjeno mikrobiološko đubrivo. Zrno kukuruza šećerca imalo je veći sadržaj Mg na varijanti sa Unikerom dok je najveći sadržaj Fe izmeren na varijanti sa ozimim ovsem. Na varijanti sa ozimim krmnim graškom zabeležen je najveći sadržaj Zn. Primena mikrobiološkog đubriva Uniker je značajno uticala na povećanje sadržaj ispitivanih elemenata kod kukuruza šećerca u odnosu na kokičar,
- najveći sadržaj Ca u zrnu kokičara je izmeren na varijanti sa ozimim krmnim graškom, ozimim krmnim keljom i smešom ozimog krmnog graška i ozimog ovsa. Na varijanti sa smešom ozimog krmnog graška i ozimog ovsa je zabeležen najveći sadržaj Fe, dok je najveći sadržaj Zn izmeren na varijanti sa ozimim krmnim graškom. Svi ispitivani elementi su imali najmanji sadržaj na varijanti sa ozimim ovsem gde je primenjeno mikrobiološko đubrivo. Mikrobiološko đubrivo nije imalo uticaja na sadržaj Mg kod ovog tipa kukuruza,

- znatno veći sadržaj proteina u zrnu je izmeren kod kukuruza kokičara u odnosu na šećerac, a najveće vrednosti zabeležene su na varijanti sa ozimim krmnim keljom gde je primenjeno mikrobiološko đubrivo. Značajan uticaj mikrobiološkog đubriva je uočen u svim varijantama, sem kod obične grahorice i kontrolne varijante. U pogledu sadržaja skroba u zrnu, znatno veći sadržaj je utvrđen u zrnu šećerca, kako u varijantama pojedinačnih pokrovnih useva, tako i u smešama. Zrno kukuruza kokičara ima znatno veći sadržaj ulja u odnosu na šećerac i najveće vrednosti su izmerene u varijantama ozimi krmni grašak i ozimi ovas, uz primenu mikrobiološkog đubriva,
- primena mikrobiološkog đubriva Uniker sa pokrovnim usevima uticala je na sadržaj ispitivanih šećera u zrnu kukuruza šećerca. U pokrovnim usevima, kao i u smešama sa ozimim ovsem, zabeležen je najveći sadržaj saharoze, a sadržaj glukoze je imao najveće vrednosti u varijantama ozimog krmnog kelja, smeše obične grahorice i ozimog ovasa, kao i sa malčem, bez primene mikrobiološkog đubriva, dok je najveći sadržaj fruktoze zabeležen u varijantama sa smešama gde nije primenjivano mikrobiološko đubrivo,
- najveći prosečan sadržaj nerastvornih vlakana je izmeren nakon gajenja ozimog krmnog kelja bez primene mikrobiološkog đubriva, dok je sadržaj rastvornih i ukupnih vlakana bio najveći na varijantama sa pojedinačnim pokrovnim usevima i smešama,
- rezultati ove disertacije su preporuka poljoprivrednim proizvođačima, posebno onima koji se bave održivom proizvodnjom, da primene ovu tehnologiju gajenja ovih podvrsta kukuruza zajedno sa pokrovnim usevima uz upotrebu mikrobiološkog đubriva Uniker, jer oni pokazuju da u polusušnoj klimi, u uslovima bez navodnjavanja posebno leguminozni usevi, gajeni pojedinačno ili u smešama sa ovsem povećavaju produktivnost kukuruza šećerca i kokičara i nutritivni kvalitet zrna, značajno smanjuju zakorovljenost, obezbeđuju hraniva glavnim usevima i utiču na poboljšanje i održavanje plodnosti zemljišta,
- pokrovni usevi zadovoljavaju sve kriterijume za ostvarivanje uspešne proizvodnje i unapređenje sistema gajenja kukuruza koji se zasniva na principima održive poljoprivrede, sve u cilju očuvanja i poboljšanja plodnosti zemljišta, zaštiti životne sredine i dobijanju zdravstveno bezbednih i kvalitetnih proizvoda za ljudsku ishranu.

8. LITERATURA

- Abawi, G., Widmer, T.L. (2000): Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology* 15:37-47.
- Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., Rees, R.M., Smith, P.A (2019): Critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity. *Glob. Chang. Biol.* 25, 2530–2543.
- Abdin, O.A., Zhou, X.M., Cloutier, D., Coulman, D.C., Faris, M.A. Smith, D.L. (2000): Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). *European Journal of Agronomy*, 12: 93-102.
- Abdul-Baki, A.A., Teasdale, J.R., Korcak, R.F. (1997): Nitrogen Requirements of Fresh-market Tomatoes on Hairy Vetch and Black Polyethylene Mulch. *Hort. Science* 32 (2): 217-221.
- Abraham, C.T., Singh, S.P. (1984): Weed management in sorghum-legume intercropping systems. *J. Agric. Sci.* 103, 103–115.
- Acharya, C.L. Sharma, P.D. (1994): Tillage and mulch effects on soil physical environment, root growth, nutrient uptake and yield of maize and wheat on an Alfisol in north-west India. *Soil and Tillage Research* Volume 32, Issue 4, 291-302.
- Adom, K.K. Liu, R.H. (2002): Antioxidant activity grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 6182-6187.
- Ahmadi, A., Ziarati, P. (2015): Chemical Composition Profile of Canned and Frozen Sweet Corn (*Zea mays* L.) in Iran. *Orient. J. Chem.*, Vol. 31(2), 1065-1070.
- Akemo, M.C., Regnier, E.E., Bennett, M.A. (2000): Weed suppression in spring-sown rye (*Secale cereale*)–pea (*Pisum sativum*) cover crop mixes. *Weed Technol.* 14, 545–549.
- Alan, O., Kinaci, G., Kinaci, E., Budak Basciftci, Z., Sonmez, K., Evrenosoglu, Y., Kutlu, I. (2014): Kernel quality of some sweet corn varieties in relationship to processing. *Not. Bot. Horti. Agrobo.*, 42(2): 414-419.
- Alexander, M. (1977): *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley and Sons, New York.
- Bandick K. Anna, Dick P. R. (1999): Field management effects on soil enzyme activities, *Soil Biology and Biochemistry*, Vol. 31, pp. 1471-1479.
- Allerd-Coyle, T.A., Toma, R.B., Reiboldt, W., Thaku, M. (2000): Effects of moisture content, hybrid variety, kernel size and microwave wattage on the expansion volume of microwave popcorn. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 51, 389-394.
- Altieri, M.A. (1995): *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press, Boulder, 358 pp.
- Altieri, M.A. (2002): *Agroecology: The Science of Natural Resource Management for Poor Farmers in Marginal Environments*. *Agriculture Ecosystems & Environment* 93(1-3):1-24 DOI: 10.1016/S0167-8809(02)00085-3
- Amaral, A.T., dos Santos, A., Gerhardt, I.F.S., Kurosawa, R.N.F., Moreira, N.F., Pereira, M.G., Gravina G. de A., de L. Silva F.H. (2016): Proposal of super trait for the optimum selection of popcorn progenies based on path analysis. *Genetics and Molecular Research*, 15 (4), gmr15049309, 1-9, DOI <http://dx.doi.org/10.4238/gmr15049309>.
- Amossé, C., Jeuroy, M.H., Celette, F., David, C. (2013): Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. *Eur. J. Agron.*, 49, 158–167.
- Anderson, D.M., Swanton, C.J., Hall, J.C., Mersey, B.G. (1993): The influence of temperature and relative humidity on the efficacy of glufosinate-ammonium. *Weed Research*, 33, 139.
- Anderson, J.W., Baird, P., Davis, R.H., Ferreri, Jr.S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters, V., Williams, Ch.L. (2009): Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews* Vol. 67(4):188–205. doi:10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x
- André, C.M., Oufir, M., Guignard, C., Hoffmann, L., Hausman, J.F., Evers, D., Larondelle, Y. (2007): Antioxidant profiling of native Andean potato tubers (*Solanum tuberosum* L.) reveals

- cultivars with high levels of beta-carotene, alphanatocopherol, chlorogenic acid, and petanin. *J Agric Food Chem.* 55, (26): 10839-10849.
- Andreasen, M.F., Kroon, P.A., Williamson, G., Garcia-Conesa, M.T. (2001): Intestinal release and uptake of phenolic antioxidant diferulic acids. *Free Radical Biol Med.* 31(3):304-314.
- Antosh, E., Idowu, J., Schutte, B., Lehnhoff, E. (2020): Winter cover crops effects on soil properties and sweet corn yield in semi-arid irrigated systems. *Agronomy Journal*, 112:92–106. DOI: 10.1002/agj2.20055
- Arellanes, P., Lee, D.R. (2003): The Determinants of Adoption of Sustainable Agriculture Technologies: Evidence from the Hillsides of Honduras. In *Proceedings of the International Conference of Agricultural Economists 2003 Annual Meeting*, Durban, South Africa, 16–22 August.
- Asghari, J., Tewari, J.P. (2007): Allelopathic Potentials of Eight Barley Cultivars on Brassica juncea (L) Czern. and Setaria viridis (L) P. Beauv. *J. Agric. Sci. Technol.* 9: 165-176.
- Ashworth, A.J., Allen, F.L., Tyler, D.D., Pote, D., Shipitalo, M.J. (2017): Earthworm populations are affected from long-term crop sequences and bio-covers under no-tillage. *Pedobiologia – Intern J. Soil Ecol.*, 60 (2017), pp. 27-33
- Babić, M. (1995): Nasleđivanje prinosa zrna, zapremine kokičavosti i osobina važnih za kvalitet kukuruza kokičara. Doktorska disertacija, Poljoropivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Baghestani, A., Lemieux, C., Leroux, G.D., Baziramakenga, R., Simard, R.R. (1999): Determination of Allelochemicals in Spring Cereal Cultivars of Different Competitiveness. *Weed Sci.* 47: 498-504.
- Balbinot, A.A., Fleck, Jr.N.G. (2005): Weed management in the corn crop through plant spatial arrangement and characteristics of genotypes. *Cienc. Rural*, 35, 245–252.
- Banziger, M., Long, J. (2000): The potential for increasing the iron and zinc density of maize through plant breeding. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 21, no. 4. The United Nations University Press. 397-400.
- Baraibar, B.; Hunter, M.C., Schipanski, M.E., Hamilton, A., Mortensen, D.A. (2018): Weed suppression in cover crop monocultures and mixtures. *Weed Sci.* 66, 121–133.
- Bardgett, R.D., van der Putten, W.H. (2014): Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515, 505–511.
- Basu, H.N., Del Vecchio, A.J., Flider, F., Orthofer, F.T. (2001): Nutritional and potential disease prevention properties of carotenoids. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 78, 665-675.
- Baumann, D.T., Kropff, M.J., Bastiaans, L. (2000): Intercropping leeks to suppress weeds. *Weed Research*, 40: 359-374.
- Bedoussac, L., Journet, E.P., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, E.S., Prieur, L., Justes, E. (2015): Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 35, 911–935.
- Belz, R.G. (2007): Allelopathy in crop/weed interactions—an update. *Pest Manag. Sci.* 63, 308–326.
- Bhardwaj, R.L., Kedra, K.V. (2013): Effect of mulching on crop production under rainfed condition – Review. *Agri. Reviews*, 34 (3): 188-197.
- Bhowmik, P.C. (2003): Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. *Crop Prot.*, 22, 661–671.
- Bilalis, D., Karkanis, A., Efthimiadou, A. (2009): Effects of two legume crops, for organic green manure, on weed flora, under Mediterranean conditions: Competitive ability of five winter season weed species. *Afr. J.Agric. Res.*, 4, 1431–1441.
- Blackshaw, R.E., Moyer, J.R., Doram, R.C., Boswell, A.L. (2001): Yellow sweetclover, green manure, and its residues effectively suppress weeds during fallow. *Weed Science*, 49: 406-413.

- Blanco-Canqui, H., Claassen, M.M., Presley, D.R. (2012): Summer cover crops fix nitrogen, increase crop yield, and improve soil–crop relationships. *Agron. J.* 104:137–147. doi:10.2134/agronj2011.0240
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T.M., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., Elmore, R.W., Francis, C.A., Hergert, G.W. (2015): Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils. *Agron. J.*, 107, 2449–2474.
- Blesh, J. (2018): Functional traits in cover crop mixtures: Biological nitrogen fixation and multifunctionality. *J. Appl. Ecol.* 55, 38–48.
- Blubaugh, C.K., Hagler, J.R., Machtley, S.A., Kaplan, I. (2016): Cover crops increase foraging activity of omnivorous predators in seed patches and facilitate weed biological control. *Agric. Ecosyst. Environ.* 231, 264–270.
- Böcker, T., Möhring, N., Finger, R. (2019): Herbicide free agriculture? A bio-economic modelling application to Swiss wheat production *Agric. Syst.*, 173 (2019), 378-392.
- Bogdanović, D., Ubavić, M. (2008): Đubrenje u plodoredu. Eds. Manojlović M.: Đubrenje u održivoj poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad: 78-97.
- Bohlool, B.B., Ladha, J.K., Garrity, D.P., George, T. (1992): Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective. *Plant and Soil (Historical Archive)* 141:1-11.
- Boldrini, A., Guiducci, M., Benincasa, P., Tosti, G., Tei, F. (2006): Can we modulate N supply and release from green manure crops. IX Congress of the European Society for Agronomy, 4-7 September, Warszawa.
- Bond, W., Turner, R.J. (2001): A review of weed control mulches. Technical reports, HDRA, Ryton Organic Gardens, Coventry, CV8 3LG, UK HRI, Wellesbourne, Warwick, CV35 9EF, UK. URL: <http://www.organicweeds.org.uk> (pregledano 14.01.2013. godine).
- Boydston, R.A., Hang, A. (1995): Rapeseed (*Brassica napus*) Green Manure Crop Suppresses Weeds in Potato (*Solanum tuberosum*). *Weed Technology*, 9: 669-675.
- Boyer, C.D., Shannon, J.C. (1987): Carbohydrates of the kernel. In: *Corn: Chemistry and Technology*, Watson, S.A., and E.P. Ramstad., Eds., Am. Ass. of Cereal Chemists, St. Paul, MN., USA.
- Brainard, D.C., Bellinder, R.R., Kumar, V. (2011): Grass-Legume mixtures and soil fertility affect cover crop performance and weed seed production. *Weed Technol.* 25, 473–479.
- Bramley, P.M., Elmadfa, I., Kafatos, A., Kelly, F.J., Manios, Y., Roxborough, H.E., Schuch, W., Sheehy, P.J.A., Wagner, K.H. (2000): Review: Vitamin E. *J. Sci. Food Agric.* 80, 913-938.
- Brennan, E.B., Smith, R.F. (2005): Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. *Weed Technol.* 19, 1017–1024.
- Broccoli, A.M., Burak, R. (2004): Effect of genotype x environment interactions in popcorn maize yield and grain quality. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2, 85-91. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2004021-64>.
- Brust, J., Gerhards, R. (2012): Lopsided oat (*Avena strigosa*) as a new summer annual cover crop for weed suppression in Central Europe. *Jul. Kühn Arch.* 257, 257–264.
- Brust, J., Claupein, W., Gerhards, R. (2014): Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. *Crop Prot.* 63, 1–8.
- Brzeski, M.W., Smolińska, U., Szczech, M., Paul, M., Ostrzycka, J. (1993): Short term effect of green manuring on soil inhabiting nematodes and microorganisms, *Nematologia mediterr.* 21: 169-176.
- Buckner, B., Kelson, T.L., Robertson, D.S., (1990): Cloning of the yl locus of maize, a gene involved in the biosynthesis of carotenoids. *Plant Cell* 2: 867-876.
- Budak, F., Aydemir, S.K. (2018): Grain Yield and Nutritional values of sweet corn (*Zea mays* var. *saccharata*) in Produced with Good Agricultural Implementation. *Nutri Food Sci Int J.* 2018; 7(2): 555710. DOI:10.19080/NFSIJ.2018.07.555710

- Bunzel, M.J., Ralph, J.M., Marita, R., Hatfield, D., Steinhart, H. (2001): Diferulates as structural components in soluble and insoluble cereal dietary fibre. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81, 653-660.
- Burgos, N.R., Talbert, R.E., Mattice, J.D. (1999): Cultivar and Age Differences in the Production of Allelochemicals by *Secale cereale*. *Weed Sci.* 47: 481-485.
- Cabral, P.D.S., Amaral Junior, A.T., Freitas, I.L.J, Ribeiro, R.M. (2016): Cause and effect of quantitative characteristics on grain expansion capacity in popcorn. *Rev. Ciênc. Agron.*, 47 (1): 108-117. <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20160013>.
- Cadavid, L.F., El-Sharkawys, M.A., Acosta, A., Sanchez, T. (1998): Long-term effects of mulch, fertilization and tillage on cassava grown in sandy soils in northern Colombia. *Field Crop. Res.*, 57, 45.
- Campiglia, E.R., Paolini, G.C., Mancunelli, R. (2009): The effects of cover cropping on yield and weed control of potato in a transitional system. *Field Crop. Res.*, 112, 16–23.
- Cantrell, I.C., Linderman, R.G. (2001): Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. *Plant and Soil* 233:269-281.
- Caviglia, O.P., Andrade, F.H. (2010): Sustainable intensification of agriculture in the Argentinean Pampas: capture and use efficiency of environmental resources. *Am. J. Plant Sci. Biotechnol.*, 3: 1–8.
- Ceylan, M., Karabab, E. (2002): Comparison of sensory properties of popcorn from various types and sizes of kernel. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82,127-133.
- Chassy, A.W., Bui, L., Renaud, E.N., Van Horn, M., Mitchell, A.E. (2006): Three-year comparison of the content of antioxidant micro constituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J Agric Food Chem* 54(21): 8244-8252.
- Chen, G., Weil, R.R. (2010): Penetration of cover crop roots through compacted soils. *Plant and Soil* 331 (1-2): 31-43.
- Clark, A.J., Decker, A.M., Meinsiger, J.J., McIntosh, M.S. (1997): Kill date of vetch, rye, and a vetch-rye mixture: I. Cover crops and corn nitrogen. *Agron. J.*, 89: 427–434.
- Clark, A.J. (ed.). (2007): *Managing Cover Crops Profitably*. 3rd ed. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD.
- Constantin, J., Mary, B., Aubrion, G., Laurent, F., Fontaine, A., Kerveillant, P., Beaudoin, N. (2010): Effects of catch crops, no till and reduced nitrogen fertilization on nitrogen leaching and balance in three long-term experiments. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 135: 268–278.
- Constantin, J., Le Bas, C., Justes, E. (2015): Large-scale assessment of optimal emergence and destruction dates for cover crops to reduce nitrate leaching in temperate conditions using the STICS soil-crop model. *Eur. J. Agron.*, 69, 75–87.
- Creamer, N.G., Bennett, M.A., Stinner, B.R., Cardina, J., Regnier, E.E. (1996): Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. *HortScience* 31, 410–413.
- Creamer, N.G., Bennett, M.A., Stinner, B.R. (1997): Evaluation of Cover Crop Mixtures for Use in Vegetable Production Systems. *HortScience*, 32 (5): 866-870.
- Creech, R.G. (1968): Carbohydrate synthesis in maize. *Adv. Agron.*, 20, 275.
- Cui, S.W., Roberts, K.T. (2009): Chapter 13-Dietary Fiber: Fulfilling the Promise of Added-Value Formulations, 399-448. In: *Modern Biopolymer Science*, Editors: Kasapis S., Norton, I.T., Ubbink, J.B. Elsevier publish.
- Cutti, L., Lamego, F.P., de Aguiar, A.D.M., Kaspary, T.E., Gonsioriewicz-Rigon, C.A. (2016): Winter cover crops on weed infestation and maize yield. *Rev. Caatinga*, 29, 885–891.
- Ćupina, B., Erić, P., Mihailović, V., Mikić, A., Vučković, S. (2007): Značaj, stanje i perspektive jednogodišnjih krmnih biljaka u agroekološkim uslovima Srbije. *Zbornik Radova-A Periodical of Scientific Research on Field and Vegetable Crops*, 44 (1): 261-270.

- Ćupina, B., Manojlović, M., Krstić, Đ., Čabilovski, R., Mikić, A., Ignjatović-Ćupina, A., Erić, P. (2011): Effect of winter cover crops on the dynamics of soil mineral nitrogen and yield and quality of Sudan grass (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Austral. J of Crop Science*, 5(7): 839-845.
- Ćupina, B., Krstić, Đ., Antanasović, S., Mikić, A., Erić, P. (2016): Environmental impact of introducing legumes into cropping system in temperate regions. In *Proceedings of the ILS2—Second International Legume Society Conference, Legumes for a Sustainable World*, Tróia, Portugal, 11–14 October 2016; International Legume Society: Tróia, Portugal, 57.
- Ćupina, B., Vujić, S., Krstić, D., Radanović, Z., Čabilovski, R., Manojlović, M., Latković, D. (2017): Winter cover crops as green manure in a temperate region: the effect on nitrogen budget and yield of silage maize. *Crop and Pasture Science*, 68 (11): 1060-1069.
- Dabney, S.M., Delgado, J.A., Reeves, D.W. (2001): Using winter cover crops to improve soil quality and water quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32: 1221-1250.
- Dado, R.G. (1999): Nutritional benefits of specialty corngrain hybrids in dairy diets. *J Anim Sci* 77, 197-207.
- Darder, M.L., Sasal, M.C., Wilson, M.G., Andriulo, A., Paz Gonzales, A. (2010): Pérdida de nitrógeno en sedimentos por escurrimiento bajo distintas secuencias de cultivo en siembra directa IV Congreso sobre Uso y Manejo de Suelo (UMS 10), 14-16 de Julio, Coruña, España.
- Daryanto, S., Fu, B., Wang, L., Jacinthe, P.A., Zhao, W. (2018): Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops. *Earth-Science Reviews* 185, 357–373.
- Das, A.K., Singh, V., (2016): Antioxidative free and bound phenolic constituents in botanical fractions of Indian specialty maize (*Zea mays* L.) genotypes. *Food Chem.* 201, 298–306.
- de Pedro, L., Perera-Fernández, L.G., López-Gallego, E., Pérez-Marcos, M., Sanchez, J.A. (2020): The effect of cover crops on the biodiversity and abundance of ground-dwelling arthropods in a Mediterranean Pear Orchard. *Agronomy* 10, 580. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040580>
- Diekow, J., Mielniczuk, J., Knicker, H., Bayer, C., Pinheiro Dick, D., Kögel-Knabner, I. (2005): Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilisation in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. *Soil and Tillage Research* 81(1):87-95 DOI: 10.1016/j.still.2004.05.003
- Dinnes, D.L., Douglas, L.K., Dan, J., Thomas, K., Hatfield, J., Colvin, T., Cambardella, C. (2002): Nitrogen management strategies to reduce nitrate leaching in tile-drained Midwestern Soils. *Agron. J.*, 94: 153–171
- Ditsch, D.C. and Alley, M.M. (1991): Non leguminous Cover Crop Management for Residual N Recovery and Subsequent Crop Yields. *Journal of Fertilizer Issues* 8:6-13.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S. (2006): Vetrozaštitni pojasevi u funkciji zaštite intenzivne ratarske proizvodnje. *Zbornik radova Savetovanja »Pošumljavanje u cilju realizacije prostornog plana i razvoja poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Rep. Srbije«*, N. Sad: 45-57.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M. (2007): Effects of different maize hybrids on above ground biomass in intercrops with soybean. *Maydica*, 52., (3): 265-271.
- Dolijanović, Ž., Momirović, N., Mihajlović, V., Simić, M., Oljača S., Kovačević, D., Kaitović, Z. (2012). Cover crops effects on the yield of sweet corn. *Third Int. Sci. Sym. "Agrosym Jahorina 2012"*: 104-110.
- Dolijanović, Ž., Momirović, N., Simić Milena, Kovačević, D., Oljača S., Mikić, A. (2013): Fall and spring sown legume-cereal cover crops for sweet maize production. *2nd International Scientific Conference „Soil and Crop Management: Adaptation and Mitigation of Climate Change”*, September 26-28, 2013, Osijek, Croatia. *Proceedings*, 128-135.
- Dolijanović, Ž., Momirović, N., Simić, M., Kovačević, D., Oljača, S. (2014): The effects of different cover crops on yields and yields component of sweet maize. *V International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2014"*, Jahorina, October, 23-26, BiH. *Proceedings*, 300-305.

- Dolijanović, Ž., Simić, M., Oljača, S., Kovačević, D., Dragičević, V., Jovović, Z., Moravčević, Đ. (2016a): The effects of different cover crops on weed control in popcorn (*Zea mays* L. ssp. *everta* Sturt). Seventh International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, Oct. 06 - 09, 2016, Book of proceedings, 692-698.
- Dolijanović, Ž., Simić, M., Momirović, N., Moravčević, Đ., Janošević, B. (2016b): The effects of different cover crops on grain yield of popcorn (*Zea mays* L. ssp. *everta* Sturt). Analele Universității din Craiova, seria Agricultură – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova - Agriculture, Montanology, Cadastre Series) Vol. XLVI 2016: 129-133.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, D., Simić, M., Srdić, J., Momirović, N., Moravčević, Đ. (2017): The effects of cover crops on the content of vitamin C in grain of sweet maize. Eighth International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2017", Jahorina, October 05 - 08, 2017, Book of proceedings, 676-682.
- Dolijanović, Ž., Simić, M., Dragičević, V., Momirović, N., Janošević, B. (2018a): The effect of cover crops on the weediness, productivity and quality of popcorn (*Zea mays* L. ssp. *everta*), Green Room Sessions 2018 International GEA (Geo Eco-Eco Agro) Conference. 1-3 November 2018, Podgorica, Montenegro. Book of Abstracts, 36.
- Dolijanović, Ž., Dragičević, V., Simić, M., Oljača, S., Kovačević, D., Janošević, B. (2018b): The effect of cover crops on the content of protein in grain of sweet maize. Proceedings 3rd International Symposium for Agriculture and Food, 18-20 October 2017, Ohrid, Republic of Macedonia, 31-37. Journal of agricultural, food and environmental sciences, Vol. 72, No 2, September 2018 ISSN 2545-4315.
- Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Oljača, S., Simić, M., Moravčević, Đ., Šeremešić, S. (2020a): Weed control ability in sweet maize of single sown legume cover crops compared to their mixtures. XI International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2020", Jahorina, October 08 - 11, 2020, Book of proceedings, 139-146.
- Dolijanović, Ž., Kovačević, D., Oljača, S., Simić, M. (2020b): Adaptacija agrotehničkih mera u ratarstvu na klimatske promene. IX Naučni skup odeljenja za biotehničke nauke AINS 2020: „Značaj razvojnih istraživanja i inovacija u funkciji unapređenja poljoprivrede i šumarstva u Srbiji“ 04. novembar 2020, Šumarski fakultet, Beograd. Zbornik radova, 60-71.
- Döring, T., Brandt, M., Herb, J., Finch, M., Slucke, H. (2005): Effect of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. Field Crop. Res., 94, 2-3, 238-249.
- Dorn, B., Jossi, W., van der Heijden, M.G.A. (2015): Weed suppression by cover crops: Comparative on-farm experiments under integrated and organic conservation tillage. Weed Res. 55, 586-597.
- Dragičević, V. (2007): Uticaj ubrzanog starenja i stimulativnih koncentracija 2,4-D na seme kukuruza (*Zea mays* L.). Doktorska teza, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, pp. 145.
- Dragičević, V. (2015): Thermodynamics of seed and plant growth. In: Recent Advances in Thermo and Fluid Dynamics. Editor: Mofid Gorji-Bandpy, ISBN: 978-953-51-4388-8. Publisher: INTECH, Rijeka, Croatia: 195-221
- Dragičević, V., Simić, M., Brankov, M., Spasojević, I., Sečanski, M., Kresović, B. (2012): Thermodynamic characterization of early phytotoxic effects of sulfonylurea herbicides to maize lines. Pesticides & Phytomedicine 27(3) 231-237.
- Dragičević, V., Spasojević, I., Oljača, S., Simić, M., Dolijanović, Ž. (2013): Grain quality in organic and ecological cropping systems. IV International Symposium „Agrosym 2013“, Jahorina 03.-06. October 2013, Bosnia and Herzegovina, Proceedings: 700-705.
- Dragičević, V., Spasojević, I., Simić, M., Nikolić, B., Dumanović, Z., Jovanović, V. (2014): How different weed management affects free energy and light consumption by maize leaves. 12th

- International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry. September 22-26, 2014, Belgrade, Serbia, Proceedings, Volume II: pp.473-476.
- Dragičević, V., Oljača, S., Stojiljković, M., Simić, M., Dolijanović, Ž., Kravić, N. (2015): Effect of the maize-soybean intercropping system on the potential bioavailability of magnesium, iron and zinc. *Crop and Pasture Science*, 66 (11), 1118-1127.
- Dragičević, V., Janošević, B., Simić, M., Brankov, M., Mesarović, J., Dolijanović, Ž. (2016a): Relations between free energy and grain composition of sweet maize from ecological production. 13th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry. Belgrade, September 26-30, 2016, Proceedings, Volume II: 885-888.
- Dragičević, V., Dolijanović, Ž., Janošević, B., Simić, M., Dodevska, M., Brankov, M., Mesarović, J. (2016b): Cover crops effect on status of main antioxidants in sweet maize. Seventh International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2016", Jahorina, October 06 - 09, 2016, Book of proceedings, 386-391.
- Dunbar, M.W., Gassmann, A.J., O'Neal, M.E. (2017): Limited impact of a fall-seeded, spring-terminated rye cover crop on beneficial arthropods. *Environ. Entomol.* 46, 284–290.
- Dunn, M., Ulrich-Schad, J.D., Prokopy, L.S., Myers, R.L., Watts, C.R., Scanlon, K. (2016): Perceptions and use of cover crops among early adopters: Findings from a national survey. *J. Soil Water Conserv.* 71, 29–40.
- Đermanović, M. (2016): Komparativna analiza metoda za procenu unosa minerala i makronutrijenata u kolektivnoj ishrani predškolske dece. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Farmaceutski fakultet. pp 155.
- Effa, E.B., Uwah, D.F., Iwo, G.A., Obok, E.E., Ukoha, G.O. (2012): Yield Performance of Popcorn (*Zea mays L. everta*) under Lime and Nitrogen Fertilization on an Acid Soil. *Journal of Agricultural Science*; Vol. 4, (10): 12-19.
- Effa, E.B., Undie, U.L., Ndaeyo, N.U., Ogar, C.C. (2015): Popcorn yield and nutrient composition as affected by nitrogen fertilization and liming in Calabar, Nigeria. *Journal of Basic and Applied Research International* 5(3): 166-174.
- Ellis, K.E., Barbercheck, M.E. (2015): Management of Overwintering Cover Crops Influences Floral Resources and Visitation by Native Bees. *Environ. Entomol.*, 44, 999–1010.
- Elsalahy, H., Döring, T., Bellingrath-Kimura, S., Arends, D. (2019): Weed Suppression in Only-Legume Cover Crop Mixtures. *Agronomy*, 9, 648.
- Erić, U., Pajić, Z., Videnović, J. (2003): Uticaj genotipa i spoljne sredine na prinos i zapreminu kokičavosti hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays L. everta*). *Arhiv za poljoprivredne nauke* 64 (225-226): 27-33.
- Etemadi, F., Hashemi, M., Zandvakili, O., Dolatabadian, A., Sadeghpour, A. (2018): Nitrogen Contribution from Winter – Killed Faba Bean Cover Crop to Spring - Sown Sweet Corn in Conventional and No-Till Systems. *Agron. J.*, 110, 455–462.
- European Parliament of the Council (2013): Regulation (EU) No 1307/2013 of the European Parliament of the Council of 17 December 2013; Establishing Rules for Direct Payments to Farmers under Support Schemes within the Framework of the Common Agricultural Policy and Repealing Council Regulation (EC) No 637/2008 and Council Regulation (EC) No 73/2009.63; European Parliament of the Council: Brussels, Belgium, 2013.
- Everts, K.L. (2002): Reduced fungicide applications and host resistance for managing three diseases in pumpkin grown on a no-till cover crop. *Plant dis.*, 86: 1134-1141.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Bailey, B.A. (2005): Role of Cover Crops in Improving Soil and Row Crop Productivity. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 36(19-20) DOI: 10.1080/00103620500303939
- Falquet, B., Gfeller, A., Pourcelot, M., Tschuy, F., Wirth, J. (2015): Weed suppression by common buckwheat: A review. *Environ. Control Biol.* 53, 1–6.

- FAOSTAT (2019): Food and agriculture organization of the United Nations, statistics division. <http://www.fao.org/faostat/en/#-data/TP>
- Fardet, A., Rock, E., Remesy, C. (2008): Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? *Journal of Cereal Science* 48(2):258-276.
- Farooq, M., Jabran, K., Cheema, Z.A., Wahid, A., Siddique, K.H.M. (2011): The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Manag. Sci.* 67, 493–506.
- Fernandez, A.L., Sheaffer, C.C., Wyse, D.L., Staley, C., Gould, T.J., Sadowsky, M.J. (2016): Associations between soil bacterial community structure and nutrient cycling functions in long-term organic farm soils following cover crop and organic fertilizer amendment. *Sci. Total Environ.*, 949–959.
- Ferreira, E.P.B., Martin-Didonet, C.C.G. (2012): Mulching and Cover Crops Effects on the Soil and Rhizosphere-associated Bacterial Communities in Field Experiment. *J. Agr. Sci. Tech.* (2012) Vol. 14: 671-681.
- Filipović, V., Ugrenović, V. (2012): Biodiverzitet zemljišta u sistemima organske proizvodnje. Zbornik radova Organska poljoprivreda i biodiverzitet, II otvoreni dani biodiverziteta, Institut Tamiš Pančevo, Pančevo, 26-45.
- Finckh, M., Gacek, E., Goyeau, H., Lannou, C., Merz, U., Mundt, C., Munk, L., Nadziak, J., Newton, A., de Vallavieille-Pope, C. (2000): Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20, 813–837.
- Finney, D. M., White, C.M., Kaye, J.P. (2016). Biomass production and carbon/nitrogen ratio influence ecosystem services from cover crop mixtures. *Agronomy Journal*, 108, 39–52. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0182>
- Finney, D.M., Kaye, J.P. (2017): Functional diversity in cover crop polycultures increases multifunctionality of an agricultural system. *J. Appl. Ecol.* 54, 509–517.
- Finney, D.M., Buyer, J.S., Kaye, J.P. (2017): Living cover crops have immediate impacts on soil microbial community structure and function. *Journal of Soil and Water Conservation* 72, 361–373.
- Fourie, H., Ahuja, P., Lammers, J., Daneel, M. (2016): Brassicacea-based management strategies as an alternative to combat nematode pests: A synopsis. *Crop Prot.* 80, 21–41.
- Frasier, I., Quiroga, A., Noellemeyer, E. (2016): Effect of different cover crops on C and N cycling in sorghum NT systems. *Science of The Total Environment* Volume 562, Pages 628-639. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.058>
- Galloway, B.A., Weston, L.A. (1996): Influence of Cover Crop and Herbicide Treatment on Weed Control and Yield in No-Till Sweet Corn (*Zea mays* L.) and Pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch). *Weed Technology*, Vol. 10, No. 2 (Apr.-June., 1996), 341-346.
- Gao, Y.J., Li, S.X. (2005): Cause and mechanism of crop yield reduction under straw mulch in dryland. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 21 (7), 15–19.
- García-González, I., Hontoria, J.L., Gabriel, M., Alonso-Ayuso, M. Quemada, M. (2018): Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma* 322 (2018) 81–88.
- Garten, C.T. (2002): Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in Tennessee and South Carolina, USA. *Biomass Bioenergy*, 23, 93–102.
- Geeta, H.P., Palanimuthu, V., Srinivas, G. (2017): Study of some physico-chemical properties of sweet corn. *International Journal of Agricultural Science and Research (IJASR)* Vol. 7, Issue 1, 277-286.
- Gfeller, A., Herrera, J.M., Tschuy, F. (2018): Wirth, J. Explanations for *Amaranthus retroflexus* growth suppression by cover crops. *Crop Prot.* 104, 11–20.
- Ghosh, P.K., Dayal, D., Bandyopadhyay, K.K., Mohanty, M. (2006): Evaluation of straw and polythene mulch for enhancing productivity of irrigated summer groundnut. *Field Crops Research* 99 (2-3), 76–86.

- Giller, K.E., Cadisch, G. (1995): Future benefits from biological nitrogen fixation: An ecological approach to agriculture. *Plant and Soil (Historical Archive)* 174:255-277.
- Gökmen, S. (2004): Effects of moisture content and popping method on popping characteristics of popcorn. *Journal of Food Engineering*, 65, 357-362.
- Govedarica, M., Jarak, M. (1995): Mikrobiologija zemljišta, Udžbenik, Poljoprivredni fakultet Univerzitet u Novom Sadu, Institut za ratarstvo i povrtarstvo.
- Govedarica, M., Jeličić, Z., Milošević, N., Jarak, M., Stojnić, N., Hajnal, T., Milošev, D. (2001): Efektivnost *Azotobacter chroococcum* i *Bacillus megatherium* kod kukuruza. *Acta biologica Iugoslavica - serija A: Zemljište i biljka*, 50(1), 55-64.
- Grafton-Cardwell, E.E., Ouyang, Y.L., Bugg, R.L. (1999): Leguminous cover crops to enhance population development of *Euseius tularensis* (Acari: Phytoseiidae) in citrus. *Biological Control*, 16: 73-80.
- Groff, S. (2015): The past, present, and future of the cover crop industry. *Journal of Soil and Water Conservation* 70(6):130A-133A. <https://doi.org/10.2489/jswc.70.6.130A>
- Grune, T., Lietz, G., Palou, A., Ross, A.C., Stahl, W., Tang, G., Thurnham, D., Yin, S.A., Biesalski, H.K. (2010): β -carotene is an important vitamin a source for humans. *J. Nutr.* 140, 2268S-2285S.
- Gselman, A., Kramberger, B. (2008): Benefits of winter legume cover crops require early seeding. *Australian J. of Agricultural Res.* 59: 1156-1163.
- Haghighat, A., Shirani Rad A.H., Seyfzadeh S., Yousefi M. (2012): Effect of cattle manure and plant density on sweet corn yield grown different cropping methods. *Intl. J. Agron. Plant. Prod.* 3 (S): 696-699.
- Hajjar, R., Jarvis, D.I., Gemmill-Herren, B. (2008): The utility of crop genetic diversity in maintaining ecosystem services. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123, 261–270.
- Hanly, J.A., Gregg, P.E.H. (2004): Green-manure impact on nitrogen availability to organic sweetcorn (*Zea mays*). *New Zealand J. of Crop and Horticultural Sci.*, 32: 295-307.
- Haramoto, E.R., Gallandt, E.R. (2004): Brassica cover cropping for weed management: A review. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 19: 187-198.
- Haramoto, E.R., Gallandt, E.R. (2005): Brassica cover cropping: I. Effects on weed and crop establishment. *Weed Sci.* 53, 695–701.
- Hartwig, N. L., Ammon, H.U. (2002): 50th Anniversary - Invited article - Cover crops and living mulches. *Weed Sci.*, 50: 688-699.
- Haruna, S.I., Nkongolo, N.V. (2015): Cover Crop Management Effects on Soil Physical and Biological Properties. *Agriculture and Climate Change - Adapting Crops to Increased Uncertainty (AGRI 2015)*. *Procedia Environmental Sciences* 29 13 – 14.
- Hayden, Z.D., Brainard, D.C., Henshaw, B., Ngouajio, M. (2012): Winter annual weed suppression in rye-vetch cover crop mixtures. *Weed Technol.*, 26, 818–825.
- Hector, A., Schmid, B., Beierkuhnlein, C., Caldeira, M.C., Diemer, M., Dimitrakopoulos, P.G., Finn, J.A., Freitas, H., Giller, P.S., Good, J. (1999): Plant diversity and productivity experiments in European grasslands. *Science* 286, 1123–1127.
- Hiltbrunner, J., Liedgens, M., Bloch, L., Stamp, P., Streit, B. (2007): Legume cover crops as living mulches for winter wheat: Components of biomass and the control of weeds. *Eur. J. Agron.* 26, 21–29.
- Hoffman, M.L., Regnier, E.E., Cardina, J. (1993): Weed and Corn (*Zea mays*) Responses to a Hairy Vetch (*Vicia villosa*) Cover Crop. *Weed Technology*, 7: 594-599.
- Holmes, A.A., Thompson, A.A., Wortman, S.E. (2017): Species-specific contributions to productivity and weed suppression in cover crop mixtures. *Agron. J.* 109, 2808–2819.
- Hooper, D.U., Chapin, F.S., Ewel, J.J., Hector, A., Inchausti, P., Lavorel, S., Lawton, J.H., Lodge, D.M., Loreau, M., Naeem, S. (2005): Effects of biodiversity on ecosystem functioning: A consensus of current knowledge. *Ecol. Monogr.* 75, 3–35.

- Hosney, R.C., Zeleznak, K., Abdelrahman, A. (1983): Mechanism of popcorn popping. *J. Cereal Sci.* 1, 43-52.
- Hubbard, R.K., Strickland, T.C., Phatak, S. (2013): Effects of cover crop systems on soil physical properties and carbon/nitrogen relationships in the Coastal Plain of southeastern USA. *Soil Tillage Res.*, 126, 276–283.
- Husić, I., Kojić, L., Ivanović, M., Stojnić, O. (1995): Components of variance and heritability for grain yield and components for S1 and HS progenies in two early maturity synthetic populations of maize. *Genetika*, 27, 25-34.
- Huston, M.A. (1997): Hidden treatments in ecological experiments: Re-evaluating the ecosystem function of biodiversity. *Oecologia* 110, 449–460.
- Hutchinson, C.M., McGiffen, M.E.Jr. (2000): Cowpea Cover Crop Mulch for Weed Control in Desert Papper Production. *HortScience*, 35 (2): 196-198.
- Ibrahim, K.E., Juvik, J.A. (2009): Feasibility for improving phytonutrient content in vegetable crops using conventional breeding strategies: case study with carotenoids and tocopherols in sweet corn and broccoli. *J Agric Food Chem.* 57(11):4636-44. doi: 10.1021/jf900260d.
- Idikut, L., Boga, M., Atalay, A.I., Kara, S.N., Kamalak, A. (2009): Effect of previous plant on chemical composition of sweet corn grain. *J Anim. Vet. Adv.*, 8, 1979-1981.
- Inderjit, A.C., Dakshini, K.M. (1995): On laboratory Bioassay in Allelopathy. *Bot/Rev.* 61: 29-44.
- Inderjit, A.C. (2001): Nature of interference potential of hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) to radish (*Raphanus sativus* L.): Does allelopathy play any role? *Crop Prot.* 20, 261–265.
- Isik, D., Dok, M., Ak, A., Macit, I., Demir, Z., Mennan H. (2014): Use of cover crops for weed suppression in hazelnut (*Corylus avellana* L.) in Turkey. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 79: 105-110
- Isse, A.A., MacKenzie, A.F., Stewart, K., Cloutier, D.C., Smith, D.L. (1999): Cover crop and nutrient retention for subsequent sweet corn production. *Agron. J.* 91: 934 –939.
- Ivancic, K.A., Ruark, M.D., Arriaga, F.J., Silva, E.M. (2019): Spring - seeded Green Manures Continue to Demonstrate Variable Benefits on Sandy Soil. *HortScience*, 54, 2031–2038.
- Jabran, K., Tursum, N., Isik, D., Demir, Z. (2018): Use of Living, Mowed, and Soil-Incorporated Cover Crops for Weed Control in Apricot Orchards. *Agronomy*, 8, 150.
- Janošević, B., Dolijanović, Ž., Dragičević, V., Simić, M., Dodevska, M., Đorđević, S., Moravčević, Đ., Miodragović, R. (2017): Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. *International Journal of Plant Production*, 11 (2), 285-294.
- Jarak, M., Čolo, J. (2007): *Mikrobiologija zemljišta*, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Jodaugiene, D., Pupaliene, R., Marcinkevičienė, A., Sinkevičienė, A., Bajoriene, K. (2012): Integrated evaluation of the effect of organic malches and different mulch layer on agrocenosis. *Acta. Sci. Pol. Hortorum Cultus* 11(2), 71-81.
- Johnson, J. M., Hough-Goldstein, J. A., Vangessel, M. J., (2004): Effects of Straw Mulch on Pest Insects, Predators, and Weeds in Watermelons and Potatoes. *Environ. Entomol.* 33, 1632–1643.
- Joyce, B.A., Wallender, W.W., Mitchell, J.P., Huyck, L.M., Temple, S.R., Brostrom, P.N., Hsiao T.C. (2002): Infiltration and soil water storage under winter cover cropping in California's Sacramento Valley. *Transactions of the Asae*, 45: 315-326.
- Justes, E., Beaudoin, N., Bertuzzi, P., Charles, R., Constantin, J., Dürr, C., Réchauchère, O. (2012): The Use of Cover Crops in the Reduction of Nitrate Leaching: Impact on the Water and Nitrogen Balance and Other Ecosystem Services; Summary of the study report; INRA: Paris, France.
- Kalinova, J. (2010): Allelopathy and Organic Farming. In *Sociology, Organic Farming, Climate Change and Soil Science, Sustainable Agriculture Reviews*; Lichtfouse, E., Ed.; Springer Science+Business Media BV.: Dordrecht, The Netherlands, Volume 3, pp. 379–418.

- Kara, B., Atar, B. (2013): Effects of mulch practices on fresh ear yield and yield components of sweet corn. *Turk J Agric For.*, 37: 281-287 doi:10.3906/tar-1206-48.
- Karabab, E. (2006): Physical properties of popcorn kernels. *Journal of Food Engineering*, 72, 100-107.
- Kashiani, P., Saleh, G. (2010): Estimation of genetic correlations on sweet corn inbred lines using SAS mixed model. *American Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5(3): 309-314.
- Kaspar, T.C., Jaynes, D.B., Parkin, T.B., Moorman, T.B. (2007): Rye Cover Crop and Gamagrass Strip Effects on NO Concentration and Load in Tile Drainage. *Journal of environmental quality*, 36 (5): 1503-1511.
- Kastori, R. (1995): Fiziologija biljaka. Feljton, Novi Sad.
- Khurshid, K., Iqbal, M., Arif, M.S., Nawaz, A. (2006): Effect of tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize. *International Journal of Agriculture & Biology*, 8: 593-596.
- Kilinççeker, O., Hepsağ, F. (2010): Determination of Some Quality Characterization of the Corn Flouras Coating Material. *Electronic Print of Food Technologies*, Turkey.
- Kim, N., Zabaloy, M.C., Guan, K., Villamil, M.B. (2020): Do cover crops benefit soil microbiome? A meta-analysis of current research. *Soil Biology and Biochemistry* 142 (2020) 107701, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2019.107701>
- Kobayashi, Y., Ito, M., Suwanarak, K. (2003): Evaluation of smothering effect of four legume covers on *Pennisetum polystachion* ssp. *setosum* (Swartz) Brunken. *Weed Biology and Management*, 3: 222-227.
- Kocira, A., Staniak, M., Tomaszewska, M., Kornas, R., Cymerman, J., Panasiewicz, K., Lipinska, H. (2020): Legume Cover Crops as One of the Elements of Strategic Weed Management and Soil Quality Improvement. A Review. *Agriculture*, 10, 394; 1-41. doi:10.3390/agriculture10090394
- Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B. (1994): Fitoindikatori i njihov značaj u proceni ekoloških uslova staništa. IP "Nauka", Beograd i Institut za istraživanja u poljoprivredi, Beograd, 1-140.
- Kolota, E., Adamczewska-Sowińska, K. (2004): The effects of living mulches on yield, over wintering and biological value of leek. *Acta Horticulture*, 638: 209-214.
- Kos, J. (2014): Aflatoksini: analiza pojave, procena rizika i optimizacija metodologije određivanja u kukuruзу i mleku, doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.
- Kovačević, D. (2003): Opšte ratarstvo. Udžbenik. Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun pp 757.
- Kovačević, D. (2008): Njivski korovi-Biologija i suzbijanje. Monografija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet. pp 1-421.
- Kovačević, D. (2011): Zaštita životne sredine u ratarstvu i povrtarstvu. Monografija. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu. pp 1-238.
- Kovinčić, A., Dragičević, V., Marković, K., Srdić, J., Kravić, N. (2016): Praćenje dinamike nakupljanja fosfora u zrnju samooplodnih linija kukuruza. *Selekcija i semenarstvo*, Vol. XXII, (2): 69-78.
- Kuepper, G., Thomas, R. (2002): "Bug vacuums" for organic crop protection. ATTRA, Fayetteville, AR.
- Kumar, R., Sood, S., Sharma, S., Kasana, R. C., Pathania, V. L., Singh, B. (2014): Effect of plant spacing and organic mulch on growth, yield and quality of natural sweetener plant *Stevia* and soil fertility in western Himalayas. *International Journal of Plant Production*, 8(3), 311-334.
- Kunz, C., Sturm, D.J., Varnholt, D., Walker, F., Gerhards, R. (2016): Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. *Plant Soil Environ.* 62, 60-66.
- Kunz, C., Sturm D.J., Sökefeld, M., Gerhards, R. (2017): Weed suppression and early sugar beet development under different cover crop mulches. *Plant Prot. Sci.* 53, 187-193.
- Kuo, S., Jellum, E.J. (2002): Influence of winter cover crop and residue management on soil nitrogen availability and corn. *Agronomy Journal*, 94, 501-508.

- Kurilich, A.C., Juvik, J. J. (1999): Quantification of carotenoid and tocopherol antioxidants in *Zea Mays*. *J. Agric. Food Chem.* 47 1948-1955.
- Lal, R. (2003): Offsetting global CO₂ emissions by restoration of degraded soils and intensification of world agriculture and forestry. *Land Degradation & Development*, 14: 309-322.
- Lal, R. (2010): Enhancing eco-efficiency in agro-ecosystems through soil C sequestration. *Crop Sci.*, 50 (Suppl. 1), S-120.
- Landry, G.M., Scow, K., Brennan, E. (2014): Soil phosphorus mobilization in the rhizosphere of cover crops has little effect on phosphorus cycling in California agricultural soils *Soil Biol. Biochem.*, 78: 255-262
- Latković, D., Bogdanović, D., Berenji, J., Sikora, V., Manojlović, M. (2012): Preliminarni rezultati analize sadržaja šećera kukuruza šećerca gajenog u sistemu organske proizvodnje. *Letopis naučnih radova*, Godina 36, Broj 1, 90-95.
- Lazzeri, L., Manici, L.M. (2001): Allelopathic effect of glucosinolate-containing plant green manure on *Pythium* sp and total fungal population in soil. *HortScience*, 36: 1283-1289.
- Lemessa, F., Wakjira, M. (2015): Cover Crops as a Means of Ecological Weed Management in Agroecosystems. *J. Crop Sci. Biotechnol.*, 18, 133–145.
- Lemessa, F., Wakjira, M. (2015): Cover Crops as a Means of Ecological Weed Management in Agroecosystems. *J. Crop Sci. Biotechnol.* 18, 133–145.
- Li, F.M., Wang, J., Xu, J.Z., Xu, H.L., (2004): Productivity and soil response to plastic film mulching durations for spring wheat on entisols in the semiarid Loess Plateau of China. *Soil & Tillage Research* 78, 9–20.
- Liu, D.L., Lovett, J.V. (1993): Biologically Active Secondary Metabolites of Barley. I. Developing Techniques and Assessing Allelopathy in Barley. *J. Chem. Ecol.* 19: 2217-2230.
- Lloyd, B.J., Siebenmorgen, T.J., Beers, K.W. (2000): Effects of Commercial Processing on Antioxidants in Rice Bran. *Cereal Chemistry*, 77, 551-555.
- Logsdon, S.D., Kaspar, T.C., Meek, D.W., Prueger, J.H. (2002): Nitrate leaching as influenced by cover crops in large soil monoliths. *Agron J.*, 94: 807–814.
- Lozier, T.M., Macrae, M.L., Brunke, R., Van-Eerd, L.L. (2017): Release of phosphorus from crop residue and cover crops over the non-growing season in a cool temperate region. *Agric. Water Manage.*, 189: 39–51.
- Lu, Y., Watkins, K., Teasdale, J.R., Abdul-Baki, A. (2000): Cover crops in sustainable food production. *Food Rev. Int.*, 16, 121–157.
- MacArthur, R., Levins, R. (1967): The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *Am. Nat.* 101, 377–385.
- Mahama, G.Y., Prasad, P.V.V., Roozeboom, K. L., Nippert, J.B., Rice, Ch.W. (2016): Response of Maize to Cover Crops, Fertilizer Nitrogen Rates, and Economic Return. *Agron. J.* 108:17–31 doi:10.2134/agronj15.0136
- Mahdi, Sh., Hassan, G.I., Samoon, S.A., Rather, H.A., Showkat, A.D., Zehra, B. (2010): Bio-fertilizers in organic agriculture. *Journal of Phytology*, 2010, 2(10): 42-54.
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Remesy, C., Jimenez, L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.* 79:727-747.
- Manojlović, M. (2008): Primena đubriva u organskoj proizvodnji. u: Manojlović Maja. *Đubrenje u održivoj poljoprivredi*, Novi Sad: Poljoprivredni fakultet. 168-187.
- Marcillo, G.S., Carlson, S., Filbert, M., Kaspar, T., Plastina, A., Miguez, F.E. (2019): Maize system impacts of cover crop management decisions: A simulation analysis of rye biomass response to planting populations in IA, USA. *Agric. Syst.* 176, 1–12.
- Marshall, S.W. (1987): Sweet corn. In: *Corn: Chemistry and Technology*. Watson, S.A. and P.E. Ramstad, Eds., Amer. Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Martin, O. (2012): *Choosing and Using Cover Crops in the Home Garden and Orchard*. Centre of Agroecology and Sustainable Food system.

- Mazur, T., Sądej, W., Mazur, Z. (2003): Nawożenie organiczne w gospodarstwach bezinwentarzowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 494: 287-293.
- McLaren, C., Swanwpoel, P.A., Bennet, J.E. (2019): Cover crop biomass production is more important than diversity for weed suppression. *Crop Sci.* 59, 733–748.
- Meisinger, J.J., Hargrove, W.L., Mikkelsen, R.L., Williams, J.R., Benson, V.W. (1991): Effects of cover crops on groundwater quality. In: Hargrove WL (ed) Cover crops for clean water. Proc. of an international conf. April 9–11, 1991. Jackson TN. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, IA: 57–68.
- Mennan, H., Ngouajio, M., Kaya, E., Isik, D. (2009): Weed Management in Organically Grown Kale Using Alternative Cover Cropping Systems. *Weed Technol.*, 23, 81–88.
- Mennan, H., Jabran, K., Zandstra, B.H., Pala, F. (2020): Non-Chemical Weed Management in Vegetables by Using Cover Crops: A Review. *Agronomy*, 10, 257.
- Mesarović J., Srdić, J., Mladenović-Drinić, S., Dragičević, V., Simić, M., Brankov, M., Milojković-Opsenica, D. (2018): Antioxidant status of the different sweet maize hybrids under herbicide and foliar application. *Genetika*, Vol. 50, No3, 1023-1033.
- Mesarović, J., Srdić, J., Mladenović-Drinić, S., Dragičević, V., Simić, M., Brankov, M., Milojković-Opsenica, D. (2019): Evaluation of the nutritional profile of sweet maize after herbicide and foliar fertilizer application, *Journal of Cereal Science*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.03.017.132-137>
- Milašinović Šeremešić M., Radosavljević, M., Srdić, J., Tomičić, Z., Đuragić, O. (2019): Physical traits and nutritional quality of selected Serbian maize genotypes differing in kernel hardness and colour, *Food and Feed Research*, 46 (1), 51-59.
- Miranda, G.V., Souza, L.V., Galvao, J.C.C., Guimaraes, L.J.M., Melo, A.V., Santos, I.C. (2008): Genetic variability and heterotic groups of Brazilian popcorn populations. *Euphytica*, 162(3), 431-440. <http://dx.doi.org/10.1007/s10681-007-9598-9>.
- Mirsky, S.B., Curran, W.S., Mortensen, D.M., Ryan, M.R., Shumway, D.L. (2011): Timing of Cover-Crop Management Effects on Weed Suppression in No-Till Planted Soybean using a Roller-Crimper. *Weed Sci.*, 59, 380–389.
- Mischler, R., Duiker, S., Curran, W.S., Wilson, D. (2010): Hairy Vetch Management for No-Till Organic Corn Production. *Agron. J.*, 120, 355–362.
- Mitra, B., Mandal, B. (2012): Effect of nutrient management and straw mulching on crop yield, uptake and soil fertility in rapeseed (*Brassica campestris*)–greengram (*Vigna radiata*)–rice (*Oryza sativa*) cropping system under Gangetic plains of India. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58(2), 213–222.
- Mladenović-Drinić, S., Ristić, D., Sredojević, S., Dragičević, V., Micić-Ignjatović, D., Delić, N. (2009): Genetic variation of phytate and inorganic phosphorus in maize population. *Genetika-Belgrade* 41(1): 107-115.
- Moreno, G., Gongalves, B., Mayer, L.B. de Souza, R., Ogliari, J.B. (2019): *Acta Agron.* vol.68 no.3, <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v68n3.69127>
- Morgan, M.F., Jacobson, H.G.M., LeCompte, S.B. (1942): Drainage water losses from a sandy soil as affected by cropping and cover crops: Windsor lysimeter series c. Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven, 1942. 731-759.
- Morugán-Coronado, A., Linares, C., Gómez-López, M.D., Faz, Á., Zornoza, R. (2020): The impact of intercropping, tillage and fertilizer type on soil and crop yield in fruit orchards under Mediterranean conditions: A meta-analysis of field studies. *Agric. Syst.* 178, 102736.
- Moterele, L.M., Braccini, A.L., Scapim, C.A., Pinto, R.J.B, Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R. (2012): Combining ability of popcorn lines for seed quality and agronomic traits. *Euphytica*, 185: 337-347.

- Motta, A.C.V., Reeves, D.W., Burmester, C., Feng, Y. (2007): Conservation tillage, rotations and cover crop affecting soil quality in the Tennessee valley: Particulate organic matter and microbial biomass. *Comm. In Soil Science & Plant Analysis*, 38 (19-20): 2831-2847.
- Muhammad, A. P. Muhammad, I., Khuram S., Anwar-UL-Hassan (2009): Effect of mulch on soil physical properties and NPK concentration in Maize (*Zea mays*) shoots under two tillage system. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11:120-124.
- Mukherjee, A., Lal, R. (2015): Short-term effects of cover cropping on the quality of a Typic Argiaquolls in Central Ohio. *Catena*131:125–129. doi:10.1016/j.catena.2015.02.025.
- Mutch, D.R., Thelen, K.D., (2003): No-till drilling cover crops after wheat harvest and their influence on next seasons corn. Michigan State University, Extension Bulletin E 2897 New November 2003, 1-6.
- Nagabhushana, G.G., Worsham, A.D., Yenish, J.P. (2001): Allelopathic cover crops to reduce herbicide use in sustainable agricultural systems. *Allelopathy Journal*, 8:133-146.
- Najeeb, U., Jilani, G., Ali, Sh., Sarwar, M., Xu, L., Zhou, W. (2011): Insights into cadmium induced physiological and ultra-structural disorders in *Juncus effusus* L. and its remediation through exogenous citric acid. *Journal of Hazardous Materials* Volume 186, Issue 1, 565-574.
- Nakamoto, T., Tsukamoto, M. (2006): Abundance and activity of soil organisms in fields of maize grown with a white clover living mulch. *Agric. Ecosys. Environ.*115, 34–42.
- Nascente, A.S., Stone, L.F. (2018): Cover Crops as Affecting Soil Chemical and Physical Properties and Development of Upland Rice and Soybean Cultivated in Rotation. *Rice Science*, 25(6): 340-349.
- Ndolo ,V.U., Beta, T. (2014): Comparative Studies on Composition and Distribution of Phenolic Acids in Cereal Grain Botanical Fractions. *Cereal Chemistry Journal*, 91, 522-530.
- Nemecek, T., von Richthofen, J.S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R., Pahl, H. (2008): Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *European J. of Agron.*, 28: 380–393.
- Sekhon, N.K., Singh, C.B., Sidhu, A.S., Thind, S.S., Hira, G.S., Khurana, D.S. (2008): Effect of straw mulching, irrigation and fertilizer nitrogen levels on soil hydrothermal regime, water use and yield of hybrid chilli, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54:2, 163-174,
- NRCS-USDA—Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture. Planting Specification Guide: Cover Crop. Available online: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1081555.pdf (accessed on 21 September 2020).
- Njeru, E.M., Avio, L., Sbrana, C., Turrini, A., Bocci, G., Bärberi, P., Giovannetti, M. (2014): First evidence for a major cover crop effect on arbuscular mycorrhizal fungi and organic maize growth. *Agron. Sustain. Dev.* 34:841–848. DOI 10.1007/s13593-013-0197-y
- O'Reilly, K.A., Lauzon, J.D., Vyn, R.J., Van Eerd, L.L. (2012): Nitrogen cycling, profit margins and sweet corn yield under fall cover crop systems. *Can. J. Soil Sci.* (2012) 92: 353-365 doi:10.4141/CJSS2011-065
- Ochoa-Velasco, C.E., Valadez-Blanco, R., Salas-Coronado, R., Sustaita-Rivera, F., Hernández-Carlos, B., García-Ortega, S., Santos-Sánchez, N.F. (2016): Effect of nitrogen fertilization and *Bacillus licheniformis* biofertilizer addition on the antioxidants compounds and antioxidant activity of greenhouse cultivated tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L. var. *sheva*). *Sci. Hort.* 201: 338–345.
- Oerke, E.C. (2006): Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.*, 144, 31–43. of genotype and the environment. *Selekcija i semenarstvo*, 22: 27-33.
- Oerke, E.C. (2006): Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.*, 144, 31–43.
- Ofori, F., Stern, W.R. (1987): Cereal–legume intercropping systems. *Advances in Agronomy* 41, 41–90.

- Olakojo, O., Olaoye, G., Akintunde, A. (2019): Performance of popcorn introductions for agronomic characters, grain yield and popping qualities in the forest and derived savannah agro-ecologies of Nigeria. *Acta agriculturae Slovenica*, 114/1, 53–60,
- Olorunmaiye, P.M. (2010): Weed control potential of five legume cover crops in maize/cassava intercrop in a Southern Guinea savanna ecosystem of Nigeria. *Austral. J. of Crop Sci.*, 4 (5): 324-329.
- Oljača, S., Dolijanović, Ž. (2013): *Ekologija i agrohnika združenih useva*. Monografija, Poljoprivredni fakultet, Beograd 2013, 1-182.
- Oljača, J. (2016): Утицај сорте и технологије гајења кромпира на отпорност према стресу. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, 1-154.
- Orosz, F. (2017): Effect of propagation method on sweet corn qualitative properties. Proceedings of the VIII International Agricultural Symposium „AGROSYM 2017“ Jahorina, October 05 -08, 2017. 421-425.
- Orosz, F. (2020): Comparative experiment of several early sweet corn varieties. Proceedings of the XI International Agricultural Symposium „AGROSYM 2020“, Jahorina, October 8 -9, 2020. 336-341.
- Overland, L. (1966): The Role of Allelopathic Substances in the "Smother Crop" Barley. *Am. J. Bot.* 53: 423-432.
- Öz, A., Kapar, H. (2011): Determination of grain yield, some yield and quality traits of promising hybrid popcorn genotypes. *Turkish Journal of Field Crops*, 16 (2): 233-238.
- Ozturk, A., Erdal, S., Pamukcu, M., Ozata, E., Coskuner, Y. (2020): Performances of Popcorn Hybrids in Three Geographical Regions of Turkey Based on Yield and Quality Traits. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(1): p. 27-40. DOI: 10.38001/ijlsb.646400
- Pajić, Z. (1990) : Popcorn and sweet corn breeding. Maize `90, Maize Breeding, Production, Processing and Marketing in Mediterranean Countries. Sept.17 to Okt.13, ,Belgrade, (1990) YU.
- Pajić, Z., Babić, M. (1991). Interrelation of popping volume and some agronomic characteristics in popcorn hybrids. *Genetika*, 23, 137-144.
- Pajić, Z., Babić, M., Radosavljević, M. (1994): Effects of Sucrose Content of grain Quality of Sweet Corn (*Zea mays L.saccharata*). *Genetika*, Vol.26, No.2, 111-115.
- Pajić, Z., Dumanović, J. (1998): SPECIFIČNI TIPOVI KUKURUZA. Monografija. Institut za kukuruz «Zemun Polje», Beograd. Pp, 1-207.
- Pajić, Z., Dumanović, J., Mišović, M., Rošulj, M. (2000): Breeding Maize for Nutritional Value and Industrial Use. Maize and Sorghum Breeding at the End of 21st Century. *Genetika*. Vol.32. No. 3. Pp.255-282.
- Pajić, Z., Vančetović, J., Radosavljević, M. (2005): Maize hybrid with specific properties for industrial processing. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi / PTEP*, 9(1-2), 18-21.
- Pajić, Z., Srdić, J., Filipović, M. (2006): Odnos rodnosti I zapremine kokičavosti hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays L. everta*). *Selekcija i semenarstvo*, 12, 81-83.
- Pajić, Z., Srdić, J., Todorović, G. (2006): Uticaj sadržaja vlage u zrnju kukuruza kokičara na zapreminu kokičavosti, *PTEP*, 10; 3-4; pp.123-125.
- Pajić, Z., Srdić, J. (2007): Breeding of maize for special purposes and the industrial use. In: Science as sustainable development. (Eds.) Maize Research Institute “Zemun Polje”, Belgrade, Serbia, 25-43.
- Pajić, Z., Srdić, J., Filipović, M. (2008): Oplemenjivanje kukuruza šećerca za različite načine potrošnje. *PTEP*, 12; 1-2; pp.12-14.
- Pajić, Z., Srdić, J., Todorović, G., Babić M., Radosavljević, M. (2012): Odnos prinosa zrna i drugih važnih osobina hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays L. everta*). *Selekcija i semenarstvo*, Vol. XVIII (1): 27-32.

- Paraginski, R.T., Ziegler, V., Ferreira, D.C., Coussi, R., Gutoski, L.C., da Rosa Zavareze, E., Elias, M.C. (2016): Properties of popcorn starch expanded in microwave, with and without the presence of vegetable oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, doi:10.1111/jfpp.13142.
- Park, D., Allen, K.G.D., Stermitz, F.R., Maga, J.A. (2000): Chemical composition and physical characteristics of unpopped popcorn hybrids. *J. Food Compos. Anal.*, 13, 921- 934.
- Parkin, T.B., Kaspar, T.C., Singer, J.W. (2006): Cover crop effects on the fate of N following soil application of swine manure. *Plant Soil*, 289: 141–152.
- Parlak, M.A., Parlak, Ö. (2010): Measurement of splash erosion in different cover crops. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2): 169-173.
- Parr, M., Grossman, J.M., Reberg-Horton, S.C., Brinton, C., Crozier, C. (2014): Roller-crimper termination for legume cover crops in north carolina: impacts on nutrient availability to a succeeding corn crop. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 45, 1106–1119. doi: 10.1080/00103624.2013.867061
- Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G.P., Smith, P. (2016): Climate-smart soils. *Nature* 532, 49–57.
- Pavlović, D. (2005): Utvrđivanje rezistentnosti korova prema herbicidima-inhibitorima fotosinteze. Magistarska teza. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Peoples, M.B., Craswell, E.T. (1992): Biological nitrogen fixation: Investments, expectations and actual contributions to agriculture. *Plant and Soil (Historical Archive)* 141:13-39.
- Peralta, A.L., Sun, Y., McDaniel, M.D., Lennon, J.T. (2018): Crop rotational diversity increases disease suppressive capacity of soil microbiomes. *Ecosphere*, 9, e02235.
- Petersen, J., Belz, R., Walker, F., Hurle, K. (2001): Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rape mulch. *Agron. J.* 93, 37–43.
- Plastina, A., Liu, F., Miguez, F., Carlson, S. (2018): Cover crops use in Midwestern US agriculture: Perceived benefits and net returns. *Renew. Agric. Food Syst.*
- Poeplau, C., Don, A. (2015): Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops – a meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 200, 33–41.
- Popović, V. (2010): Agrotehnički i agroekološki uticaji na proizvodnju semena pšenice, kukuruza i soje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet Zemun, 1-145.
- Portela, S.I., Andriulo, A.E., Jobbágy, E.G., Sasal, M.C. (2009): Water and nitrate exchange between cultivated ecosystems and groundwater in the Rolling Pampas. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 134: 277–286.
- Potter, M.J., Davies, K., Rathjen, A.J. (1998): Suppressive impact of glucosinolates in Brassica vegetative tissues on root lesion nematode *Pratylenchus neglectus*. *Journal of Chemical Ecology*, 24: 67-80.
- Prasanthi, P.S., Naveena, N., Vishnuvardhana, R.M., Bhaskarachary, K. (2017): Compositional variability of nutrients and phytochemicals in corn after processing. *J Food Sci Technol.* 54(5):1080-1090. doi: 10.1007/s13197-017-2547-2.
- Praveen-Kumar, Tarafdar J.C., Panwar J., Kathju S., (2003): A rapid method for assessment of plant residue quality. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 166, 662–667.
- Prieto, I., Violle, C., Barre, P., Durand, J.-L., Ghesquiere, M., Litrico, I. (2015): Complementary effects of species and genetic diversity on productivity and stability of sown grasslands. *Nat. Plants* 1, 15033.
- Putnam, A.R., De Frank, J., Barnes, J.P. (1983): Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *J. Chem. Ecol.* 9, 1001–1010.
- Qin, J., Wang, X., Hu, F., Li, H. (2010): Growth and physiological performance responses to drought stress under non-flooded rice cultivation with straw mulching. *Plant, Soil and Environment*, 56(2), 51–59.

- Quinn, Sr.P.V., Hong, D.C., Both, J.A. (2005): Increasing the size of a piece of popcorn. *Physica A* 353, 637-648.
- Radosavljević, M., Damjanović, M., Đukanović, L., Pajić, Z. (2006): Hemijski sastav i kvalitet semena ZP hibrida kukuruza specifičnih svojstava. *PTEP*, 10 (3-4): 115-116.
- Radosavljević, M., Milašinović-Šeremešić, M., Terzić, D., Jovanović, Ž., Srdić, J., Nikolić, V. (2020): Hemijski sastav zrna različitih genotipova kukuruza. XXXII Nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem, Procesna tehnika i energetika u poljoprivredi PTEP 2020, Krupanj, Hotel Grand spa, 31. avgust do 04. septembar 2020.
- Ramakrishna, A., Tam, H.M., Wani, S.P., Long, T.D., (2006): Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research* 95, 115–125.
- Ranaldo, M., Ambrogio, C., Carlesi, S., Barberi, P. (2015): Can weed management in vegetable systems be improved by cover crop species mixture? Step 1: Screening of cover crop species and varieties. Poster at: 17th EWRS Symposium, Weed Management in Change Environments, Montpellier, France, 23-26 June 2015.
- Rascio, A., Nicastro, G., Carlino, E., Di Fonzo, N. (2005): Differences for bound water content as estimated by pressure–volume and adsorption isotherm curves. *Plant Science* 169(2) 395–401.
- Reganold, J.P., Glover, J.D., Andrews, P.K., Hinman, H.R. (2001): Sustainability of three apple production systems. *Nature* 410(6831): 926-930.
- Reimer, A.P., Prokopy, L.S. (2014): Farmer Participation in U.S. Farm Bill Conservation Programs. *Environ. Manag.* 53, 318–332.
- Revilla, P., Anibas, C.M., Tracy, W.F. (2021): Sweet Corn Research around the World 2015 – 2020. *Agronomy*, 11, 534, 1-49. <https://doi.org/10.3390/agronomy1103053>
- Restovich, B.S., Andriulo, A.E., Portela, I.S. (2012): Introduction of cover crops in a maize–soybean rotation of the Humid Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics. *Field Crops Research* Vol. 128: 62-70.
- Rizzardì, M.A., Silva, L.F. (2006): Influence of Black Oats and Rape as Cover Crops on Chemical Weed Control Timing in No-till Corn. *Planta Daninha*, 24, 669–675.
- Roarty, S., Hackett, R. A., Schmidt, O. (2017): Earthworm populations in twelve cover crop and weed management combinations. *Appl. Soil Eco.*, 114:142–151.
- Romdhane, S., Spor, A., Busset, H, Falchetto, L., Martin, J., Bizouard, F., Bru, D., Breuil, M.C., Philippot, L., Cordeau, S. (2019): Cover Crop Management Practices Rather Than Composition of Cover Crop Mixtures Affect Bacterial Communities in No-Till Agroecosystems. *Front. Microbiol.* 10:1618. doi: 10.3389/fmicb.2019.01618
- Romić, D., Romić, M., Borosić, J., Poljak, M., (2003): Mulching decreases nitrate leaching in bell pepper cultivation. *Agricultural Water Management* 60, 87–97.
- Romkens, M.J.M., Prasad, S.N., Whisler, F.D. (1990): Surface sealing and infiltration. Pages 127-172 in Anderson, M.G. and Butt, T.P. (editors): *Process studies in hillslope hydrology*. John Wiley and Sons, Ltd.
- Rosa, R., Zaniewicz-Bajkowska, A., Kosterna, E., Franczuk, J. (2012). Phacelia and amaranth catch crops in sweet corn cultivation. Part I. Corn yields. *Acta Sci. Pol., Hort. Cultus* 11, 1: 145-159.
- Rosa, R. (2014): Economic effects of summer catch crops application in sweet corn cultivation. *Infrastructure and Ecology of Rural areas*, Nr IV/3/2014, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 1445–1455
- Rosa, R. (2015): Quality of sweet corn yield depending on winter catch crops and weed control method, *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 14(2): 59-74.
- Ross, S.M., King, J.R., Izaurralde, R.C., O'Donovan, J.T. (2001): Weed suppression by seven clover species. *Agron. J.*, 93, 820–827.
- RZS, Republički zavod za statistiku. <http://www.stat.gov.rs/WebSite/Public/PageView.aspx?pKey=138>, pristupljeno poslednji put jula 2020.

- Sacco, T.L., Ciurzynski, S.M., Harvey, M.E., Ingersoll, G.L. (2015): Compassion Satisfaction and Compassion Fatigue Among Critical Care Nurses. *Crit Care Nurse*. 2015 Aug;35(4):32-43; quiz 1p following 43. doi: 10.4037/ccn2015392. PMID: 26232800.
- Sainju, U.M., Singh, B.P., Whitehead, W.F. (2002): Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA. *Soil & Tillage Research*, 63: 167-179.
- Samrajeewa, K.B.D.P., Horiuchi, T., Oba, S. (2005): Weed population dynamics in wheat as affected by *Astragalus sinicus* L. (Chinese milk vetch) under reduced tillage. *Crop protection*, 24: 864-869.
- Sarah, A., Moore, M., Wells, S., Gesch, R.W., Becker, R.L., Rosen C.J., Wilson, M.L. (2020): Pennycress as a Cash Cover-Crop: Improving the Sustainability of Sweet Corn Production Systems. *Agronomy*, 10, 614; doi:10.3390/agronomy10050614.
- Sarrantonio, M. (1994): Northeast cover crop handbook. Rodale Institute.
- Sarrantonio, M. (2007): Selecting the best cover crops for your farm. In: Clark JA (ed) *Managing Cover Crops Profitably*, 3rd edition, Sustainable Agriculture Research and Education Program, Washington, D.C., 12-15.
- Sasal, M.C., Castiglioni, M.G., Wilson, M.G. (2010): Effect of crop sequences on soil properties and runoff on natural-rainfall erosion plots under no tillage. *Soil Tillage Res.*, 108, 24–29.
- Scalbert, A., Williamson, G. (2000): Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130, 2073-2085.
- Schappert, A., Gerhards, R. (2018): Weed reduction potential of cover crop mixtures. Proceedings of the 18th European Weed Research Society Symposium, 23-26 June, Montpellier, France, 202.
- Schappert, A., Schumacher, M., Gerhards, R. (2019): Weed Control Ability of Single Sown Cover Crops Compared to Species Mixtures. *Agronomy* 9, 294.
- Schmidt, O., Curry, J.P., Hackett, R.A., Purvis, G., Clements, R.O. (2001): Earthworm communities in conventional wheat monocropping and lowinput wheat-clover intercropping systems. *Ann. Appl. Biol.* 138, 377–388.
- Semenčenko, V., (2013): Ispitivanje različitih hibrida kukuruza kao sirovine za proizvodnju bioetanola, skroba i hrane za životinje, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet.
- Shahidi, F. (2004): Functional Foods: Their Role in Health Promotion and Disease Prevention. *Journal of Food Science*, 69, 146-149.
- Shamsabadi, H.T., Ahmad, D., Aimrun, W. (2011): Yield and Yield Components of Sweet Corn (*Zea Mays* L.) Grown Under Different Tillage Methods. *Journal of Agricultural Machinery Science* 7(3), 259-264.
- Shelton, A.M., Badenes-Perez, E. (2006): Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annual Rev. of Entomology*, 51: 285-308.
- Shimoni, E., Dirks, E.M., Labuza, T.P. (2002): The relationship between final popped volume of popcorn and thermal-physical parameters. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 35,93-98.
- Silva, V.Q.R., Amaral Junior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Freitas Junior, S.P., Ribeiro, R.M. (2011): Heterotic parameterizations of crosses between tropical and temperate lines of popcorn. *Acta Scientiarum Agronomy*, 33:243-249.
- Simić, M., Dolijanović, Ž., Maletić, R., Filipović, M., Grčić, N. (2009): The genotype role in Maize competitive ability. *Genetika*, Vol. 41, No 1, 59-67. DOI:10.2298/GENSR0901059S
- Simić, M., Srdić, J., Videnović, Z., Dolijanović, Ž., Uludag, A., Kovačević, D. (2012): Sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata*) weeds infestation, yield and yield quality affected by different crop densities. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, Vol. 18., No5, 2012, 668-674.
- Simić, M., Dolijanović, Ž., Oljača, S., Spasojević, I., Stipešević, B., Dragičević, V. (2013): Maize weed control by application of IWMS. Proceedings of the 6th International

- scientific/professional Conference “Agriculture in nature and environment protection”, May, 27-29, Vukovar, Croatia: 22-32 .
- Simić, M., Dragičević, V., Chachalis, D., Dolijanović, Ž., Brankov, M. (2020): Integrated weed management in long-term maize cultivation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107 (1): 33–40.
- Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2003): Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. *Critical Reviews in Plant Sci.*, 22: 239-311.
- Singh, S.K., Singh, R.N., Ram, U.S., Singh, M.K. (2016): Growth, yield attributes, yield and economics of winter popcorn (*Zea mays everta* Sturt.) as influenced by planting time fertility level and plant population under late sown condition. *Journal of Applied and Natural Science* 8 (3): 1438 – 1443.
- Siyuan, Sh., Li, T., Liu, R.H. (2018): Corn phytochemicals and their health benefits. *Food Science and Human Wellness* 7, 185–195.
- Smeda, R.J., Willer, S.C. (1996): Potential of Rye (*Secale cereale*) for Weed Management in Transplant Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Weed Science*, 44: 596-602.
- Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl, B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., et al. (2008): Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, 363, 789–813.
- Smith, R.G., Atwood, L.W., Warren, N.D. (2014): Increased productivity of a cover crop mixture is not associated with enhanced agroecosystem services. *PLoS ONE*, 9, e97351.
- Smith, R.G., Warren, N.D., Cordeau, S. (2020): Are cover crop mixtures better at suppressing weeds than cover crop monocultures? *Weed Sci.*, 68, 186–194.
- Snapp, S.S., Swinton, S.M., Labarta, R., Mutch, D., Black, J.R. Leep, R., Nyiraneza, J., O'Neil, K. (2005): Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches. *Agron. J.* 97:1-11.
- Somenahally, A., DuPont, J.I., Brady, J., McLawrence, J., Northup, B., Gowda, P. (2018): Microbial communities in soil profile are more responsive to legacy effects of wheat-cover crop rotations than tillage systems. *Soil Biol. Biochem.*, 123, 126–135.
- Song, A., Eckhoff, S.R., Paulsen, M., Litchfield, J.B. (1991): Effects of kernel size and genotype on popcorn popping volume and number of unpopped kernels. *Cereal Chemistry* 68(5):464-467.
- Songin, W. (1998). Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. *Post. Nauk Rol.* 2 (98): 43-51.
- Sonsteby, A., Nes, A., Mage, F. (2004): Effects of bark mulch and NPK fertilizer on yield, leaf nutrient status and soil mineral nitrogen during three years of strawberry production. *Acta. Agric. Scand. Sect. B, Soil Plant*, 54, 128–134.
- Souza Andrade, S., Collozi-Filho, A., Giller, K.E. (2003): The soil microbial community and soil tillage. In: El Titi A. (Ed.). *Soil Tillage in agroecosystems*. CRC Press, Boca Raton FL, 51–81.
- Spasojević, I., Dragičević, V., Simić, M., Kovačević, D., Brankov, M. (2014): Effects of different cropping systems and weed management methods on free energy and content of pigments in maize. *Pesticides & Phytomedicine* 29(1) 45-54.
- Srdić, J. (2009): Genetička varijabilnost i kombinacione sposobnosti samooplodnih linija kukuruza šećerca (*Zea mays L. saccharata*). Doktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Srdić, J., Pajić, Z. (2011): Varijabilnost prinosa i parametara kvaliteta zrna hibrida kukuruza kokičara (*Zea mays L. everta*). *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, Vol.15(2):84-86.
- Srdić, J., Pajić, Z., Filipović, M. (2016): Sweet corn (*Zea mays L.*) Fresh ear yield independence of genotype and the environment. *Selekcija i semearstvo*, Vol. XXII broj 1, 27-33. DOI:10.5937/SelSem1601027S
- Srdić, J., Milašinović Šeremešić, M., Radosavljević, M., Kravić, N., Babić, V. (2017): Procena agronomskih i senzornih karakteristike zrna hibrida kukuruza kokičara. *Journal on Processing and Energy in Agriculture* 21 (4): 185-187.

- Srdić, J., Perić, V., Kolarić, Lj., Kravić, N., Babić, V., Simić, M. (2018): The influence of moisture content on popping traits in popcorn. *Journal on Processing and Energy in Agriculture*, 22(4), 184-187.
- Srdić, J., Milašinović Šeremešić, M., Babić, V., Kravić, N., Gošić-Dondo, S. (2019): Evaluation of agronomic and sensory characteristics of sweet corn hybrids. *Selekcija i semearstvo*, 25(2), 17-22.
- Stott, P.A., Stone, D.A., Allen, M.R. (2004): Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature*, 432, 610–614.
- Strom, S. (2016): "Cover Crops, a Farming Revolution with Deep Roots in the Past". *The New York Times*.
- Sturm, D.J., Peteinatos, G., Gerhards, R. (2018): Contribution of allelopathic effects to the overall weed suppression by different cover crops. *Weed Res.* 58, 331–337.
- Stute, J. (2000): Cover crop options after corn silage. *Proceedings of the Wisconsin Crop Management Conference, The University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, USA*.
- Sweley, J.C., Rose, D.J., Jackson, D.S. (2012): Hybrid and environment effect on popcorn kernel physiochemical properties and their relationship to microwave popping performance. *J. Cereal Sci.*, 55, 188-194.
- Szymanek, M., Tanaś, W., Kassar, F.H. (2015): Kernel carbohydrates concentration in sugary-1, sugary enhanced and shrunken sweet corn kernels. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 7, 260 – 264.
- Šeremešić, S. (2015): Značaj organske materije u zemljištu. I Simpozijum "Korišćenje i unapređenje zaštite zemljišta", Srpsko društvo za proučavanje obrade zemljišta, Poljoprivredni fakultet Beograd, 11. decembar 2015. *Zbornik izvoda*, 12-13.
- Tabaglio, V., Marocco, A., Schulz, M. (2013): Allelopathic cover crop of rye for integrated weed control in sustainable agroecosystems. *Ital. J. Agron.* 8, e5.
- Tardy, F., Moreau, D., Dorel, M., Damour, G. (2015): Trait-based characterisation of cover plants light competition strategies for weed control in banana cropping systems in the French West Indies. *European Journal of Agronomy*, 71: 10-18.
- Teasdale, J.R., Beste, C.E., Potts, W.E. (1991): Response of weeds to tillage and cover crop residue. *Weed Sci.* 39, 195–199.
- Teasdale, J.R. (1993): Interaction of light, soil moisture, and temperature with weed suppression by hairy vetch residue. *Weed Science*, 41: 46-51.
- Teasdale, J.R., Mohler, C.L. (1993): Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. *Agron. J.* 85, 673–680.
- Teasdale, J.R. (1996): Contribution of cover crops to weed management in sustainable agricultural systems. *J. Prod. Agric.* 9, 475–479.
- Teasdale, J.R., Brandsæter, L.O., Calegari, A., Skora Neto, F. (2007): Cover Crops and Weed Management. In *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*; Upadhyaya, M.K., Blackshaw, R.E., Eds.; CABI: Wallingford, UK, pp. 49–64.
- Tejada, M., Gonzales, J.L., García-Martínez, A.M., Parado, J. (2008). Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield, *Biores. Technol.* 99: 1758-1767.
- Thapa, R., Mirsky, S.B., Tully, K.L. (2018): Cover crops reduce nitrate leaching in agroecosystems: a global meta-analysis. *Journal of Environmental Quality* 47, 1400–1411.
- Thiessen-Martens, J.R., Entz, M.H., Hoepfner, J.W. (2005): Legume cover crops with winter cereals in southern Manitoba: Fertilizer replacement values for oat. *Canadian Journal of Plant Science* 85:645-648.
- Thorup-Kristensen, K., Magid, J., Jensen, L.S. (2003): Catch crops and green manures as biological tools in nitrogen management in temperate zones. Pages 227-302 in *Advances in Agronomy*, Vol 79. ACADEMIC PRESS INC, San Diego.

- Tiecher, T., Calegari, A., Caner, L., Rheinheimer, D.S. (2017): Soil fertility and nutrient budget after 23-years of different soil tillage systems and winter cover crops in a subtropical Oxisol. *Geoderma*, 308: 78–85.
- Tiemann, L.K., Grandy A.S., Atkinson, E.E., Marin-Spiotta, E., McDaniel, M.D. (2015): Crop rotational diversity enhances belowground communities and functions in an agroecosystem. *Ecol. Lett.*, 18, 761–771.
- Tilman, D., Lehman, C.L., Thomson, K.T. (1997): Plant diversity and ecosystem productivity: Theoretical considerations. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 94, 1857–1861.
- Tilman, D. (1999): The ecological consequences of changes in biodiversity: A search for general principles. *Ecology* 80, 1455–1474.
- Tilman, D., Reich, P.B., Knops, J., Wedin, D., Mielke, T., Lehman, C. (2001): Diversity and productivity in a long-term grassland experiment. *Science*, 294, 843–845.
- Tindall, A.J., Beverly, B.R., Radcliffe, E.D., (1991): Mulch effect on soil properties and tomato growth using micro-irrigation. *Agronomy Journal* 83, 1028–1034.
- Tomlin, A.D., Shipitalo, M.J., Edwards, W.M., Protz, R. (1995): Earthworms and their influence on soil structure and infiltration. Pages 159-183 in P. F. Hendrix, editor. *Earthworm Ecology and Biogeography in North America*. Lewis Pub., Boca Raton, FL.
- Tonitto, C., David, M.B., Drinkwater, L.E. (2006): Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112: 58-72.
- Tracy, W.F. (1994): Sweet Corn. In: *Speciality Corns*, A. R. Hallauer, ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Tracy, W.F. (2001): Sweet corn. In: *Specialty Corns*, Second Edition. Arnel R. Hallauer Edition. CRC Press Inc., Ames, Iowa, USA, 155-198.
- Tribouillois, H., Fort, F., Cruz, P., Charles, R., Flores, O., Garnier, E., Justes, E. (2015): A functional characterisation of a wide range of cover crop species: Growth and nitrogen acquisition rates, leaf traits and ecological strategies. *PLoS ONE* 10, e0122156.
- Tribouillois, H., Dürr, C., Demilly, D., Wagner, M.H., Justes, E. (2016): Determination of germination response to temperature and water potential for a wide range of cover crop species and related functional groups. *PLoS ONE*, 11, e0161185.
- Tschuy, F., Gfeller, A., Azevedo, R., Khamissé, C., Henriët, L., Wirth, J. (2014): Weed suppression by cover crops: Analyzing different factors. *Agrar. Schweiz* 5, 292–299.
- Turgut, I., Bilgili, U., Duman, A., Acikgoz, E. (2005). Effect of green manuring on the yield of sweet corn. *Agron. Sustain. Dev.* 25: 433-438
- Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., Nakamura, S. (2009): Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Res.*, Vol 113 (3,4): 342–351.
- Ugrenović, V., Ugrinović, M. (2014): Pokrovni usevi-ostvarenje održivosti u sistemima ekološke poljoprivrede. u: Ugrenović, V. , Filipović, V. *Organska proizvodnja i biodiverzitet*, Pančevo, Srbija: Institut “Tamiš”, Pančevo, 1-15.
- Van Eerd, L.L. (2018): Nitrogen dynamics and yields of fresh bean and sweet corn with different cover crops and planting dates. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 111, 33–46.
- van Kessel, C., Venterea, R., Six, J., Adviento-Borbe, M.A., Linnquist, B., van Groenigen, K. J. (2013): Climate, duration, and N placement determine N₂O emissions in reduced tillage systems: a meta-analysis. *Global Change Biology* 19, 33–44.
- Vančetović, J., Žilić, S., Božinović, S. (2012): Crveni ZP hibridi kukuruza. *Selekcija i semenarstvo*, Vol. XVIII (1): 1-8.
- Vargas-Ayala, R., Rodriguez-Kabana, R., Morgan-Jones, G., McInroy, J.A., Kloepper, J.W. (2000): Shifts in soil microflora induced by velvetbean (*Mucuna deeringiana*) in cropping systems to control root-knot nematodes. *Biological Control*, 17: 11-22.

- Venter, Z.S., Jacobs, C., Hawkins, H.J. (2016): The impact of crop rotation on soil microbial diversity: A meta-analysis. *Pedobiol. J. Soil Ecol.*, 59, 215–223.
- Verma, S., Sharma, A., Kumar, R., Kaur, C., Arora, A., Shah, R., Nain, L. (2015). Improvement of antioxidant and defense properties of Tomato (var. Pusa Rohini) by application of bioaugmented compost. *Saudi J. Biol. Sci.* 22: 256–264.
- Verzeaux, J., Alahmad, A., Habbib, H., Nivelles, E., Roger, D., Lacoux, J., Decocq, G., Hirel, B., Catterou, M., Spicher, F., Dubois, F., Duclercq, J., Tetu, T. (2016): Cover crops prevent the deleterious effect of nitrogen fertilisation on bacterial diversity by maintaining the carbon content of ploughed soil. *Geoderma* Volume 281, Pages 49-57 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.06.035>
- Videnović, J., Pajić, Z., Radosavljević M., Erić, U. (2003): Promena ugljenohidradnog sastava zrna kukuruza šećerca (*Zea mays* L. *saccharata*) tokom razvoja endosperma. *Arh. poljopr. nauke* 64, 225-226 (1-2): 15-20.
- Vukadinović, V., Vukadinović, V. (2012): Ishrana bilja. Udžbenik. Treće izmenjeno i dopunjeno izdanje. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Hrvatska. pp 1-442.
- Vyn, T.J., Janovicek, K.J., Miller, M.H., Beauchamp, E.G. (1999): Soil nitrate accumulation and corn response to preceding small-grain fertilization and cover crops. *Agron. J.* 91, 17–24.
- Vuyyuru, M., Sandhu, H.S., Erickson, J.E., Ogram, A.V.(2020): Soil chemical and biological fertility, microbial community structure and dynamics in successive and fallow Sugarcane Planting Systems. *Agroecol. Sust. Food Syst.*, 44, 6.
- Wallace, J., Scott, J. (2008): Under cover – a guide to using cover crops in the Maritimes. 2nd edition. Nova Scotia Organic Growers Association and Atlantic Canadian Organic Regional Network, 71 pages.
- Wallace, J.M., Williams, A., Liebert, J.A., Ackroyd, V.J., Vann, R.A., Curran, W.S., Keene, C.L., Van Gessel, M.J., Ryan, M.R., Mirsky, S.B. (2017): Cover Crop-Based, Organic Rotational No-Till Corn and Soybean Production Systems in the Mid-Atlantic United States. *Agriculture* 7, 34.
- Wang, G., Ngouajio, M., Warncke, D.D. (2008): Nutrient Cycling, Weed Suppression and Onion Yield Following Brassica and Sorghum Sudangrass Cover Crops. *HorTechnology* 18(1): 68-74.
- Wang, Y., Tang, C., Wu, J., Liu, X., Xu, J. (2013): Impact of organic matter addition on pH change of paddy soils *Journal of Soils and Sediments* volume 13, 12–23.
- Watson, S.A. (1987): Structure and composition. In: *Corn: chemistry and technology* (Watson S.A., Ramstad P.E., eds). Am Assoc Cereal Chem, Inc St Paul, MN, USA. pp.53-82.
- Watson, S.A. (2003): Description, development, structure, and composition of the corn kernel. In: White PJ & Johnson LA, (Eds). *Corn: chemistry and technology*, (2nd edn), St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, USA, pp. 69-106.
- Wayman S., Cogger C., Benedict C., Collins D., Burke I., Bary A. (2015): Cover crop effects on light, nitrogen, and weeds in organic reduced tillage. *Agroecol. Sustain. Food Syst.* 39, 647–665.
- Wayman, S., Kucek, L.K., Mirsky, S.B., Ackroyd, V., Cordeau, S., Ryan, M.R. (2017): Organic and conventional farmers differ in their perspectives on cover crop use and breeding. *Renew. Agric. Food Syst.* 32, 376–385. doi: 10.1017/s1742170516000338
- Weber, J., Gerhards, R. (2015): Influence of cover crops and tillage on weeds in soybean production in Southern Germany. *Proceedings of the 17th European Weed Research Society Symposium*, 17-21 June, Ljubljana, Slovenia, 114.
- Weiner, J., Andersen, S.B., Wille, W.K.M., Griepentrog, H.W., Olsen, J.M. (2010): Evolutionary agroecology: The potential for cooperative, high density, weed-suppressing cereals. *Evol. Appl.* 3, 473–479.
- Welch, R. M., Graham, R.D. (1999): A New Paradigm for World Agriculture: Meeting Human Needs Productive, Sustainable, Nutritious. *Field Crops Res.*, 60 (1-2):1-10.

- Wiggins, M., McClure, M., Hayes, R., Steckel, L. (2015): Integrating Cover Crops and POST Herbicides for Glyphosate-Resistant Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) Control in Corn. *Weed Technol.*, 29, 412–418.
- Williams, M.M., Boydston, R.A., Davis, A.S. (2008): Crop competitive ability contributes to herbicide performance in sweet corn. *Weed Research*, Vol. 48, pp. 58-67.
- Worthington, V. (1998): *Iron Content and Bioavailability of Organically Versus Conventionally Grown Crops*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University, USA.
- Wortman, S.E., Francis, C.A., Bernards, M.L., Drijber, R.A., Lindquist, J.L. (2012): Optimizing cover crop benefits with diverse mixtures and an alternative termination method. *Agron. J.*, 104, 1425–1435.
- WSSA. (2018): Composite list of weeds, Weed Science Society of America. Available at: <http://wssa.net/wssa/weed/composite-listofweeds/>. Pristupljeno: 6. avgust 2020.
- Wu, H., Haig, T., Pratley, J., Lemerle, D. An. M. (2001): Allelochemicals in Wheat (*Triticum aestivum* L.): Variation of Phenolic Acids in Shoot Tissues. *J. Chem. Ecol.* 27: 125-135.
- Yang, Y.J., Dungan, R.S., Ibekwe, A.M., Venzuela-Solano, C., Crohn, D.M., Crowley, D.E. (2003): Effect of organic mulches on soil bacterial communities one year after application. *Biol Fertil Soils*, 38, 5, 273–281.
- Yeganehpour, F., Zehtab-Salmasi, S., Ghassemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Moeinirad, A. (2013): Effect of weeding and by forage and medicinal plants as companion crops on some of quality traits of Corn (*Zea mays*). *International Journal of Farming and Allied Sciences* 2(20): 821-825.
- Yeganehpour, F., Zehtab-Salmasi, S., Abedi, G., Samadiyan, S., Beyginiya, V. (2015): Effects of cover crops and weed management on corn yield. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* 14, 178-181.
- Yeo, A.R., Flowers, T.J. (2007): The driving forces for water and solute movement. In: Yeo A.R., Flowers T.J. (ed.) *Plant Solute Transport*, Oxford, UK, Blackwell Publishing p.29-46.
- Zalom, F.G., Bolda, M.P., Dara, S.K., Joseph, S. (2012): *Strawberry: Lygus bug*. UC Pest Management Guidelines, UC ANR Publication 3468.
- Zaniewicz-Bajkowska, A., Rosa, R., Kosterna, E., Franczuk, J. (2011): Serradella and faba bean catch crops as a kind of organic manuring in sweet corn cultivation. (w:) *Nowoczesne metody analizy surowców rolniczych*. Red. Puchalski Cz. i Bartosz G., Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Monografia Nauk.: 227-240.
- Zhang, Q., Tan, C.S., Zheng, Z.M., Welacky, T., Wang, Y.T. (2017): Drainage water management combined with cover crop enhances reduction of soil phosphorus loss. *Sci. Total Environ.*, 586:362–371.
- Zhang, X.; von Mogel, K.J.H.; Lor, V.S.; Hirsch, C.N.; De Vries, B.; Kaeppler, H.F.; Tracy, W.F.; Kaeppler, S.M. (2019): Maize sugary enhancer1 (*se1*) is a gene affecting endosperm starch metabolism. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 116, 20776–20785.
- Ziegler, K.E., Ashman, R.B. (1994): Popcorn. In: *Speciality Corns*, CRC Press Inc., Ames, Iowa, 189.
- Ziegler, K.E. (2001): Popcorn. In: Hallauer, A. (Ed.), *Specialty Corn*. CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 199-234.
- Zilić, S., Milašinović, M., Terzić, D., Barać, M., Ignjatović-Mičić, D. (2011): Grain characteristics and composition of maize specialty hybrids. *Spanish Journal of Agricultural Research* 9(1): 230-241.
- Žilić, S., Serpen, A., Akıllıoğlu, G., Gökmen, V., Vančetović, J. (2012): Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) kernels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(5), 1224-1231.
- <http://nutritiondata.self.com/facts/cereal-grains -and-pasta /5687/2> (pristupljeno 11. decembra 2020. godine)

9. PRILOZI



Slika 1. Ogledno polje na Institutu za kukuruz "Zemun Polje"
(Foto: B. Janošević)



Slika 2. Pokrovni usevi pred merenje nadzemne biomase
(Foto: B. Janošević)



Slika 3. Varijanta smeša - ozimi krmni grašak i ozimi ovas
(Foto: B. Janošević)



Slika 4. Varijanta ozimi krmni kelj
(Foto: B. Janošević)



Slika 5. Tretiranje elementarnih parcela mikrobiološkim đubrivom Uniker
(Foto: B. Janošević)



Slika 6. Biljke kukuruza šećerca i kokičara na elementarnoj parceli
(Foto: B. Janošević)



Slika 7. Biljke kukuruza šećerca
(Foto: B. Janošević)



Slika 8. Klipovi kukuruza šećerca
(Foto: B. Janošević)



Slika 9. Biljke kukuruza kokičara
(Foto: B. Janošević)



Slika 10. Klipovi kukuruza kokičara
(Foto: B. Janošević)

10. BIOGRAFIJA AUTORA

Biljana Janošević, dipl. inženjer rođena je 07.11.1980. godine u Beogradu. Osnovnu školu „Vuk Karadžić“ u Surčinu završila je 1995. godine, zatim je upisala srednju geološku i hidrometeorološku školu “Milutin Milanković” u Beogradu (smer meteorološki tehničar), koju je završila 1999. godine. Poljoprivredni fakultet u Zemunu, Univerzitet u Beogradu – odsek za Ratarstvo upisala je 2004. Godine.

Osnovne akademske studije završila je juna 2012. godine i odbranila diplomski rad sa ocenom 10 na temu „Uticaj prostornog rasporeda biljaka na produktivnost združenog useva kukuruza i soje“ (predmet: Opšte ratarstvo), gde je stekla zvanje diplomirani inženjer poljoprivrede za ratarstvo.

U oktobru 2012. godine je upisala doktorske akademske studije na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu, Univerzitet u Beogradu – studijski program Poljoprivredne nauke, modul Ratarstvo i povrtarstvo.

U toku studiranja učestvovala je na „Agronomijadi“ i takmičila se u izlaganju naučnih radova iz oblasti ratarstva i povrtarstva, gde je tri godine za redom (2007/08/09.) osvajala prvo mesto. Nagradu i diplomu za „Studenta generacije“ Odseka za Ratarstvo na Poljoprivrednom fakultetu u Zemunu, Univerzitet u Beogradu dobila je 2008. godine.

Do sada kao autor i koautor, objavila je 12 radova.

11. IZJAVE

IZJAVA O AUTORSTVU

Potpisana **Biljana R. Janošević**

Broj indeksa: **RA 12/9**

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM SISTEMU GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA

- * rezultat sopstvenog istraživačkog rada;
- * da disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za sticanje druge diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova;
- * da su rezultati korektno navedeni i
- * da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu, _____

Potpis autora
Biljana R. Janošević

**IZJAVA O ISTOVETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE
DOKTORSKE DISERTACIJE**

Ime i prezime autora: **Biljana R. Janošević**

Broj indeksa: **RA 12/9**

Studijski program: **Poljoprivredne nauke, modul Ratarstvo i povrtarstvo**

Naslov rada: **Agroekološki i agronomski značaj pokrovnih useva u održivom sistemu gajenja hibrida kukuruza specifičnih svojstava**

Mentor: **dr Željko Dolijanović, redovni profesor**

Potpisana Biljana R. Janošević

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi pohranjenja u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu, _____

Potpis autora
Biljana R. Janošević

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

AGROEKOLOŠKI I AGRONOMSKI ZNAČAJ POKROVNIH USEVA U ODRŽIVOM SISTEMU GAJENJA HIBRIDA KUKURUZA SPECIFIČNIH SVOJSTAVA

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo (CC BY)
2. Autorstvo – nekomercijalno (CC BY-NC)
- 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada (CC BY-NC-ND)**
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima (CC BY-NC-SA)
5. Autorstvo – bez prerada (CC BY-ND)
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima (CC BY-SA)

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci.

Kratak opis licenci je sastavni deo ove izjave).

U Beogradu, _____

Potpis autora

Bižana D. Janošević

1. **Autorstvo.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. **Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

3. **Autorstvo – nekomercijalno – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja dela.

4. **Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada.

5. **Autorstvo – bez prerada.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, bez promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela.

6. **Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu dela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.