



UNIVERZITET U NOVOM SADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET  
AGRONOMIJA

**UTICAJ ĐUBRENJA AZOTOM I  
MIKROELEMENTIMA NA PRINOS I  
MINERALNI SASTAV LUCERKE I  
SILAŽNOG KUKURUZA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:

Prof. dr Maja Manojlović

Kandidat:

Mast. inž. Klara Petković

Novi Sad, 2019. godine

## ZAHVALNICA

*Pre svega, želim iskreno da se zahvalim svojoj mentorici, prof. dr Maji Manojlović, koja me je uključila u projekat Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja. Zahvaljujem joj se na poverenju koje mi je ukazala, na svim savetima, podršci, pruženom znanju i vremenu koje mi je posvetila svih ovih godina. Posebno bih želela da joj se zahvalim na zalaganju koje je uložila da bih obavila stručne posete u inostranstvo i upoznala kolege koje su doprineli izradi ove disertacije.*

*Zahvaljujem se članu komisije doc. dr Ranku Čabilovskom, na konstruktivnim savetima tokom pisanja disertacije, na velikom strpljenju tokom zajedničkog rada i na svim datim odgovorima na mojih milion pitanja tokom poslednjih sedam godina.*

*Zahvalnost dugujem i van. prof. dr Đorđu Krstiću koji je svojim praktičnim savetima i iskustvom u velikoj meri doprineo uspešnom izvođenju ogleada, kao i na svim savetima i komentarima koji su doprineli unapređenju ove disertacije.*

*Takođe bih želela da iskažem zahvalnost prof. dr Zdenku Lončariću, na ukazanom poverenju da bude član komisije za ocenu i odbranu ove teze. Posebno bih želela da se zahvalim na pruženoj mogućnosti da deo neophodnih laboratorijskih analiza obavim na Zavodu za Agroekologiju, u sklopu Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Univerzitet Josipa Jurja Strossmayera.*

*Izuzetnu zahvalnost dugujem dr Pederu Lombnaesu, rukovodiocu HERD projekta vlade Kraljevine Norveške, na svim korisnim idejama i savetima tokom postavljanja ogleada, kao i pisanja i objavljivanja radova i na pruženoj mogućnosti da deo neophodnih laboratorijskih analiza obavim na Norwegian University of Life Sciences.*

*Posebnu zahvalnost dugujem i prof. dr Darinki Bogdanović, koja je sve ove godine bila pristuna tokom istraživanja i svojim savetima i iskustvom mi bila velika podrška.*

*Zahvaljujem se Josipu i Marinku Mačkoviću, pre svega na ukazanom poverenju, a zatim i na nesebičnom ustupanju svojih parcela, semenskog materijala, potrebne mehanizacije, kao i strpljivosti tokom tri godine izvođenja ogleada.*

*Zahvaljujem se zaposlenima u Laboratoriji za ispitivanje zemljišta, đubriva i biljnog materijala, Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu. Posebnu zahvalnost dugujem Ljubici Damić i Marku Iliću, hemijske analize uzoraka ne bi bile moguće bez njihove velike pomoći. Zahvalnost dugujem i zaposlenima na Departmana za biljku i agroekologiju (Norwegian University of Life Sciences), kao i kolegama iz laboratorije Zavoda za Agroekologiju (Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek). Zahvaljujući njihovoj spremnosti da podele svoje znanje, rad u laboratoriji predstavlja jedan od lepših delova ove disertacije.*

*Takođe moram da se zahvalim mojim drugarima, Saletu, Marku, Darku i Milanu na pozitivnoj energiji na svim terenima, prikupljanjima uzoraka, postavljanju ogleada, koji su nadoknadili fizički deo rada koji nisam mogla sama da obavim. Zahvaljujem se Mirni i Draganu, koji su bili tu u poslednjim fazama izrade disertacije.*

*Veliku zahvalnost dugujem suprugu Srđanu, na ljubavi i razumevanju za sve sate koje sam bila odsutna, bez njega ne bih imala snage da sve privedem kraju. Najveću zahvalnost dugujem mojim roditeljima, za bezrezervnu podršku i motivaciju tokom svih godina školovanja, kao i za svu energiju uloženu u moje istraživanje. Ovu tezu posvećujem njima.*

Istraživanja u okviru ove teze su finansijski podržana projektima: Organska poljoprivreda: Unapređenje proizvodnje primenom đubriva, biopreparata i bioloških mera (TR 31027) i „Grassland management for high forage yield and quality in the Western Balkans“ (HERD projekat finansiran od strane vlade Kraljevine Norveške).

**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Klara Petković, mast. inž. polj.
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Dr Maja Manojlović, redovni profesor
Naslov rada: NR	Uticaj đubrenja azotom i mikroelementima na prinos i mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruzna
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina
Godina: GO	2019.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8 21 000 Novi Sad

Fizički opis rada: FO	(10 poglavlja / 169 stranica / 7 slika / 41 tabela / 43 grafikona / 176 referenci / 1 prilog)
Naučna oblast: NO	Biotehničke nauke
Naučna disciplina: ND	Pedologija i agrohemija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Azot, selen, cink, bakar, biofortifikacija, krmno bilje.
UDK	631.893(043.3)
Čuva se: ČU	Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ	
<p>Lucerka i silažni kukuruz predstavljaju najvažnija kabasta hraniva u Srbiji i svetu. Predstavljaju osnovni deo obroka preživara za zadovoljenje energetske potrebe životinja, kao i osnovni izvor minerala u ishrani. Biofortifikacija krmnog bilja, odnosno đubrenje mikroelementima je jedan od načina pomoću koga može da se u biljkama postigne veći sadržaj neophodnih elemenata za stoku, prvenstveno Se i Zn. Iz tog razloga, cilj istraživanja je bio ispitivanje uticaja đubrenja N i mikroelementima na prinos i mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruza, odnosno da se utvrdi u kojoj meri đubrenje N, Se, Zn i Cu utiče na sadržaj neophodnih elemenata u ishrani stoke preživara. Poljski ogled sa lucerkom (2014-2016) je postavljen kao jednofaktorijalni po metodi blok sistema sa slučajnim rasporedom tretmana. U ogledu je ispitivan uticaj sledećih folijarnih tretmana: kontrola bez đubrenja; Se u dve doze (5 i 10 g Se ha<sup>-1</sup>); Zn u dve doze (0,5 i 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>), 2% rastvor Cu i Zn i Se u kombinaciji (0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> i 10 g Se ha<sup>-1</sup>). Ogled sa kukuruzom (2014-2016) je postavljen kao dvofaktorijalni metodom podeljenih parcela, pri čemu prvi faktor predstavlja đubrenje N a drugi đubrenje mikroelementima. Glavne parcele ogleda predstavlja đubrenje N u sledećim dozama: 0; 120; 180 i 240 kg N ha<sup>-1</sup>. Na podparcelama ogleda izvršeno je đubrenje mikroelementima u sledećim varijantama: kontrola bez primene mikroelemenata; 10 g Se ha<sup>-1</sup>; 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> i 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> u kombinaciji sa 7% rastvorom uree. Tokom tri godine izvođenja ogleda vršeno je merenje prinosa, dok je sadržaj sirovih proteina i pojedinih makro (P, K, Ca, Mg, S) i mikroelemenata (Se, Zn, Mo, Fe, Cu, Mn) analiziran tokom prve dve godine ogleda. Rezultati su pokazali da đubrenje N povećava prinos zelene mase silažnog kukuruza, kao i sadržaj sirovih proteina, Zn, Cu i Mn u suvoj masi. Folijarna primena Se nije imala uticaja na prinos lucerke i silažnog kukuruza, ali je pozitivno uticala na sadržaj Se u biljci. Sa obe primenjene doze Se, u lucerki je postignut neophodan nivo Se za ishranu goveda, dok đubrenjem sa 10 g Se ha<sup>-1</sup> u silažnom kukuruzi nije postignut taj nivo. Primenom 1 kg Zn ha<sup>-1</sup> u slučaju lucerke, odnosno 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> u slučaju silažnog kukuruza, neophodan nivo u ishrani stoke je postignut samo u toku jedne godine. Folijarna primena Zn i uree u kombinaciji se pokazala efikasnijom u povećanju sadržaja u biljci, akumulaciji po hektaru i usvajanju Zn u poređenju kada se isti</p>	

<p>element primeni samostalno. Đubrenje Cu je očekivano povećalo njegov sadržaj u biljci, ali godini sa ređim sklopom biljka, postignuti sadržaj Cu biljkama je bio iznad maksimalno dozvoljene koncentracije za ishranu goveda. S obzirom da je krajnji cilj proizvodnje krmnog bilja visoki prinosi dobrog kvaliteta, đubrenje N doprinosi ovakvim rezultatima. Folijarno đubrenje Se, Zn i Cu predstavlja važnu agrotehničku meru za povećanje sadržaja ovih elemenata u lucerki i silažnom kukuružu gajenim na slaboalkalnom zemljišta u uslovima bez navodnjavanja, međutim, u slučaju Zn, potrebno je ispitati uticaj većih doza.</p>	
<p>Datum prihvatanja teme od strane Senata:  DP</p>	<p>13.07.2017.</p>
<p>Datum odbrane:  DO</p>	
<p>Članovi komisije:  (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status)  KO</p>	<p>_____</p> <p>Dr Manojlović Maja, redovni profesor, NO Pedologija i agrohemija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, mentor</p> <p>_____</p> <p>Dr Čabilovski Ranko, docent, NO Pedologija i agrohemija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, član</p> <p>_____</p> <p>Dr Krstić Đorđe, vanredni profesor, NO Ratarstvo i povrtarstvo, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, član</p> <p>_____</p> <p>Dr Lončarić Zdenko, redovni profesor, NO Ishrana biljaka, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Univerzitet Josipa Jurja Strossmayera, Osijek, član</p>

University of Novi Sad

Faculty of Agriculture

### Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Klara Petković, MSc
Mentor: MN	Maja Manojlović, PhD, full professor
Title: TI	Effect of nitrogen and microelements fertilization on yield and mineral composition of alfalfa and silage maize
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad

Physical description: PD	(10 chapters / 169 pages/ 7 pictures / 41 tables / 43 graphs / 176 references / 1 attach
Scientific field SF	Biotechnical sciences
Scientific discipline SD	Soil science and agrochemistry
Subject, Key words SKW	Nitrogen, selenium, zinc, copper, biofortification, forage crops.
UC	631.893(043.3)
Holding data: HD	Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, 21 000 Novi Sad
Note: N	None
Abstract: AB	

Alfalfa and silage maize represent the most important forages in Serbia and the world. They are an essential part of a meal for ruminants to meet their energy requirements, and constitute the basic source of minerals in their diet. Biofortification of forage crops, i.e. fertilization with microelements, is one of the ways how a higher content of essential elements for livestock, primarily Se and Zn, can be achieved in plants. For this reason, the aim of the study was to investigate the effect of N and microelements fertilization on the yield and mineral composition of alfalfa and silage maize, and to determine the extent to which fertilization with N, Se, Zn, and Cu affects the content of essential elements in the diet of ruminant cattle. The field experiment with alfalfa (2014-2016) was set up using a single-factor randomized block design. The effect of the following foliar treatments was investigated: control without fertilization; Se in two doses (5 and 10 g Se ha<sup>-1</sup>); Zn in two doses (0.5 and 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>), 2% solution of Cu and Zn and Se in combination (0.5 kg Zn ha<sup>-1</sup> and 10 g Se ha<sup>-1</sup>). The silage maize experiment (2014-2016) was set up as a two-factorial split-plot design, with the first factor being N fertilization and the second microelements fertilization. The main plots of the experiment were treated with N fertilizer in the following doses: 0; 120; 180 and 240 kg N ha<sup>-1</sup>. The sub-plots of the experiment were fertilized with microelements in the following variants: control without application of microelements; 10 g Se ha<sup>-1</sup>; 1.5 kg Zn ha<sup>-1</sup> and 1.5 kg Zn ha<sup>-1</sup> in combination with 7% urea solution. Yield measurements were recorded during the three years of the experiment, while the content of crude protein and individual macro (P, K, Ca, Mg, S) and microelements (Se, Zn, Mo, Fe, Cu, Mn) were analyzed during the first two years of the experiment. The results showed that N fertilization increased the green mass yield of silage maize, as well as the content of crude protein, Zn, Cu and Mn in the dry mass. Foliar application of Se had no effect on the yield of alfalfa and silage maize but had a positive effect on Se content in the plant. With both doses of applied Se, the optimal level of Se for cattle feeding was reached in alfalfa, while fertilizing with 10 g of Se ha<sup>-1</sup> in silage maize did not reach that level. By applying 1 kg of Zn ha<sup>-1</sup> in the case of alfalfa, or 1.5 kg of Zn ha<sup>-1</sup> in the

<p>case of silage maize, the optimal level in livestock nutrition was reached only in one year. When compared with the same element alone, foliar application of Zn and urea in combination proved to be more effective in increasing plant content, accumulation per hectare, and Zn uptake. As expected, fertilization with Cu increased its content in the plant, but in the year with a lower plant density, the achieved Cu content in plants was above the maximum allowable concentration for cattle nutrition. Given that the ultimate goal of forage production is high yields of good quality, fertilizing with N contributes to these results. Foliar fertilization with Se, Zn, and Cu presents an important agrotechnical measure for increasing the content of these elements in alfalfa and silage maize grown on low-alkaline soil under rainfed conditions; however, in the case of Zn, the impact of higher doses requires further research.</p>	
Accepted on Senate on: AS	13.07.2017.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<p>_____ Maja Manojlović, PhD, full professor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, mentor</p> <p>_____ Ranko Čabilovski, PhD, associate professor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, member</p> <p>_____ Đorđe Krstić, PhD, assistant professor, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, member</p> <p>_____ Zdenko Lončarić, PhD, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, member</p>



# Uticaj đubrenja azotom i mikroelementima na prinos i mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruza

## Sažetak

Lucerka i silažni kukuruz predstavljaju najvažnija kabašta hraniva u Srbiji i svetu. Predstavljaju osnovni deo obroka preživara za zadovoljenje energetske potrebe životinja, kao i osnovni izvor minerala u ishrani. Biofortifikacija krmnog bilja, odnosno đubrenje mikroelementima je jedan od načina pomoću koga može da se u biljkama postigne veći sadržaj neophodnih elemenata za stoku, prvenstveno Se i Zn. Iz tog razloga, cilj istraživanja je bio ispitivanje uticaja đubrenja N i mikroelementima na prinos i mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruza, odnosno da se utvrdi u kojoj meri đubrenje N, Se, Zn i Cu utiče na sadržaj neophodnih elemenata u ishrani stoke preživara. Poljski ogled sa lucerkom (2014-2016) je postavljen kao jednofaktorijski po metodi blok sistema sa slučajnim rasporedom tretmana. U ogledu je ispitivan uticaj sledećih folijarnih tretmana: kontrola bez đubrenja; Se u dve doze (5 i 10 g Se ha<sup>-1</sup>); Zn u dve doze (0,5 i 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>), 2% rastvor Cu i Zn i Se u kombinaciji (0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> i 10 g Se ha<sup>-1</sup>). Ogled sa kukuruzom (2014-2016) je postavljen kao dvofaktorijski metodom podeljenih parcela, pri čemu prvi faktor predstavlja đubrenje N a drugi đubrenje mikroelementima. Glavne parcele ogleda predstavlja đubrenje N u sledećim dozama: 0; 120; 180 i 240 kg N ha<sup>-1</sup>. Na podparcelama ogleda izvršeno je đubrenje mikroelementima u sledećim varijantama: kontrola bez primene mikroelemenata; 10 g Se ha<sup>-1</sup>; 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> i 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> u kombinaciji sa 7% rastvorom uree. Tokom tri godine izvođenja ogleda vršeno je merenje prinosa, dok je sadržaj sirovih proteina i pojedinih makro (P, K, Ca, Mg, S) i mikroelemenata (Se, Zn, Mo, Fe, Cu, Mn) analiziran tokom prve dve godine ogleda. Rezultati su pokazali da đubrenje N povećava prinos zelene mase silažnog kukuruza, kao i sadržaj sirovih proteina, Zn, Cu i Mn u suvoj masi. Folijarna primena Se nije imala uticaja na prinos lucerke i silažnog kukuruza, ali je pozitivno uticala na sadržaj Se u biljci. Sa obe primenjene doze Se, u lucerki je postignut neophodan nivo Se za ishranu goveda, dok đubrenjem sa 10 g Se ha<sup>-1</sup> u silažnom kukuruzu nije postignut taj nivo. Primenom 1 kg Zn ha<sup>-1</sup> u slučaju lucerke, odnosno 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> u slučaju silažnog kukuruza, neophodan nivo u ishrani stoke je postignut samo u toku jedne godine. Folijarna primena Zn i uree u kombinaciji se pokazala efikasnijom u povećanju sadržaja u biljci, akumulaciji po hektaru i usvajanja

Zn u poređenju kada se isti element primeni samostalno. Đubrenje Cu je očekivano povećalo njegov sadržaj u biljci, ali godini sa ređim sklopom biljka, postignuti sadržaj Cu biljkama je bio iznad maksimalno dozvoljene koncentracije za ishranu goveda. S obzirom da je krajnji cilj proizvodnje krmnog bilja visoki prinosi dobrog kvaliteta, đubrenje N doprinosi ovakvim rezultatima. Folijarno đubrenje Se, Zn i Cu predstavlja važnu agrotehničku meru za povećanje sadržaja ovih elemenata u lucerki i silažnom kukuruzu gajenim na slaboalkalnom zemljišta u uslovima bez navodnjavanja, međutim, u slučaju Zn, potrebno je ispitati uticaj većih doza.

Ključne reči: azot, selen, cink, bakar, biofortifikacija, krmno bilje.

# **Effect of nitrogen and microelements fertilization on yield and mineral composition of alfalfa and silage maize**

## **Summary**

Alfalfa and silage maize represent the most important forages in Serbia and the world. They are an essential part of a meal for ruminants to meet their energy requirements, and constitute the basic source of minerals in their diet. Biofortification of forage crops, i.e. fertilization with microelements, is one of the ways how a higher content of essential elements for livestock, primarily Se and Zn, can be achieved in plants. For this reason, the aim of the study was to investigate the effect of N and microelements fertilization on the yield and mineral composition of alfalfa and silage maize, and to determine the extent to which fertilization with N, Se, Zn, and Cu affects the content of essential elements in the diet of ruminant cattle. The field experiment with alfalfa (2014-2016) was set up using a single-factor randomized block design. The effect of the following foliar treatments was investigated: control without fertilization; Se in two doses (5 and 10 g Se ha<sup>-1</sup>); Zn in two doses (0.5 and 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>), 2% solution of Cu and Zn and Se in combination (0.5 kg Zn ha<sup>-1</sup> and 10 g Se ha<sup>-1</sup>). The silage maize experiment (2014-2016) was set up as a two-factorial split-plot design, with the first factor being N fertilization and the second microelements fertilization. The main plots of the experiment were treated with N fertilizer in the following doses: 0; 120; 180 and 240 kg N ha<sup>-1</sup>. The sub-plots of the experiment were fertilized with microelements in the following variants: control without application of microelements; 10 g Se ha<sup>-1</sup>; 1.5 kg Zn ha<sup>-1</sup> and 1.5 kg Zn ha<sup>-1</sup> in combination with 7% urea solution. Yield measurements were recorded during the three years of the experiment, while the content of crude protein and individual macro (P, K, Ca, Mg, S) and microelements (Se, Zn, Mo, Fe, Cu, Mn) were analyzed during the first two years of the experiment. The results showed that N fertilization increased the green mass yield of silage maize, as well as the content of crude protein, Zn, Cu and Mn in the dry mass. Foliar application of Se had no effect on the yield of alfalfa and silage maize but had a positive effect on Se content in the plant. With both doses of applied Se, the optimal level of Se for cattle feeding was reached in alfalfa, while fertilizing with 10 g of Se ha<sup>-1</sup> in silage maize did not reach that level. By applying 1 kg of Zn ha<sup>-1</sup> in the case of alfalfa, or 1.5 kg of Zn ha<sup>-1</sup> in the case of silage maize, the optimal level in livestock nutrition was reached only in one year. When compared with the same element alone, foliar application of Zn and urea in combination proved to be more effective in increasing plant content, accumulation per hectare, and Zn uptake. As expected, fertilization with Cu increased its content in the plant, but in the year with a lower plant density, the achieved Cu content in plants was above the maximum allowable

concentration for cattle nutrition. Given that the ultimate goal of forage production is high yields of good quality, fertilizing with N contributes to these results. Foliar fertilization with Se, Zn, and Cu presents an important agrotechnical measure for increasing the content of these elements in alfalfa and silage maize grown on low-alkaline soil under rainfed conditions; however, in the case of Zn, the impact of higher doses requires further research.

Key words: nitrogen, selenium, zinc, copper, biofortification, forage crops.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	15
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA .....	19
3. PREGLED LITERATURE .....	20
3.1. Krmno bilje kao organski izvor minerala u ishrani preživara .....	20
3.2. Mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruza .....	21
3.3. Specifičnosti đubrenja lucerke i silažnog kukuruza .....	23
3.4. Đubrenje azotom .....	26
3.5. Đubrenje selenom.....	28
3.6. Đubrenje cinkom.....	32
3.7. Đubrenje bakrom.....	34
4. RADNA HIPOTEZA .....	36
5. MATERIJAL I METOD RADA.....	37
5.1. Osobine zemljišta .....	37
5.2. Vremenski uslovi.....	40
5.3. Metod istraživanja u proizvodnim uslovima .....	43
5.4. Metode postavljanja oglada.....	46
5.4.1. Poljski ogled sa lucerkom .....	46
5.4.2. Poljski ogled sa silažnim kukuruzom.....	49
5.5. Hemijske analize zemljišta.....	52
5.6. Hemijske analize biljnog materijala.....	54
5.7. Uzorkovanje biljnog materijala .....	55
5.7.1. Uzorkovanje lucerke .....	55
5.7.2. Uzorkovanje silažnog kukuruza .....	56
5.8. Statistička obrada podataka .....	58
5.9. Izračunavanje efikasnosti usvajanja hraniva .....	59
6. REZULTATI RADA.....	60
6.5. Istraživanje u proizvodnim uslovima .....	60
6.5.1. Osnovna svojstva i sadržaj mikroelemenata u zemljištu .....	60
6.5.2. Mineralni sastav krmnog bilja.....	63
6.5.3. Varijabilnost mineralnog sastava krmnog bilja .....	67
6.6. Poljski ogled sa lucerkom .....	70
6.6.1. Prinos sveže i suve mase lucerke .....	70
6.6.2. Sadržaj i akumulacija Se u suvoj masi lucerke .....	74

6.6.3. Sadržaj i akumulacija Zn u suvoj masi lucerke .....	77
6.6.4. Koeficijenti korelacije i jednačine regresije između primenjenog sadržaja Se i Zn i sadržaja u biljnom materijalu .....	80
6.6.5. Sadržaj sirovih proteina i sadržaj makroelemenata u suvoj masi lucerke .....	82
6.6.6. Sadržaj mikroelemenata u suvoj masi lucerke .....	84
6.6.7. Efikasnost usvajanja Se i Zn .....	85
6.7. Poljski ogled sa kukuruzom .....	87
6.7.1. Prinos zelene mase kukuruza .....	87
6.7.2. Udeo lista.....	89
6.7.3. Udeo klipa .....	91
6.7.4. Udeo stabla.....	93
6.7.5. Sadržaj sirovih proteina.....	95
6.7.6. Sadržaj P.....	97
6.7.7. Sadržaj K.....	99
6.7.8. Sadržaj Ca .....	101
6.7.9. Sadržaj Mg .....	103
6.7.10. Sadržaj S.....	105
6.7.11. Sadržaj Se.....	107
6.7.12. Sadržaj Zn .....	109
6.7.13. Sadržaj Mo .....	111
6.7.14. Sadržaj Fe.....	113
6.7.15. Sadržaj Cu .....	115
6.7.16. Sadržaj Mn .....	117
6.7.17. Akumulacija i efikasnost usvajanja Se i Zn .....	119
7. DISKUSIJA.....	122
7.1. Obezbeđenost zemljišta i krmnih biljaka elementima neophodnim u ishrani goveda na pojedinim lokalitetima u Vojvodini i zapadnoj Srbiji .....	122
7.2. Uticaj đubrenja azotom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza .....	126
7.3. Uticaj đubrenja selenom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza.....	130
7.4. Uticaj đubrenja cinkom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza .....	134
7.5. Uticaj đubrenja bakrom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza.....	138
8. ZAKLJUČAK .....	139
9. PRILOG .....	143
10. LITERATURA.....	152

## 1. UVOD

Povećanjem svetske populacije javila se i potreba za sve većom količinom hrane. Kako bi se zadovoljile rastuće potrebe u hrani, dolazi do povećanja intenziteta poljoprivredne proizvodnje, radi dobijanja što većih prinosa po jedinici površine. Gajenje visokoprinosa hibrida, povezanih sa iznošenjem velike količine hraniva sa parcele i korišćenjem velikih količina mineralnih đubriva doveli su do trošenja rezervi mikroelemenata u zemljištu (Gupta et al., 2008).

Ciklus mikroelementa u lancu ishrane ljudi i životinja kreće iz zemljišta, uključuje biljke i životinje i njihovu sposobnost asimilacije elemenata iz zemljišta. Zemljište predstavlja osnovni izvor elementa za biljke, pa i za životinje koje jedu biljke i ljude koje konzumiraju biljne i životinjske proizvode. Transfer mikroelemenata između zemljišta i biljaka je deo kompleksnog hemijskog ciklusa u prirodi. U istraživanju sprovedenom u južnoj Srbiji (Popović et al., 2010) utvrđen je transfer faktor sa visokom korelacijom između sadržaja metabolički važnih elemenata kalijuma (K), selena (Se), cinka (Zn), gvožđa (Fe) i mangana (Mn) u krvi stoke i zemljištu. Rezultati studije sprovedene početkom 90' godina (Maksimović et al., 1992), uzimajući u obzir analizu zemljišta, biljaka, seruma i kose ljudi, su pokazali da Srbija predstavlja region nedostatka Se. Pavlović et al. (2018) su ispitivali uticaj povećanog dodavanja Se stočnoj hrani na status Se kod ljudi u periodu od 2000. do sprovođenja istraživanja i utvrdili da je dodavanje Se u količini od 0,14 mg kg<sup>-1</sup> dovelo do povećanja Se u plazmi ljudi za prosečno 30 g L<sup>-1</sup>.

Zemljište je deficitarno u određenom elementu, ako ne može da obezbedi dovoljne količine tog elementa za rast i razvoj biljaka ili organizama koji zavise od raspodele elementa u zemljištu (Hooda, 2010). Najvažniji faktori koji utiču na pristupačnost mikroelemenata su: pH i redoks potencijal, tekstura zemljišta, kvalitet i količina organske materije, mineralni sastav, temperatura i vodni režim, kao i interakcija između hemijskih elemenata (Kabata-Pendias, 2004). Reakcija zemljišta ima presudan uticaj na dinamiku mikroelemenata u zemljištu, jer se u kiseloj sredini oslobađa veća količina mikroelemenata u zemljišni rastvor. Izuzetak predstavljaju elementi kao što su

Se i Mo, koji su pokretljiviji pri alkalnoj reakciji zemljišta. Tekstura zemljišta i organska materija utiču na dinamiku mikroelemenata, stoga laka peskovita zemljišta sadrže manje količine elemenata u odnosu na zemljišta težeg mehaničkog sastava. Odnos između mikroelemenata i drugih elemenata u zemljištu je veoma bitan, jer ukoliko se naruši dolazi da antagonizma između elemenata, kao što je slučaj odnos fosfor (P) i Zn.

Veliki broj neorganskih elemenata se pokazao kao neophodan za normalan rast i reprodukciju životinja i podrazumeva makroelemente koji se zahtevaju u većim količinama kao što su kalcijum (Ca), P, natrijum (Na), hlor (Cl), K, magnezijum (Mg) i sumpor (S) i elemente u tragovima odnosno mikroelemente koji se zahtevaju u mnogo manjim količinama i pod njima podrazumevamo kobalt (Co), bakar (Cu), jod (J), Fe, Mn, molibden (Mo), Se, Zn (Erickson et al., 2015). Navedeni elementi utiču na brojne procese u životinjama i u njihovom nedostatku (ili suvišku) ispoljavaju se karakteristični simptomi i dolazi do narušavanja normalnog funkcionisanja organizma. Makroelementi su važne strukturne komponente kostiju i drugih tkiva i služe kao sastavni deo telesnih tečnosti. Takođe, imaju važnu ulogu u održavanju kiselinsko baznog statusa, osmotskog pritiska, membranskog potencijala i nervnog prenosa. Mikroelementi su prisutni u malim koncentracijama i služe kao komponente metaloenzima i kofaktora enzima, ili hormona (NRC, 2001). U cilju održavanja produktivnosti i zdravlja stoke na optimalnom nivou, neophodno je da se ishranom unosi dovoljna količina nutritijenata koji u sebi sadrže adekvatne koncentracije makro i mikroelemenata.

Pored velikog značaja u ishrani stoke, makro i mikroelementi su takođe veoma važni i u ishrani biljaka. Azot predstavlja neophodni makroelement u ishrani biljaka i dokazano je njegovo pozitivno dejstvo na prinos i unapređenje komponenti prinosa kukuruza, međutim, uticaj može da se razlikuje u zavisnosti od faktora kao što su primenjeni oblik (Amin, 2011; Sabir et al., 2013), ili doza đubriva (Carpici et al., 2010; Latković i sar, 2010). U pogledu mikroelemenata, lucerka pokazuje visoku osetljivost na nedostatak Cu, za razliku od kukuruza, koji je osetljiv na nedostatak Zn. U slučajevim njegovog nedostatka, prinosi kukuruza mogu biti značajno smanjeni (Gupta, 2008). Lucerka nema velike zahteve u ishrani Zn, međutim, primena Zn pozitivno utiče na povećanje broja nodula, kao i povećanje otpornosti na pojedine bolesti (Grewal,



2001). Selen nije utvrđen kao neophodan element u ishrani biljaka, međutim, utvrđeno je da kod lucerke stimulatивно deluje na fotosintezu, odnosno poboljšava akumulaciju rastvorljivih šećera i skroba u biljci lucerke, dok kod kukuruza poboljšava tolerantnost biljaka na vodni stres (Qiang-yun et al., 2008).

Primenom N povećava se prinos, ali istovremeno dolazi i do visoke stope nakupljanja N u visoko prinosim usevima, povezane sa povećanim zahtevima i drugih hranljivih elementata, u smislu povećanih količina i koncentracija u tkivima. Prilikom planiranja đubrenja ovakvih useva, treba da se vodi računa da se pored N, zadovolje i potrebe za drugim elementima (Hamnér et al., 2017). Povećani prinosi mogu da budu posledica pozitivne interakcije između primene N i Zn, odnosno usevi vrlo često reaguju na N i Zn u kombinaciji, međutim ne i na sam Zn (Alloway, 2008). Takođe, utvrđen je i pozitivan uticaj ishrane N na nakupljanje Zn u zrnu pšenice (Kutman et al., 2010). S druge strane, poznato je da primena N može da smanji sadržaj Se u biljci, odnosno da teži uspostavljanju optimalnog odnosa Se i drugih elemenata (Barker and Pilbeam, 2007).

Kada se govori o nutritivnim potrebama stoke za mikroelementima, one su mnogo više u odnosu na potrebe biljaka. Međutim, veoma je važno da se utvrde potrebe životinja za pojedinim elementima. Može da se desi da je obezbeđenost zemljišta i biljaka niska, ali je dovoljna za relativno niske potrebe stoke ili suprotno, obezbeđenost zemljišta i biljaka se čini adekvatnim, ali nedovoljnim u slučaju proizvodnih sistema kojima je cilj visoka produktivnost životinja (Fisher, 2008).

Nedostatak mikroelemenata u ishrani stoke se najčešće nadoknađuje oralnim doziranjem, rastvaranjem u vodi ili davanjem injekcija mineralnih rastvora i suspenzija. Ovakva korekcija nedovoljne obezbeđenosti životinja mikroelementima ima prednost, jer sve životinje prime poznatu količinu potrebnog mikroelementa u poznatim intervalima (Suttle, 2010). Međutim, poslednjih godina javlja se sve veći interes za korišćenjem organskih izvora elemenata, posebno u ishrani preživara, kod kojih se javlja problem apsorpcije elemenata. U slučaju preživara, koristeći organske izvore, može da se redukuje interakcija elemenata sa drugim jedinjenjima u buragu, spreči formiranje nerastvorljivih kompleksa i poveća apsorpcija (Spears, 2003).

Cilj biofortifikacije je povećanje mikroelemenata u jestivim delovima biljaka kroz uzgoj ili korišćenjem biotehnologije. Jedan od načina je i agronomska biofortifikacija, koja podrazumeva đubrenje mikroelementima (White and Broadley, 2009; Zhao et al, 2010). Prema Lyons and Cakmak (2012), Se i Zn su najpogodniji mikroelementi za biofortifikaciju. Osnovi cilj đubrenja je postizanje visokih i stabilnih prinosa dobrog kvaliteta, ali je veoma bitno da se postigne i visoka iskoristivost primenjenog đubriva. Dobra praksa primene kao što je izvor, doza i način đubrenja elemenata treba da se optimizira u odnosu na zemljište, biljku i klimatske faktore, kako bi se izbegli gubici elemenata usled ispiranja, denitrifikacije, volatizacije, iznošenja prinosa itd. (Baligar et al., 2001).

## 2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Imajući u vidu da je u ishrani preživara neophodan optimalan nivo pojedinih elemenata za normalan rast i razvoj organizma, i da u Srbiji postoji ograničen broj istraživanja koja su se bavila ispitivanjem mineralnog sastava i agrotehničkih mera koje doprinose unapređenju kvaliteta krmnog bilja, postavljeno je nekoliko ciljeva istraživanja:

1. Cilj istraživanja je bio da se na određenim lokalitetima na teritoriji Vojvodine i zapadne Srbije utvrdi i oceni sadržaj pojedinih makro i mikroelemenata u zemljištu i krmnom bilju sa aspekta ishrane goveda.
2. Na osnovu ispitivanja zemljišta i biljnog materijala, postavljeni su poljski ogledi sa ciljem ispitivanja uticaja đubrenja N i folijarnog đubrenja mikroelementima (Se, Zn i Cu) na prinos i mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruza gajenih u agroekološkim uslovima Vojvodine.
3. Cilj istraživanja je bio da se ispita u kojoj meri đubrenje N i mikroelementima može da poveća sadržaj neophodnih elemenata u krmi lucerke i silažnog kukuruza do optimalnog nivoa u ishrani goveda, uz istovremeno ispitivanje efikasnosti primenjenih đubriva.
4. Takođe, s obzirom da selenati i  $SO_4^{2-}$  predstavljaju antagoniste prilikom usvajanja od strane biljaka, pored ispitivanja pojedinačne primene elemenata u obliku natrijum selenata i cink sulfata, cilj je bio da se ispita i uticaj njihove kombinovane primene, pre svega na sadržaj Se i Zn u krmi biljaka. Takođe, u slučaju Zn, cilj je bio da se ispita da li dodavanje rastvora uree prilikom folijarne primene Zn povećava njegov pozitivan uticaj na posmatrane parametre.

### 3. PREGLED LITERATURE

#### 3.1. Krmno bilje kao organski izvor minerala u ishrani preživara

Krmno bilje, odnosno krma predstavlja najvažniji izvor hrane za preživare širom sveta i obično se odlikuju značajnim sadržajem celuloze. Iz tog razloga su veoma pogodni za upotrebu u ishrani biljojeda koji imaju kapacitet za mikrobnu digestiju celuloze (Dynes et al., 2003). Pored izvora hranljivih materija za stoku, krmno bilje pozitivno utiče na strukturu i vodnovazdušni režim zemljišta. Iako uloga krmnog bilja u stočnoj proizvodnji može da varira u zavisnosti od regionalnih zahteva za vrstama životinja i krmnog bilja, kao i klimatskim faktorima, dokazan je njihov uspeh u stočnoj proizvodnji (Chaudhry, 2008). Pored važnog izvora energije, krmno bilje predstavlja prirodni izvor minerala u ishrani preživara. U slučajevima nedovoljne obezbeđenosti biljaka, postoji nekoliko mera kako bi se stoci nadoknadio nedostatak: biofortifikacija krmnog bilja (Novoselec et al, 2018), tretiranje životinja inekcijama, dodavanje u stočnu hranu (Fisher, 2008), itd.

Soli Se, dodate stoci oralnim putem, predstavljaju dobar izvor Se u područjima u kojima se javlja nedostatak ovog elementa (Suttle, 2010). Međutim, postoji veliki broj istraživanja kojima je u ishrani stoke utvrđena prednost organskog izvora Se u odnosu na neorganski. Organski izvor Se je bio efikasniji u povećanju sadržaja Se i glutation peroksidaze (GPHPx) u krvi jaganjaca (Qin et al., 2007), nerasta (Petrujkić et al., 2014), goveda (Slavik et al., 2008), i brojlera (Zhang et al., 2014). U regionima sa niskim sadržajem Se u zemljištu, Hall et al. (2013) preporučuju đubrenje krmnog bilja Se kao meru za smanjenje deficita Se kod teladi. Hranjenje teladi lucerkom đubrenom Se tokom 7 nedelja, u zavisnosti od primenjene doze đubriva (22,5; 45,0 i 89,9 g Se ha<sup>-1</sup>), povećalo je koncentraciju Se u krvi, kao i telesnu masu teladi. Koncetracija Se u krvi ovaca bila je veća kod uzorka koji je kratkoročno (40 dana) hranjen na pašnjaku đubrenim Se u poređenju na ovce koje su Se primile kao neorganski mineralni suplement (Hall et al., 2009).

Istraživanja pokazuju, da u poređenju sa dodavanjem neorganskog oblika Zn u ishrani preživara, dodavanje određenih organskih formi Zn može da poboljša svojstva životinja kao što su rast, produkcija mleka, reprodukcija (Spears, 2003). Jaganjci

hranjeni organskim izvorom Zn, ZnLys (cink lizinom) su imali najveću akumulaciju ovog elementa u poređenju sa neorganskim izvorima ZnSO<sub>4</sub> (cink sulfatom) i cink oksidom (ZnO) (Rojas et al., 1995). Dodavanje organskog Zn (Zn proteinat) u završnoj fazi gajenja u većoj meri poboljšava napredak i težinu bikova, u poređenju sa istom količinom Zn kroz ZnO (Spears and Kegley, 2002).

U literaturi mogu da se pronađu istraživanja koja su se bavila uticajem organskih i neorganskih formi Cu u ishrani životinja. Nakon stresa izazvanog nedostatkom hrane i vode, telad koja su se hranila CuLys (bakar lizinom) su imali 53% veću apsorpciju Cu i povećanu retenciju u poređenju sa teladima hranjenim bakar sulfatom (CuSO<sub>4</sub>) (Nockels et al., 1993).

Ao et al. (2009) navode da anatagonizam između Zn i Cu do kog dolazi usled dodavanja neorganskih oblika mogu biti izbegnuti korišćenjem organskih izvora ovih elemenata u ishrani pilića. Cortinhas et al. (2010) su ispitivali uticaj ishrane krava muzara organskim izvorom Zn, Cu i Se i utvrdili da se ovakvom ishranom smanjio broj slučajeva sa subkliničkim mastitisom.

### 3.2. Mineralni sastav lucerke i silažnog kukuruza

Lucerka (*Medicago sativa* L.) je višegodišnja biljka iz familije leguminoza (*Fabaceae*) i roda *Medicago*. U ishrani stoke predstavlja nezamenljivo hranivo i može da se koristi na različite načine (senaža, silaža, ispaša) ali najčešća upotreba je kao seno. Značajna je jer postiže visoke i stabilne prinose hranljive mase, i pored visokog sadržaja sirovih proteina, sadrži i visoku koncentraciju mikroelemenata, neophodnih za rast i razvoj životinja (Radović et al., 2009). Od ukupno korišćenog poljoprivrednog zemljišta u Srbiji, lucerka je zastupljena na 3,26% (112.218 ha), sa prosečnim prinosom od 4,2 t ha<sup>-1</sup> godišnje (Stat. God. Srb, 2018). U Vojvodini se gaji na 1,72% površina (26.786 ha) i postignut je nešto viši prosečan prinos, 4,9 t ha<sup>-1</sup> (Stat. God. Srb, 2018). Prema Katiću i sar. (2010), upotrebom pravilne agrotehnike (đubrenje, navodnjavanje, kontrola bolesti, itd.), tokom 4-5 godina mogu da se postignu prinosi od 16-20 t ha<sup>-1</sup>. U

zavisnosti od zasnovane sorte lucerke, prinos lucerke značajno varira (Tucak i sar., 2014).

S obzirom na veliku količinu biljne mase koja se proizvede u toku godine, lucerka usvaja velike količine hraniva iz zemljišta. Sa svakim otkosom suve mase lucerka lucerka iznese oko 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> t<sup>-1</sup> i 26 kg K<sub>2</sub>O t<sup>-1</sup> (Undersander et al., 2011). Prosečne koncentracije elemenata u suvoj masi se kreću: 0,75 % P, 3,0 % K, 0,25 % S, 20 mg Zn kg<sup>-1</sup> i 30 mg B kg<sup>-1</sup> (Koenig i sar., 1999). S obzirom na relativno visok sadržaj K biljnoj masi, može da se zaključi da lucerka predstavlja kaliofilnu biljku. Čuvardić i sar. (2006) su utvrdili da lucerka na teritoriji Vojvodine u proseku sadrži nešto niži sadržaj P (0,24±0,02%), K (1,79±0,04%), i Zn (13,5 mg Zn kg<sup>-1</sup>) u poređenju sa prosečnim vrednostima. Sadržaj ostalih analiziranih elemenata je iznosio 1±0,02% Ca, 0,26±0,09% Mg, 104,7 mg Fe kg<sup>-1</sup>, 4,3 mg Cu kg<sup>-1</sup>, 23,5 mg Mn kg<sup>-1</sup> suve materije.

U Srbiji, pored lucerke, krmni kukuruz takođe predstavlja značajno krmno hranivo. Kukuruz (*Zea mays L.*) je jednogodišnja biljka koja pripada porodici trava (*Poaceae*), grupi žita (*Cerealie*) i rodu *Zea*. U svetu, posle pšenice i pirinča, predstavlja najvažniju gajenu kulturu. Koristi se u ishrani ljudi, ali je mnogo više zastupljen u ishrani stoke. Kukuruz se u najvećoj meri gaji radi dobijanja zrna, međutim, veoma je značajan za pripremu silaže jer se izdavaju visokim prinosom i visoko energetskom masom proizvedenom uz mnogo manje ljudskog rada i upotreba mašina (Roth, 1995). Zbog brojnih prednosti u odnosu na iskorišćavanje kukuruza za zrno, gajenjem kukuruza za krmu obezbeđuje se glavni deo obroka u zimskoj i letnjoj ishrani muznih krava, priplodnih grla i tovne junadi (Erić i sar, 2004).

Krmni kukuruz se u Srbiji gaji na 0,97% (33.244ha) površina poljoprivrednog zemljišta i prosečan prinos za 2017. godinu na nivou države je iznosio 16,1 t ha<sup>-1</sup> suve mase. U regionu Vojvodine je zastupljen na 10.994 ha i postižu se prinosi od 20,8 t ha<sup>-1</sup> (Stat. God. Srb, 2018).

Krmni odnosno silažni kukuruz takođe proizvodi veliku količinu biljne mase u toku godine, i kao i lucerka, ima povećane zahteve za hranivima. U najvećoj meri iznosi N i K<sub>2</sub>O (oko 1%) od suve mase. Prosečan sadržaj drugih elemenata u silaži cele biljke kukuruza iznosi 0,26±0,04 % P, 1,20± % K, 0,28±0,1 % Ca i 0,17±0,04 % Mg (NRC, 2001).

Kukuruz ispoljava veliku osetljivost na nedostatak Zn, dok nešto manju na Mn i Cu. Prema Bergmann (1992), optimalan sadržaj mikroelemenata u kukuruzu visine 40-80 cm sa potpuno razvijenim listovima iznosi 0,20-0,50 mg Mo kg<sup>-1</sup>, 7-15 mg Cu kg<sup>-1</sup> i 30-70 mg Zn kg<sup>-1</sup> suve materije.

### 3.3. Specifičnosti đubrenja lucerke i silažnog kukuruza

Za uspešno gajenje lucerke i krmnog kukuruza, veoma je važna primena odgovarajuće agrotehnike, s obzirom da je osnovni cilj proizvodnje velika količina krme u toku godine, bogate proteinima i mineralima, koja može da zadovolji nutritivne potrebe stoke. Kao i za ostale biljke, zemljište predstavlja osnovi izvor iz koga se lucerka i kukuruz snabdevaju i njihova obezbeđenost će zavisiti od sadržaja elemenata u zemljištu i faktorima koji utiču na njihovu pristupačnost. U slučaju da zemljište ne može da zadovolji potrebe biljaka, đubrenjem se nadoknađuje prirodni nedostatak mikro- i makroelemenata u cilju postizanja visokih prinosa dobrog kvaliteta.

Obezbeđivanje adekvatnog nivoa hraniva kroz đubrenje je glavni faktor u profitabilnoj proizvodnji lucerke (Bokan et al., 2015). Za postizanje 12-14 t ha<sup>-1</sup> prinosa suve mase lucerke gajene na zemljištu tipa černoziem potrebno je godišnje đubriti po hektaru (uz stajnjak) sa 80 kg N, 160 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 160 kg K<sub>2</sub>O (Stjepanović et al., 2009). S obzirom da je lucerka višegodišnja leguminoza, a pojedini elementi slabo migriraju po profilu zemljišta, pre zasnivanja lucerišta je neophodno da se đubriva unesu na odgovarajuću dubinu.

Pored usvajanja N iz zemljišta, lucerka je sposobna da simbiotskom fiksacijom asimilira N iz vazduha pomoću kvržičnih bakterija *Rhizobium meliloti*, koje žive na korenu biljaka. Zavisno od agroekoloških uslova, biljke mogu usvojiti i do 350 kg N ha<sup>-1</sup> godina<sup>-1</sup> (Carlsson and Huss-Danell, 2003). Međutim, prilikom zasnivanja lucerišta, pre razvoja simbiotskih bakterija, potrebno je dodati N u količini 30-50 kg ha<sup>-1</sup>. Primena većih količina N tokom zasnivanja može inhibirati rad bakterija i smanjiti porast biljaka (Koenig et al., 1999). Đubrenje N povećava akumulaciju biomase izdanaka, koncentraciju N u izdancima i korenu tokom prvog ciklusa obnavljanja biljaka (Belanger and Richards, 2000).

Fosfor ima važnu ulogu u razvoju lucerke. Primena ovog elementa je najbitnija u setvi lucerke jer povećava vigor klijanca, stimuliše fiksaciju N u mladim biljkama i pozitivno utiče na sposobnost prezimljavanja (Katić, 2013), kao i na povećanje nodulacije (Goicoechea et al., 2000). Boljom nodulacijom povećava se fiksacija N, što direktno utiče na povećanje sadržaja N u biljkama, odnosno sadržaja sirovih proteina (SP) (Lissbrant et al., 2009).

Lucerka ima velike zahteve u K, pa obezbeđenost ovim elementom ima veliki značaj u proizvodnji lucerke (Đukić i Erić, 1995). U zemljištima deficitarnim u K, godišnje đubrenje je neophodno kako bi se održao određen nivo K u zemljištu i postigli visoki prinosi, ali se ne preporučuje primena više puta u toku godine. Lucerka usvaja mnogo veće količine K u odnosu na svoje potrebe, što dovodi do visokog sadržaja ovog elementa u senu (Koenig et al., 1999). Primena K značajno utiče na nodulaciju, redukciju opadanja listova i bolesti listova izazvanih gljivicom *Pseudopeziza medicaginis* (Grewal and Williams, 2002). Rezultati istraživanja potvrđuju da đubrenje K povećava prinos (Grewal and Williams, 2002; Lissbranta et al., 2009), međutim utiče na blago smanjenje nutritivne vrednosti lucerke. Povećava se koncentracija neutralnih (NDF) i kiselih (ADF) deterdžentskih vlakana i lignina dok se koncentracija SP smanjuje.

Lucerka pokazuje veliku osetljivost na nedostatak Cu i bora (B), dok srednju na nedostatak Fe, Mn i Mo (Gupta, 2008). U uslovima prirodnog nedostatka neophodno je đubrenje ovim mikroelementima. Potrebe za B lucerke koja se proizvodi za proizvodnju krme su mnogo niže u odnosu na lucerku za proizvodnju semena. Bor je posebno značajan u semenskoj proizvodnji lucerke, jer pozitivno utiče na povećanje broja mahuna i prinos semena (Dordas, 2006; Terzić et al., 2012).

Ukoliko se kukuruz gaji radi proizvodnje krme, odnosno kasnijeg siliranja, đubrenje se razlikuje u odnosu kada se gaji za zrno. Ukoliko se kukuruz gaji u glavnom roku na zemljištima manje plodnosti, za postizanje prinosa silokrme 60-70 t ha<sup>-1</sup>, potrebno je uneti u zemljište 200-220 kg N ha<sup>-1</sup>, 120-150 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 180-200 kg K<sub>2</sub>O (Vesković, 1986). Predviđene količine P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i K<sub>2</sub>O se unose u celini ili 2/3 u osnovnoj obradi zemljišta, a 1/3 predsetveno dok se N 2/3 predsetveno, 1/3 tokom vegetacije (Erić i sar., 2004). Ukorenjena biljka kukuruza ima dobro razvijen korenov sistem,



međutim, rast korena je spor u prvim danima razvoja, pogotovo ako je niska temperatura. Mali koren ograničava usvajanje elemenata i zbog toga je neohodno da se N i P unose u zonu korenovog sistema, čak i ukoliko je zemljište dobro obezbeđeno ovim elementom.

Primena P u proizvodnji kukuruza je neophodna s obzirom da njegova jedinjenja učestvuju u procesima kao što je fotosinteza i disanje. Đubrenje pokazuje pozitivno dejstvo na ukupnu suhu masu, visinu biljke i prečnik stabla (Bukvić et al., 2003). Primenom 50 kg P ha<sup>-1</sup> u dve doze (2/3 sa setvom, 1/3 sa navodnjavanjem) postiže se značajno veći prinos i broj listova po biljci u odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja (Niamatullah, 2011).

Najvažnije uloga K u biljkama vezuje se za regulaciju sadržaja vode, kao i održavanje turgora. Primena K đubriva pozitivno utiče na povećanje krme kukuruza, sadržaja SP i masti, (Du et al., 2007; Ahmad et al., 2015), sinergistički efekat na usvajanje N (Wakeel et al., 2002), povećanje prinosa zrna (Qui et al., 2014).

Silažni kukuruz može da se gaji i kao postrni usev i u tom slučaju jednogodišnje leguminoze predstavljaju potencijalno dobar predusev. Na ovaj način količina kojom se đubri silažni kukuruz može biti smanjena i za 90 kg N ha<sup>-1</sup> (Gül et al., 2008).

Pored primene mineralnih, neophodno je da se u zemljište unesu i organska đubriva. Primena organskih i mineralnih đubriva pozitivno utiče na visinu biljke, obim stabla, više zelenih listova i prinos krmnog kukuruza (Oad et al., 2004). Latković i sar. (2012), od ispitivanih sistema đubrenja kukuruza kao najpovoljniji izdvajaju primenu NPK đubriva u kombinaciji sa stajnjakom. Primenom 50-60 t ha<sup>-1</sup> tečnog goveđeg stajnjaka može da se ukloni nedostatak Zn u proizvodnji kukuruza na peskovitom zemljištu siromašnom u ovom elementu (Drissi et al., 2015).

Kukuruz spada u kulture koje su visoko osetljive na nedostatak Zn, dok srednje na nedostatak Cu, Fe i Mn, stoga je pored dodavanja makroelemenata N, P i K, neophodno da se primeni i određena količina mikroelemenata, posebno Zn.

S obzirom da đubrenje N, Se, Zn i Cu predstavlja pojedine tretmane u ogledima sa lucerkom i kukuruzom, u poglavljim 3.4, 3.5, 3.6 i 3.7 je detaljnije je opisano đubrenje

ovim elementima, odnosno na koje parametre lucerke i kukuruza primenjeno đubravo ispoljava dejstvo.

### 3.4. Đubrenje azotom

Azot spada u grupu makrohranljivih elemenata i predstavlja jedan od najvažnijih elemenata u ishrani biljaka. Njegova neophodnost za biljku objašnjava se činjenicom da je sastavni deo mnogih jedinjenja u biljci kao što su proteini, aminokiseline, nukleinske kiseline, hlorofil, pigmenti, vitamini itd. U zemljištima Srbije, pored P i K, predstavlja element koji je gotovo uvek u deficitu. Usled nedostatka N u ishrani, biljke se slabije razvijaju, umanjuje se prinos, javlja se hloroza i skraćuje se vegetacija.

Biljke usvajaju N u obliku nitratnog ( $\text{NO}_3^-$ ) i amonijačnog ( $\text{NH}_4^+$ ) jona i zemljište predstavlja osnovi izvor iz koga se joni usvajaju. Međutim, najveći deo N u zemljištu je u sastavu organske materije i tek mali deo je pristupačan biljkama. Kako zemljište ne može da zadovolji potrebe biljaka, a N predstavlja tzv. nosilac prinosa, neophodno je da se prirodni nedostatak nadoknadi đubrivima. Uticaj jedinice N iz đubriva u povećanju prinosa je značajno veći u odnosu na uticaj jedinice P i K (Ubavić i Bogdanović, 2001). Prema Živanoviću (2013), na osnovu trogodišnjeg ogleđa, najjači uticaj na prinos zrna kukuruza je ispoljio tip zemljišta, zatim đubrenje N i najmanje genotip.

Đubrenje N predstavlja jednu od najvažnijih agrotehničkih mera prilikom gajenja kukuruza i u literaturi može da se pronađe veliki broj radova u kojima je ispitivan i potvrđen uticaj N u podizanju prinosa i unapređenju komponenti prinosa (Mullins et al., 1998; Cox and Cherney, 2001; Di Paolo and Rinaldi, 2008; Onasanya et al., 2009; Almodares et al., 2009; Latković i sar., 2010, Kaplan et al., 2016).

Efikasnost primenjenog đubriva razlikovaće se u zavisnosti od faktora kao što su oblik N u đubrivu, način i vreme primene, doza, biljna vrsta itd. U ogleđu sa kukuruzom (Sabir et al., 2013), utvrđeno je da oblik primenjenog N značajno utiče na fiziološke parametre i sadržaj Zn, Mn, i Cu u biljci i korenu kukuruza. Biljke kukuruza đubrene ureom proizvele su najveću količinu nadzemne i suve mase korena, dok su biljke đubrene amonijačnim oblikom imale najveći sadržaj mikroelemenata. S druge strane,

Amin (2011) je utvrdio da krmni kukuruz đubren ureom ima najmanji sadržaj SP u odnosu na druge izvore N, a đubrenje amonijum sulfat nitratom i nitrofoskom je u najvećoj meri povećalo suhu i svežu masu krme.

Ispitivanjem primene različitih doza N (0, 100, 200, 300 i 400 kg N ha<sup>-1</sup>) u proizvodnji krmnog kukuruza utvrđeno je da je prinos suve mase, visina biljke, broj listova po biljci, prečnik stabla, procenat lista i klipa, kao i sadržaj SP i NDF u linearnoj korelaciji sa dodatim količinama N (Carpici et al., 2010). Đubrenje N je značajno uticalo na povećanje prinosa zrna kukuruza, međutim razlika u prinosu između različitih doza N (40; 80 i 120 kg ha<sup>-1</sup>) nije bila značajna i iznosila je 200 kg (Latković i sar., 2010.).

Količina vode u zemljištu takođe utiče na efikasnost primenjenog N đubriva. Gheysari et al. (2009) tvrde da u uslovima suše u aridnim i semiaridnim uslovima treba da se smanje doze N prilikom đubrenja silažnog kukuruza. Prema Starčeviću et al. (2005) u poređenju sa mineralnim N đubrivima, organska đubriva su efikasnija u ublažavanju negativnih efekata suše kod biljaka.

Urea predstavlja najkoncentrovanije N đubrivo i sadrži 46 % aktivne materije. Najčešći način primene je u čvrstom stanju preko zemljišta, međutim, urea je veoma pogodna i za folijarnu primenu zbog karakteristika kao što su mala molekulska masa, nejonska priroda i visoka rastvorljivost. Utvrđeno je nekoliko benefita korišćenja rastvora uree za folijarno đubrenje biljaka, pogotovo žitarica. Ovo podrazumeva: smanjenje gubitaka N denitrifikacijom i ispiranjem u poređenju sa primenom N đubriva u zemljište, sposobnost obezbeđivanja N pri smanjenoj aktivnosti korena, na primer u uslovima zaslanjenosti ili suše (Gooding and Davies, 1992). Folijarno đubrenje ureom uticalo je na povećanje produktivnosti i kvaliteta brokolija (Yildirim et al., 2007), kao i pšenice (Khan et al., 2009). Primenom polovine N od ukupno preporučene doze (80kg ha<sup>-1</sup>), u kombinaciji sa folijarnim đubrenjem 1,5% rastvorom uree, može da se smanji količina utrošenog đubriva za 40 kg ha<sup>-1</sup>, i bez uticaja na prinos zelene krme ovsu (Akhtar et al., 2014).

S obzirom da N i Zn predstavljaju veoma važne elemente sa aspekta ishrane i biljaka i životinja, u literaturi mogu da se pronađu istraživanja koje su se bavila njihovim odnosom. U ogledu sa pšenicom, Kutman et al., (2010) su utvrdili da je uticaj

Zn đubriva na njegov sadržaj u zrnu poboljšani primenom adekvatne doze N đubriva. Takođe, povećano dodavanje N značajno je povećalo sadržaj Zn i Fe u svim frakcijama zrna (Kutman et al., 2011). Prinos SP se značajno povećao pod uticajem đubrenja krmnog kukuruza N i Zn (Abid et al., 2014). Pod uticajem rastućih doza N (50, 100 i 150 kg ha<sup>-1</sup>) i Zn (5 i 10 kg ha<sup>-1</sup>) došlo je do povećanja visine biljke, obima stabla kao i biološkog prinosa (Jamil et al., 2015).

Međutim, primena N može i negativno da utiče na biljke. Simbiotski procesi između lucerke i *Rhizobium meliloti* su pod velikim uticajem zemljišnog N, odnosno uočen je negativan uticaj mineralnog N (450 kg ha<sup>-1</sup> godina<sup>-1</sup>) na nodulaciju i aktivnost nitrogenaze (Oliveira et al., 2014).

### 3.5. Đubrenje selenom

Selen predstavlja neophodan element u ishrani ljudi i životinja, međutim kao takav i dalje nije identifikovan za biljke. Se ima visoku antioksidativnu sposobnost u sprečavanju formiranja slobodnih radikala i sastavni je deo GPHPx, enzima koji štiti crvena krvna zrnca i ćelijsku membranu od neželjene reakcije sa rastvorljivim peroksidazama (Gupta and Gupta, 2002). Hrana predstavlja osnovni izvor kroz koji životinje i ljudi zadovoljavaju svoje potrebe za Se, i iz tog razloga je njegov sadržaj u biljci veoma bitan. Usvojeni Se u biljkama se nalazi u obliku selenoamino kiselina, koje se ugrađuju u proteine, stoga biljke i njihovi delovi bogatiji u proteinima sadrže viši sadržaj Se (Gupta, 2000).

Određen nivo Se (0,1 mg Se kg<sup>-1</sup> SM) u ishrani životinja je neophodan (Gupta, 2008); jer u suprotnom, nedostatak izaziva različite poremećaje kao što je slab rast, sterilitet, muskularna distrofija (Fisher, 2008). Jedan od najozbiljnih problema u svetu izazvan nedostatkom Se kod stoke predstavlja nutritivna midegeneracija (tzv. white muscle disease), uočena kod ovaca, goveda, konja i ostalih biljojeda sa neodgovarajućim nivoom Se u ishrani. Apsorpcija ovog elementa je mnogo manja kod preživara u poređenju sa nepreživarima. Predpostavlja se da je razlog slabe apsorpcije redukcija dijetetskog Se u nerastvorljive oblike kao što je elementarni Se ili selenid u buragu preživara (Spears, 2003).

Prema Gupta and Gupta (2002), krmno bilje gajeno na zemljištu koje sadrži više od  $0,6 \text{ mg Se kg}^{-1}$  SM može da zadovolji nutritivne potrebe stoke u pogledu Se. Manojlović and Singh (2012) navode određen broj studija sprovedenih na teritoriji Srbije u periodu od 1992-2003. godine i utvrđen sadržaj Se u zemljištu je daleko ispod definisane granice od  $0,6 \text{ mg}$ . Na teritoriji Vojvodine, izmeren sadržaj Se u zemljištu se kretao  $0,024-0,194 \text{ mg kg}^{-1}$  (Čuvarđić, 2000). Valčić et al. (2013) tvrde da lokaliteti južno od Dunava pokazuju izraženiji deficit u poređenju sa lokalitetima severno pozicioniranim. U poređenju sa potrebama stoke nizak sadržaj Se u zemljištu odrazio se i na nizak sadržaj u krmnom bilju kao što su trave i kukuruz (Manojlović and Singh, 2012, Valčić et al, 2013). Niske koncentracije Se u zemljištu uobičajene su u kiselim zemljištima, nastalim od magamtskih stena kao što su granitne. Rastvorljivost Se raste sa pH vrednošću i redoks potencijalom zemljišta (Hooda, 2010).

S obzirom na nizak sadržaj Se u zemljištu i biljkama u Srbiji, očekivano da je će i obezbeđenost stoke biti neodgovarajuća. Nizak nivo Se u krvi ( $<100 \text{ ng mL}^{-1}$ ) utvrđen je kod 85,6% ovaca ( $n=105$ ) i 45,6 % krava ( $n=160$ ) u istraživanju sprovedenom na farmama na teritoriji zapadnog Balkana (Ademi et al., 2015). Kao posledicu niskog sadržaja Se u hrani (u više od 90% uzorka sadržaj Se je bio  $<1 \text{ mg kg}^{-1}$  SM), Jovanović et al. (2004) su utvrdili nizak sadržaj Se u krvi junica i teladi.

Koristeći pristup meta analize podataka iz 243 eksperimenta sprovedena u periodu 1960-2014. godine, Ros et al. (2016) su zaključili da đubrenje Se ima veliki potencijal da podstakne usvajanje Se od strane biljaka, a potom i unos kod životinja i ljudi. U literaturi može da se pronađe veliki broj istraživanja u kojima je utvrđen pozitivan uticaj primene Se na povećanje njegovog sadržaja u zrnju (Wang et al., 2013) i biljci kukuruza (Longchamp et al., 2015; Nawaz et al., 2016), zrnju pirinča (Zhang et al., 2014), pšenice (Manojlović et al., 2019), sočiva (Ekanayake et al., 2015), krastavcu (Hawrylak-Nowak, 2015) i drugim biljkama.

Odgovarajuća strategija đubrenja kao što je vreme, doza, način i oblik u kom se primenjuje Se ima veliku ulogu u povećanju sadržaja u biljci.

Selen se usvaja od strane biljaka u obliku neorganskog selenata ( $\text{SeO}_4^{2-}$ ) i selenita ( $\text{SeO}_3^{2-}$ ) ili kao organska jedinjenja kao što je selenoamino kiselina, selenometionin (Se-Met). Kao đubrivo najviše se primenjuje u obliku  $\text{SeO}_4^{2-}$  i  $\text{SeO}_3^{2-}$ , međutim efikasnost

im nije ista. Translociranje Se od korena prema nadzemnom delu biljke je mnogo lakše u slučaju primenjenog  $\text{SeO}_4^{2-}$  nego  $\text{SeO}_3^{2-}$  ili organskog Se (Terry et al., 2000). Ova činjenica je potvrđena različitim istraživanjima. Primena  $\text{SeO}_4^{2-}$  preko zemljišta se pokazala efikasnijom u povećanju koncentracije Se u biljci (*Lolium perenne*) u poređenju sa  $\text{SeO}_3^{2-}$  (Cartes et al., 2005). U kombinovanoj primeni Se preko zemljišta sa setvom i folijano u fazi cvetanja, koncentracija Se u zrnju sočiva je bila viša pod uticajem  $\text{SeO}_4^{2-}$  (Ekanayake et al., 2015). Na tretmanima đubrenim  $\text{SeO}_4^{2-}$  u odnosu na tretmane sa  $\text{SeO}_3^{2-}$  akumulirana je veća količina Se u listovima šargarepe (Kápolna et al., 2009) i salate (Duma, 2011).

Longchamp i sar. (2015) navode da oblik primenjenog Se značajno utiče na količinu pristupačnog Se u namirnicama za ishranu ljudi i životinja i zaključuju da za postizanje njegovog najvišeg sadržaja u hrani, đubrenje  $\text{SeO}_4^{2-}$  treba da se koristi za proizvodnju krmnog bilja, a  $\text{SeO}_3^{2-}$  za hranu za ljude. Kao razlog navode da se selenit pokazao efikasniji u obogaćivanju zrna kukuruza pristupačnim Se za ljude i stoku, međutim, u slučaju biomase imao je isti uticaj u povećanju sadržaja Se kao i primena  $\text{SeO}_4^{2-}$ , ali je istovremeno i doveo do smanjenja prinosa.

Đubrenje može da se izvrši tretiranjem semena ali najraširenija je primena preko zemljišta ili folijarnim putem. U gore pomenutoj analizi Ros-a i sar., primena  $\text{SeO}_4^{2-}$  folijarnim putem je se pokazala najefikasnijom strategijom za povećanje sadržaja Se u većini proučavanih biljaka. U poređenju kada se Se primeni folijarno, primenom Se preko zemljišta smanjuje se njegova pristupačnost za biljke. Folijarna primena Se pokazala se racionalijom i efikasnijom u povećanju sadržaja Se u zrnju kukuruza (Wang i sar., 2013), kao i pšenice (Manojlović i sar., 2016).

Pored oblika i načina, doza primenjenog Se predstavlja bitan element u efikasnosti đubrenja. U različitim ogledima je utvrđeno da je sadržaj Se u biljci u pozitivnoj korelaciji sa primenjenim đubrivom. U poljskom ugledu sa kukuruzom, u obe godine ogleda sadržaj Se u zrnju je bio u visokoj pozitivnoj korelaciji ( $R^2 > 0,95$ ) sa primenjenom dozom đubriva, preko zemljišta i folijarnim putem (Wang i sar., 2013). U ogledu sa salatama (Duma, 2011), takođe je utvrđeno da je izmeren sadržaj Se u salati (*Lactuca sativa*) u korelaciji sa dozom đubrenja, u slučaju oba primenjena oblika,  $\text{SeO}_4^{2-}$  i  $\text{SeO}_3^{2-}$ . Linearna korelacija je utvrđena i kod sadržaja Se u zrnju pšenice i

primenjene doze đubriva (Broadley i sar, 2009). Za svaki gram primenjenog Se po hektaru, sadržaj u zrnju se povećao za 16-26 ng Se g<sup>-1</sup> sveže mase. Manojlović et al. (2019) su utvrdili da je koncentracija Se u pšenici bila najviša sa folijarnom primenom Se, odnosno da se sa 1 g primenjenog Se po hektaru, sadržaj u zrnju povećao 29-32 μg Se kg<sup>-1</sup>.

Povećanje sadržaja Se u zrnju ili drugim delovima biljke u većini slučajeva predstavlja krajni cilj đubrenja. Međutim, prilikom njegove primene, veoma je bitno da se vrši kontrola postignutih nivoa iz razloga što Se u malim količinama predstavlja esencijalni element, dok sa druge strane u nešto većim koncentracijama (2-5 mg kg<sup>-1</sup> SM) može biti toksičan za stoku. Takođe, u obzir treba uzeti i biljnu vrstu, jer se sposobnost usvajanja Se razlikuje. U poređenju sa krmnim biljkama i žitaricama, soja akumulira značajno veću količinu Se u zrnju, kao i u listovima i drugim vegetativnim delovima (Gupta i MacLeod, 1994).

U različitim ogledima je utvrđeno, da pored povećanja sadržaja u biljci, primena Se pozitivno utiče i na druge osobine biljke. Prema Owusu-Sekyere i sar. (2013) Se ima stimulatívni efekat na fotosintezu i aktivnost fruktoze 1,6-bifosfataze, odnosno poboljšava akumulaciju rastvorljivih šećera i skroba u izdancima i korenu lucerke.

U literaturi može da se pronađe nekoliko studija u kojima je prikazan pozitivan uticaj primene Se na prinos i komponente prinosa različitih biljaka. U ogledu sa pirinčem (10, 20, 50 i 100 g Se ha<sup>-1</sup>) primena Se do 50g je značajno uticala na povećanje, dok je najveća dozana smanjenje prinosa zrna (Zhan et al., 2014). Primena Se (30 g Se ha<sup>-1</sup>) u obliku selenita i selenata je dovela do povećanja prinosa zrna sočiva (Ekanayake, 2015). Dodavanjem Se u hranljivi rastvor, došlo je do povećanja prinosa semena *Brassica rapa* (Lyons, 2009). Selen pokazuje pozitivan efekat na biljke povećanjem antioksidativne aktivnosti i potencijala disanja biljaka (Wang et al., 2013).

U uslovima vodnog deficita, uočeno je da dodavanje Se povećava tolerantnost biljaka na stres, odnosno povećava prinos i kvalitet biljaka kroz poboljšanje produkcije osmoprotektanata i povećanjem aktivnosti antioksidantnih enzima. Ova činjenica je ispitivana i potvrđena u ogledima sa kukuruzom (Qiang-yun et al., 2008; Sajedi et al., 2011, Nawaz et al., 2016) i pšenicom (Nawaz et al., 2015).

### 3.6. Đubrenje cinkom

Cink predstavlja neophodni elemenat u ishrani biljaka, životinja i ljudi. Potreban je u malim količinama, ali ako pristupačan sadržaj nije dovoljan, biljke i životinje će patiti od različitih stresova izazvanih disfunkcionalnošću nekoliko enzimskih sistema. U pogledu potrebne količine Zn u ishrani životinja, zahtevi se razlikuju između preživara i monogastričnih životinja i kreću se od 40-50 za krave, 40 za ovce, 50-100 za svinje i 29-44 mg Zn kg<sup>-1</sup> za piliće (Fisher, 2008). Nedostatak Zn kod životinja može da prouzrokuje anoreksiju, abnormalnost kože, skeletne i reproduktivne poremećaje (Suttle, 2010).

Nedostatak Zn u ishrani predstavlja globalni problem. U svetu, prosek ukupnog sadržaja Zn u zemljištu se kreće od 10-300 mg kg<sup>-1</sup>. Severni deo Srbije, Vojvodina, smatra se regionom nedostatka Zn (Manojlović and Singh, 2012) i u istraživanju sprovedenom na određenom broju farmi, sadržaj ukupnog Zn u zemljištu nije prelazio 80 mg kg<sup>-1</sup> (Manojlović et al., 2016). U istraživanju sprovedenom 2013. na teritoriji Srbije, od ukupnog broja uzoraka (n=157), sadržaj Zn u zemljištu je samo u 13% uzoraka, većinom prikupljenih na teritoriji Vojvodine, niži od predviđene granice obezbeđenosti od 0,5 mg kg<sup>-1</sup> (Nikolić et al., 2016). S druge strane, u uzorcima zemljišta prikupljenih na 7 organskih i konvencionalnih farmi u Vojvodini, sadržaj Zn je bio iznad navedene granice (Manojlović et al., 2016). Manojlović and Singh (2012) navode nekoliko istraživanja koja su se bavila merenjem nivoa mikroelemenata u krmnom bilju. Sadržaj Zn varira u zavisnosti od biljne vrsta i lokaliteta, i u pojedinim delovima Srbije je daleko niži od potrebnih količina za ishranu stoke. U uzorcima lucerke (n=12) prkupljenih na teritoriji Vojvodine, sadržaj Zn se kretao 0,08-26,29 mg kg<sup>-1</sup> (Ćupić i sar., 2006), daleko niže od donje granice nutritivnih zahteva stoke.

Simptomi nedostatka Zn obično se javljaju usled njegovog nedovoljnog nivoa u stočnoj hrani, odnosno niskog nivoa Zn u biljkama koje se koriste za ishranu stoke. Nedostatak Zn u biljkama može biti izazvan različitim faktorima kao što je nizak sadržaj ukupnog Zn u zemljištu (10-30 mg Zn kg<sup>-1</sup>), krečnim zemljištima sa pH vrednošću preko 7,4, niskim sadržajem organske materije, biljnom vrstom, visokim sadržajem pristupačnog P, itd. (Alloway, 2008). Fosfor može da izazove nedostatak Zn ne samo putem taloženje Zn fosfata, nego i razblaženjem Zn usled pojačanog rasta ili



kroz inaktivaciju Zn u biljkama vezivanjem za fitate (Hooda, 2010). Fiziološka uloga Zn u biljci se vezuje za metabolizam ugljenih hidrata, metabolizam proteina, održavanje membranskog integriteta, reprodukciju i metabolizam auksina.

Cink se usvaja prvenstveno kao dvovalentni katjon  $Zn^{2+}$ , ali pri visokim pH vrednostima se usvaja kao monovalentni katjon  $Zn(OH)_2$ . Kao rezultat niskih koncentracija Zn u zemljišnom rastvoru, usvajanje je uglavnom direktnim kontaktom korena. Za đubrenje se najčeće koristi cink sulfat obliku  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  koji sadrži 26% Zn i  $ZnSO_4 \cdot H_2O$  sa 37% Zn. Druga đubriva koja se koriste su Zn hlorid ( $ZnCl_2$ ), Zn nitrat ( $Zn(NO_3)_2$ ), ZnO i helatne forme kao najčešće za folijarnu primenu (Alloway, 2009). U poređenju sa ZnO,  $ZnSO_4$  se pokazao efikasnijim u povećanju prinosa i drugih osobina pašnjaka lucerke (Grewal, 2010).

S obzirom na veliki značaj Zn u ishrani ljudi, u literaturi može da se pronade najveći broj istraživanja u kojima se ispitivao uticaj primene Zn na njegovo povećanje u zrnu pšenice (Cakmak et al., 2010; Wang et al., 2012; Zou et al., 2012) i kukuruza (Tariq et al., 2014; Fahad et al., 2015). Obezbeđivanje biljaka dovoljnim količinama Zn preko zemljišta ili folijarnim putem, predstavlja važnu strategiju biofortifikacije, odnosno povećanja sadržaja Zn u žitaricama (Cakmak and Kutman, 2018).

Cakmak and Kutman (2018) navode rezultate nekoliko poljskih ogleda sa pšenicom, kukuruzom i pirinčem sprovedenih tokom 7-8 godina u 12 zemalja, u kojima se ispitivao uticaj đubrenja Zn preko zemljišta i folijarno. Primena Zn preko zemljišta u vreme setve je imala mali uticaj na sadržaj Zn u zrnu u poljskim uslovima, dok se folijarno đubrenje pokazalo mnogo efikasnije. Efikasnost primenjenog Zn preko zemljišta i njegovo usvajanje i akumulacija od strane biljaka je pod uticajem većeg broja faktora kao što je visoka pH vrednost i visok sadržaj  $CaCO_3$ , stoga se folijarna primena pokazala mnogo boljom (Wang et al., 2012). U 23 ogleda sprovedena u 7 zemalja (Zou et al., 2012), folijarno đubrenje Zn samo ili u kombinaciji sa primenom preko zemljišta, povećalo je sadržaj Zn u zrnu pšenice za 84 i 90%.

Sadržaj Zn u korenu kukuruza u pozitivnoj korelaciji je sa primenjenom dozom đubriva, u slučaju oba načina primene, folijarno ili putem zemljišta (De Vasconelos et al., 2011).

Đubrenje lucerke gajene na zemljištu deficitarnom u Zn (0-15 cm  $0,4 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ; 15-30 cm  $0,1 \text{ mg Zn kg}^{-1}$ ) utiče na povećanje broja nodula, bolji odnos lista i stabla, redukciju opadanja listova kao i pojavu *Phytophthora* (Grewal, 2001). Pri odgovarajućoj ishrani Zn, biljke lucerke mogu lakše da savladaju vodno stres izazvan prekomernom vlažnošću zemljišta u ranoj fazi razvoja (Grewal and Williams, 2000).

Primena Zn u proizvodnji kineskog kupusa (*Brasica rapa*) i salate (*Lactuca sativa*) dovela je do smanjenja sadržaja Pb i Cd u biljkama, dok se sadržaj Mn i Mg povećao do određen mere (He et al., 2004).

### 3.7. Đubrenje bakrom

Bakar predstavlja neophodni element u ishrani biljaka, životinja i ljudi ali istovremeno spada u kategoriju teških metala, stoga u većim koncentracijama može da deluje toksično. U koncentracijama većim od optimalnih za biljku, Cu inhibira rast i ometa ćelijske procese kao što su fotosinteza i disanje (Marschner, 1995).

Bakar je sastavni deo velikog broja enzima (feroksidaze, lizil oksidaze, tirozinaze), neophodnih za normalno funkcionisanje organizma. Nedostatak Cu kod preživara manifestuje se različitim simptomima kao što su anemija, umanjen porast, poremećaji kostiju, digestivni poremećajima, sterilnost, depigmetacija dlake (Fisher, 2008). Optimalan nivo bakra u ishrani stoke je  $4-10 \text{ mg kg}^{-1}$  goveda;  $6-10 \text{ mg kg}^{-1}$  za ovce, ili čak  $60 \text{ mg kg}^{-1}$  za svinje nakon zalučenja. Apsorpcija Cu kod preživara je veoma niska (1-10%) u poređenju sa nepreživarima. Uzrok slabog usvajanja leži u složenim interakcijama koje vladaju u buragu (Spears, 2003).

Sadržaj Cu u krmnom bilju u Srbiji varira u zavisnosti od lokaliteta i biljne vrste i generalno je niži od granica predviđenih za ishranu stoke (Manojlović i Singh, 2012).

Zemljište predstavlja osnovni izvor iz koga biljke usvajaju jone, pretežno u obliku  $\text{Cu}^{2+}$  ili helata. Usvajanje Cu od strane biljaka je uslovljeno mnogim faktorima kao što su pH vrednost zemljišta, hemijska jedinjenja koja preovladavaju u zemljištu, kao i koncentracijom Cu u zemljištu. Ukupan sadržaj u zemljištu u proseku u svetu je 10-300 mg. U Vojvodini, sadržaj pristupačnog Cu u zemljištu u zavisnosti od lokaliteta, u

proseku ne prelazi  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  (Manojlović et al., 2016). U pojedinim delovima, u kojima je zastupljeno vinogradarstvo, izmeren prosečan sadržaj Cu je iznosio  $60,8 \text{ mg kg}^{-1}$  i na nekim delovima čak bio viši od maksimalno dozvoljene granice ( $100 \text{ mg Cu kg}^{-1}$ ) (Ninkov i sar., 2010). Ovako visoke vrednosti Cu u zemljištu imaju antropogeno poreklo, odnosno posledica su višegodišnje primene preprata na bazi Cu u vinogradima.

Bakar u zemljištu je najpristupačniji pri  $\text{pH} < 6$ , stoga se nedostatak vrlo često javlja na alkalnim, krečnim i lakim peskovitim zemljištima. Zemljišta koja sadrže više  $0,2 \text{ mg Cu kg}^{-1}$  (DTPA ekstrahovanog) smatraju se dovoljno obezbeđenim da zadovolje nutritivne potrebe biljaka. Izmeren sadržaj DTPA ekstrahovan-Cu u zemljištu na 7 farmi u Vojvodini varira u zavisnosti od lokaliteta (Manojlović et al., 2016), ali je iznad donje granice za optimalnu obezbeđenost biljaka ( $0,2 \text{ mg Cu kg}^{-1}$ ) (Lindsay and Norvell, 1987).

Đubrenje biljaka Cu može da se vrši direktno u zemljište ili folijarnim putem. S obzirom da je pristupačnost Cu u velikoj meri ograničena pH vrednošću zemljišta, folijarna primena pokazuje bolji efekat u poređenju sa primenom preko zemljišta.

Barbosa et al. (2013) su ispitivali uticaj primene folijarnog đubrenja Cu u različitim dozama ( $0; 100, 200, 300, 400, 500$  i  $600 \text{ g Cu ha}^{-1}$ ) na prinos i rast kukuruza. Rezultati su pokazali da sadržaj hlorofila, površina lista, prečnik i dužina lista i prinos rastu do primene  $100 \text{ g Cu ha}^{-1}$ , a veće doze deluju toksično, tj. umanjuju rast i prinos biljaka. U hidroponskom ogledu sa kukuruzom (Liu et al., 2001), utvrđeno je da sa rastućom dozom Cu (koncentracija  $10^{-5}$  -  $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ ) u rastvoru, umanjuje se rast korena, kao i sveža i suva masa korena i nadzemnog dela biljke. Sa povećanje doze Cu u hranljivom rastvoru dolazi do povećanja sadržaja Cu u biljkama lucerke, ali istovremeno utiče i na smanjenje klijavosti semena i izduživanja korena i izdanka biljaka (Peralta et al., 2001).

#### **4. RADNA HIPOTEZA**

U istraživanju sprovedenom 2013. na teritoriji Vojvodine i zapadne Srbije, utvrđeno je da su sa aspekta ishrane preživara lucerka i silažni kukuruz nedovoljno obezbeđenim pojedinim mikroelementima. S obzirom da je jedan od osnovnih ciljeva proizvodnje krmnog bilja dobijanje visokih prinosa krme dobrog kvaliteta, tokom tri godine ispitan je uticaj đubrenja N, Se, Zn i Cu u poljskim ogledima sa lucerkom i silažnim kukuruzom.

Očekuje se da će primenjeni N povećati prinos zelene mase silažnog kukuruza, kao i sadržaj sirovih proteina i pojedinih elemenata, ali da će se uticaj različito ispoljiti u zavisnosti od primenjene doze đubriva i vremenskih uslova kojima se karakterisala godina. S obzirom da folijarno đubrenje predstavlja jednu od mera kojom može da se unapredi sadržaj Se, Zn i Cu u krmnim biljkama, pretpostavlja se da će đubrenje ovim elementima pozitivno uticati na njihov sadržaj u krmi lucerke i silažnog kukuruza i da će se postići optimalan nivo za ishranu goveda.

S obzirom da selenati i  $\text{SO}_4^{-2}$  predstavljaju antagoniste prilikom usvajanja od strane biljaka, polazi se od pretpostavke da će istovremena primena Se i Zn u obliku cink sulfata biti manje efikasna u povećanju njihovog sadržaja u biljci u poređenju kad se isti elementi primene pojedinačno. S druge strane, pretpostavlja se da će dodavanje rastvora uree prilikom primene Zn povećati efikasnost ovog mikroelementa u odnosu na njegovu pojedinačnu primenu.

Imajući u vidu da lucerka predstavlja višegodišnju biljku, očekuje se da će se primenjena đubriva koja sadrže Se, Zn i Cu, u zavisnosti od proizvodne godine useva kao i doze đubriva, različito uticati na prinos i mineralni sastav lucerke.

## 5. MATERIJAL I METOD RADA

### 5.1. Osobine zemljišta

Zemljište na kom je postavljen ogled sa lucerkom je karbonatni černoze (IUSS Working Group WRB, 2014). Pre postavljanja ogleda, uzeti su uzorci zemljišta iz sloja 0-30 cm i određena osnovna fizička i hemijska svojstva zemljišta (Tabela 1, 2, 3). Na osnovu zastupljenosti mehaničkih elemenata prema ISSS triangel klasifikaciji (Verhey and Ameryckh, 1984; Moeys J., 2015) zemljište može da se svrsta u teksturnu klasu ilovastih zemljišta (Tabela 1).

Tabela 1. Mehanički sastav zemljišta

Dubina cm	Krupan pesak %	Sitan pesak %	Prah %	Glina %	Tekstura
0-30	3,8	44	32,6	19,6	Ilovača

Prema sadržaju kalcijum karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) parcela spada u kategoriju jako karbonatnih zemljišta (Tabela 2). Visok sadržaj  $\text{CaCO}_3$  praćen je visokom pH vrednošću zemljišta, odnosno utvrđena je slabo alkalna aktivna i potencijalna kiselost zemljišta. Prema sadržaju humusa, parcela spada u kategoriju slabo humoznih zemljišta. Analiza zemljišta je pokazala optimalnu obezbeđenost zemljišta lakopristupačnim fosforom ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ), odnosno srednju obezbeđenost lakopristupačnim  $\text{K}_2\text{O}$ . Analiziran pristupačan sadržaj Fe, Zn, Mn, Cu je u okviru visoke obezbeđenosti (Lindsay and Norvell, 1978) zemljišta ovim mikroelementima (Tabela 3).

Tabela 2. Osnovna hemijska svojstva zemljišta

cm Dubina	pH u KCl %	pH in $\text{H}_2\text{O}$ %	$\text{CaCO}_3$ %	Humus %	Ukupan N %	AL- $\text{P}_2\text{O}_5^{-1}$ mg 100g <sup>-1</sup>	AL- $\text{K}_2\text{O}$ mg 100g <sup>-1</sup>
0-30	7,39	8,02	19,3	2,53	0,13	21,2	14,0

Table 3. Ukupan i biljkama pristupačan sadržaj makro i mikroelemenata u zemljištu

cm Dubina	Pristupačan					Ukupan	
	mg kg <sup>-1</sup> Fe	mg kg <sup>-1</sup> Zn	mg kg <sup>-1</sup> Mn	mg kg <sup>-1</sup> Cu	mg kg <sup>-1</sup> Co	mg kg <sup>-1</sup> Se	mg kg <sup>-1</sup> Mo
0-30	43,0	3,36	26,6	3,33	0,50	0,26	0,32

Tokom tri godine izvođenja ogleda sa kukuruzom, setva je svake godine vršena na drugoj parceli. U cilju optimalne ishrane kukuruza, svake godine je predsetveno primenjeno PK đubrivo na svim oglednim parcelama. Izračunavanje potrebnih količina đubriva je vršeno uzimajući u obzir potrebe silažnog kukuruza za fosforom i kalijumom (80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> i 120 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, Erić i sar., 2004), kao i agrohemijske analize zemljišta (Tabela 4.) koje su se radile svake godine pre postavljanje ogleda.

Tabela 4. Osnovna hemijska svojstva (dubina 0-30cm)

godina	pH u KCl %	pH u H <sub>2</sub> O %	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	Ukupan N %	Min. N (NO <sub>3</sub> -N) kg N ha <sup>-1</sup>	AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100g <sup>-1</sup>	AL-K <sub>2</sub> O mg 100g <sup>-1</sup>
2014*	7,39	8,02	19,3	2,53	0,13	10,39	21,2	14,0
2015	7,40	8,14	5,49	2,29	0,09	64,01	14,37	11,02
2016	7,14	7,81	8,49	3,60	0,18	47,8	18,67	20,01

\*Prve godine je ogled postavljen u sklopu iste parcele kao i ogled sa lucerkom stoga su svojsva zemljišta ista.

Tabela 5. Mehanički sastav zemljišta (dubina 0-30cm)

Godina	Krupan pesak %	Sitan pesak %	Prah %	Glina %	Tekstura
2014	3,8	44	32,6	19,6	Ilovača
2015	13,3	54,1	19,4	13,2	Peskovita ilovača
2016	10,7	48,3	28,3	12,7	Ilovača

Tokom tri godine ogled je postavljen na zemljištu tipa karbonatni černozem (IUSS Working Group WRB. 2014). Na osnovu mehaničkog sastava zemljišta prema ISSS triangl klasifikaciji (Verhey and Ameryckh, 1984; Moeys J., 2015) zemljište može da se svrsta u teksturnu klasu ilovastih, odnosno peskovito ilovastih zemljišta (Tabela 5). Parcele na kojima je izvođen ogled spadaju u klasu slabo alkalnih zemljišta, praćene višim sadržajem karbonata. Zemljišta su optimalno obezbeđena biljkama pristupačnim fosforom i srednje do optimalno obezbeđene kalijumom. Prema sadržaju mikroelemenata Fe, Zn, Mn i Cu, parcele na kojima je izvođen ogled sa silažnim kukuruzom spadaju u klasu visoke obezbeđenosti (Lindsay and Norvell, 1978) ovim mikroelementima (Tabela 6).

Tabela 6. Ukupan i biljkama pristupačan sadržaj makro i mikroelemenata u zemljištu

godina	Pristupačan mg kg <sup>-1</sup>					Ukupan mg kg <sup>-1</sup>	
	Fe	Zn	Mn	Cu	Co	Se	Mo
2014	43,0	3,36	26,6	3,33	0,50	0,26	0,32
2015	51,0	2,92	20,0	4,05	0,47	0,20	-
2016	39,0	1,7	11,3	7,22	0,43	-	-

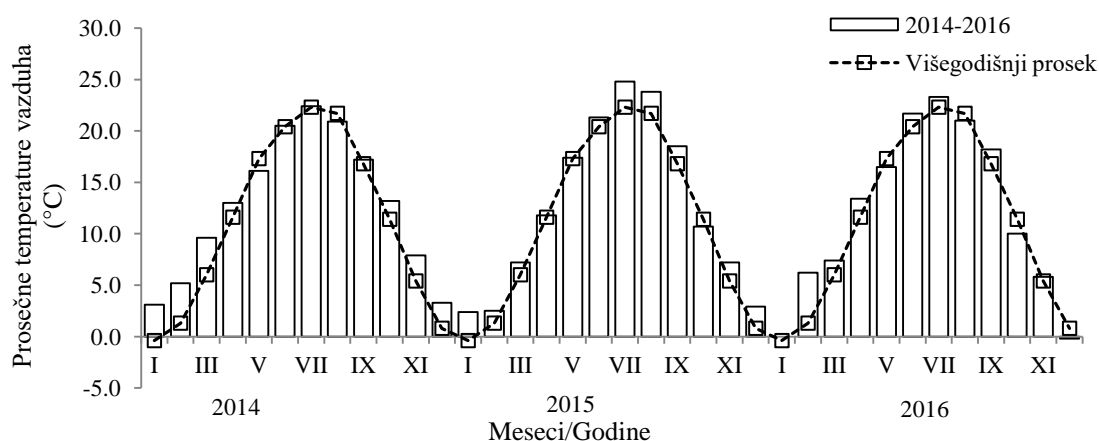
## **5.2. Vremenski uslovi**

Lucerki najbolje uspeva u uslovima umereno kontinentalne klime, međutim, usled proširenja areala gajenja, danas se gaji u različitim geografskim regionima. Seme lucerke klija na temepraturi 3-4°C, ali ostvaruje veću brzinu klijanja pri većim temperaturama, stoga je najbolje sejati kad je zemljište dovoljno zagrejano (6-8°C). Za porast lucerke optimalne temperature se kreću između 20-30°C. Temperature više od 30°C ne usporavaju porast biljaka, ali je potrebno da je zemljište dobro obezbeđeno vlagom u zemljištu. Predstavlja biljku dugog dana i ima izražene zahteve prema svetlosti. Takođe ima velike zahteve prema vodi, ali može dobro da podnese i sušu. Pri optimalnom snabdevanju biljaka vodom, posle košenja se biljke brzo regenerišu pa se tokom godine mogu ostvariti 4-5, nekada i 6 košenja. U uslovima bez navodnjavanja, potrebno je obezbediti najmanje 600 l vode po metru kvadratnom za vreme porasta biljaka (Đukić i Erić, 1995).

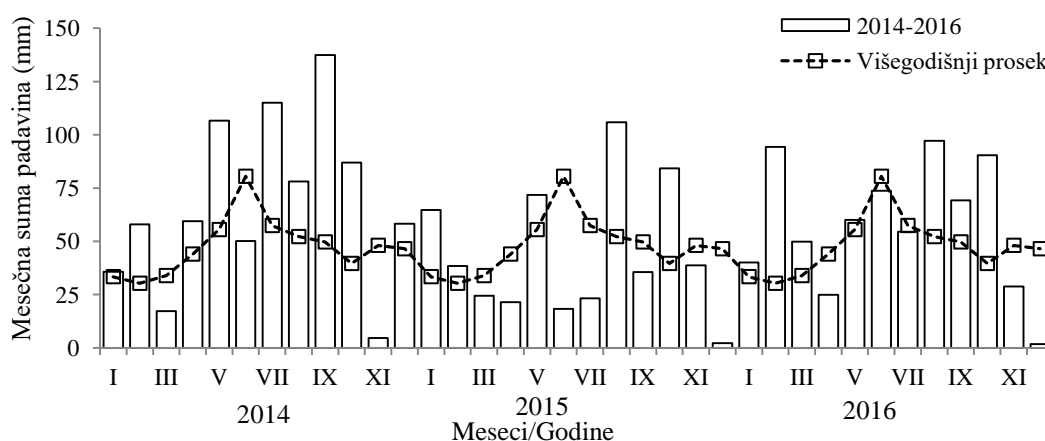
Za analizu vremenskih uslova korišćeni su podaci sa meteorološke stanice Palić (19°46E; 46°06N), stanici koja je najbliža parcelama na kojima su izvođeni ogledi sa lucerkom i kukuruzom. Vremenski uslovi ostvareni u godinama oglada poređeni su sa vrednostima višegodišnjeg proseka izmerenog u periodu 1981-2010. godine za pomenutu meteorološku stanicu.

U prvoj godini (2014) oglada sa lucerkom i silažnim kukuruzom prosečne temperature u odnosu na višegodišnji prosek za Palić, su bile više za 3,6 °C u martu mesecu odnosno za 1,4 u aprilu (Grafikon 1.). U narednim mesecima vegetacionog perioda prosečna temperatura vazduha je bila nešto niža u maju i avgustu ili na nivou višegodišnje proseka u ostalim mesecima. Godina 2014. je predstavljala kišovitu godinu (Grafikon 2) i odlikovala se većom sumom padavina (807,9mm) u odnosu na višegodišnji prosek (571,1mm). Izdvaja se mart mesec, u kome je suma padavina (17,3) bila skoro dvostruko niža (za 16,6mm) u odnosu na višegodišnji prosek. U junu mesecu je takođe zabeležena znatno niža suma padavina (50,2mm) u odnosu na višegodišnji prosek (80,5mm).





Grafikon 1. Srednje mesečne temperature vazduha (°C) za hidrološke godine 2014-2016 i višegodišnji prosek očitana na meteorološkoj stanici Palić



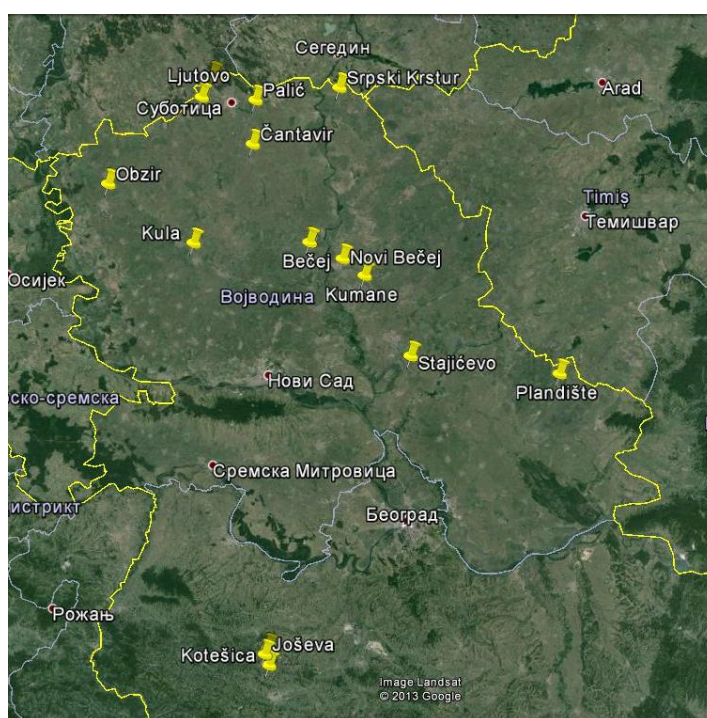
Grafikon 2. Suma padavina (mm) za hidrološke godine 2014-2016 i višegodišnji prosek očitana na meteorološkoj stanici Palić

Druga godina oglada (2015) odlikovala se srednjim mesečnim temperaturama koje su bile na nivou višegodišnjeg proseka, sa nešto višim temperaturama u periodu od juna do septembra, posebno u julu (24,8 °C) i avgustu (23,8 °C). Što se tiče padavina tokom vegetacionog perioda, osim maja (71,8mm) i avgusta (105,9mm), kada je suma padavina bila znatno iznad višegodišnjeg proseka, u većini ostalih meseci su zabeležene padavine značajno niže od navedenog proseka.

Treća godina ogleda se odlikovala temperaturnim uslovima koji su bili na nivou ili neznatno viši od višegodišnjeg proseka. Osim aprila meseca, kada je mesečna suma padavina (24,9 mm) bila značajno ispod višegodišnjeg proseka (44mm), u periodu od maja do juna suma padavina je bila blizu višegodišnjeg proseka, odnosno znatno iznad u periodu od avgusta do oktobra.

### 5.3. Metod istraživanja u proizvodnim uslovima

U cilju ispitivanja mineralnog sastava krmnog bilja i uticaja plodnosti zemljišta na sastav bilja, tokom 2013. godine prikupljeni su uzorci zemljišta i biljnog materijala na 15 lokaliteta u Srbiji. Od ukupnog broja lokaliteta, 12 se nalazilo u severnom delu Srbije, na teritoriji AP Vojvodine, dok je tri u zapadnoj Srbiji, Kolubarski okrug (Slika 1). Odabir lokaliteta je izvršen na osnovu prisustva stočarske proizvodnje u datim regionima. Uzorci su prikupljeni isključivo na parcelama u sklopu stočarskih gazdinstava koja se bave proizvodnjom mleka.



Slika 1. Karta sa lokalitetima na kojima su prikupljeniu uzorci

Ukupno 40 uzoraka zemljišta je prikupljeno na parcelama zasejanim lucerkom (n=13), travom (n=15) i silažnim kukuruzom (n=12) u cilju sagledavanja osnovnih hemijskih svojstava, mehaničkog sastava i sadržaja makro i mikroelemenata u zemljištu. Odabrane lokacije predstavljaju dominantne tipove zemljišta u Srbiji: černozem, glejsol, solonjec, fluvisol i planosol. Sa svake parcele agrohemijskom sondom uzet je prosečan uzorak zemljišta u poremećenom stanju iz sloja 0-30cm. Nakon sušenja na sobnoj

temperaturi, uzorci su usitnjeni i prosejani kroz sito promera 2mm. Nakon sušenja uzorci su bili spremni za dalje analize.

Tabela 7. Spisak lokaliteta sa uzetim uzorcima zemljišta i biljaka

Redni broj	Lokalitet	Lucerka	Prirodna livada	Sejana livada	Silažni kukuruz
1.	Kelebija	+	+	-	+
2.	Ljutovo	+	-	-	+
3.	Palić	+	+	-	+
4.	Čantavir	+	+	+	-
5.	Srpski Krstur	+	+	-	+
6.	Obzir	+	+	-	+
7.	Kula	+	+	+	+
8.	Bečej	+	-	-	+
9.	Novi Bečej	+	+	-	+
10.	Kumane	+	+	-	+
11.	Stajićevo	+	-	-	-
12.	Plandište	-	+	-	-
13.	Joševa	-	+	+	+
14.	Gola Glava	+	+	-	+
15.	Kotešica	+	-	+	+
Ukupno		13	11	4	12

Tokom prve dekade maja meseca 2013. godine u vreme prvog otkosa prikupljeni su uzorci lucerke i trava, dok je silažni kukuruz uzet iste godine krajem avgusta, u vreme pripreme silaže na gazdinstvima (Tabela 7). Nadzemna masa biljaka je prikupljena nasumično sa svake parcele sa koje je uzet i uzorak zemljišta i pripremljen je prosečan uzorak. Biljna masa je sušena na 60°C do konstantne mase. Nakon sušenja izvršena je analiza biljnog materijala radi utvrđivanja sadržaja makro i mikroelemenata u krmnom bilju.

Dobijeni rezultati sadržaja makro i mikroelemenata u biljkama su upoređeni sa potrebama krava muzara prema modelu (National Research Council) za Holštajn krave sa produkcijom mleka od 25 kg.

Tokom prve godine istraživanja u uzorcima zemljišta i biljaka ispitivani su sledeći parametri:

- Sadržaj humusa u zemljištu;

- pH vrednost zemljišta;
- Sadržaj kalcijum karbonata;
- Sadržaj pristupačnog fosfora u zemljištu;
- Sadržaj pristupačnog kalijuma u zemljištu;
- Ukupan sadržaj Mn, Cu, Zn, Ca, Fe, Co, Se i Mo zemljištu;
- Sadržaj pristupačnog Mn, Cu, Zn, Ca, Fe i Co u zemljištu;
- Sadržaj azota, fosfora i kalijuma u biljci;
- Sadržaj Mn, Cu, Zn, Ca, Fe, Co, Se i Mo u biljci;

## 5.4. Metode postavljanja ogleda

### 5.4.1. Poljski ogled sa lucerkom

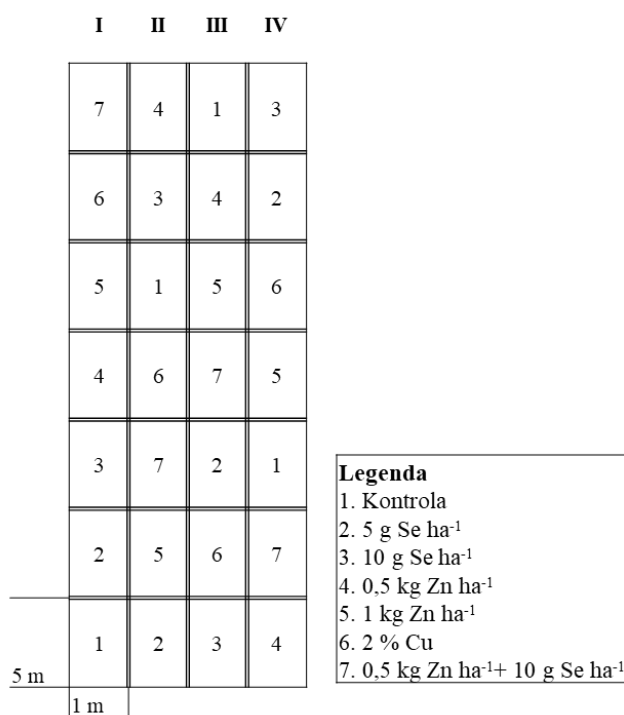
Na osnovu istraživanja sprovedenog u 2013. godini, u 2014. godini postavljen je poljski ogled sa lucerkom (46°3'39.92"N, 19°32'3.77"E) na parceli privatne govedarske farme „Mačković“ u Ljutovu. Na osnovu rezultata istraživanja izvršen je odabir elemenata koji će biti primenjeni u ogledu i čiji uticaj će se ispitivati.

Poljski ogled je postavljen proleće, marta 2014. godine. Setva lucerke je izvršena mašinskim putem sa razmakom između redova od 14,5cm. Istovremeno sa setvom (Slika 2a) na celokupnoj oglednoj parceli je izvršeno đubrenje (Slika 2b) u zoni korenovog sistema u sledećim količinama: 50 kg N ha<sup>-1</sup>, 70 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, i 105 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Za setvu je korišćena sorta lucerke NS Banat ZMS II (Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Srbija). NS Banat ZMS II predstavlja ranu sortu tolerantnu na sušu i koja je namenjena za intezivno korišćenje, odnosno 5-6 mogućih otkosa. Na kvalitetnim zemljištima ostvaruje visok prinos, 85-100 t ha<sup>-1</sup> zelene krme odnosno 20 t ha<sup>-1</sup> sena. Takođe se odlikuje i dobrim kvalitetom (preko 21 % sirovih proteina). Što se tiče gajenja, ova sorta je najprostranjenija u Srbiji (izvor: nsseme.com). Setvena norma je iznosila 20 kg ha<sup>-1</sup>.



Slika 2. Primena NPK đubriva (a) i setva lucerke (b)

Ogled sa lucerkom (Slika 3) je postavljen kao jednofaktorijski po metodi blok sistema sa slučajnim rasporedom tretmana u četiri ponavljanja. Veličina svake pojedinačne parcelice na kojoj je ispitivan uticaj jednog tretmana je bila 5x1m.



Slika 3. Plan poljskog ogleda sa lucerkom

U ogledu je ispitivan uticaj sledećih folijarnih tretmana:

1. Kontrola bez folijarnog đubrenja;
2. 5 g Se ha<sup>-1</sup>(kao Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>);
3. 10 g Se ha<sup>-1</sup> (kao Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>);
4. 0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup>(kao ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O);
5. 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>(kao ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O);
6. 2% rastvor Cu (kao CuSO<sub>4</sub>×5H<sub>2</sub>O);
7. 0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> i Se 10 g ha<sup>-1</sup>.

Određena doza đubriva je primenjena pre prvog otkosa i podeljena u dve folijarne primene. Prvo tretiranje je izvršeno u fazi visine biljke lucerke od 10cm, a drugo

tretiranje sedam dana nakon prvog. U cilju izbegavanja ožegotina na listu usled folijarnog tretiranja, đubrenje je vršeno u kasno popodne. Radi boljeg tretiranja površine biljaka, pored đubriva, dodat je okvašivač (Silwet L-77, Chemtura, Holandija). Upotrebljena količina vode za tretiranje parcele je bila  $500 \text{ l ha}^{-1}$ . Istovremeno sa folijarnom primenom đubriva, na kontrolnom tretmanu je primenjena destilovana voda i okvašivač.



#### 5.4.2. Poljski ogled sa silažnim kukuruzom

Rezultati dobijeni nakon istraživanja sprovedenog 2013. godine, poslužili su kao osnova za postavljanje ogleda sa silažnim kukuruzom 2014. godine na parceli privatne govedarske farme „Mačković“. Ogled sa kukuruzom (2014-2016) je postavljen kao dvofaktorijalni po metodi podeljenih parcela sa slučajnim rasporedom tretmana u četiri ponavljanja i ispitivan je uticaj đubrenja N i mikroelementima Zn i Se na prinos i mineralni sastav silažnog kukuruza (Slika 5).

Setva kukuruza je obavljena mašinskiim putem, sa međurednim rastojanjem od 70cm i predviđenim sklopom biljaka od 70.000 biljaka ha<sup>-1</sup> u redovnim rokovima setve u toku svake godine, u posednjoj dekadi aprila meseca (Tabela 5). Za setvu je korišćeno seme LG Janett (Limagrain Europe, Francuska), hibrid kukuruza namenjen za siliranje koji pripada grupi FAO 560. Odlikuje se dobrim početnim rastom, čvrstim i elastičnim stablom, kao i visokim prinosom zelene mase (<http://www.lgseeds.rs>).

Prvi faktor čiji uticaj se ispitivao (faktor A) je primena azotnog đubriva (urea) preko zemljišta. Đubriva su primenjena na glavne parcele u 4 ponavljanja u sledećim dozama:

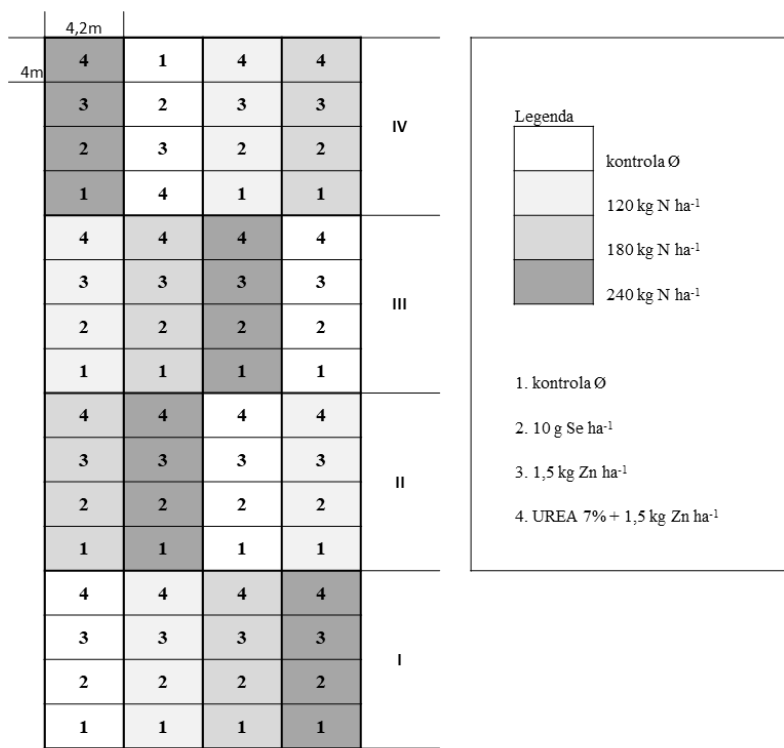
1. Kontrola bez primene N đubriva
2. 120 kg N ha<sup>-1</sup>;
3. 180kg N ha<sup>-1</sup>;
4. 240 kg N ha<sup>-1</sup>;

Drugi faktor (faktor B) je folijarna primena đubriva sa mikroelementima u sledećim varijantama đubrenja:

1. Kontrola bez primene mikroelementa;
2. 10 g Se ha<sup>-1</sup>(kao Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>);
3. 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup>;
4. 1,5 kg Zn ha<sup>-1</sup>+ 7% rastvor uree (kao ZnSO<sub>4</sub>×7H<sub>2</sub>O);

Ogled se sastojao od 16 glavnih parcela, odnosno četiri tretmana đubrenja N u četiri ponavljanja. U sklopu svake glavne parcele primenjeni su tretmani sa

mikroelementima, tako da se ukupna površina ogleda sastojala od 64 podparcele veličine 4\*4,2m.



Slika 5. Plan poljskog ogleda sa silažnim kukuruzom

Količina N đubriva predviđena za svaki tretman je izvršena primenom u dve doze, 2/3 predsetveno a 1/3 sa setvom kukuruza (Slika 6a). Unošenje đubriva u zemljište izvršeno je mašinskim putem. Količina N koja se primenila na svaki tretman je izračunata prema sledećoj formuli:

$$N_d = (N_{1;2;3} - N_{\min})^*$$

\* $N_d$  predstavlja količinu N dodatnu đubrivom urea na svakom tretmanu;

$N_{1;2;3}$  predstavlja količine N čije dejstvo se proučavalo na svakom tretmanu (120, 180 i 240 kg N ha<sup>-1</sup>);

$N_{\min}$  je količina mineralnog N u zemljištu (0-90cm) utvrđena N-min metodom pre postavljanja ogleda (Tabela 6).

Svake godine prilikom đubrenja na tretmanima N1, N2 i N3 primenjeno je:

- 110, 170 i 230 kg N ha<sup>-1</sup> u 2014. godini;
- 56, 116 i 176 kg N ha<sup>-1</sup> u 2015. godini;
- 72, 132 i 192 kg N ha<sup>-1</sup> u 2016. godini.

Primena mikroelemenata izvršena je folijarnim putem (Slika 6b). S obzirom na veličinu podparcele, đubrivo je primenjeno ručnim prskalicama. Predviđena doza đubriva sa mikroelementima je podeljena u dva tretiranja. Prvo tretiranje je izvršeno u fazi biljke 5-7 listova, a drugo tretiranje u fazi 7-10 formiranih listova. Rastvaranje đubriva se vršilo u destilovanoj vodi, u količini koja odgovara potrošnji od 500l vode ha<sup>-1</sup>. Đubrenje je vršeno u kasnim popodnevim satima zbog mogućih ožegotina na listu usled većih koncentraciju soli u cinkovom đubrivu i visokih temperatura tokom sunčanih dana. U cilju boljeg prijavanja đubriva na list biljke kukuruza, u rastvor đubriva dodat je okvašivač. Istovremeno sa primenom mikroelemenata, vršeno je i tretiranje kontrolnog tretmana sa destilovanom vodom i okvašivačem (Silwet L-77, Chemtura, Holandija).



Slika 6. Priprema parcela za đubrenje N (a); Primena mikroelemenata (b)

## 5.5. Hemijske analize zemljišta

U uzorcima zemljišta određena su osnovna hemijska svojstva, sadržaj makro i mikroelemenata i mehanički sastav zemljišta koristeći sledeće metode:

- Sadržaj humusa određen je indirektno Tjurinovim metodom, množeći sadržaj ugljenika sa 1,72 (SRPS ISO 14235:2005);
- Reakcija zemljišta je određena potenciometrijskim metodom, u suspenziji vode i zemljišta i 1M KCl i zemljišta, pomoću pH metra Mettler Toledo, Five Easy FE 20 (SRPS ISO 10390:2007);
- Sadržaj kalcijum karbonata je određen volumetrijskim metodom (Hedas, Srbija) (SRPS ISO 10693-2005)
- Pristupačan fosfor i kalijum su određeni pomoću rastvora amonijum laktata (0,1M) i sirćetne kiseline (0,4M) (AL-metod, Egner and Riehm, 1960). Fosfor je analiziran spektrofotometrijski (Shimadzu UV 2600, Japan), kalijum plamenfotometrijski (Jenway 6105, SAD);
- Pseudoukupan sadržaj Mn, Cu, Zn, Ca, Fe, Co je određen nakon digestije uzoraka smešom azotne i perhlorne kiseline ( $\text{HNO}_3$  i  $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Koncentracija je izmerena plamenom tehnikom pomoću atomskog apsorpcionog spektrofotometra (Shimadzu 6300, Japan);
- Ukupan sadržaj Se i Mo u uzorcima iz 2014. i 2015. je određen nakon mikrotalasne digestije uzoraka smešom fluorovodonične (HF) i azotne kiseline ( $\text{HNO}_3$ ) u UltraCLAVE-u (Milestone, Italija). Merenje sadržaja je izvršeno metodom masene spektrofotometrije pomoću ICP-MS (Agilent 8800 QQQ, SAD). Korišćena su dva referentna materijala: DC73324 and NCS ZC73007 (National Analysis Center for Iron and Steel, Kina);
- Za određivanje Se i Mo, uzorci iz 2015. godine su razoreni metodom mikrotalasne digestije pomoću uređaja Mars 6 (CEM, Matthews, NC, SAD), dok je sadržaj izmeren metodom atomske emisije spektrofotometrije pomoću ICP-AES (Perkin Elmer, Optima 2100 DV, SAD). Korišćen referentni materijali NCSZC73002 (TechLab, Francuska).
- Pristupačan sadržaj Mn, Cu, Zn, Ca, Fe, Co je određen ekstrakcijom u pufernom rastvoru dietilentriaminpentasilirćetne kiseline (0,005M DTPA), trietanolamina

(0,1M TEA) i kalcijum hlorida (0,01m CaCl<sub>2</sub>) u odnosu zemljište: rastvor 1:2 (SRPS ISO 14870:2001). Koncentracija elemenata je određena plamenom tehnikom na atomskog apsorpcionom spektrofotometru (Shimadzu 6300, Japan). Korišćen referentni materijal je bio ISE 973 (Wepal, Holandija);

- Mehanički sastav zemljišta (tekstura) je određen prema međunarodnoj Pipet B metodi (JDPZ, 1971).

## 5.6. Hemijske analize biljnog materijala

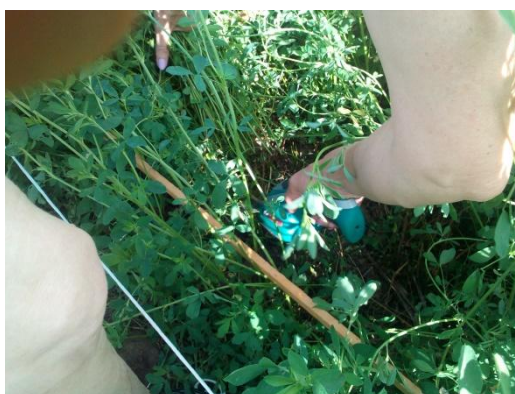
Za određivanje sadržaja makro i mikroelemenata u biljnom materijalu korištene su sledeće metode:

- Ukupan N i sumpor u uzorcima lucerke (2014. i 2015.) su određeni pomoću CHNS analizatora (Vario MACRO Cube, Elementar Analysensysteme GmbH, Nemačka);
- Sadržaj sirovih proteina je izračunat množenjem sadržaja N (%) x 6,25;
- Sagorevanje uzoraka suvim putem na visokim temperaturama je korišćeno za određivanje sadržaja fosfora i kalijuma. Uzorci su prvo spaljeni u peći na visokim temperaturama (650°C) a potom razoreni u 25% hlorovodoničnoj kiselini (Arsenijević-Maksimović i Pajević, 2002). Iz dobijenog rastvora fosfor je određen amonijum vanadat-molibdat metodom pomoću spektrofotometra (Shimadzu UV 2600, Japan), dok je kalijum očitao direktno iz rastvora pomoću plamenog fotometra (Jenway 6105, SAD);
- Razaranje biljnog materijala za određivanje sadržaja Mn, Cu, Zn, Ca, Fe, Co u izvršeno je pomoću smeše azotne i perhlorne kiseline („mokra digestija“ u otvorenim sudovima) (Kalra 1998). Merenje sadržaja je izmereno plamenom tehnikom na atomskom absorpcionom spektrofotometru (Shimadzu 6300, Japan). Referentni materijal je bio kukuruz IPE 885 (Wepal, Holandija);
- Razaranje uzoraka iz 2013. i 2014. godine je izvršeno u zatvorenom sistemu Milestone UltraClave-u radi određivanja Se i Mo. Sadržaj je izmeren metodom masene spektrofotometrije pomoću ICP-MS (Agilent 8800 QQQ, SAD). Korišćen referentni materijal je pšenično brašno 1567a i lišće jabuke 1515 (National Institute of standards and Technology, SAD).
- Za određivanje Se i Mo, uzorci iz 2015. godine su razoreni metodom mikrotalasne digestije pomoću uređaja Mars 6 (CEM, Matthews, NC, SAD), dok je sadržaj izmeren metodom atomske emisije spektrofotometrije pomoću ICP-AES (Perkin Elmer, Optima 2100 DV, SAD). Korišćen referentni materijal je stablo kukuruza Nist 8412 (National Institute of Standards and Technology, SAD).

## 5.7. Uzorkovanje biljnog materijala

### 5.7.1. Uzorkovanje lucerke

Uzorkovanje biljke lucerke (Slika 4) je izvršeno u stadijumu ranog cvetanja i visina kosidbe je bila oko 8cm. Prinos sveže mase je određen košenjem lucerke na 1m<sup>2</sup> na svakom tretmanu i merenjem pokošene mase. Uzeti uzorci svežih biljaka su u laboratorijskim uslovima u sušnici (70°C) sušeni do konstantne mase i nakon toga ponovo izmereni u cilju određivanja procenta suve materije u biljnom materijalu. Prinos suve mase je određen na osnovu prinosa sveže mase i procenta suve materije.



Slika 4. Uzorkovanje lucerke makazama

Nakon sušenja, u cilju homogenizacije biljni materijal je usitnjen pomoću mlina Retsch SM 100 (Nemačka).

Tokom svih godina izvođenja ogleda (2014-2016) izvršeno je merenje prinosa lucerke, dok su analize biljnog materijala rađene samo u prvom otkosu u 2014. i 2015. godini. Analize biljnog materijala obuhvataju merenje sledećih parametara:

- Prinos sveže mase kg ha<sup>-1</sup>;
- Prinos suve mase kg ha<sup>-1</sup>;
- Suva materija (SM)%;
- Sadržaj N, P i K u biljci;
- Sadržaj Mn, Cu, Zn, Ca, Fe, Co, Se i Mo u biljci;
- Sadržaj SP.

### 5.7.2. Uzorkovanje silažnog kukuruza

Uzorkovanje biljnog materijala (Slika 7a) je izvršeno u fazi voštane zrelosti zrna, u terminima košenja silaže na gazdinstvu (Tabela 8). Košenje je izvršeno ručno, na visini oko 20 cm od zemljišta. Sa svake parcele i svakog tretmana, slučajnim rasporedom uzeto je po pet biljaka za određivanje prinosa, parametara prinosa i mineralnog sastava biljke.

Tabela 8. Datumi setve i košenja silažnog kukuruza

Godina	Lokacija ogleda	Datum setve	Datum košenja
2014	46°3'40.3056"N 19°32'1.8024"E	26.04.2014.	09.09.2014.
2015	46°3'41.472"N 19°32'5.3088"E	24.04.2015.	29.08.2015.
2016	46°3'28.9296"N 19°32'14.0748"E	23.04.2016.	25.08.2016.



Slika 7. Uzimanje uzoraka kukuruza na parceli (a); laboratorijska analiza uzoraka

Prinos sveže mase silažnog kukuruza izračunat je na osnovu postignutog sklopa biljaka i merenja ukupne mase pet pokošenih biljaka. Prikupljeni uzorci su u laboratorijskim uslovima sušeni do konstantne mase, potom ponovo izmereni u cilju određivanja procenta suve materije u biljnom materijalu, kao i daljih hemijskih analiza. Nakon sušenja, u cilju homogenizacije biljni materijal je usitnjen pomoću mlina Retsch SM 100 (Nemačka).



Udeo klipa, lista i stabla je određen razdvajanjem pet prikupljenih biljaka na navedene delove, merenjem mase svakog dela i određivanjem procenta u ukupnoj masi biljke.

Tokom dve godine ogleda (2014-2015) praćeni su sledeći parametri:

- Prinos sveže zelene mase  $\text{kg ha}^{-1}$ ;
- Prinos suve mase  $\text{kg ha}^{-1}$ ;
- Udeo klipa, lista i stabla u ukupnoj zelenoj masi %;
- Sadržaj sirovih proteina;
- Sadržaj makroelemenata P, K, Ca, Mg, S;
- Sadržaj mikroelemenata Fe, Cu, Mn, Zn i Se (Slika 7b);
- Efikasnost primenjenog đubriva.

U poslednjoj godini ogleda (2016), izvršeno je samo merenje prinosa sveže mase.

## 5.8. Statistička obrada podataka

Deskriptivna statistika je korišćena na izračunavanje prosečnih vrednosti, standardnih devijacija i opsega vrednosti.

Za analizu podataka dobijenih tokom prve godine istraživanja (2013. godina) korišćena je korelaciona analiza za određivanje veze između analiziranih parametara u zemljištu i biljci. Jačina veze između posmatranih pojava je predstavljena Pirsonovim korefijentom korelacije na nivou značajnosti  $P \leq 0.05$ .

Analiza glavnih komponenti (Principal Component Analysis, PCA) je korišćena za utvrđivanje veze između sadržaja makro i mikroelemenata u biljkama i varijabilnosti mineralnog sadržaja krmnog bilja. PCA je primenjena na matricu podataka sastavljenu od sadržaja mikroelemenata u biljkama (kolone) i posmatrani lokaliteti (redovi). Broj komponenti je određen na osnovu Kajserovog pravila (Kaiser 1960), prema kome se u obzir uzimaju samo komponente sa karakterističnim, posebnim vrednostima (eigenvalues) većim od 1. U komponente su uključeni makro (mikro) elementi sa opterećenjima  $\geq 0.70$ . Nakon PCA, podaci podvrgnuti ortogonalnog rotaciji, koristeći Varimaks metod rotacije.

Pored primene deskriptivne statistike, dobijeni rezultati u ogledu sa lucerkom obrađeni su analizom varijanse (ANOVA) dvofaktorijalnog ogleda, u kojoj prvi faktor predstavlja uticaj tretmana a drugi faktor uticaj godine. Statistički značajne razlike između tretmana su određene pomoću Fišerovog (*Fisher*) testa ( $p < 0,05$ ).

Podaci dobijeni na osnovu ogleda sa silažnim kukuruzom podvrgnuti su trofaktorijalnoj analizi varijanse. Prvi faktor predstavlja primena N đubriva, drugi faktor primena mikroelemenata a treći uticaj godine. Kao i kod ogleda sa lucerkom, razlike između tremana analizirane su primenom Fišerovog testa, na nivou značajnosti 5%.

Statistička analiza urađena je pomoću softverskog programa STATISTICA 13.2 (Dell Inc., SAD).

## 5.9. Izračunavanje efikasnosti usvajanja hraniva

Efikasnost usvajanja hraniva (EUH) predstavlja jedan od načina za izračunavanje uspešnosti primenjenih hraniva. U engleskom jeziku se upotrebljava izraz „apparent recovery efficiency“. Ovaj parametar se koristi kada se želi utvrditi koliko primenjenog elementa je biljka usvojila. Služi kao pokazatelj potencijala za gubitak hranljivih elemenata iz sistema gajenja i efikasnosti prakse upravljanja (Fixen i sar, 2015).

Izračunava se prema sledećoj formuli:

$$EUH (\%) = \frac{U - U_0}{D} * 100$$

U = ukupna akumulacija elementa (hraniva) u nadzemnim delovima biljke na đubrenim tretmanima (g ha<sup>-1</sup>)

U<sub>0</sub> = ukupna akumulacija elementa (hraniva) u nadzemnim delovima biljke na tretmanima bez đubrenja (g ha<sup>-1</sup>)

D = količina primenjenog elementa (g ha<sup>-1</sup>)

## 6. REZULTATI RADA

### 6.5. Istraživanje u proizvodnim uslovima

#### 6.5.1. Osnovna svojstva i sadržaj mikroelemenata u zemljištu

U Tabeli 9 prikazani su prosek, standardna devijacija i opseg utvrđenih vrednosti osnovnih hemijskih svojstava zemljišta pod lucerkom, travama i silažnim kukuruzom. Prikaz analiziranih parametara po lokalitetima nalazi se u Prilogu disertacije. Proučavana zemljišta spadaju u klasu siromašnih do srednje obezbeđenih humusom, dok prema ukupnom sadržaju  $\text{CaCO}_3$  u klasu od siromašnih do jako karbonatnih. U zavisnosti od lokaliteta sadržaj biljkama pristupačnog  $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $\text{K}_2\text{O}$  varira od niskog do veoma visokog, posebno u slučaju  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Na većini lokaliteta, reakcija zemljišta je u opsegu neutralne do jako alkalne. Izuzetak predstavljaju lokaliteti u zapadnoj Srbiji na kojima je utvrđena kisela reakcija, gde su pseudoglej i planosol dominantni tipovi zemljišta.

Tabela 9. Prosek, standardna devijacija i opseg (u zagradama) vrednosti osnovnih hemijskih svojstava zemljišta pod krmnim biljem

Parametar	Lucerka	Trave	Silažni kukuruz
pH u $\text{H}_2\text{O}$	7,79 ± 0,93 (5,52 – 8,37)	7,66 ± 1,22 (5,30 – 9,40)	7,65 ± 1,18 (5,67 – 8,67)
pH u KCl	6,91 ± 1,10 (4,25 -7,67)	6,69 ± 1,30 (3,88-7,83)	6,86 ± 1,40 (4,41-8,01)
$\text{CaCO}_3$	7,93 ± 5,34 (2,08-18,99)	9,69 ± 8,74 (2,49-26,79)	8,46 ± 5,90 (2,53 -18,54)
Humus (%)	2,32 ± 0,73 (1,00 – 3,22)	2,62 ± 0,74 (1,78 – 4,62)	2,71 ± 0,54 (1,45 – 3,38)
$\text{P}_2\text{O}_5$ mg 100 g <sup>-1</sup>	17,75 ± 12,23 (0,21-41,36)	23,44 ± 19,66 (0,85-57,13)	22,28 ± 16,07 (2,64 -52,73)
$\text{K}_2\text{O}$ mg 100 g <sup>-1</sup>	16,65 ± 5,70 (7,29-26,58)	20,87 ± 12,38 (6,50-46,07)	23,69 ± 8,47 (12,03 -37,90)

U Tabeli 10 je prikazan ukupan sadržaj mikroelemenata u prikupljenim uzorcima zemljišta. Prikaz analiziranih parametara po lokalitetima nalazi se u Prilogu disertacije

Poredeći analizirane vrednosti sa prosekom u svetskim zemljištima, prosečan sadržaj Cu u zemljištima pod lucerkom, travama i silažnim kukuruzom je blago ispod proseka, dok je sadržaj Zn sličan proseku na skoro svim lokalitetima. Prosečan sadržaj Mn u zemljištu pod lucerkom i travama je iznad svetskog proseka od 437 mg kg<sup>-1</sup> (Kabata-Pendias, 2000), dok zemljišta pod kukuruzom imaju znatno niži sadržaj ukupnog Mn. Ukupan sadržaj Co u zemljištima pod lucerkom i travama je ispod donje granice obezbeđenosti svetskih zemljišta (10-40 mg kg<sup>-1</sup>, Xi and Lu, 2000) na skoro svim lokalitetima, dok je u prosečna vrednost pod silažnim kukuruzom blizu svetskog proseka. Prosečan sadržaj ukupnog Se u zemljištima u svetu je 0,2 mg kg<sup>-1</sup>. U našem istraživanju, prosečan sadržaj ukupnog Se ispod tri proučavane biljne vrste je bio viši od 0,2 mg kg<sup>-1</sup>. U skoro svim analiziranim uzorcima u ovom istraživanju utvrđeno je da je sadržaj Mo ispod granice svetskog proseka (1 mg kg<sup>-1</sup>).

Tabela 10. Srednje vrednosti, standardna devijacija i opseg ukupnog sadržaja mikroelemenata u zemljištu ispod krmnog bilja (mg kg<sup>-1</sup>)

Element	Prosek za zemljišta u svetu	Lucerka	Trave	Silažni kukuruz
Mn	437 <sup>a</sup>	610,09± 281,41 (201-1.193)	629,82± 258,02 (233-1.058)	203,48±71,11 (92,68-364,11)
Cu	20 <sup>b</sup>	17,76± 6,48 (10,91-30,82)	18,67± 5,43 (11,13-31,78)	19,69±6,46 (13,08-29,20)
Zn	10-300 <sup>b</sup>	25,64± 10,38 (13,76-52,01)	25,94± 6,20 (19,71-41,24)	47,14±13,04 (33,70-79,49)
Ca	-	4.028±4.468 (1.051-16.537)	5.440±5.903 (1.180-16.892)	7.030±7.253 (810,68-21.546,84)
Fe	-	12.176±448 (11.145-12.794)	12.201±328 (11.689-12.895)	11.186±3.193 (7.757,41-16.425,13)
Co	10-40 <sup>b</sup>	5,36±1,80 (2,18-8,77)	5,29±1,57 (3,11-8,39)	9,96±3,10 (4,62-16,55)
Se	0,20 <sup>b</sup>	0,31±0,07 (0,16-0,41)	0,33± 0,11 (0,14-0,57)	0,26±0,06 (0,18-0,37)
Mo	1-5 <sup>b</sup>	0,50±0,14 (0,24-0,73)	0,51± 0,13 (0,16-0,68)	0,46±0,12 (0,33-0,71)
Reference	<sup>a</sup> Kabata-Pendias, 2000 <sup>b</sup> Xie i Lu, 2000			

U Tabeli 11 prikazan je pristupačan sadržaj pojedinih mikroelemenata u prikupljenim uzorcima zemljišta pod krmnim biljem. Prikaz analiziranih parametara po lokalitetima nalazi se u Prilogu disertacije. Na skoro svim analiziranim lokalitetima sadržaj pristupačnog Mn, Cu, Zn, Fe and Co (DTPA ekstrahovan) zadovoljava potrebe gajenih biljaka, tj. sadržaj je iznad granice nedostatka za poljoprivrednu proizvodnju. U slučaju trave, na jednom lokalitetu sadržaj DTPA-Mn je ispod granice nedostatka, dok je u slučaju lucerke nedovoljan sadržaj utvrđen Zn utvrđen na četiri, odnosno u slučaju Co na dva lokaliteta.

Tabela 11. Srednje vrednosti, standardna devijacija i opseg pristupačnog sadržaja mikroelemenata u zemljištu ispod krmnog bilja ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

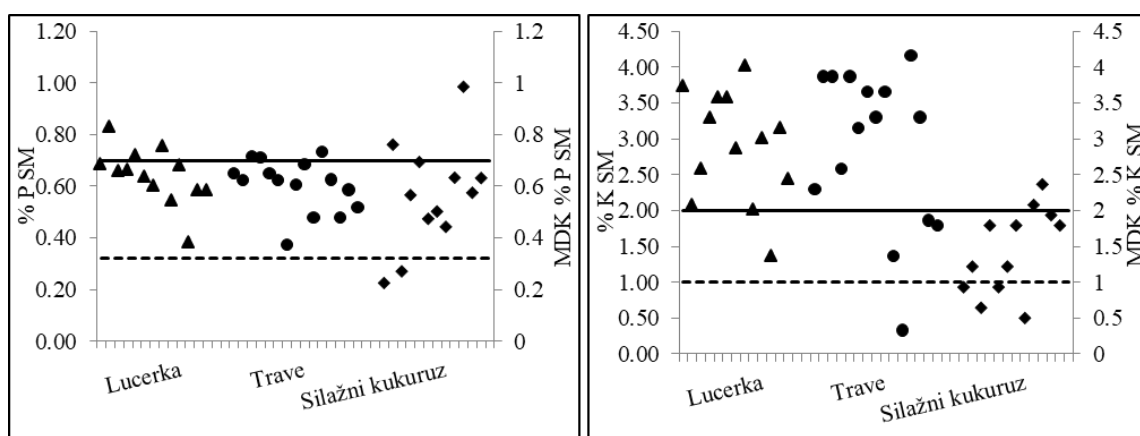
Element	Zahtevi gajenih biljaka	Lucerka	Trave	Silažni kukuruz
Mn	1 <sup>a</sup>	22,93± 30,55 (4,82-107,65)	29,56± 33,50 (1,66-95,84)	38,11±15,33 (25,79-70,18)
Cu	0,2 <sup>a</sup>	6,16± 2,38 (3,41-12,09)	7,96± 3,09 (4,42-15,90)	4,53±2,79 (1,86-9,36)
Zn	0,8 <sup>a</sup>	1,61± 0,90 (0,02-3,79)	2,09± 0,85 (0,93-4,43)	2,84±1,35 (1,26-5,68)
Fe	4,5 <sup>a</sup>	45,79±12,96 (23,76-70,73)	52,51±18,93 (20,02-79,54)	64,99±20,85 (29,68-97,67)
Co	0,25 <sup>b</sup>	0,41±0,14 (0,21-0,73)	0,45± 0,13 (0,29-0,72)	0,66±0,26 (0,42-1,28)
Reference	<sup>a</sup> Lindsay and Norwell, 1978; <sup>b</sup> Stewart, 1952;			

### 6.5.2. Mineralni sastav krmnog bilja

Sadržaj makro i mikroelemenata u prikupljenim uzorcima lucerke trava i silažnog kukuruza na odabranim lokalitetima prikazan je u Grafikonima 3-8. U skoro svim analiziranim uzorcima biljaka, sadržaj P (Grafikon 3) je iznad kritične granice obezbeđenosti biljaka, dok u 17% uzoraka sadržaj je viši od maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK). U velikom broju uzoraka, posebno u slučaju lucerke i trava, sadržaj K je iznad MDK (Grafikon 3). U travama i silažnom kukuruzu sadržaj Ca je ispod nivoa preporučenog za ishranu krava (Grafikon 4).

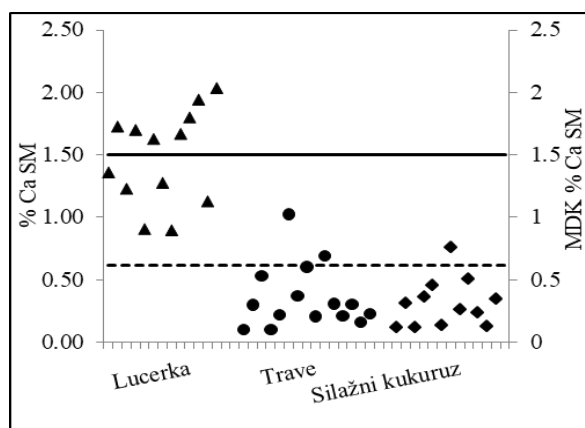
U prikupljenim uzorcima krmnog bilja, sadržaj Fe, Mn (Grafikon 5.) i Co (Grafikon 7) je dovoljan da zadovolji nutritivne potrebe krava i ne prelazi MDK.

U najvećem broju uzoraka, sadržaj Cu, Zn i Se je ispod nivoa preporučenog za ishranu krava (Grafikon 6 i 7). Sadržaj Cu je u 80% uzoraka lucerke i trave i u svim uzorcima silažnog kukuruza ispod kritičnog nivoa od 11 mg Cu kg<sup>-1</sup> SM. Sadržaj Zn u svim analiziranim uzorcima krmnog bilja je ispod kritičnog nivoa od 43 mg Zn kg<sup>-1</sup> SM. Poredeći potrebe krava prikazanih u Grafikonu 3 sa sadržajem Se u prikupljenim uzorcima lucerke, trave i silažnog kukuruza, utvrđeno je da je prosečan sadržaj Se ispod predviđenih vrednosti.



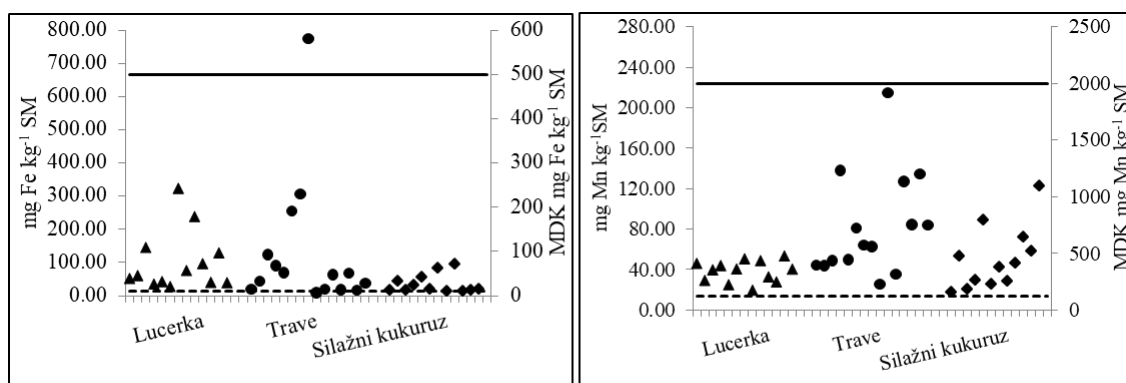
- preporučen nivo za ishranu krava – leva osa, (NRC, 2001)
- maksimalno dozvoljena koncentraciju (MDK) u stočnoj hrani –desna osa, (Suttle, 2010)

Grafikon 3. Izmeren sadržaj P (slika levo) i K (slika desno) u lucerki (trouglovi), travama (krugovi) i silažnom kukuruzu (kvadratići) – leva osa.



- preporučeni nivo za ishranu krava – leva osa, (NRC, 2001)
- maksimalno dozvoljena koncentraciju (MDK) u stočnoj hrani –desna osa, (Suttle, 2010)

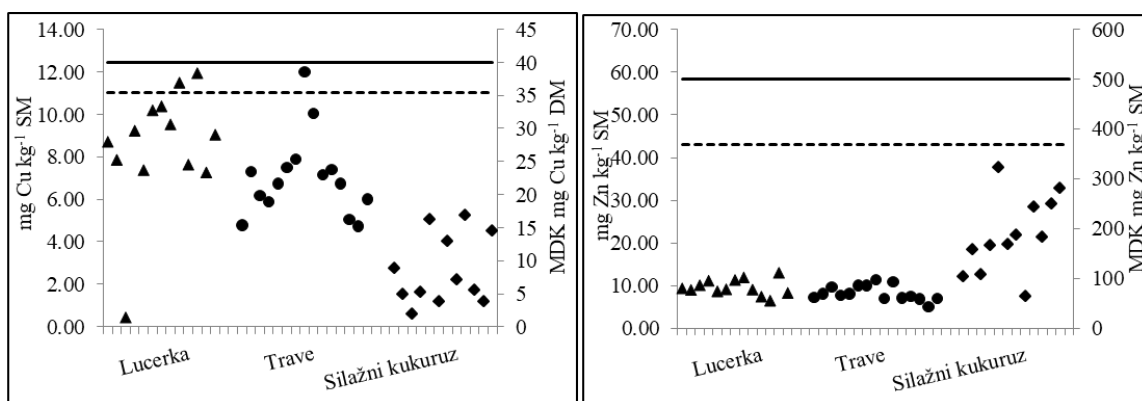
Grafikon 4. Izmeren sadržaj Ca u lucerki (trouglovi), travama (krugovi) i silažnom kukuružu (kvadratići) – leva osa.



- preporučeni nivo za ishranu krava – leva osa, (NRC, 2001)
- maksimalno dozvoljena koncentraciju (MDK) u stočnoj hrani –desna osa, (Suttle, 2010)

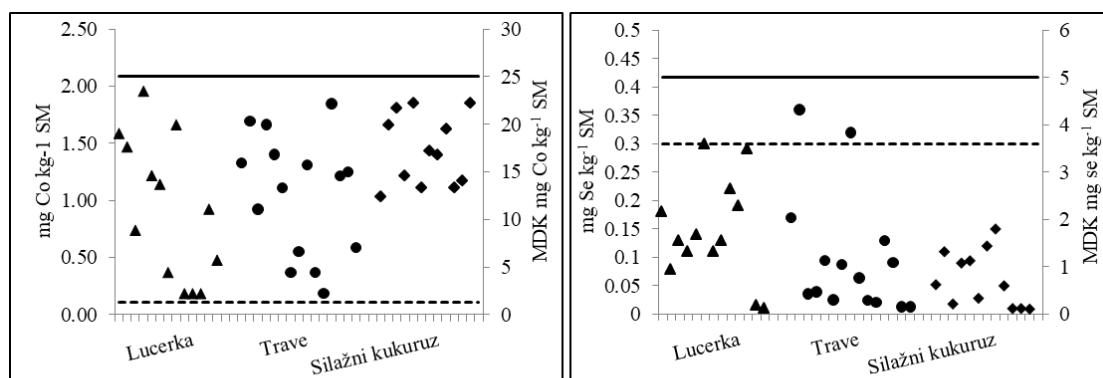
Grafikon 5. Izmeren sadržaj Fe (slika levo) i Mn (slika desno) u lucerki (trouglovi), travama (krugovi) i silažnom kukuružu (kvadratići) – leva osa.





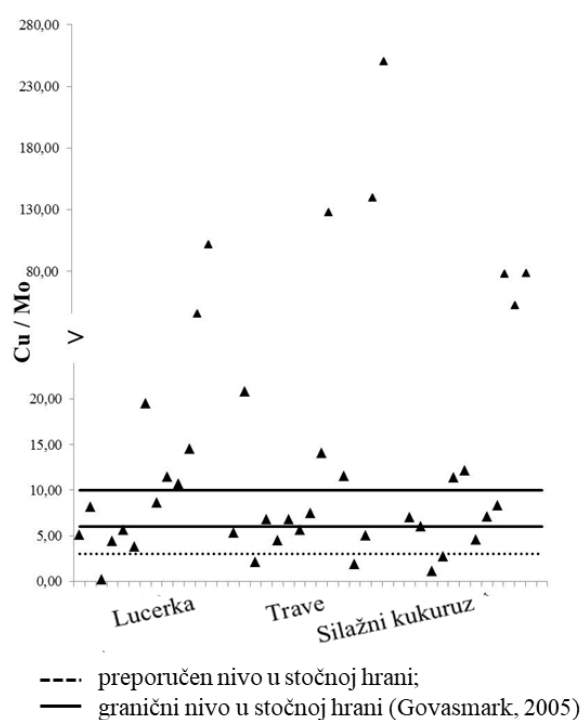
- preporučen nivo za ishranu krava – leva osa, (NRC, 2001)
- maksimalno dozvoljena koncentraciju (MDK) u stočnoj hrani –desna osa, (Suttle, 2010)

Grafikon 6. Izmeren sadržaj Cu (slika levo) i Zn (slika desno) u lucerki (trouglovi), travama (krugovi) i silažnom kukuruзу (kvadratići) – leva osa.



- preporučen nivo za ishranu krava – leva osa, (NRC, 2001)
- maksimalno dozvoljena koncentraciju (MDK) u stočnoj hrani –desna osa, (Suttle, 2010)

Grafikon 7. Izmeren sadržaj Co (slika levo) i Se (slika desno) u lucerki (trouglovi), travama (krugovi) i silažnom kukuruзу (kvadratići) – leva osa.

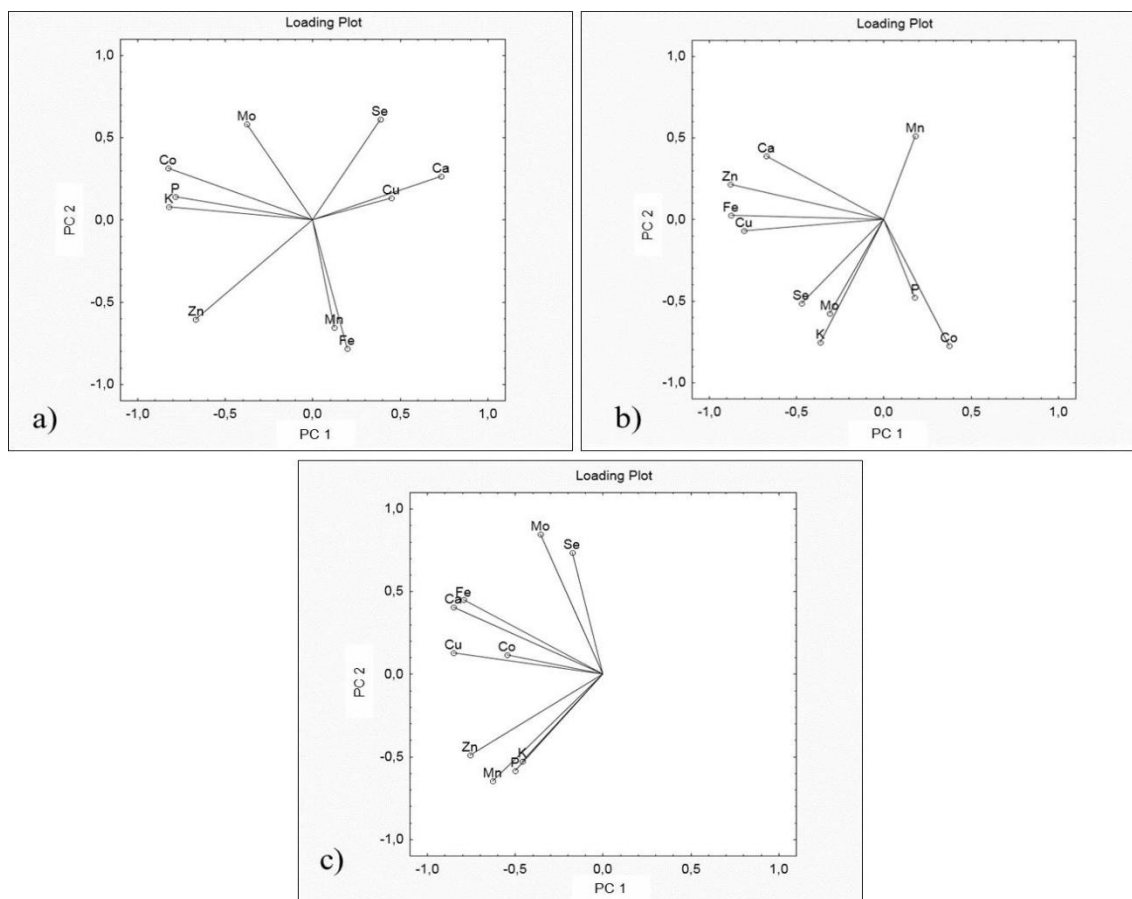


Grafikon 8. Odnos Cu i Mo u uzorcima krmnog bilja

U Grafikonu 8 prikazan je odnos Cu i Mo u prikupljenim uzorcima lucerke, trava i silažnog kukuruza. U 10% uzoraka odnos Cu i Mo je ispod graničnog nivoa dok je u skoro 60% uzoraka odnos ispod preporučenog nivoa (6) u stočnoj hrani. Takođe, u velikom broju uzoraka odnos je iznad gornjeg preporučenog nivoa (10).

### 6.5.3. Varijabilnost mineralnog sastava krmnog bilja

Grafikoni opterećenja (Grafikon 9) ukazuju na korelacije između posmatranih elemenata u biljnom materijalu. U uzorcima lucerke utvrđena je uska veza između Mn i Fe, kao i između Co, P i K (Grafikon 9a). Na grafikonu 9b može da se vidi jasna veza između sadržaja Ca, Zn, Fe i Cu, kao i između Mo i K u uzorcima trava. Grafikon 9c prikazuje utvrđenu vezu između mikroelemenata u silažnom kukuruza: Fe, Cu i Ca; Mn i P; P i K. Prema tome, sa utvrđenim visokim sadržajem P u uzorcima lucerke ili silažnog kukuruza, može da očekuje se i visok sadržaj K. Takođe, u travama i silažnom kukuruza visok sadržaj Fe prati i visok sadržaj Cu.



Grafikon 9. Opterećenja pre rotiranja podataka – mineralni sastav a) lucerke; b) trava i c) silažnog kukuruza

Analiza glavnih komponenti (PCA) je primenjena u cilju grupisanja korelisanih mikroelemenata u krmnom bilju u faktore koje predstavljaju većinu varijacija u mineralnom sadržaju. U cilju lakše interpretacije varijacija mineralnog sastava, za svaku

komponetu izabran je mikroelement sa najvećim opterećenjem kao reprezentativan. U Tabeli 12. prikazane su najvažnije zadržane komponente nakon primene PCA i rotiranja podataka.

U ovom istraživanju, u slučaju lucerke, tri glavne komponente objašnjavaju 71,78% ukupne varijacije mineralnog sadržaja. Prvi faktor objašnjava 34,02% varijacija i ima visoko opterećenje za sadržaj K, Zn i Ca. Sadržaj Mn i Fe ima visoko opterećenje za drugi faktor koji obuhvata 20,11% varijacija. Faktor 3 je visoko opterećen sa sadržajem Se i Mo. Kalijum sa najvećim opterećenjem predstavlja reprezentativan element za prvi faktor, Fe za drugi faktor Se za treći.

Varijabilitet mineralnog sastava trava objašnjen je sa 4 faktora. Prvi faktor objašnjava 29,72% ukupnog varijabiliteta podataka i visoko je opterećen sadržajem Zn, Ca i Fe. Drugi faktor objašnjava 20,02% ukupnog varijabiliteta i opterećen je sadržajem K, Co i Mo. Što se tiče PC1 i PC2, oni objašnjavaju 17,71 i 13,51% varijacija. Kao reprezentativan element za prvi faktor odabran je Zn a za drugi faktor K. Što se tiče faktora 3 i 4 oni su visoko opterećeni samo jednim faktorom, Se i P, koji su automatski i reprezentativni.

Tri faktora objašnjavaju varijabilitet sadržaja elemenata u silažnom kukuruzu. Prva komponenta objašnjava 33,18% ukupnog varijabiliteta i visoko je opterećena sadržajem Ca, Fe i Mo. Druga komponenta ima udeo od 27,34% u ukupnoj varijaciji podataka i u jakoj je korelaciji sa Mn, Zn i Co. Treća komponenta je visoko opterećena P i K. Dva elementa, Ca i Fe u jednakoj su korelaciji sa prvim faktorom pa se oba smatraju reprezentativnim. Za drugi faktor Mn se izdvojio kao reprezentativan a za treći faktor K.

Tabela 12. Rezultati analize glavnih komponenti za mikroelemente u uzorcima lucerke: varimaks rotirana opterećenja glavnih komponenti

	Lucerka			Trave				Silažni kukuruz		
	PC 1	PC 2	PC 3	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 1	PC 2	PC 3
P	-0.699	0.394	-0.290	-0.151	0.139	-0.078	<b>-0.891</b>	-0.003	0.405	<b>0.705</b>
K	<b>-0.861</b>	0.017	0.112	0.078	<b>0.866</b>	0.355	0.041	0.106	0.099	<b>0.953</b>
Mn	0.017	<b>-0.816</b>	-0.005	0.047	-0.017	-0.561	0.628	-0.105	<b>0.899</b>	0.338
Cu	0.370	-0.129	0.393	0.659	-0.030	0.540	-0.197	0.626	0.607	0.092
Zn	<b>-0.700</b>	-0.525	-0.309	<b>0.907</b>	0.144	0.103	0.180	0.139	<b>0.781</b>	0.446
Ca	<b>0.751</b>	0.207	0.168	<b>0.846</b>	0.010	-0.193	0.102	<b>0.909</b>	0.259	0.204
Fe	0.124	<b>-0.834</b>	-0.190	<b>0.747</b>	0.021	0.493	0.016	<b>0.908</b>	0.182	0.181
Co	<b>-0.815</b>	0.343	0.070	-0.580	<b>0.700</b>	0.073	-0.078	0.276	<b>0.767</b>	-0.419
Se	0.243	0.085	<b>0.905</b>	0.069	0.274	<b>0.852</b>	0.066	0.632	-0.190	-0.373
Mo	-0.494	0.181	<b>0.728</b>	0.262	<b>0.803</b>	-0.103	-0.262	<b>0.871</b>	-0.220	-0.258
*OV	4.112	2.430	2.134	2.882	1.941	1.718	1.310	3.703	3.052	2.437
**UUV %	34.02	20.11	17.65	29.72	20.02	17.71	13.51	33.18	27.34	21.83

Zatamnjeni brojevi – elementi sa opterećenjima  $\geq 0.70$ ;

\*Objašnjena varijansa (OV); \*\*Udeo u ukupnoj varijansi (UUV)

## 6.6. Poljski ogled sa lucerkom

### 6.6.1. Prinos sveže i suve mase lucerke

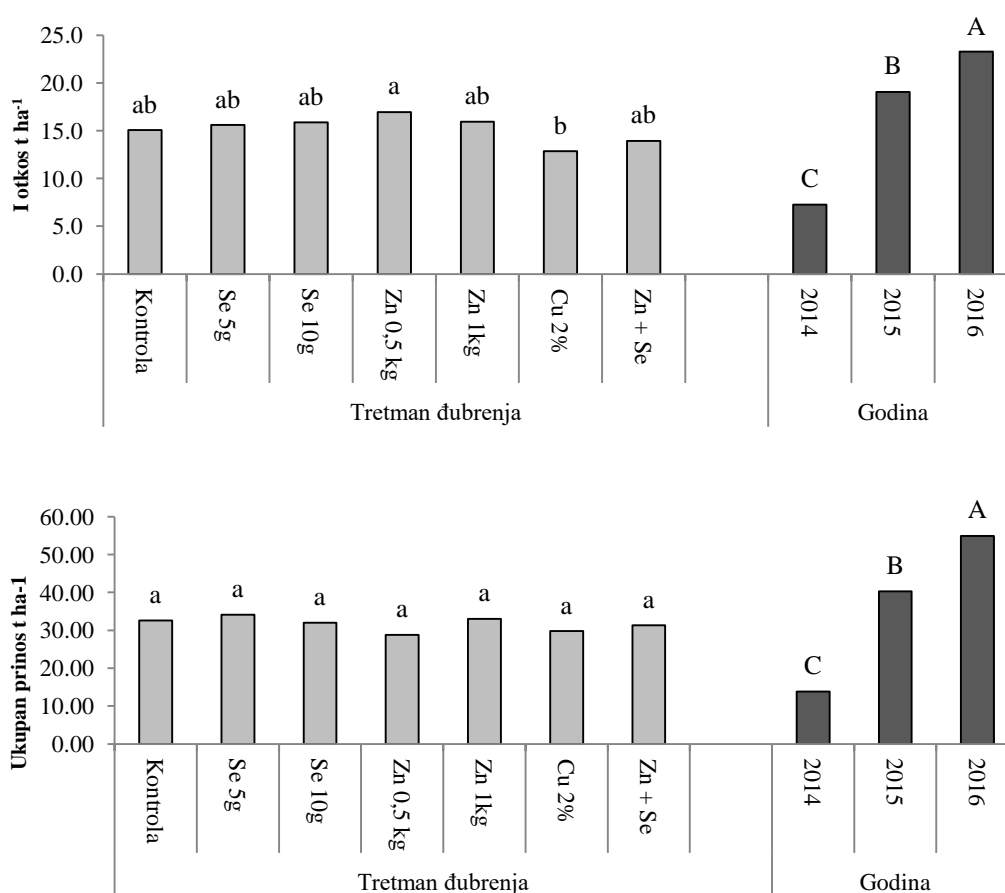
Uticaj đubrenja Se, Zn i Cu na prinos sveže mase lucerke prikazan je u Tabeli 13. U odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja, folijarno tretiranje lucerke ovim elementima nije pokazalo značajni uticaj na prinos u prvom otkosu, kao i na ukupan prinos u skoro svim godinama ogleda. Statistički značajne razlike su utvrđene u trećoj godini ogleda, u kojoj je na tretmanu Cu% osvareno značajno niži prinos u prvom otkosu u odnosu na tretman 0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup>.

Tabela 13. Uticaj đubrenja Se, Zn i Cu na prinos sveže mase lucerke (t ha<sup>-1</sup>)

Godina	Tretman	Otkos				Godišnje
		I	II	III	IV	
2014	Kontrola	7,9 a	7,3 a	-	-	15,2 a
	Se 5g	6,6 a	5,9 a	-	-	12,4 a
	Se 10g	6,7 a	5,7 a	-	-	12,5 a
	Zn 0,5 kg	7,5 a	6,5 a	-	-	14,0 a
	Zn 1kg	8,5 a	7,7 a	-	-	16,2 a
	Cu 2%	6,1 a	6,5 a	-	-	12,6 a
	Zn + Se	7,4 a	6,4 a	-	-	13,8 a
2015	Kontrola	18,9 a	14,1 a	8,2 a	-	41,2 a
	Se 5g	20,8 a	14,1 a	6,6 a	-	41,5 a
	Se 10g	19,5 a	12,7 a	6,4 a	-	38,5 a
	Zn 0,5 kg	20,6 a	14,6 a	8,4 a	-	43,6 a
	Zn 1kg	19,6 a	14,2 a	6,2 a	-	40,0 a
	Cu 2%	17,1 a	13,2 a	6,6 a	-	36,9 a
	Zn + Se	16,9 a	14,7 a	8,5 a	-	40,0a
2016	Kontrola	21,8ab*	13,9 a	12,0 b	2,6 a	50,4 a
	Se 5g	23,3 ab	17,1 a	18,6 a ab	4,0 a	63,0 a
	Se 10g	27,0 a	16,0 a	12,2 ab	2,9 a	58,1 a
	Zn 0,5 kg	28,6 a	15,7 a	15,3 ab	2,0 a	61,6 a
	Zn 1kg	23,4 ab	12,8 a	14,4 ab	2,2 a	52,8 a
	Cu 2%	17,9 b	14,1 a	14,4 ab	3,5 a	49,9 a
	Zn + Se	21,4 ab	12,2 a	12,4 ab	3,1 a	48,9 a

\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike u okviru jedne godine. U sve tri godine ogleda tretman kao izvor varijabilnosti nije bio značajan na nivou p<0,05.

Ukoliko posmatramo uticaj đubrenja po tretmanima u svim godinama (Grafikon 10) na prinos sveže mase lucerke, utvrđena je statistički značajna razlika između prinosa ostvarenog na tretmanima sa primenjenim Cu i 0,5 kg Zn. Prinos sveže mase lucerke se razlikovao po godina izvođenja ogleda. Najniži prinos je očekivano ostvaren u prvoj godini, dok je najviši osvaren u trećoj godini ogleda.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno); \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T <sup>nz</sup>, G \*.

Grafikon 10. Prosečan prinos sveže mase lucerke u prvom otkosu i u toku godine

Uticaj đubrenja na prinos suve mase lucerke prikazan je u Tabeli 14 i Grafikonu 11. Kao i u slučaju prinosa sveže mase lucerke, đubrenje Se, Zn i Cu nije pokazalo značajan efekat na prinos suve mase u prvom otkosu i na ukupan prinos u toku godine. Posmatrano po tretmanima, razlike u ostvarenom prinosu u prvom otkosu su se utvrdile između tretmana đubrenim 2% Cu i 0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup>. Statistički značajne razlike u visini

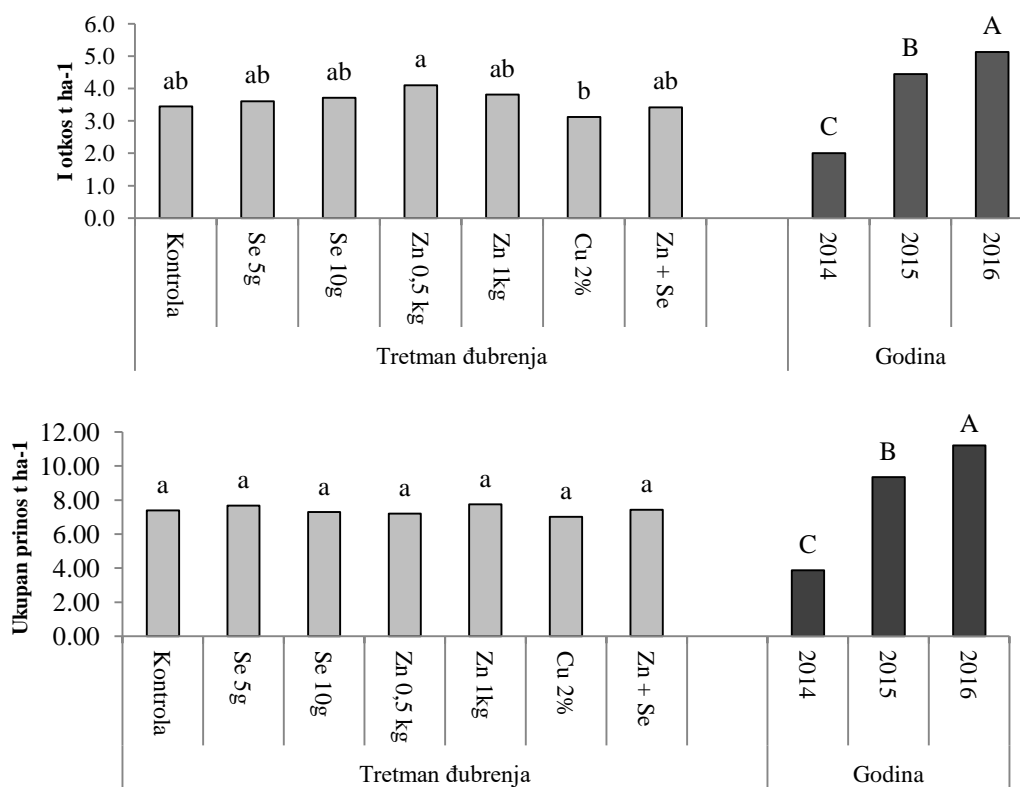
prinosu utvrđene su između različitih godina ukoliko se uzme u obzir ukupno ostvaren prinos u prvom otkosu na svim tretmanima.

Tabela 14. Uticaj đubrenja Se, Zn i Cu na prinos suve mase lucerke (t ha<sup>-1</sup>)

Tretman		Otkos				Godišnje
		I	II	III	IV	
2014	Kontrola	2,0 a	2,0 a	-	-	3,9 a
	Se 5g	1,6 a	1,7 a	-	-	3,3 a
	Se 10g	1,8 a	1,7 a	-	-	3,4 a
	Zn 0,5 kg	2,7 a	1,8 a	-	-	4,5 a
	Zn 1kg	2,2 a	2,2 a	-	-	4,4 a
	Cu 2%	1,5 a	1,9 a	-	-	3,5 a
	Zn + Se	2,2 a	1,9 a	-	-	4,1 a
2015	Kontrola	4,3 a	2,7 a	2,3 a	-	9,3 a
	Se 5g	4,8 a	2,9 a	1,9 a	-	9,6 a
	Se 10g	4,6 a	2,5 a	1,9 a	-	8,9 a
	Zn 0,5 kg	4,6 a	2,9 a	2,4 a	-	9,9 a
	Zn 1kg	4,8 a	3,0 a	1,9 a	-	9,6 a
	Cu 2%	4,1 a	2,6 a	1,9 a	-	8,7 a
	Zn + Se	4,0 a	3,0 a	2,3 a	-	9,3 a
2016	Kontrola	4,7 a	3,0 a	1,6 a	1,1 a	10,3 a
	Se 5g	5,2 a	3,6 a	2,1 a	1,6 a	12,5 a
	Se 10g	6,0 a	3,3 a	1,4 a	1,0 a	11,7 a
	Zn 0,5 kg	5,9 a	3,2 a	1,8 a	1,0 a	11,9 a
	Zn 1kg	5,0 a	2,8 a	1,9 a	1,1 a	10,8 a
	Cu 2%	4,4 a	3,1 a	1,8 a	1,5 a	10,8 a
	Zn + Se	4,7 a	2,7 a	1,7 a	1,4 a	10,4 a

\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike u okviru jedne godine. U sve tri godine ogleda tretman kao izvor varijabilnosti nije bio značajan na nivou p<0,05.





\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T<sup>nz</sup>, G\*.

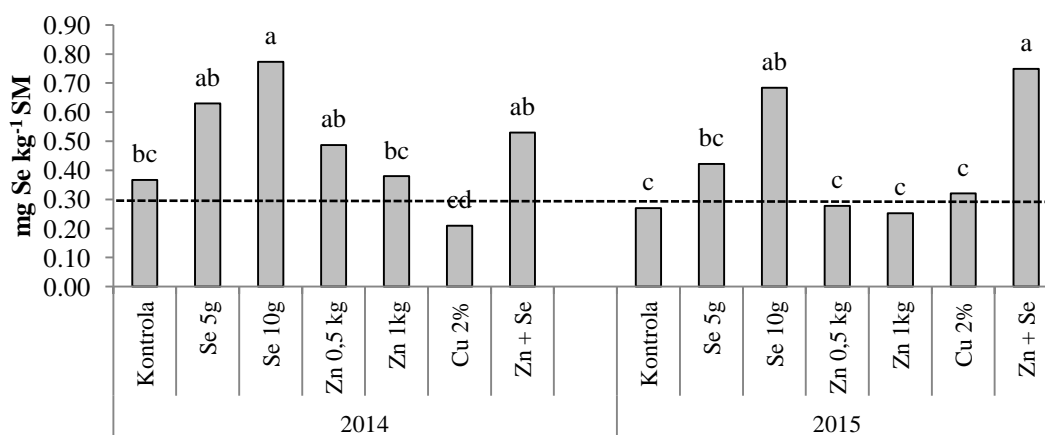
Grafikon 11. Prosečan prinos suve mase lucerke u prvom otkosu i u toku godine

### 6.6.2. Sadržaj i akumulacija Se u suvoj masi lucerke

U Grafikonu 12 prikazan je uticaj đubrenja Se, Zn i Cu na sadržaj Se u suvoj masi lucerke. U poređenju sa kontrolnim tretmanom, u obe godine je značajno viši sadržaj Se izmeren na tretmanu 10 g Se ha<sup>-1</sup> (0,77 i 0,68 mg Se kg<sup>-1</sup> SM). U prvoj godini ogleđa, sadržaj Se na ovom tretmanu je bio viši za 108%, dok je u drugoj godini dostignuto još veće povećanje od 152%.

U obe godine ogleđa, na tretmanima đubrenim Se, u suvoj masi lucerke postignut je sadržaj Se viši od preporučenog nivoa (0,3 mg kg<sup>-1</sup> SM) u ishrani goveda.

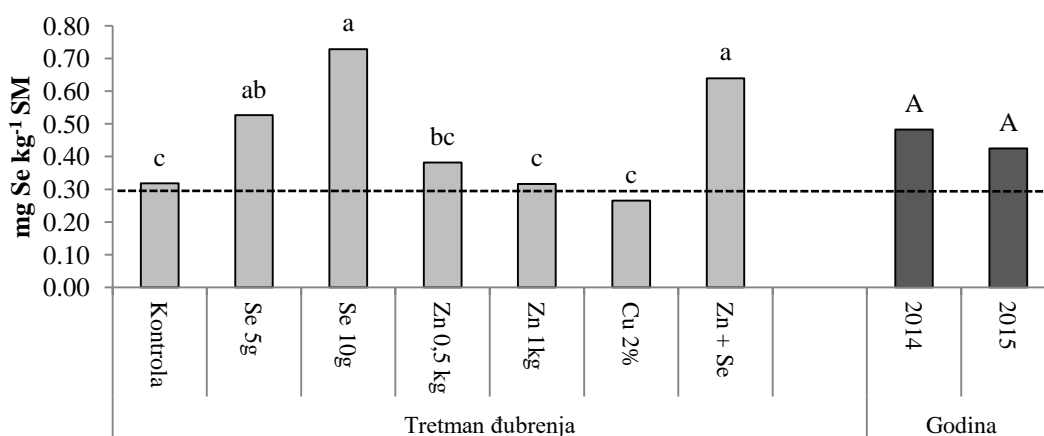
Ukoliko se posmatra prosek za obe godine, đubrenje Zn, odnosno ZnSO<sub>4</sub> (obe doze) nije negativno uticalo na sadržaj Se u lucerki. S druge strane, u 2015 godini, najviši sadržaj Se (0,75 mg Se kg<sup>-1</sup> SM) je izmeren na tretmanu sa kombinovanom primenom ovih elemenata.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u okviru godine. Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Se u ishrani goveda (NRC, 2001). Tretman kaoizvor varijabilnosti je bio značajan ( $p < 0,05$ ) u 2015.g

Grafikon 12. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na sadržaj Se u suvoj masi lucerke u pojedinačnim godinama

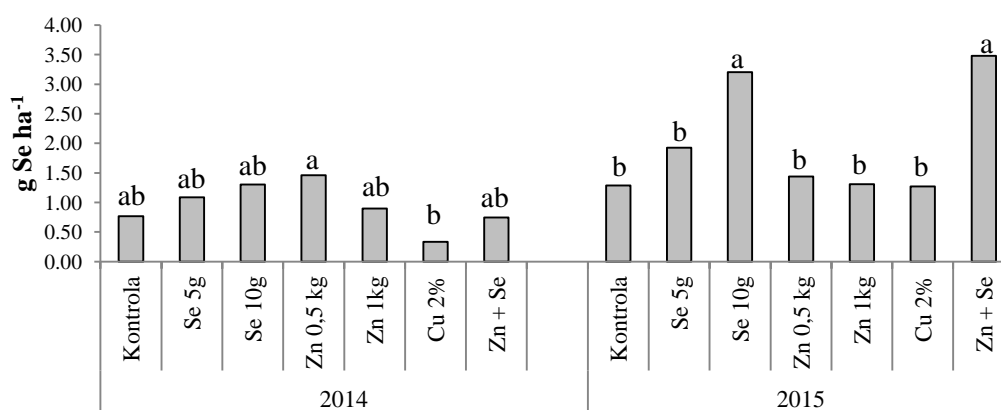
Ukoliko se posmatra uticaj tretmana u proseku za obe godine ogleđa (Grafikon 13), utvrđeno je da je najveći sadržaj izmeren na tretmanima na kojima je primenjen Se, dok se na ostalim tretmanima sadržaj nije razlikovao u odnosu na kontrolu bez đubrenja.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Se u ishrani goveda (NRC, 2001). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T \*, G <sup>nz</sup>.

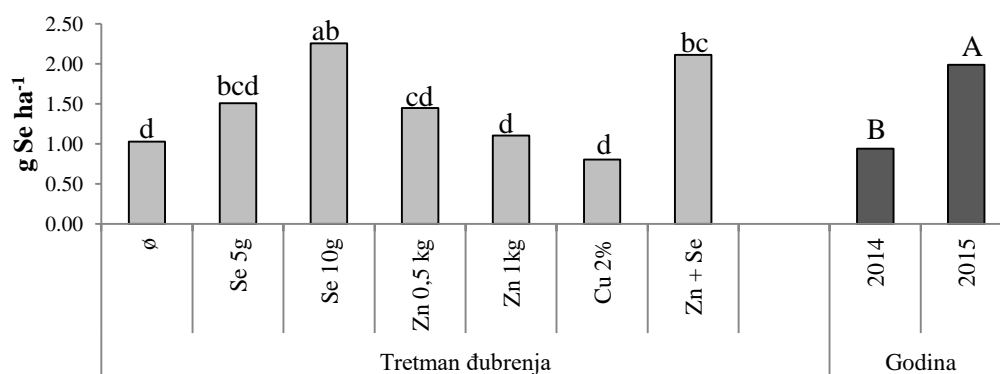
Grafikon 13. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na sadržaj Se u suvoj masi lucerke u proseku po tretmanima i godini

Akumulacija Se u suvoj masi lucerke prikazana je u Grafikonu 14. U 2015. godini je izmerena značajno viša akumulacija ovog elementa na tretmanu đubrenim sa 10 g Se ha<sup>-1</sup> (za 149%) odnosno na tretmanu sa Se i Zn u kombinaciji (za 170%). Ukoliko se posmatra prosek po tretmanima za obe godine ogleda (Grafikon 15), najveća akumulacija Se je ostvarena na tretmanima đubrenim sa 10 g Se ha<sup>-1</sup>. U 2015. godini ostvarena je značajno viša akumulacija u odnosu na 2014. godinu.



\*Mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u okviru godine. Tretman kao izvor varijabilnosti je bio značajan ( $p < 0,05$ ) u 2015.g

Grafikon 14. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na akumulaciju/iznošenje Se suvom masom lucerke u pojedinačnim godinama



\*Mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Izvor varijabilnosti (<sup>ns</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T \*, G \*.

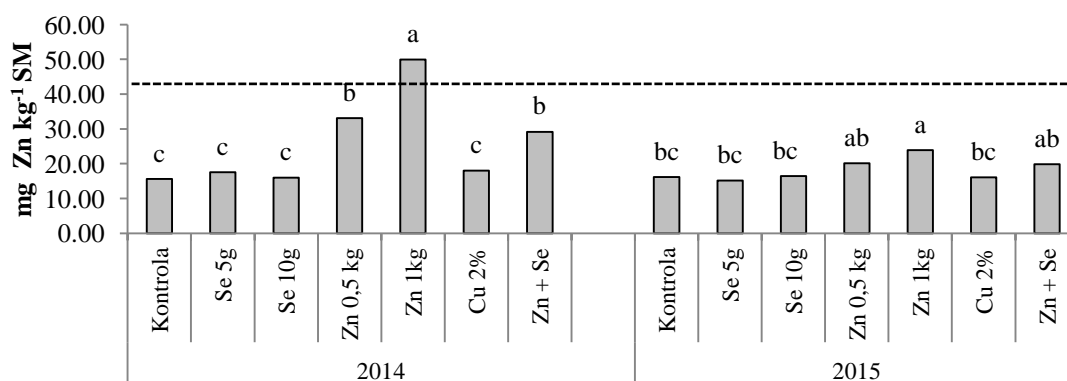
Grafikon 15. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na akumulaciju/iznošenje Se suvom masom lucerke u proseku po tretmanima i godini

### 6.6.3. Sadržaj i akumulacija Zn u suvoj masi lucerke

Utjecaj folijarnog đubrenja lucerke Se, Zn i Cu prikazan je u Grafikonu 16. U 2014. godini, na tretmanima sa primenom 0,5 i 1 kg Zn ha<sup>-1</sup> izmeren je značajno viši sadržaj Zn u poređenju sa kontrolom (za 113 i 220%). Kombinovano đubrenje Se i Zn je dovelo do povećanja sadržaja Zn (za 87%) i uticaj je bio skoro isti kao na tretmanu sa pojedinačno primenjenim Zn u istoj dozi.

U drugoj godini ogleada, đubrenje Zn je dovelo do povećanja sadržaja ovog elementa, ali ne u meri kao u prvoj godini. Značajno povećanje Zn u odnosu na kontrolu (za 48 %) je postignuto na tretmanu sa većom dozom Zn, dok niža doza Zn nije značajno uticala na sadržaj Zn.

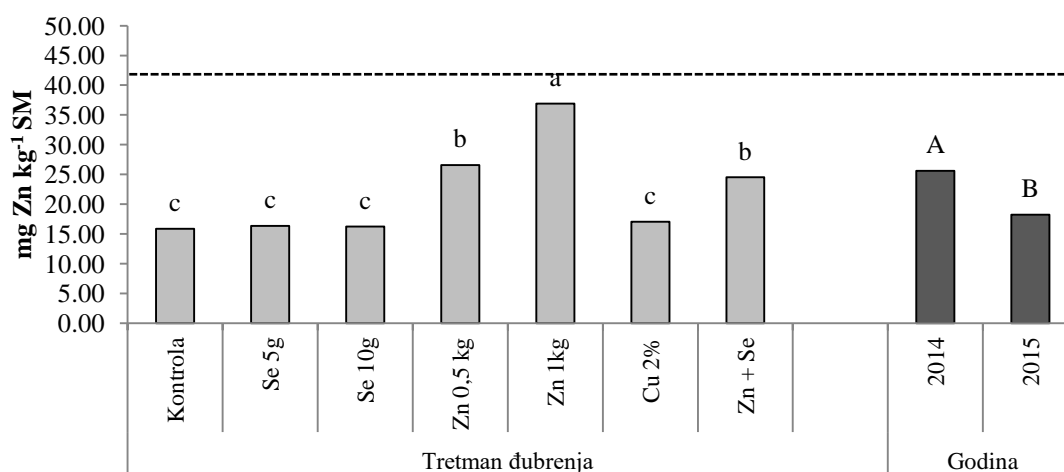
Uzimajući u obzir prosek za svaki tretman u obe godine (Grafikon 17), utvrđeno je da je folijarno đubrenje Zn, pojedinačno ili u kombinaciji sa Se, pozitivno uticalo na sadržaj Zn u suvoj masi lucerke. Posmatrajući po godinama, značajno veći sadržaj Zn je izmeren u prvoj godini u poređenju sa drugom.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Zn u ishrani goveda (NRC, 2001). Tretman kao izvor varijabilnosti je bio značajan ( $p < 0,05$ ) u 2014. i 2015.g

Grafikon 16. Uticaj đubrenja selenom, bakrom i cinkom na sadržaj Zn u suvoj masi lucerke u pojedinačnim godinama

Optimalan nivo Zn u suvoj masi lucerke (43 mg kg<sup>-1</sup> SM) postignut je samo u prvoj godini ogleada, na tretmanu sa većom dozom Zn (Grafikon 16). Posmatrajući prosek tretmana, primena Zn nije povećala sadržaj Zn u lucerki kako bi se zadovoljile nutritivne potrebe krava (Grafikon 17).



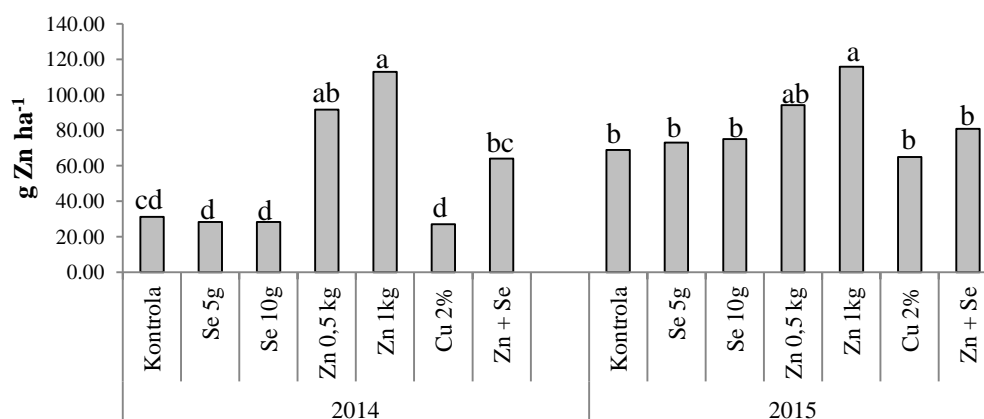
\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Zn u ishrani goveda (NRC, 2001). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T \*, G \*.

Grafikon 17. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na sadržaj Zn u suvoj masi lucerke u proseku po tretmanima i godini

U Grafikonu 18. prikazan je uticaj folijarnog đubrenja Se, Zn i Cu na akumulaciju Zn u suvoj masi lucerke. S obzirom na značajan uticaj đubrenja Zn na njegov sadržaj u biljci u 2014. godini, očekivano je da je značajno veća akumulacija Zn postignuta na ovim tretmanima (za 194 i 262%) u odnosu na tretman bez đubrenja.

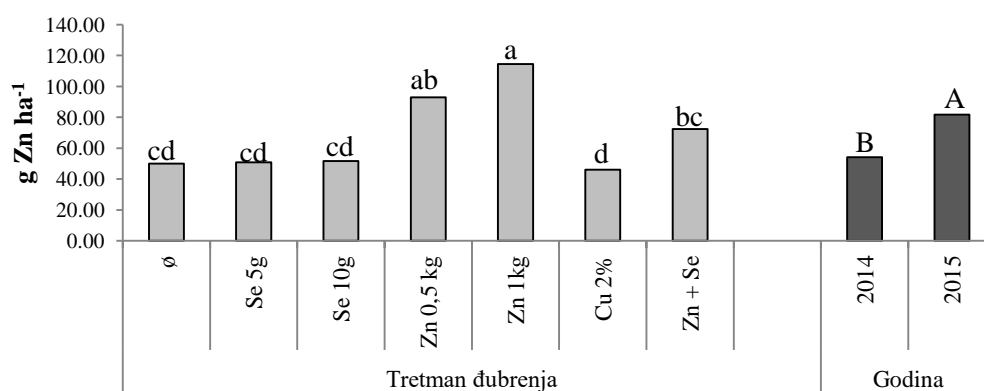
U drugoj godini ogleđa ja takođe izmerena najveća akumulacija na tretmanima đubrenim Zn, ali statistički značajno samo na tretmanu sa većom dozom Zn (115,80 g Zn ha<sup>-1</sup>).

Ukoliko poredimo prosečne vrednosti izmerene na različitim tretmanima đubrenja (Grafikon 19), možemo da utvrdimo da je najveća akumulacija Zn bila na tretmanima đubrenim Zn. Akumulacija Zn na svim tretmanima je u proseku bila značajno veća u drugoj u odnosu na prvu godinu ogleđa.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Zn u ishrani goveda (NRC, 2001). Tretman kao izvor varijabilnosti je bio značajan ( $p < 0,05$ ) u 2014.

Grafikon 18. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na akumulaciju/iznošenje Zn suvom masom lucerke u okviru godine

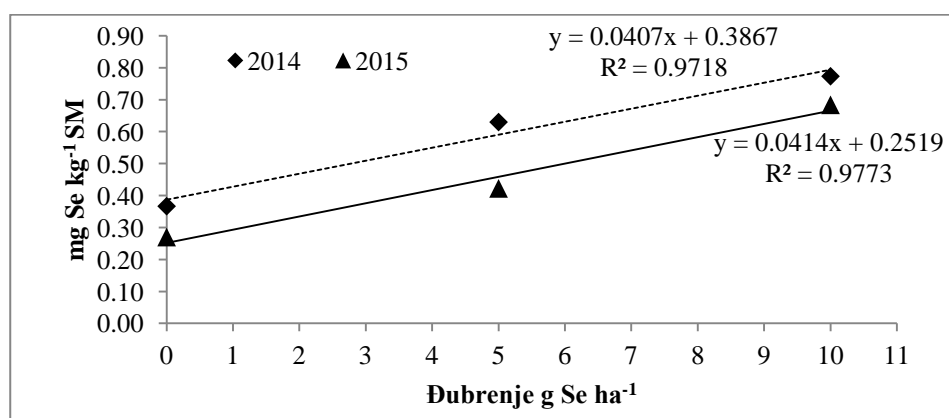


\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Zn u ishrani goveda (NRC, 2001). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T \*, G \*.

Grafikon 19. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na akumulaciju/iznošenje Se suvom masom lucerke

#### 6.6.4. Koeficijenti korelacije i jednačine regresije između primenjenog sadržaja Se i Zn i sadržaja u biljnom materijalu

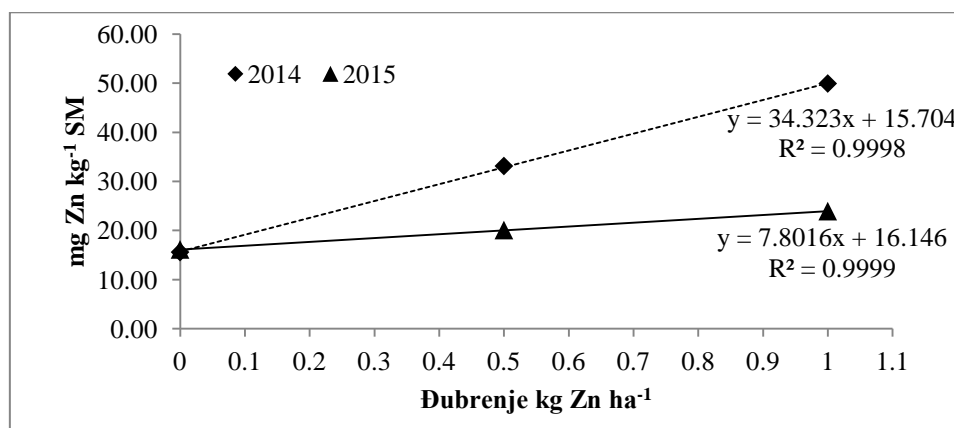
Primena folijarnog đubrenja Se dovela je do povećanja sadržaja ovog elementa u suvoj masi lucerke. U Grafikonu 20. prikazane su jednačine regresije i koeficijenti korelacije između količine primenjenog Se i sadržaja Se u suvoj masi lucerke. Očekivano, u obe godine ogleda, ostvarena je visoka pozitivna korelacija između đubrenja i sadržaja Se u biljci. Korelaciona analiza je pokazala da u obe godine istraživanja 1g primenjenog Se po hektaru povećava sadržaj Se za 0,041 mg kg<sup>-1</sup> suve mase lucerke.



Grafikon 20. Korelacija između đubrenja Se i njegovog sadržaja u suvoj masi lucerke

Regresiona analiza podataka je pokazala da đubrenje Zn pozitivno utiče na sadržaj Zn u lucerki (Grafikon 21). Ostvarena je visoka pozitivna zavisnost između primenjene količine Zn i sadržaja u suvoj masi lucerke. Međutim, uticaj na sadržaj se razlikovao u dve godine ogleda. U 2014. godini, primenom 0,1 kg Zn ha<sup>-1</sup>, sadržaj Zn u biljci se povećao za 34,32 mg Zn kg<sup>-1</sup>, za razliku od 2015. godine kada se povećao za 7,8 mg Zn kg<sup>-1</sup> SM.





Grafikon 21. Korelacija između đubrenja Zn i njegovog sadržaja u suvoj masi lucerke

### 6.6.5. Sadržaj sirovih proteina i sadržaj makroelemenata u suvoj masi lucerke

Uticaj đubrenja Se, Zn i Cu na sadržaj SP i sadržaj makroelemenata u suvoj masi lucerke prikazan je u Tabeli 15. Folijarna primena ovih elemenata nije značajno uticala na sadržaj SP, kao i na sadržaj ispitivanih makroelemenata u 2014. godini. U drugoj godini ogleda, u poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja, sadržaj SP se značajno povećao samo na tretmanu sa Se i Zn u kombinaciji. Ukoliko se poredi sadržaj SP po godinama, u proseku je u 2014. godini izmeren značajno viši sadržaj u odnosu na 2015. godinu.

Tabela 15. Uticaj đubrenja Se, Zn i Cu na sadržaj SP i sadržaj makroelemenata u suvoj masi lucerke

Tretman		CP	P	K	S	Ca	Mg
		%	%	%	%	%	%
2014	Kontrola	21,25 a	0,25 a	1,50 a	0,36 a	3,38 a	0,36 a
	Se 5g	21,90 a	0,24 a	1,36 a	0,30 ab	3,54 a	0,34 a
	Se 10g	21,63 a	0,23 a	1,28 a	0,31 ab	3,72 a	0,37 a
	Zn 0,5 kg	21,13 a	0,25 a	1,30 a	0,28 bc	3,51 a	0,31 a
	Zn 1kg	22,85 a	0,24 a	1,62 a	0,32 ab	3,24 a	0,27 a
	Cu 2%	21,79 a	0,25 a	1,44 a	0,30 ab	3,36 a	0,30 a
	Zn + Se	21,48 a	0,25 a	1,45 a	0,29 ab	3,44 a	0,28 a
2015	Kontrola	17,88 bc	0,22 a	1,62 a	0,24 bc	2,28 a	0,27 a
	Se 5g	19,58 ab	0,21 a	1,43 a	0,32 a	2,07 a	0,28 a
	Se 10g	19,90 ab	0,22 a	1,43 a	0,27 ac	2,50 a	0,27 a
	Zn 0,5 kg	19,02 ab	0,23 a	1,41 a	0,25 ac	2,47 a	0,26 a
	Zn 1kg	19,81 ab	0,21 a	1,27 a	0,27 ab	2,22 a	0,26 a
	Cu 2%	19,54 ab	0,22 a	1,32 a	0,23 bc	2,48 a	0,26 a
	Zn + Se	20,52 a	0,21 a	1,49 a	0,20 cd	2,52 a	0,28 a
Godina							
2014		21,72 A	0,24 A	1,42 A	0,31 A	3,46 A	0,32 A
2015		19,46 B	0,22 B	1,42 A	0,25 B	2,36 B	0,27 B

\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike u okviru jedne godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina.

Posmatrano po godinama, značajno viši sadržaj P u suvoj masi lucerke je izmeren u 2014. godini. Značajno niži sadržaj S u odnosu na kontrolni tretman, ostvaren je na tretmanima 0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> u 2014. godini i 5 g Se ha<sup>-1</sup> u 2015. godini.

Kao i u slučaju P i K, sadržaj Ca i Mg u masi lucerke nije se značajno menjao pod uticajem folijarnih tretmana, ali u proseku, značajno viši sadržaj ovih elemenata su izmereni u prvoj u odnosu na drugu godinu oglada.

### 6.6.6. Sadržaj mikroelemenata u suvoj masi lucerke

U Tabeli 16. prikazan je uticaj folijarnog đubrenja na sadržaj mikroelemenata u suvoj masi lucerke. U odnosu na kontrolni tretman, očekivano značajno viši sadržaj Cu u obe godine oglada ostvaren je na tretmanu sa primenjenim Cu. U prvoj godini oglada, u odnosu na kontrolu (6,41 mg Cu kg<sup>-1</sup>), sadržaj Cu na đubrenom tretmanu je povećan čak za 773% (55,97 mg Cu kg<sup>-1</sup>), dok je u drugoj godini oglada povećanje bilo nešto manje, 125 % (16,20 mg Cu kg<sup>-1</sup>). Posmatrajući po godinama, viši sadržaj Cu je utvrđen u toku prve godine oglada.

Đubrenje Se, Zn i Cu nije uticalo na sadržaj Fe, Mn, Co i Mo u suvoj masi lucerke, međutim, ukoliko se posmatra prosek po godinama, utvrđen je značajno viši sadržaj ovih elemenata u 2014. u odnosu na 2015. godinu.

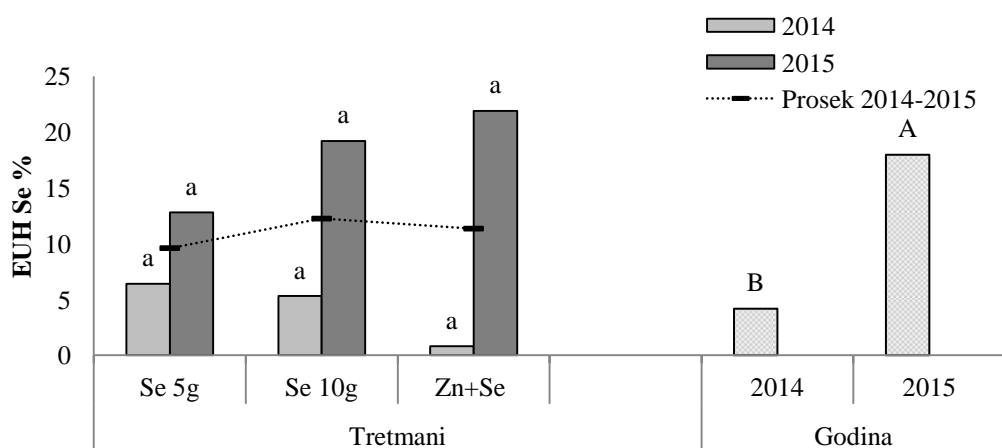
Tabela 16. Uticaj đubrenja Se, Cu i Zn na sadržaju mikroelemenata u suvoj masi lucerke

	Tretmani	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Co mg kg <sup>-1</sup>	Mo mg kg <sup>-1</sup>
2014	Kontrola	6,41 b	417 ab	54,65 a	0,29 a	1,02 a
	Se 5g	7,43 b	407 ab	57,22 a	0,27 a	0,86 a
	Se 10g	8,27 b	353 bc	59,01 a	0,29 a	0,78 a
	Zn 0,5 kg	7,37 b	591 a	61,56 a	0,37 a	0,78 a
	Zn 1kg	9,63 b	493 ab	56,21 a	0,38 a	0,86 a
	Cu 2%	55,97 a	491 ab	58,00 a	0,28 a	0,72 a
	Zn + Se	8,02 b	336 bc	54,76 a	0,26 a	0,88 a
2015	Kontrola	7,19 b	113 a	26,17a	0,06 a	0,87 a
	Se 5g	7,28 b	104 a	27,30 a	0,05 a	0,48 a
	Se 10g	7,38 b	122 a	26,71 a	0,05 a	0,70 a
	Zn 0,5 kg	7,26 b	129 a	26,13 a	0,15 a	0,59 a
	Zn 1kg	8,03 b	112 a	25,54 a	0,10 a	0,51 a
	Cu 2%	16,20 a	120 a	29,46 a	0,18 a	0,55 a
	Zn + Se	8,97 b	119 a	25,45 a	0,12 a	0,47 a
Godina						
	2014	14,73 A	441 A	57,35 A	0,31 A	0,84 A
	2015	8,90 B	117 B	26,68 B	0,10 B	0,60 B

\*Mala slova predstavljaju statistički značajne razlike u okviru jedne godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina

### 6.6.7. Efikasnost usvajanja Se i Zn

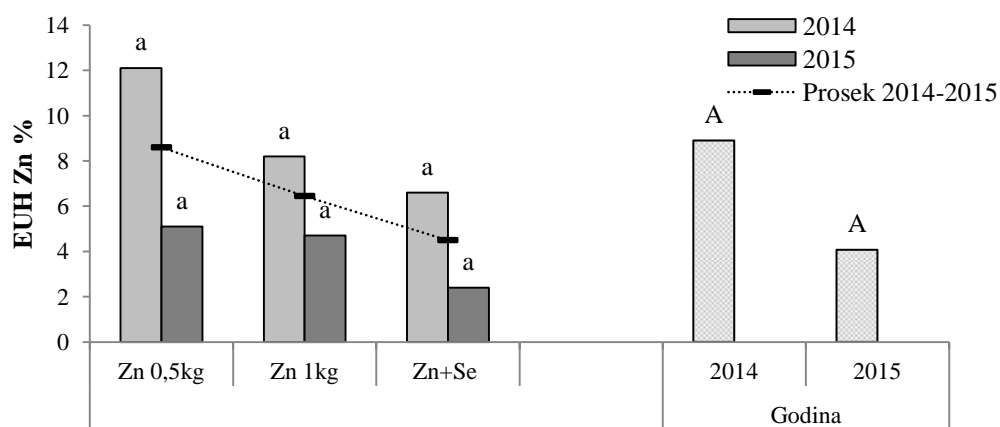
Efikasnost usvajanja hraniva (EUH) predstavlja količinu usvojenog elementa po jedinici primenjenog elementa i izražava se u procentima. U prvoj godini ogleđa, manja doza primenjenog Se je imala veću efikasnost (6,4%) u odnosu na veću dozu (5,3%) i kombinaciju Se i Zn (0,8%) (Grafikon 22). U drugoj godini situacija je bila drugačija, najveću efikasnost je imao tretman sa Se i Zn u kombinaciji (21,9%), zatim tretman sa 10 g Se (19,2%) a najmanju tretman 5 g Se ha<sup>-1</sup> (12,8%). Posmatrajući po godinama, mnogo veća efikasnost primenjenog đubriva Se (17,97%) je ostvarena u 2015. godini.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u okviru godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti p<0,05): T <sup>nz</sup> u obe godine, G \*

Grafikon 22. Efikasnost usvajanja Se nadzemnom masom lucerke

U obe godine ogleđa (Grafikon 23), ostvaren je isti trend efikasnosti na tretmanima sa Zn. Najveću efikasnost je imao tretman sa najmanjom dozom Zn (12,1 i 5,1%), zatim tretman 1 kg Zn ha<sup>-1</sup> (8,2 i 4,7%) dok se najmanje efikasnim pokazao tretman sa Se i Zn u kombinaciji (6,6 i 2,4%). Za razliku od Se, u 2014. godini je ostvarena veća efikasnost primenjenog đubriva.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (T) u okviru godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): T <sup>nz</sup> u obe godine, G <sup>nz</sup>.

Grafikon 23. Efikasnost usvajanja Zn nadzemnom masom lucerke

## 6.7. Poljski ogled sa kukuruzom

### 6.7.1. Prinos zelene mase kukuruza

Prinos zelene mase silažnog kukuruza prikazan je u Tabeli 17. Ukoliko se posmatra prosečan prinos na tretmanima na kojima je primenjen N preko zemljišta, najveći prinos je postignut na tretmanu sa najvećom dozom N a najmanji na tretmanu bez primene azotnog đubriva. U proseku, đubrenje mikroelementima nije značajno uticalo na povećanje prinosa u odnosu na tretman bez primene mikroelemenata.

Tabela 17. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prinos zelene mase silažnog kukuruza ( $\text{kg ha}^{-1}$ )

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek	
2014	Ø	50,5 ab	53,1 ab	49,0 ab	58,1 a	52,6	
	Se	49,8 ab	54,1 ab	50,1 ab	56,1 ab	52,6	
	Zn	50,5 ab	51,2 ab	53,8 ab	53,1 ab	52,1	
	Zn+U	48,8 b	56,8 ab	53,8 ab	57,4 ab	54,2	
	Prosek	49,9 B	53,8AB	51,7AB	56,2A		
2015	Ø	28,1 cd	34,5 bc	31,5 bcd	44,4 a	34,6A	
	Se	30,7 bd	30,4 bcd	36,0 b	30,3 bcd	31,9AB	
	Zn	25,3 d	33,7 bc	32,8 c	30,7 bcd	30,6B	
	Zn+U	28,2 cd	29,0 bcd	31,8 bcd	31,8 bcd	30,2B	
	Prosek	28,1B	31,9 A	33,0 A	34,3 A		
2016	Ø	68,5	67,2	71,7	75,6	70,8	
	Se	66,9	71,3	77,4	74,9	72,6	
	Zn	71,9	70,8	69,8	68,9	70,3	
	Zn+U	69,3	69,4	70,0	74,3	70,8	
	Prosek	69,2	69,7	72,2	73,4		
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup>					
		M <sup>nz</sup>					
		NxM <sup>nz</sup>					
	2015	N*					
		M <sup>nz</sup>					
		NxM*					
	2016	N <sup>nz</sup>					
		M <sup>nz</sup>					
		NxM <sup>nz</sup>					

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

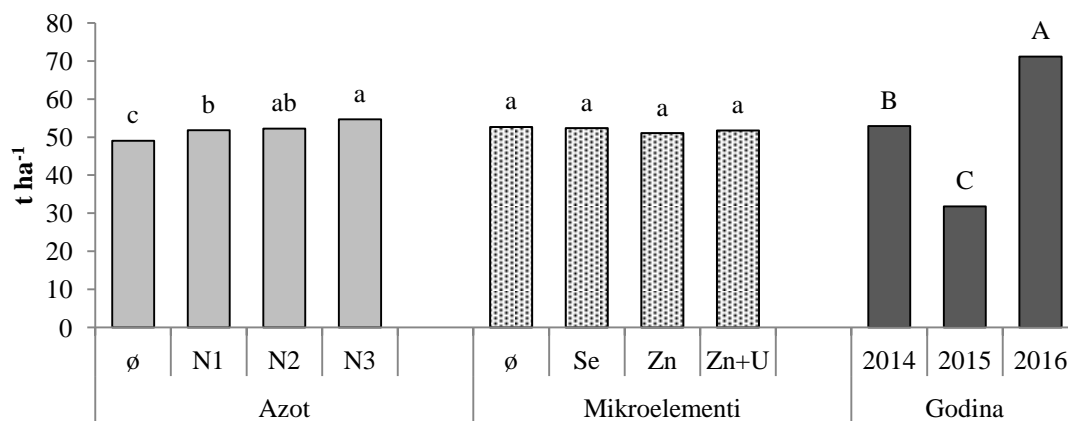
U 2015. godini najniži prinos ( $28 \text{ t ha}^{-1}$ ) je ostvaren na tretmanu Zn+U, bez primene N preko zemljišta. Najviši prinos ( $44 \text{ t ha}^{-1}$ ) ostvaren na tretmanu sa najvišom

dozom azota, bez primene mikroelemenata i ujedno predstavlja tretman na kome je postignut najviši prinos koji se statistički razlikovao u odnosu na sve ostale tretmane. U proseku, đubrenje N je značajno povećalo prinos zelene mase u odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja. U 2015. godini, na tretmanima đubrenim mikroelementima, značajno manji prinosi u odnosu na kontrolu su ostvareni na tretmanima đubrenim Zn.

U trećoj godini ogleđa, tretmani đubrenja N i mikroelementima nisu ostvarili značajan uticaj na prinos zelene mase silažnog kukuruza.

Prosečan prinos zelene mase ostvaren na različitim tretmanima i unutar jedne godine prikazan je u Grafikonu 24. Prosečan prinos na tretmanima đubrenim N se kretao od 52 t ha<sup>-1</sup> na tretmanu N1 do 55 t ha<sup>-1</sup> na tretmanu N3. Đubrenje N je značajno uticalo na povećanje prinosa u poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja. Očekivano, nije utvrđen značajan uticaj đubrenje mikroelementima na prinos zelene mase silažnog kukuruza.

Prosečan prinos ostvaren po godinama se značajno razlikovao. U trećoj godini ogleđa ostvaren je najviši prinos (71 t ha<sup>-1</sup>) dok je najniži prinos ostvaren u drugoj godini ogleđa (32 t ha<sup>-1</sup>).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05): N\*, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 24. Uticaj đubrenja azotom i mikroelementima na prosečan prinos zelene mase silažnog kukuruza



### 6.7.2. Udeo lista

U 2014. godini najveći udeo lista (Tabela 18) je ostvaren na tretmanu sa srednjom dozom N (18,8 %), a najmanji (13,8 %) na tretmanu sa istom dozom N i primenom Se. Đubrenje N u proseku nije značajno uticalo na promene vrednosti udela lista u ukupnoj zelenoj masi silažnog kukuruza, za razliku od mikroelemenata, gde je ostvaren najmanji udeo lista na tretmanu Zn+U, a najveći na tretmanu sa primenjenim Zn.

U drugoj godini oglada, najveći udeo lista (15,1 %) je ostvaren na tretmanu sa najvećom dozom N u kombinaciji sa Zn+U, dok je najmanji udeo izmeren na istom tretmanu (N2+Se) kao i u prethodnoj godini. U proseku, đubrenje N i mikroelementima nije značajno uticalo na promene udela lista u ukupnoj zelenoj masi silažnog kukuruza.

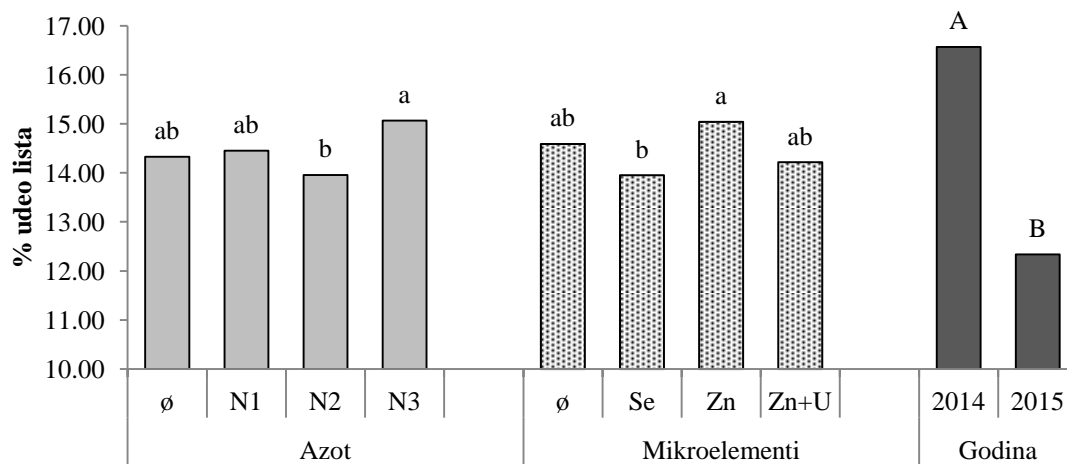
Tabela 18. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na udeo lista u zelenoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	15,9 abc	17,2 ab	17,2 ab	17,5 ab	17,0 AB
	Se	16,1 abc	17,2 ab	13,8 c	17,0 abc	16,0 AB
	Zn	17,4 ab	16,3 abc	18,8 a	18,1 ab	17,6 A
	Zn+U	14,7 bc	15,7 abc	15,6 abc	16,6 abc	15,6 B
	Prosek	16,0	16,6	16,3	17,3	
2015	Ø	13,0 abc	12,8 abc	11,6 bcd	11,5 bcd	12,2
	Se	12,9 abc	11,8 bcd	9,6 df	13,2 abc	11,9
	Zn	12,1 bcd	12,1 bcd	14,1 ab	11,5 bcd	12,4
	Zn+U	12,6 abc	12,5 abc	11,0 cd	15,1 a	12,8
	Prosek	12,6	12,3	11,6	12,8	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>*</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Prosečan udeo lista na tretmanima đubrenim N (Grafikon 25) se kretao od 13,95 do 15,06 %. Statistički značajne razlike su ostvarene između udela lista ostvarenog na tretmanu N2 i N3.

Godina je značajno uticala na prosečan udeo lista. Veći prosečan udeo lista je izmeren 2014. godine (16,56%) u odnosu na 2014. godinu (12,33%).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 25. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan udeo lista u zelenoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.3. Udeo klipa

U prvoj godini oglada najveći udeo klipa (57,4 %) u ukupnoj zelenoj masi kukuruza ostvaren je na tretmanu đubrenim sa srednjom dozom N i Se, dok je najmanji udeo (50,2 %) izmeren na tretmanu sa istom dozom N i primenjenim Zn (Tabela 19). Prosečan udeo klipa u zelenoj masi kukuruza se kretao od 55 do 54,8 % na tretmanima sa primenjenim N i 53,6 do 54,2 % na tretmanima sa mikroelementima.

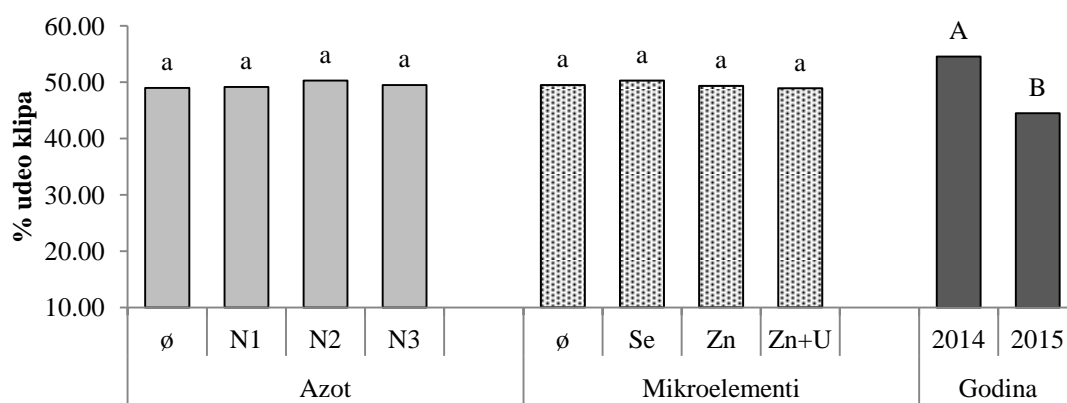
U drugoj godini oglada najmanji udeo klipa je izmeren na tretmanu đubrenim najnižom dozom N i Zn+U, dok je istovremeno, na tretmanu đubrenim Zn+U, ali bez primene N preko zemljišta ostvaren najveći udeo klipa.

Tabela 19. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na udeo klipa u zelenoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	54,4 abc	55,9 ab	54,0 abc	52,5 bc	54,2
	Se	55,5 ab	54,6 abc	57,4 a	52,3 bc	55,0
	Zn	53,3 abc	54,9 ab	50,2 c	55,9 ab	53,6
	Zn+U	56,2 ab	54,7 abc	54,1 abc	56,0 ab	55,2
	Prosek	54,8	55,0	54,0	54,2	
2015	Ø	43,0 ab	44,6 ab	45,5 ab	45,7 ab	44,7
	Se	43,8 ab	44,5 ab	49,0 ab	44,7 ab	45,5
	Zn	41,9 b	46,0 ab	45,8 ab	46,4 ab	45,0
	Zn+U	43,7a	37,9 b	46,2ab	42,3 ab	42,5
	Prosek	43,1	43,3	46,6	44,8	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Uzimajući u obzir prosek udela klipa u ukupnoj zelenoj masi kukuruza tokom dve godine oglada (Grafikon 26), utvrđeno je da đubrenje N, kao i đubrenje mikroelementima nije imalo značajnog uticaja, tj. nisu utvrđene statističke značajnosti između tretmana. Prosečan udeo lista se značajno razlikavao tokom dve godine oglada: tokom prve je iznosio 54,50%; tokom druge 44,44%.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 26. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan udeo kliša u zelenoj masi silažnog kukuruza

#### 6.7.4. Udeo stabla

U Tabeli 20 prikazan je uticaj đubrenja na udeo stabla u zelenoj masi silažnog kukuruza. U 2014. godini najveći udeo stabla (31,1 %) ostvaren je na tretmanu đubrenim sa srednjom dozom N i Zn u kombinaciji. Ovaj tretman se značajno razlikovao samo u odnosu na tretman sa najvećom dozom N i primenjenim Zn, na kome je i izmeren najmanji udeo stabla (26,0 %).

U drugoj godini oglada najveći udeo stabla (54,6 %) je postignut na tretmanu sa najvećom dozom N u kombinaciji sa đubrenjem Zn+U, dok je najmanji udeo izmeren na tretmanu N2 + Zn (40,2 %).

S obzirom da u obe godine oglada đubrenje N i mikroelementima u proseku nije značajno uticalo na udeo lista i klipa u ukupnoj zelenoj masi silažnog kukuruza, očekivano je da nije utvrđen značajan uticaj na udeo stabla.

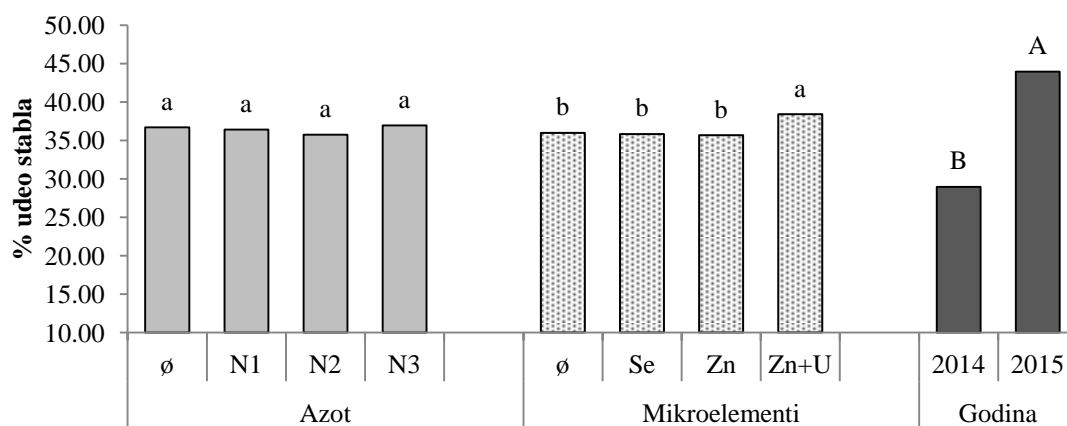
Tabela 20 Uticaj đubrenja N i mikroelementima na udeo stabla u zelenoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	29,6 ab	27,0 ab	28,8 ab	30,0 ab	28,6
	Se	28,5 ab	28,1 ab	28,8 ab	30,6 a	29,0
	Zn	29,3 ab	28,8 ab	31,1 a	26,0 b	28,8
	Zn+U	29,1 ab	29,6 ab	30,2 ab	27,4 ab	29,1
	Prosek	29,1	28,4	30,0	28,5	
2015	Ø	44,1 ab	42,6 b	42,9 ab	42,7 b	43,1
	Se	43,3 ab	43,7 ab	41,4 b	42,1 b	42,6
	Zn	46,0 ab	41,9 b	40,2 b	42,1 b	42,5
	Zn+U	43,7 ab	49,6 ab	42,8 b	54,6 a	47,7
	Prosek	44,3	44,4	41,8	45,4	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Za razliku od đubrenja N, u proseku za dve godine oglada, đubrenje Zn i ureom u kombinaciji je imalo značajnog uticaja i prosečan udeo stabla na ovom tretmanu se

značajno razlikovao u odnosu na kontrolu i ostale tretmane đubrenja. Godina je i u ovom slučaju imala uticaja, značajno veći udeo stabla je ostvaren u 2015. godini (43,97%) u odnosu na 2014. (28,94%)



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 27. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan udeo stabla u zelenoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.5. Sadržaj sirovih proteina

Primena N đubriva predstavlja jedan od faktora koji se ispitivao u ogledu i bilo je očekivano da će đubrenje ovim elementom dovesti do značajnog povećanja njegovog sadržaja, odnosno sadržaja SP u biljci. Sadržaj SP u 2014. godini se kretao od 7,60 % na tretmanu N3 do 9,69% na tretmanu N2 u kombinaciji Zn+U. U 2015. godini sadržaj se kretao od 3,98% na tretmanu sa primenom Zn, bez primene N, do 7,65% na tretmanu N3+Se (Tabela 21).

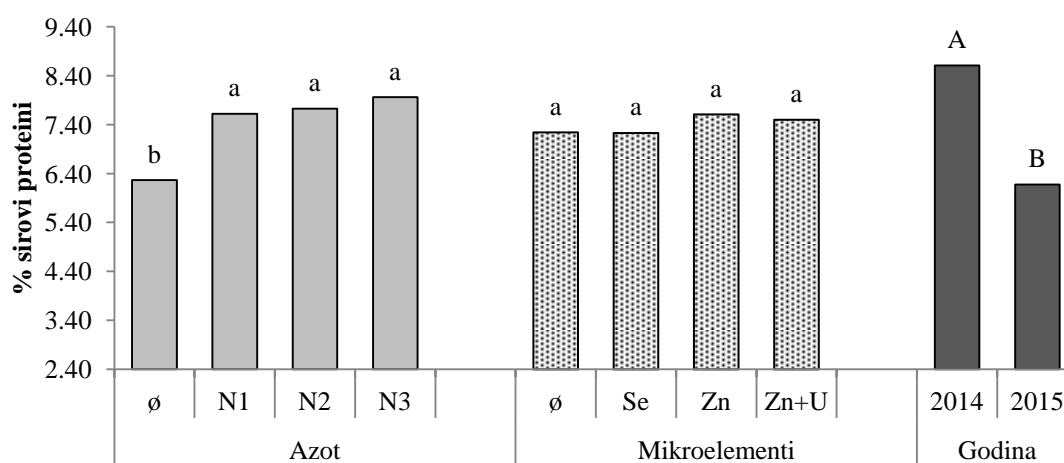
Tabela 21. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj sirovih proteina u suvoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	7,92 abc	9,15 abc	8,88 abc	7,60 c	8,39
	Se	7,88 bc	8,71 abc	8,29 abc	8,73 abc	8,40
	Zn	7,96 abc	8,50 abc	9,33 ab	9,63 ab	8,85
	Zn+U	7,67 c	9,13 abc	9,69 a	8,71 ab	8,80
	Prosek	7,85 B	8,87 A	9,05 A	8,67 AB	
2015	Ø	4,94 efg	6,17 bcde	6,13 bcde	7,15 abc	6.09
	Se	5,29 defg	5,46 def	5,81 cdef	7,65 a	6.05
	Zn	3,98 g	7,48 ab	6,65 abcd	7,33 ab	6.36
	Zn+U	4,48 fg	6,40 abcd	7,04 abc	6,88 abc	6.20
	Prosek	4,67 C	6,38 B	6,41 B	7,25 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>*</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

U prvoj godini ogleda, u odnosu na kontrolu bez đubrenja na tretmanima N1 i N2 primena N je dovela do značajnog povećanja sadržaja u biljnom materijalu. U drugoj godini ogleda, đubrenje N je imalo značajan uticaj, ali za razliku od prve godine, sadržaj SP na tretmanima N1 i N2 se razlikovao kako u odnosu na kontrolni tretman, tako i na tretman N3, na kome je postignut najveći prosečan sadržaj SP. Folijarno đubrenje mikroelementima ni u jednoj godini ogleda nije značajno uticalo na sadržaj SP u biljci kukuruza.

Prosečan sadržaj SP u suvoj masi lucerke (Grafikon 28) na tretmanima đubrenim N se kretao od 7,62- 7,96 mg kg<sup>-1</sup> SM i na svim tretmanima je značajno veći u odnosu na neđubreni tretman (6,26 mg kg<sup>-1</sup>). Folijarno đubrenje silažnog kukuruza mikroelementima se nije izdvojilo kao značaja faktor u povećanju sadržaja SP. Prosečan sadržaj SP proteina se značajno razlikovao tokom dve godine ogleda: 8,61% u prvoj i 6,18% u drugoj.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N\*, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 28. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj SP u suvoj masi silažnog kukuruza



### 6.7.6. Sadržaj P

U 2014. godini najviši sadržaj P (0,23 %) u suvoj masi silažnog kukuruza (Tabela 22) ostvaren je na dva tretmana đubrena najnižom dozom N, kontrolnom bez đubrenja mikroelementima i tretmanu sa primenjenim Se. Značajno manji sadržaj P (0,13%) u odnosu na sve ostale tretmane je ostvaren na tretmanu sa najnižom dozom N i primenom Zn+U. U proseku, đubrenje N i mikroelementima obe godine ogleda nije značajno uticalo na sadržaj P u suvoj masi silažnog kukuruza.

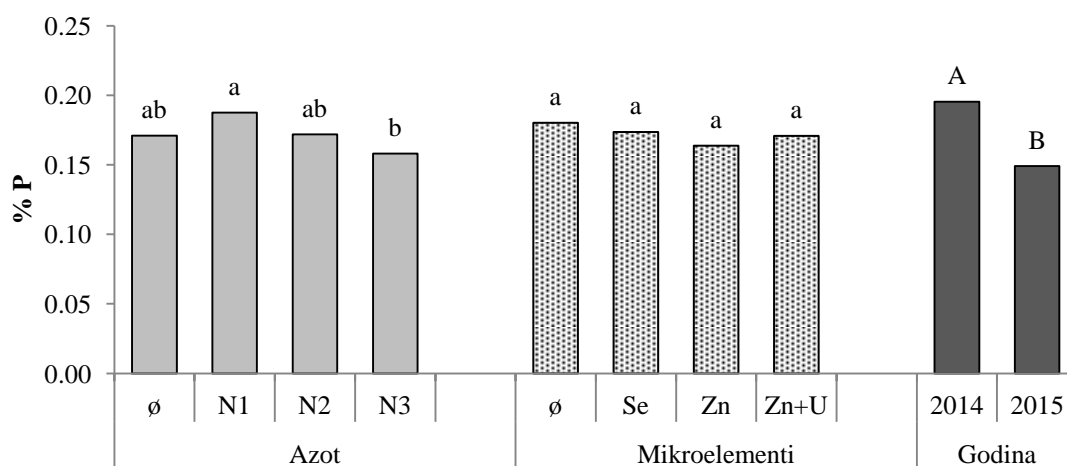
Tabela 22. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj P u suvoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	ø	0,20 ab	0,23 a	0,21 a	0,20 ab	0,21
	Se	0,20 ab	0,23 a	0,19 ab	0,19 ab	0,20
	Zn	0,18 ab	0,17 ab	0,19 ab	0,22 a	0,19
	Zn+U	0,18 ab	0,13 b	0,22 a	0,17 ab	0,18
	Prosek	0,19	0,19	0,20	0,20	
2015	ø	0,16 ab	0,17 ab	0,14 b	0,13 b	0,15
	Se	0,17 ab	0,16 ab	0,13 b	0,11 b	0,14
	Zn	0,13 b	0,16 ab	0,14 ab	0,12 b	0,14
	Zn+U	0,15 ab	0,25 a	0,15 ab	0,12 b	0,17
	Prosek	0,15 AB	0,19A	0,14 AB	0,12 B	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Rezultati proseka sadržaja P u biljnoj masi kukuruza tokom dve godine ogleda su pokazali da đubrenje N nije značajno uticalo na posmatrani parametar (Grafikon 28). Sadržaj P na tretmanima đubrenim N se kretao od 0,16 do 0,17% i značajne razlike su ostvarene samo između tretmana đubrenih sa najmanjom i najvećom dozom N. Đubrenje N nije ostvarilo značajan uticaj na prosečan sadržaj P u suvoj biljnoj masi silažnog kukuruza.

Značajne razlike u sadržaju P su utvrđene kada se uzeo u obzir prosek sadržaja P na svim tretmanima tokom jedne godine ogleda (Grafikon 29). U toku prve godine ogleda ostvaren je značajno viši sadržaj P (0,20%) u odnosu na drugu (0,15%).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 29. Utjecaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj P u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.7. Sadržaj K

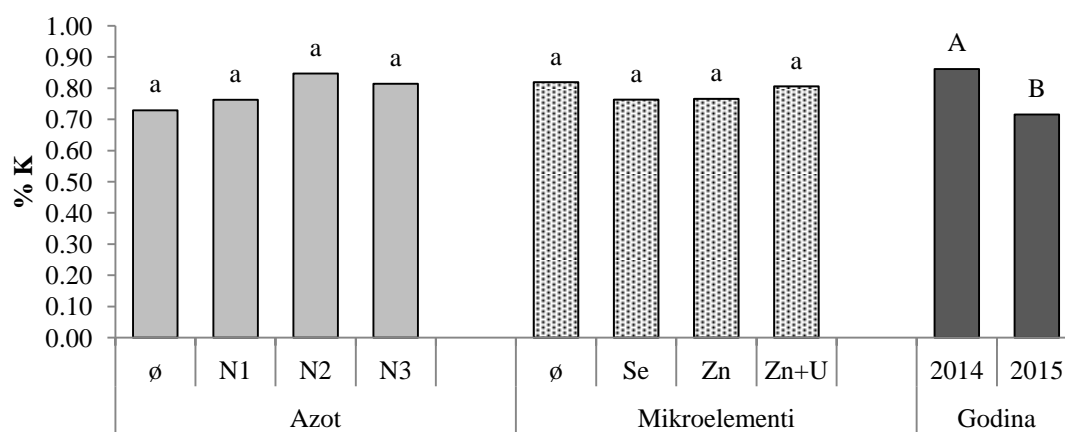
Đubrenje N u obe godine ogleđa u proseku nije značajno uticalo na sadržaj K u suvoj masi silažnog kukuruza (Tabela 23). U prvoj godini ogleđa sa ostvarila značajna interakcija između đubrenja N i mikroelementima. Najviši sadržaj K je izmeren na tretmanu N3 u kombinaciji sa Zn+U, dok je najniži na tretmanu Zn+U, bez đubrenja N preko zemljišta.

Tabela 23. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj P u suvoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	0,96 abc	0,75 bcdf	0,94 abc	0,78 cdf	0,86 AB
	Se	0,76 cdf	0,84 bcdf	0,92 abcd	0,79b cdf	0,83 B
	Zn	0,82 bcdf	0,64 f	0,88 abcd	0,94 abc	0,82 B
	Zn+U	0,71 df	1,01 ab	0,95 abc	1,10 a	0,94 A
	Prosek	0,81 A	0,81 A	0,92 A	0,90 A	
2015	Ø	0,60 a	0,82 a	0,84 a	0,86 a	0,78 a
	Se	0,63 a	0,72 a	0,79 a	0,76 a	0,70 a
	Zn	0,74 a	0,72 a	0,68 a	0,71 a	0,71 a
	Zn+U	0,73 a	0,61 a	0,77 a	0,57 a	0,66 a
	Prosek	0,67 A	0,71 A	0,77 A	0,73 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM*				
	2015	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

U poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja (Grafikon 30), primena N i mikroelemenata nije dovela do značajnih razlika u ostvarenom prosečnom sadržaju K u suvoj biljnoj masi kukuruza. Godina se izdvaja kao faktor koji je značajno uticao na prosečan sadržaj K ostvaren na svim tretmanima tokom dve godine ogleđa.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 30. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj K u suvoj silažnog kukuruza

### 6.7.8. Sadržaj Ca

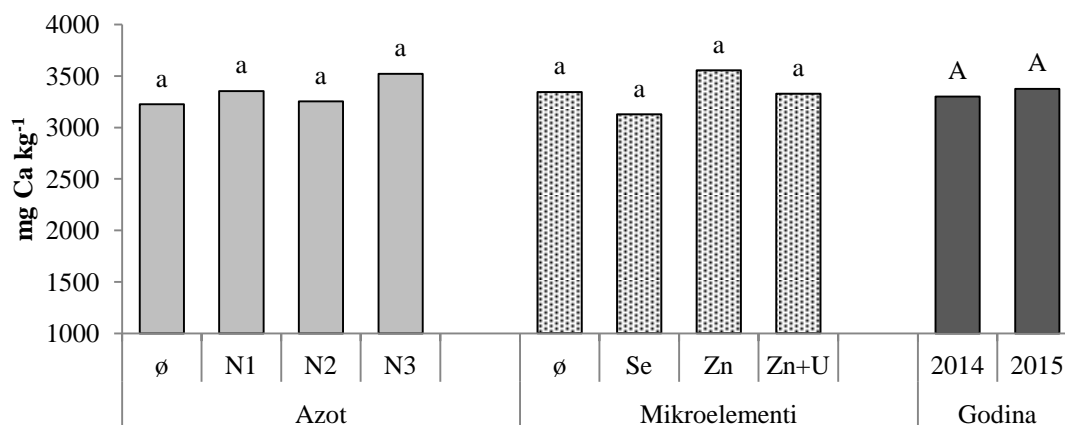
U obe godine ogleda (Tabela 24), đubrenje N i mikroelementima nije značajno uticalo na sadržaj Ca u suvoj masi lucerke. U 2014. godini izmeren sadržaj Ca se kretao od 2.177 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu N1, do 4.084 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu N1+Zn. U drugoj godini, najniži sadržaj (2.648 mg kg<sup>-1</sup>) je ostvaren na kontrolnom tretmanu bez đubrenja, dok je najviši na tretmanu đubrenim najnižom dozom N u kombinaciji sa Zn+U.

Tabela 24. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Ca u suvoj masi silažnog kukuruza (mg kg<sup>-1</sup>)

Godina	Tretman	ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	ø	3.793 a	2.177 b	3.561 ab	3.666 ab	3.433 A
	Se	4.273 ab	2.691 ab	2.520 ab	3.807 ab	3.187 A
	Zn	2.777 ab	4.084 a	3.941 a	3.869 ab	3.593 A
	Zn+U	2.859 ab	3.011 ab	2.669 ab	3.125ab	2.888 A
	Prosek	3.350 A	3.112 A	3.161 A	3.591 A	
2015	ø	2.648 b	3.894 ab	3.853 ab	3.158 ab	3.388 A
	Se	3.249 ab	2.877 b	2.674 b	2.929 b	2.932 A
	Zn	3.178 ab	3.249 ab	3.790 ab	3.571 ab	3.434 A
	Zn+U	3.024 b	4.840 a	3.048 b	4.042 ab	3.739 A
	Prosek	3.025 A	3.715 A	3.336 A	3.415 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Izvor varijabilnosti (nz – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

S obzirom da u obe godine ogleda nije utvrđen značajan uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Ca u biljnoj masi lucerke, bilo je očekivano da neće biti ni statističkih značajnosti ukoliko se posmatra prosečan sadržaj Ca za dve godine ogleda (Grafikon 31).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G<sup>nz</sup>.

Grafikon 31. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Ca u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.9. Sadržaj Mg

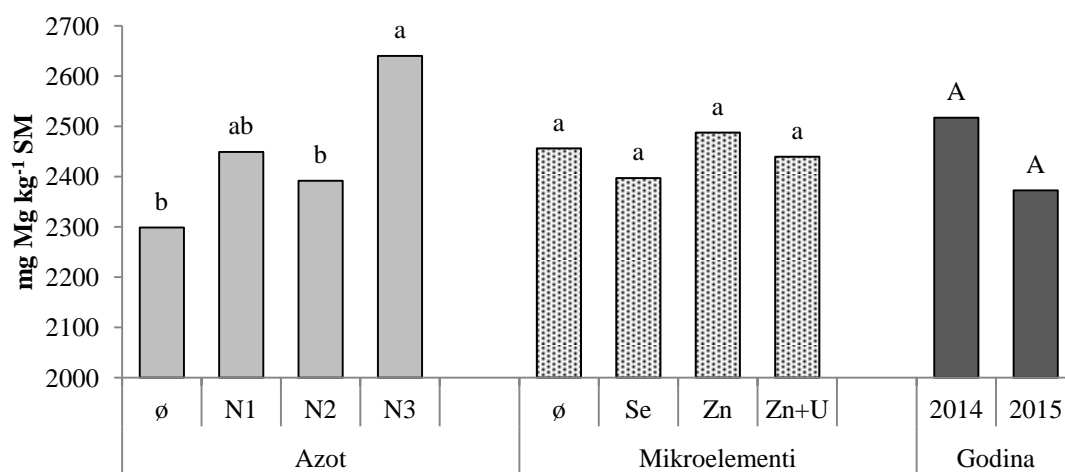
Prema rezultatima proseka tretmana, đubrenje N i mikroelementima nije pokazalo statistički značajan uticaj na sadržaj Mg u suvoj masi silažnog kukuruza (Tabela 25). U prvoj godini je najviši sadržaj Mg ( $3.011 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ostvaren na tretmanu đubrenim Zn i najvećom dozom N. Najniži sadržaj Mg je takođe ostvaren na đubrenim Zn i ureom i srednjom dozom N.

Tabela 25. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Mg u suvoj masi silažnog kukuruza ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Godina	Tretman	$\emptyset$	N1	N2	N3	Prosek
2014	$\emptyset$	2.559 ab	2.265 ab	2.572 ab	2.627 ab	2.530 A
	Se	2.733 ab	2.524 ab	2.347 ab	2.790 a	2.579 A
	Zn	2.170 b	2.646 ab	2.504 ab	3.011 a	2.496 A
	Zn+U	2.246 ab	2.633 ab	2.159 b	2.486 ab	2.357 A
	Prosek	2.397 A	2.531 A	2.390 A	2.680 A	
2015	$\emptyset$	2.022 a	2.549 a	2.567 a	2.486 a	2.406 A
	Se	2.290 a	2.041 a	2.102 a	2.347 a	2.195 A
	Zn	2.251 a	2.148 a	2.523 a	2.646 a	2.375 A
	Zn+U	2.118 a	2.784 a	2.357 a	2.730 a	2.497 A
	Prosek	2.170 A	2.381 A	2.387 A	2.546 A	
Izvor varijabilnosti	2014	$N^{nz}$				
		$M^{nz}$				
		$N \times M^{nz}$				
	2015	$N^{nz}$				
		$M^{nz}$				
		$N \times M^{nz}$				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Izvor varijabilnosti ( $^{nz}$  – nije značajno; \* značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; N x M interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

U proseku za obe godine ogleđa, u odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja ( $2.299 \text{ mg kg}^{-1}$ ), značajno povećanje prosečnog sadržaja Mg ( $2640 \text{ mg kg}^{-1}$ ) je bilo pod uticajem najveće doze N (Grafikon 32), međutim đubrenje N se nije izdvojilo kao značaj faktor. Prosečan sadržaj Mg izmeren na svim tretmanima nije se razlikovao tokom dve godine.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G<sup>nz</sup>.

Grafikon 32. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Mg u suvoj masi silažnog kukuruza



### 6.7.10. Sadržaj S

U prvoj godini ogleda, đubrenje N je imalo značajan uticaj na sadržaj S u suvoj masi silažnog kukuruza (Tabela 26). U proseku, tretmani đubreni srednjom dozom N su imali značajno viši sadržaj S u odnosu na ostale tretmane đubrenim N, kao i u odnos na kontrolu. Đubrenje mikroelementima je negativno uticalo na sadržaj S, odnosno na ovim tretmanima je u proseku ostvaren značajno niži sadržaj S u odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja. Ukoliko se posmatraju interakcije između primenjenih tretmana, najviši sadržaj S je ostvaren na N2 (0,114 %), dok je najniži ostvaren na tretmanu Zn+U (0,058%).

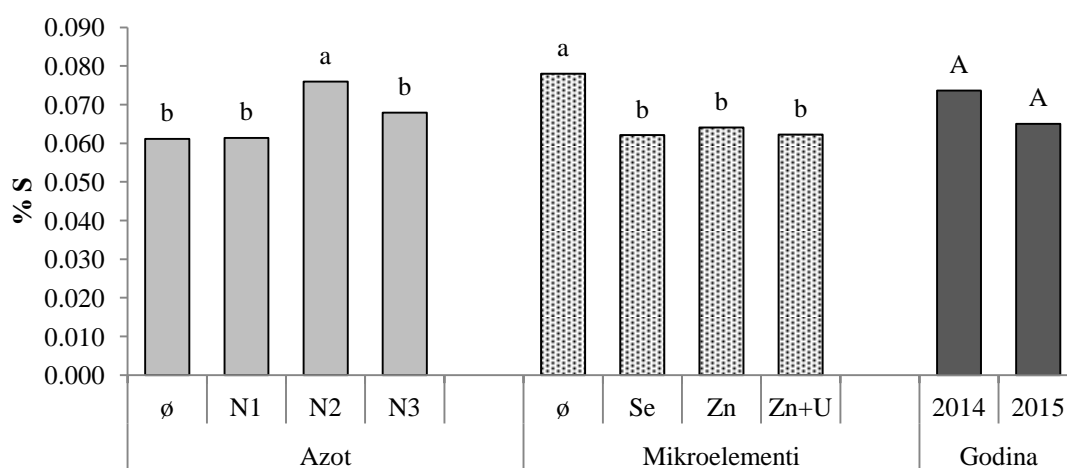
U 2015. godini, primenjeni mikroelementi su značajno uticali na sadržaj S u suvoj masi kukuruza, dok N nije pokazao uticaj. I u ovoj godini mikroelementi su negativno uticali na sadržaj S, tj. primena Se i Zn+U su doveli do značajno nižeg sadržaja S u odnosu na kontrolni tretman. Najviši sadržaj S (0,098 %) je ostvaren na tretmanu bez đubrenja N i bez primene mikroelemenata.

Tabela 26. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj S u suvoj masi silažnog kukuruza (%)

Godina	Tretman	ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	ø	0,094 ab	0,070 bc	0,114 a	0,060 c	0,084 A
	Se	0,064 c	0,067 bc	0,075 bc	0,074 bc	0,070 B
	Zn	0,063 c	0,059 c	0,083 bc	0,075 bc	0,070 B
	Zn+U	0,058 c	0,072 bc	0,082 bc	0,070 bc	0,070 B
	Prosek	0,070 B	0,067 B	0,088 A	0,070 B	
2015	ø	0,098 a	0,054 bc	0,070 ab	0,066abc	0,072 A
	Se	0,043 bc	0,049 bc	0,056 bc	0,070ab	0,054 B
	Zn	0,038 bc	0,063abc	0,063abc	0,068ab	0,058 AB
	Zn+U	0,032 b	0,057 bc	0,067abc	0,061 bc	0,054 B
	Prosek	0,053 A	0,056 A	0,064 A	0,066 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N*				
		M*				
		NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. N-azot, M-mikroelementi, <sup>nz</sup> – nije značajno, \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05).

Uzimajući u obzir prosečan sadržaj S tokom dve godine ogleda, đubrenje N je značajno uticalo na sadržaj S. Folijarna primena mikroelemenata je doprinela značajnom smanjenju sadržaja S. Za razliku od većine ostalih posmatranih parametara u ogledu, prosečan sadržaj S izmeren na svim tretmanima nije se značajno razlikovao tokom dve godine ogleda.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N\*, M\*, G<sup>nz</sup>.

Grafikon 33. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj S u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.11. Sadržaj Se

Selen predstavlja jedan od elemenata čiji se utjecaj ispitivao u ogledu, stoga se i očekivalo da će đubrenje ovim elementom da utiče na njegov sadržaj u biljci. U obe godine ogleda, u proseku statistički značajno veći sadržaj Se je ostvaren na tretmanima na kojima se primenio Se (Tabela 27). U 2014. godini sadržaj Se je bio pod značajnim utjecajem primene N i mikroelemenata, tj. Se, dok se u drugoj godini sadržaj značajno menjao samo pod utjecajem mikroelemenata.

S obzirom da se selenati i sulfati usvajaju istim metaboličkim putevima od strane biljaka, a Zn je u ogledu primenjen kao cink sulfat, bitno je napomenuti da đubrenje Zn nije negativno uticalo na sadržaj Se, tj. nisu utvrđene statističke razlike u odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja u obe godine ogleda.

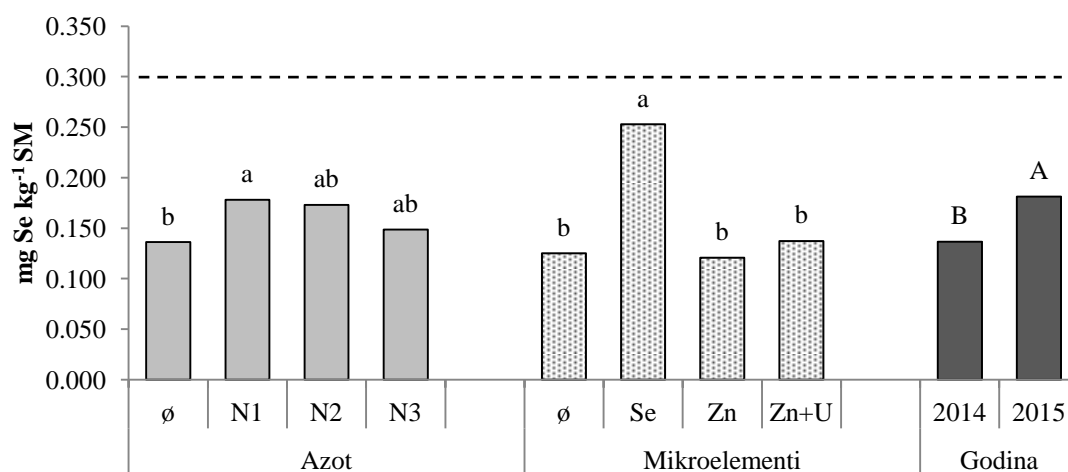
Tabela 27. Utjecaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Se u suvoj masi silažnog kukuruza ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Godina	Tretman	$\emptyset$	N1	N2	N3	Prosek
2014	$\emptyset$	0,104 b	0,113 b	0,143 b	0,110 b	0,118 B
	Se	0,233 a	0,243 a	0,263 a	0,182 a	0,230 A
	Zn	0,113 b	0,085 b	0,120 b	0,071 b	0,097 B
	Zn+U	0,097 b	0,100 b	0,126 b	0,082 b	0,101 B
	Prosek	0,137 AB	0,135 AB	0,163 A	0,111B	
2015	$\emptyset$	0,118 ef	0,134 ef	0,141 cdef	0,137 def	0,132 B
	Se	0,293 abc	0,224 abcde	0,298 ab	0,286 abcd	0,275 A
	Zn	0,065 f	0,210 abcdef	0,149 bcdef	0,153 bcdef	0,144 B
	Zn+U	0,066 ef	0,315 a	0,144 cdef	0,168 abcdef	0,173 B
	Prosek	0,135 B	0,220 A	0,183 AB	0,186 AB	
Izvor varijabilnosti	2014	N*				
		M*				
		NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup>				
		M*				
		NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Đubrenje N je uticalo na povećanje sadržaja Se u biljnom masi silažnog kukuruza (Grafikon 34), međutim u odnosu na kontrolni tretman ( $0,136 \text{ mg kg}^{-1}$ ) značajno veći

prosečan sadržaj Se je izmeren na tretmanima đubrenim sa najmanjom dozom N (0,178 mg kg<sup>-1</sup>). U slučaju đubrenja mikroelementima, očekivano je da će đubrenje Se da pozitivno utiče na njegov sadržaj u obe godine ogleda. U proseku, značajno veći sadržaj Se (0,181 mg kg<sup>-1</sup>) je izmeren tokom druge godine u odnosu na prvu (0,137 mg kg<sup>-1</sup>).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina (G). Isprekidana linija predstavlja preporučeni nivo Zn u ishrani goveda (NRC, 2001). Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05): N<sup>nz</sup>, M\*, G\*.

Grafikon 34. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Se u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.12. Sadržaj Zn

S obzirom da đubrenje Zn predstavlja dva tretmana čiji uticaj se ispitivao u ogledu sa silažnim kukuruzom, bilo je očekivano da će sadržaj Zn na ovim tretmanima biti značajno veći u odnosu na kontrolni tretman bez đubriva i tretman sa primenom Se (Tabela 28). Sadržaj Zn u 2014. godini se kretao od 11,6 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu bez primene đubriva do 25,5 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu sa primenom Zn i uree u kombinaciji. U drugoj godini ogleda najniži sadržaj (14,1 mg kg<sup>-1</sup>) je izmeren na istom tretmanu kao i u prvoj godini, dok je najviši (46,3 mg kg<sup>-1</sup>) ostvaren na tretmanu Zn+U u kombinaciji sa najmanjom dozom N. Optimalan nivo za ishranu goveda (43 mg Zn kg<sup>-1</sup> SM) postignut je samo u drugoj godini ogleda na tretmanima Zn+U.

Sadržaj Zn je u drugoj godini bio pod značajnim uticajem primene N, dok je u prvoj godini ogleda uticaj N đubriva je izostao.

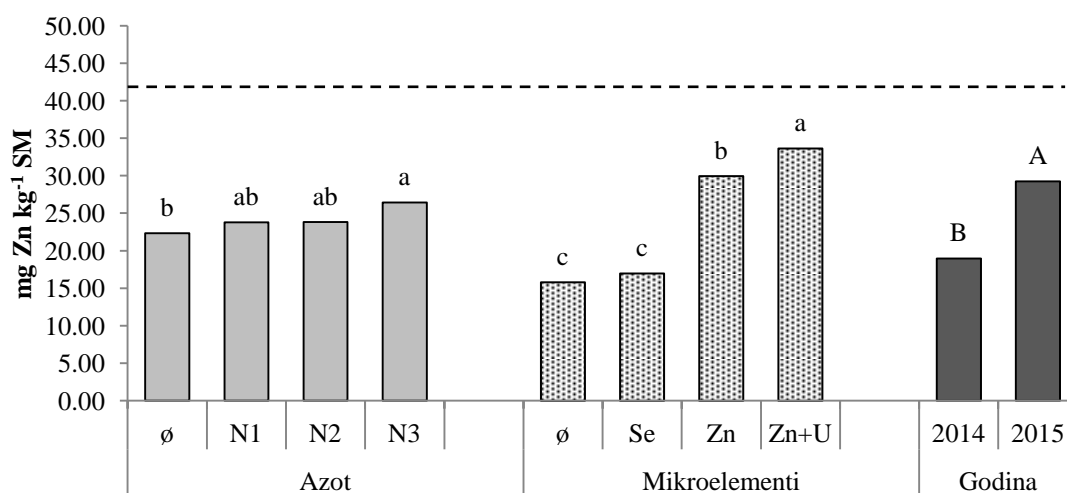
Tabela 28. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Zn u suvoj masi silažnog kukuruza (mg kg<sup>-1</sup>)

Godina	Tretman	ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	11,6 e	13,3 d	16,1 bcde	13,1 de	13,6 B
	Se	13,5 de	14,5 cde	13,0 d	21,8 ab	15,7 B
	Zn	22,0 ab	21,3 abc	25,3 a	20,2 abcd	22,2 A
	Zn+U	25,5 a	27,1 a	21,5 abc	23,7 ab	24,7 A
	Prosek	17,7	19,0	18,9	19,9	
2015	ø	14,1 c	18,0 c	18,1 c	22,2 c	18,1 B
	Se	17,1 c	17,2 c	18,6 c	20,2 c	18,3 B
	Zn	34,9 b	32,8 b	38,3 ab	45,0 a	37,8 A
	Zn+U	40,0 ab	46,3 a	39,7 ab	45,3 a	42,8 A
	Prosek	26,5 B	28,6 B	28,7 AB	33,2 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup> M* NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N* M* NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Đubrenje N i mikroelementima je u proseku za dve godine dovelo do povećanja sadržaja Zn u suvoj masi kukuruza. Očekivano, tretmani đubrenja Zn su značajno

povećali sadržaj ovog elementa u silažnom kukuruзу. Izmeren sadržaj Zn na tretmanu sa primenjenim Zn u kombinaciji sa ureom ( $33,64 \text{ mg kg}^{-1}$ ) je bio značajno viši ne samo u odnosu na kontrolni i tretman sa Se, već i u odnosu na tretman sa samostalnom primenom Zn ( $29,96 \text{ mg kg}^{-1}$ ), međutim, u proseku nije ostvaren optimalan sadržaj za ishranu goveda. Godina se takođe pokazala kao značajan faktor. U drugoj godini ogleда u proseku na svim tretmanima je utvrđen značajno viši sadržaj Zn ( $29,23 \text{ mg kg}^{-1}$ ) u odnosu na prvu godinu ( $18,96 \text{ mg kg}^{-1}$ ).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N\*, M\*, G\*.

Grafikon 35. Utjecaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Zn u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.13. Sadržaj Mo

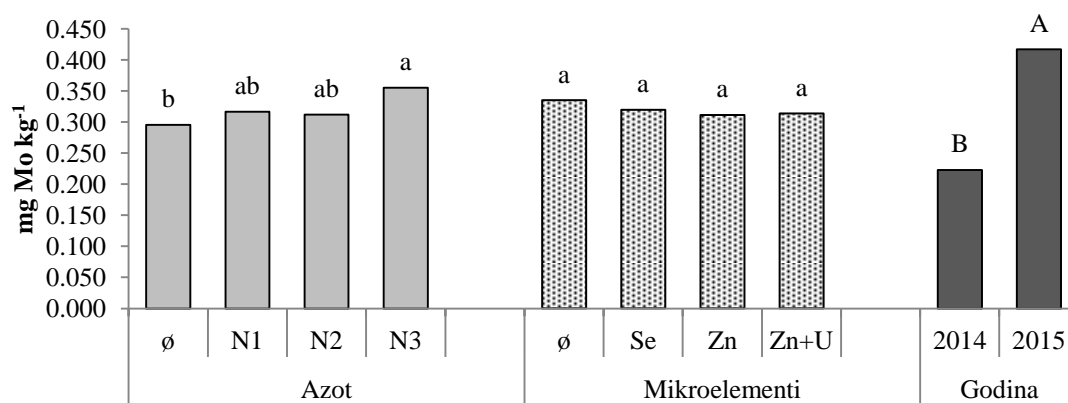
U obe godine oglada, đubrenje N i mikroelementima nije značajno uticalo na sadržaj Mo u suvoj masi silažnog kukuruza (Tabela 29). Najveći sadržaj Mo je utvrđen na tretmanu N2+Zn (0,273 mg kg<sup>-1</sup>) dok je najniži sadržaj utvrđen na tretmanu N1 u kombinaciji sa Zn+U (0,167 mg kg<sup>-1</sup>). U drugoj godini nisu ostvarene značajne interakcije ni na jednom od proučavanih tretmana.

Tabela 29. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Mo u suvoj masi silažnog kukuruza (mg kg<sup>-1</sup>)

Godina	Tretman	ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	ø	0,217 abc	0,257 a	0,273 a	0,227 abc	0,243 A
	Se	0,203 abc	0,213 abc	0,207 abc	0,240 abc	0,215 AB
	Zn	0,203 abc	0,233 abc	0,273 a	0,210 abc	0,230 AB
	Zn+U	0,213 abc	0,167 c	0,250 ab	0,173 b	0,210 B
	Prosek	0,209 B	0,218 AB	0,250 A	0,212 AB	
2015	ø	0,332 a	0,428 a	0,344 a	0,602 a	0,426 A
	Se	0,386 a	0,380 a	0,414 a	0,512 a	0,423 A
	Zn	0,331 a	0,473 a	0,300 a	0,465 a	0,392 A
	Zn+U	0,477 a	0,380 a	0,436 a	0,411 a	0,426 A
	Prosek	0,381 A	0,415 A	0,373 A	0,497 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (nz – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Tokom dve godine oglada, prosečan sadržaj Mo u odnosu na kontrolni tretman (0,295 mg kg<sup>-1</sup>) značajno se povećao samo primenom najveće doze N (0,355mg kg<sup>-1</sup>). Đubrenje mikroelementima nije značajno uticalo na sadržaj Mo u suvoj masi kukuruza. Prosečan sadržaj izmeren na svim tretmanima je bio znatno veći u 2015. (0,417 mg kg<sup>-1</sup>) u odnosu na 2014. (0,223 mg kg<sup>-1</sup>) godinu.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 36. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Mo u suvoj masi silažnog kukuruza



### 6.7.14. Sadržaj Fe

Đubrenje silažnog kukuruza N i mikroelementima nije značajno uticalo na sadržaj Fe u obe godine ogleđa (Tabela 30). U 2014. godini, značajne razlike su ostvarene između sadržaja Fe izmerenog na tretmanima đubrenim Se i Zn, ali ne i između ovih tretmana i kontrolnog tretmana bez đubrenja. U ovoj godini, izmereni sadržaj Fe u suvoj masi po tretmanima se kretao od 111 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu đubrenim srednjom dozom N i Zn+U, do 205 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu đubrenim istom dozom N i Se.

U drugoj godini najviši sadržaj Fe (197 mg kg<sup>-1</sup>) je ostvaren pod uticajem đubrenja Zn i ureom, bez đubrenja N preko zemljišta, a najniži (132 mg kg<sup>-1</sup>) pod uticajem istog tretmana, ali đubrenim srednjom dozom N.

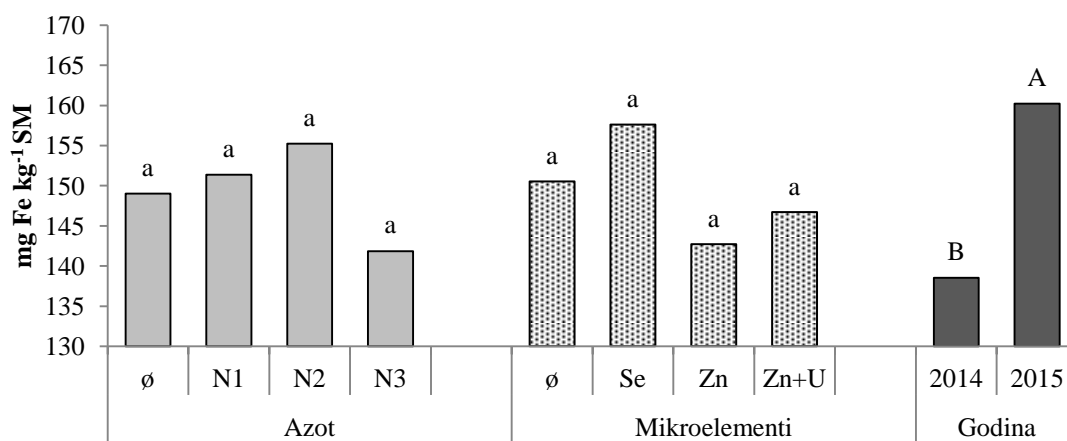
Tabela 30. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Fe u suvoj masi silažnog kukuruza (mg kg<sup>-1</sup>)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	129 b	124 b	141 b	136 b	132 AB
	Se	141 b	162 ab	205 a	136 b	161 A
	Zn	127 b	129 b	131 b	117 b	126 B
	Zn+U	142 ab	138 b	111 b	148 ab	135 AB
	Prosek	134 A	138 A	149 A	133 A	
2015	Ø	162 ab	164 ab	173 ab	175 ab	169 A
	Se	134 b	170 ab	172 ab	141 ab	154 A
	Zn	161 ab	152 ab	177 ab	149 ab	160 A
	Zn+U	197 a	173 ab	132b	134 b	159 A
	Prosek	164 A	165 A	163 A	150 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup>				
		M <sup>nz</sup>				
		NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

Iako je đubrenje N i mikroelementima na pojedinim tretmanima dovelo do smanjenja odnosno povećanja sadržaja Fe u suvoj masi silažnog kukuruza, u proseku za obe godine nisu utvrđene statistički značajne razlike u poređenju sa kontrolnim

tretmanom bez đubrenja (Grafikon 36). Sadržaj Fe se razlikovao tokom dve godine ogleda, 2015. godine je izmeren značajno veći sadržaj ( $160 \text{ mg kg}^{-1}$ ) u odnosu na 2014. godinu ( $140 \text{ mg kg}^{-1}$ ).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 37. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Fe u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.15. Sadržaj Cu

U 2014. godini izmeren sadržaj Cu se kretao od 4,80 mg kg<sup>-1</sup> na tretmanu N1 u kombinaciji sa Zn, do 8,09 na tretmanu N3+Se (Tabela 31). Ukoliko se posmatraju proseci primenjenih tretmana, i đubrenje N i đubrenje mikroelementima je imalo značajan uticaj na sadržaj Cu u suvoj masi silažnog kukuruza. Đubrenje N je pozitivno uticalo na sadržaj Cu. Najviši sadržaj je postignut na tretmanima sa najvećom dozom N, a najniži na tretmanima bez đubrenja N preko zemljišta. U proseku, na tretmanima đubrenim Se ostvario se najviši sadržaj Cu, a najniži na tretmanima đubrenim Zn, međutim, u poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja, nema značajnih razlika.

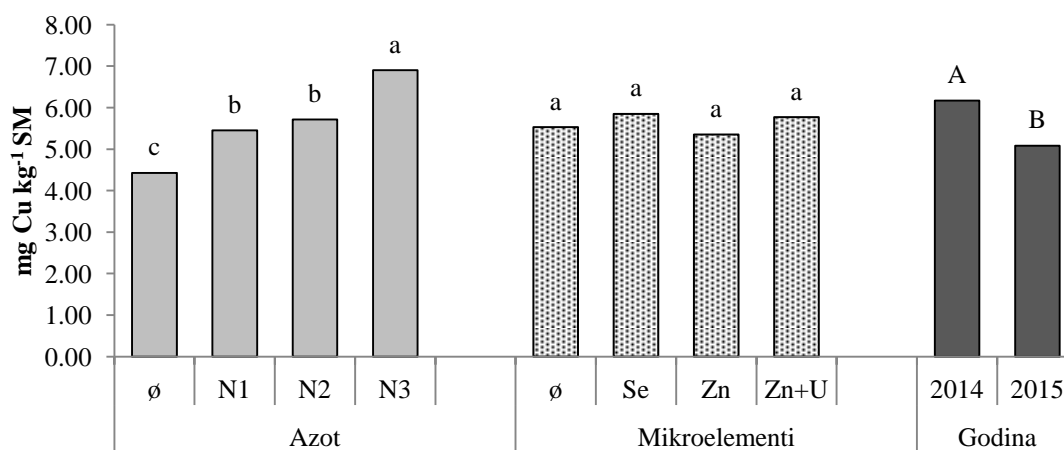
Tabela 31. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Cu u suvoj masi silažnog kukuruza (mg kg<sup>-1</sup>)

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	5,50 bc	7,20 ab	5,75 bc	5,85 abc	6,09AB
	Se	6,15 abc	6,91 abc	6,95 abc	8,09 a	7,03A
	Zn	5,09 bc	4,80 c	6,32 abc	6,11 abc	5,58 B
	Zn+U	5,59 bc	6,33 abc	4,82 bc	7,22 abc	6,01 AB
	Prosek	5,58B	6,31 AB	6,03AB	6,86A	
2015	Ø	2,75 f	4,66 cd	5,33 bc	7,21 a	4,99 AB
	Se	3,33 ef	3,99 de	4,88 cd	6,48 ab	4,67 B
	Zn	3,29 ef	4,78 cd	5,46 bc	6,96 a	5,12 AB
	Zn+U	3,73 def	4,96 bc	6,24 ab	7,28 a	5,55 A
	Prosek	3,27 D	4,60 C	5,48 B	5,98 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N <sup>*</sup> M <sup>*</sup> NxM <sup>nz</sup>				
	2015	N <sup>nz</sup> M <sup>nz</sup> NxM <sup>nz</sup>				

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti p<0,05). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

I u drugoj godini najniži sadržaj Cu (2,75 mg kg<sup>-1</sup>) je izmeren na kontrolnom tretmanu bez đubrenja dok je najviši (7,28 mg kg<sup>-1</sup>) na tretmanu sa najvećom dozom N i Zn+U u kombinaciji. Na tretmanu N3 je u proseku postignut najviši sadržaj Cu, dok je najniži na kontrolom tretmanu bez đubrenja.

Pod uticajem đubrenja N, došlo je do značajnog povećanja prosečnog sadržaja Cu u suvoj masi kukuruza (Grafikon 38). Najveći uticaj je imao tretman sa najvećom dozom N ( $6,90 \text{ mg kg}^{-1}$ ), a nešto manji tretmani sa najmanjom i srednjom dozom N ( $5,45$  i  $5,72 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Primena mikroelemenata nije imala uticaja na sadržaj Cu u biljci kukuruza. Za razliku od većine drugih izmerenih mikroelemenata, prosečan sadržaj Cu na svim tretmanima je bio značajno veći u 2014. u odnosu na 2015. godinu.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N\*, M<sup>nz</sup>, G\*.

Grafikon 38. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Zn u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.16. Sadržaj Mn

Đubrenje N je imalo značajan uticaj na izmeren sadržaj Mn u 2014. godini (Tabela 32). U odnosu na kontrolni tretman bez đubrenja, najveći uticaj su imali tretmani sa srednjom i najvećom dozom N. U ovoj godini, đubrenje mikroelementima nije dovelo do značajnih promena u sadržaju Mn. Prema ostvarenim interakcijama, najviši sadržaj Mn ( $40 \text{ mg kg}^{-1}$ ) je izmeren na tretmanu N3 u kombinaciji Zn+U, dok je najniži ( $27 \text{ mg kg}^{-1}$ ) na tretmanu sa primenjenim Zn, bez primene N.

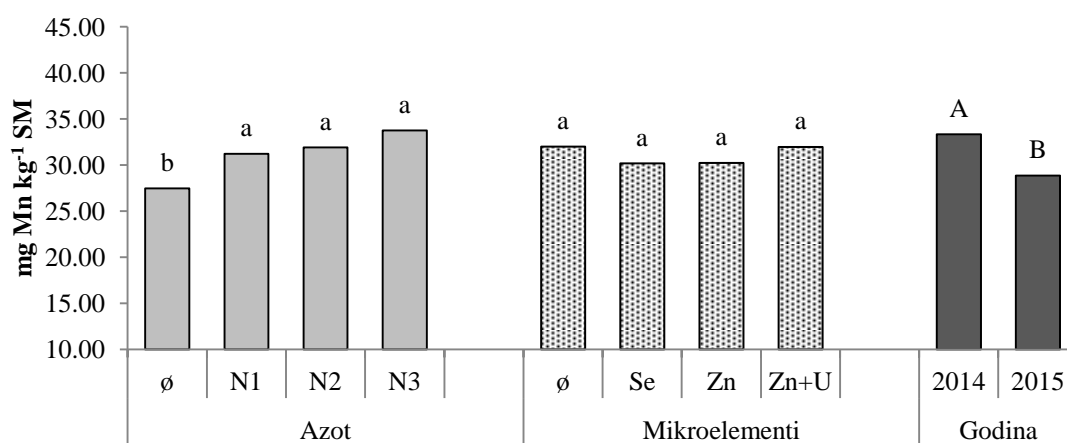
Tabela 32. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na sadržaj Mn u suvoj masi silažnog kukuruza ( $\text{mg kg}^{-1}$ )

Godina	Tretman	Ø	N1	N2	N3	Prosek
2014	Ø	33 ab	32 ab	36 ab	36 ab	34 A
	Se	31 ab	35 ab	36 ab	35 ab	34 A
	Zn	27 b	30 b	36 ab	34 ab	32 A
	Zn+U	28 b	35 ab	30 b	40 a	33 A
	Prosek	30 B	33 AB	35 A	36 A	
2015	Ø	22 d	32 abc	32 abc	32 abc	30 AB
	Se	26 bcd	24 cd	27 abcd	27 abcd	26 B
	Zn	27 bcd	25 bcd	30 abcd	34 ab	29 AB
	Zn+U	26 bcd	36 a	29 abcd	32 abc	31 A
	Prosek	25 B	29 AB	30 AB	31 A	
Izvor varijabilnosti	2014	N*	M <sup>nz</sup>	NxM <sup>nz</sup>		
	2015	N <sup>nz</sup>	M <sup>nz</sup>	NxM <sup>nz</sup>		

\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velikim slovima su označene statistički značajne razlike između proseka tretmana unutar godine. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ). N-tretmani azotom; M-tretmani mikroelementima; NxM interakcija između đubrenja N i mikroelementima.

U 2015. godini je takođe došlo do povećanja sadržaja Mn pod uticajem primene N, ali do značajnog samo na tretmanu sa najvećom dozom N. U poređenju sa kontrolnim tretmanom, i u ovoj godini mikroelementi nisu značajno uticali na sadržaj Mn u biljci, međutim, došlo je do značajnih razlika u sadržaju izmerenog Mn na tretmanima sa primenjenim Se i Zn i ureom u kombinaciji. Najniži sadržaj Mn je izmeren na tretmanu bez primene đubriva ( $22 \text{ mg kg}^{-1}$ ) dok najviši na tretmanu sa najmanjom dozom N i Zn+U.

Prema prosečnom sadržaju Mn izmerenom na parcelama đubrenim N, utvrđeno je da je đubrenje ovim elementom u sve tri doze imalo značajni uticaj na povećanje sadržaja Mn u suvoj masi silažnog kukuruza (Grafikon 39). Primena mikroelemenata nije imala uticaja na sadržaj Mn, dok se godina izdvojila kao značajan faktor. Značajno veći sadržaj Mn ( $33 \text{ mg kg}^{-1}$ ) je utvrđen u prvoj godini ogleđa u odnosu na drugu ( $29 \text{ mg kg}^{-1}$ ).



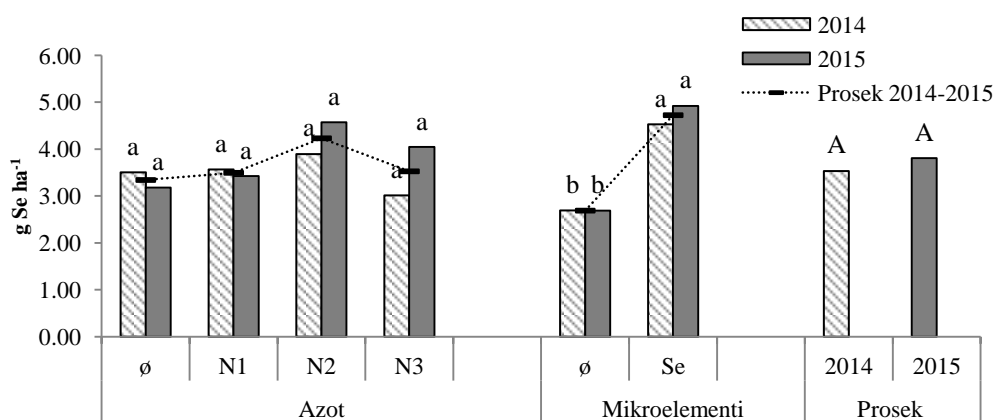
\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike između tretmana (N-azot, M-mikroelementi) u svim godinama. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N\*, M<sup>nz</sup>, G<sup>\*</sup>.

Grafikon 39. Uticaj đubrenja N i mikroelementima na prosečan sadržaj Zn u suvoj masi silažnog kukuruza

### 6.7.17. Akumulacija i efikasnost usvajanja Se i Zn

S obzirom da se efikasnost usvajanja hraniva (EUH) računa na osnovu razlike u akumulaciji elementa na đubrenim i neđubrenim tretmanima, u ovom potpoglavlju je prikazana akumulacija samo na tretmanima na kojima je primenjen Se (Grafikon 40), odnosno Zn (Grafikon 41.). Takođe je posebno izdvojen uticaj doze N na akumulaciju ovih mikroelemenata samo na tretmanima na kojima su primenjeni.

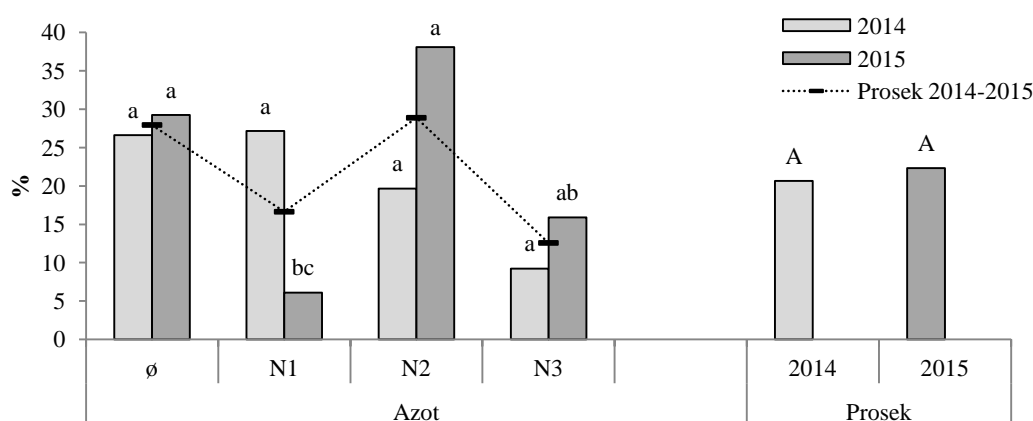
U obe godine oglada akumulacija Se na tretmanim đubrenim ovim elementim nije bila po uticajem primene đubriva, odnosno nisu bile ostvarene značajne razlike između različitih doza N. Očekivano, u obe godine je akumulacija na tretmanima đubrenim Se značajno veća u odnosu na neđubrene tretmane.



\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmanau okviru godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina.

Grafikon 40. Akumulacija Se na kontrolnom tretmanu i tretmanima đubrenim Se

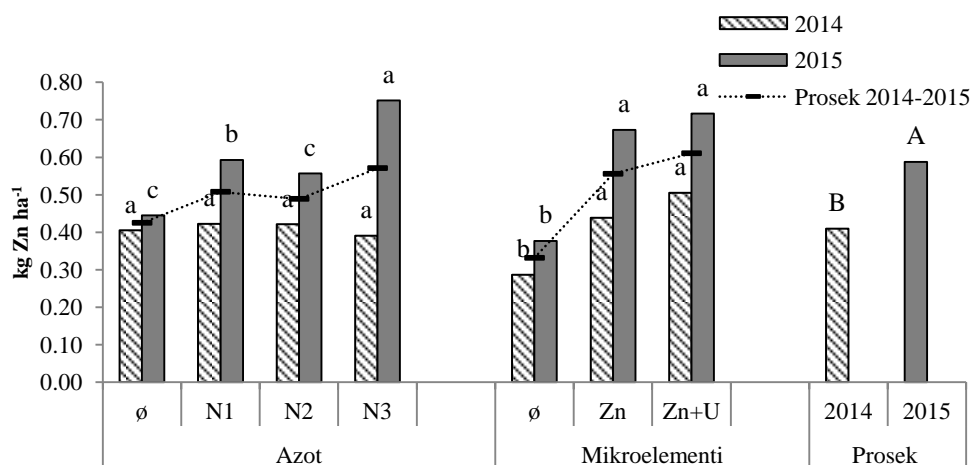
Efikasnost usvajanja hraniva u slučaju Se nije se razlikovala tokom dve godine oglada (Grafikon 41). Za razliku od druge godine, u prvoj godini nisu utvrđene značajne razlike između tretmana na kojima su primenjene različite doze N. U 2015. godini, najveća efikasnost (38,1%) je postignuta na tretmanu sa srednjom dozom N, dok je najmanja (6,1%) na tretmanu sa najmanjom dozom N. Posmatrajući sve tretmane na kojima je primenjen Se u proseku, godina nije značajno uticala na EU Se, jer je u obe godine Se imao sličnu efikasnost (20,8% i 22,3%).



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike unutar jedne godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N<sup>nz</sup> u 2014, N\* u 2015.

Grafikon 41. Efikasnost usvajanja Se nadzemnom masom silažnog kukuruza

Uticaj primene N na akumulaciju Zn se razlikovao u toku dve godine (Grafikon 42). U prvoj godini je došlo do blagog smanjenja akumulacije Zn u poređenju sa neđubrenom kontrolom. U drugoj godini je sa povećanjem doze N došlo i do povećanja akumulacije Zn na tretmanima đubrenim ovim elementom. U poređenju sa primenom samog Zn, primena u kombinaciji sa ureom je imala veći uticaj na akumulacije Zn po hektaru.



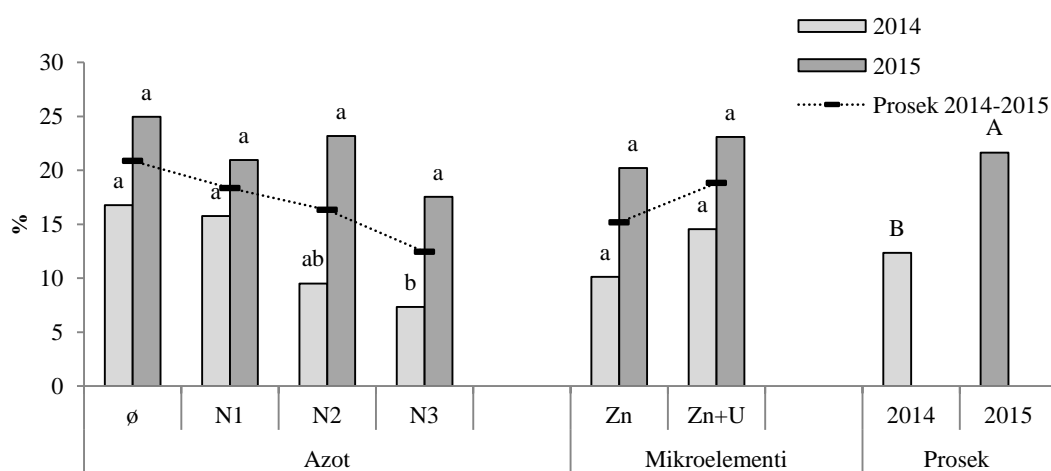
\*Malim slovima su označene statistički značajne razlike između tretmana u okviru godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina.

Grafikon 42. Akumulacija Zn na kontrolnom tretmanu i tretmanima đubrenim Zn

U prvoj godini oglada, đubrenje N je dovelo do smanjene EU Zn (Grafikon 43). U poređenju sa kontrolnim tretmanom i tretmanom N1, najmanja efikasnost (7,3%) je



postignuta na tretmanu sa najvećom dozom N. U drugoj godini, na tretmanim đubrenim N takođe se blago umanjila EU Zn, ali ne značajno u odnosu na tretman bez đubrenja N. Iako je u obe godine u poređenju sa tretmanom Zn (10,1 i 20,2%), EUH veća na tretmanu Zn+U (14,6 i 23,1 %), primena uree folijarnim putem nije značajno uticala na povećanje EU Zn. Godina je značajno uticala na EU Zn, tj. u proseku na svim tretmanima značajno veća efikasnost (21,7 %) je postignuta u 2015. godini.



\*mala slova predstavljaju statistički značajne razlike unutar u okviru godine. Velika slova predstavljaju razlike između godina. Izvor varijabilnosti (<sup>nz</sup> – nije značajno; \*značajno pri nivou značajnosti  $p < 0,05$ ): N\*, M<sup>nz</sup> u 2014, N<sup>nz</sup>, M<sup>nz</sup> u 2015.

Grafikon 43. Efikasnost usvajanja Zn nadzemnom masom silažnog kukuruza

## 7. DISKUSIJA

### 7.1. Obezbeđenost zemljišta i krmnih biljaka elementima neophodnim u ishrani goveda na pojedinim lokalitetima u Vojvodini i zapadnoj Srbiji

Prema podacima prikazanim u rezultatima istraživanja, zemljišta na ispitivanim lokalitetima u Vojvodini i zapadnoj Srbiji su u proseku dobro snabdevena proučavanim elementima, međutim, posmatrajući sa aspekta ishrane stoke, krmno bilje gajeno na ovim zemljištima ne može da obezbedi dovoljne količine Cu, Zn, Se i Ca.

U proseku, analiziran sadržaj P i K u krmnom bilju je na većini lokaliteta na zadovoljavajućem nivou za potrebe ishrane krava. Utvrđen sadržaj K u lucerki i travama je u skladu sa istraživanjima drugih autora (Barker and Pilbeam, 2007), ali u odnosu na potrebe krava iznad maksimalno dozvoljene koncentracije. Uprkos visokoj koncentraciji u biljkama, toksičnost K je veoma retka kod stoke. Krave muzare imaju visok nivo tolerantnosti na prekomeran sadržaj K u stočnoj hrani s obzirom na sposobnost tela da lako izlučuju višak K, kao i da regulišu njegovu apsorpciju (NRC, 2005).

Monokotiledone biljke poseduju mnogo manje Ca nego dikotiledone biljke (Barker and Pilbeam, 2007). U skladu sa tim, analizirani uzorci lucerke sadrže značajno veći sadržaj Ca u poređenju sa travama i silažnim kukuruzom. Iako je sadržaj ovog elementa u travama i kukuruzu ispod nivoa nepohtodnog za ishranu stoke, isti je ili je čak i viši od sadržaja u krmnom bilju navedenim od strane Bergmann-a (1992).

Reakcija zemljišta ima odlučujući uticaj na dinamiku mikroelemenata zemljištu, jer kisela sredina teži oslabadanju veće količine mikroelemenata u zemljišni rastvor. Izuzetak predstavljaju Se i Mo, koji su pristupačniji u alkalnim zemljištima. U našem istraživanju, na većini proučavanih lokaliteta zemljišta spadaju u klasu neutralnih do slabo alkalnih, međutim, izmeren sadržaj biljkama pristupačnog Mn, Cu, Zn, Fe i Co je iznad granice obezbeđenosti za biljku (Lindsay i Norwell, 1978). Postoje i drugi faktori koji mogu da utiču na sadržaj mikroelemenata u zemljištu. Prema Govasmark-u i sar. (2005) organska materija u zemljištu pozitivno utiče na sadržaj u Cu i Mn u biljkama, dok negativno na sadržaj Fe.

Granične vrednosti za procenu rizika od nedostatka Fe kod goveda su 40-60 mg Fe kg<sup>-1</sup> SM (Suttle, 2010), dok prema NRC standardima granica 12 mg Fe kg<sup>-1</sup> SM zadovoljavaju nutritivne potrebe goveda. U proseku, izmerena sadržaja Fe u krmnom bilju u Srbiji je iznad definisanih nivoa (Manojlovic i Singh, 2012), sa izuzetkom lucerke koja ima nešto niži opseg utvrđenih vrednosti. U našem istraživanju, sadržaj Fe u krmnom bilju je iznad 12 mg kg<sup>-1</sup>SM, međutim, na većini lokaliteta sadržaj je blago ispod definisane granice, posebno u slučaju kukuruza. Uprkos relativno dobroj obezbeđenosti stočne hrane Fe, nedostatak ovog elementa je utvrđen kod krava u Srbiji (Popović i sar., 2010).

U slučaju Zn i Cu, slični faktori utiču na sadržaj u biljkama. Nedostatak Zn u biljkama može biti izazvan različitim faktorima kao što su niska koncentracija ukupnog Zn u zemljištu (10-30 mg Zn kg<sup>-1</sup>), krečna zemljišta sa pH vrednošću većom od 7,4, nizak sadržaj organske materije, biljna vrsta, visoka koncentracija pristupačnog fosfora, itd. (Alloway, 2008). Usvajanje elemenata u velikoj meri zavisi i od biljne vrste. Uopšteno posmatrajući, kukuruz, posebno visoko prinostni hibridi, nakupljaju Zn u veoma malim količinama (Gupta et al., 2008). Uprkos relativno visokom sadržaju biljkama pristupačnog Zn u zemljištu ispod lucerke (0,02-3,79mg Zn kg<sup>-1</sup>), trava (0,93-4,43 mg Zn kg<sup>-1</sup>) i silažnog kukuruza (1,26-5,68 mg Zn kg<sup>-1</sup>) u sve tri posmatrane biljne vrste sadržaj Zn je ispod preporučenog nivoa neophodnog za ishranu goveda.

Pored pH vrednosti zemljišta veće od 7 (Barker and Pilbeam, 2007), nedostatak Cu u biljkama može biti izazvan drugim faktorima kao što su antagonizam elemenata, đubrenje N i P (Hooda, 2010), niskim sadržaj organske materije u zemljištu (Govasmark et al., 2005). Prema literaturi, optimalan sadržaj Cu je 6-15 mg kg<sup>-1</sup> SM u lucerki (Bergmann, 1992), 7-8 mg kg<sup>-1</sup> SM u travi (Fisher 2008) i 7-15 mg kg<sup>-1</sup> SM u silažnom kukuruzu (Bergmann, 1992). U našem istraživanju, sadržaj biljkama pristupačnog Cu je iznad granice neophodne za poljoprivrednu proizvodnju, međutim, sadržaj u krmnom bilju na većini lokaliteta ne zadovoljava nutritivne zahteve krava.

Prema NRC standardima, 0,3 mg Se kg<sup>-1</sup> suve materije stočne hrane je dovoljna koncentracija da zadovolji zahteve stoke za ovim elementom. Međutim, u literaturi mogu da se pronađu različite minimalne vrednosti ispod kojih se kod životinja ispoljavaju simptomi nedostatka Se. Gupta i sar. (2008) kao minimalnu koncentraciju

navode  $0,1 \text{ mg kg}^{-1}$  SM, dok Suttle (2010) navodi još nižu vrednost od  $0,05 \text{ mg Se kg}^{-1}$  SM. Utvrđen sadržaj Se u biljnom materijalu je na 85% lokaliteta ispod  $0,2 \text{ mg kg}^{-1}$  SM. Smatra se da krmno bilje proizvedeno na zemljištu koje sadrži manje od  $0,6 \text{ mg Se kg}^{-1}$  ne može da zadovolji zahteve domaćih životinja za Se. Na svim proučavanim lokalitetima u našem istraživanju, koncentracija Se u zemljištu je ispod predviđene granice. Rezultati našeg istraživanja su u skladu sa prethodnim istraživanjem sprovedenim u Srbiji, u kojem je utvrđeno da koncentracija Se u zemljištima Vojvodine varira od  $0,024$  do  $0,45 \text{ mg kg}^{-1}$  (Čuvarđić, 2000; Čuvarđić 2003).

Interakcije između elemenata su veoma bitne, jer mogu biti jedan od faktora koji utiču na nedostatak elemenata kako u biljkama, tako i u životinjama. Kalcijum, P i Mg su glavni antagonisti prilikom usvajanja nekih elemenata. Antagonizam je takođe vrlo čest između Mn i Cu, Fe i Cu, Zn i Mn. Rezultati našeg istraživanja su u suprotnosti sa navedenim činjenicama, jer je utvrđeno da u travama i silažnom kukuruзу visok sadržaj Fe prati visok sadržaj Cu. Visoka korelacija između elemenata kao što su Mn i Fe, Cu i Fe može biti objašnjena reakcijom zemljišta, jer se u kiseloj sredini povećava pristupačnost ovih elemenata. Takođe, sa visokim sadržaj P u lucerki i silažnom kukuruзу, bilo je očekivano da će sa utvrditi i visok sadržaj K. Uzrok korelacija između ova dva elementa može da se objasni praksom đubrenja u Srbiji, tj. primenom visokih doza  $\text{P}_2\text{O}_5$  i  $\text{K}_2\text{O}$  od strane poljoprivrednika.

Posmatrajući sa aspekta ishrane stoke, odnos Cu i Mo u stočnoj hrani je veoma bitan. Visoke koncentracije Mo u hrani mogu da izazovu nedostatak Cu, uprkos činjenici da je nivo Cu na zadovoljavajućem nivou za stoku (Gupta i sar, 2008). Na pojedinim lokalitetima je utvrđen nepovoljan odnos ( $>10$ ), uzrokovan kombinacijom niskog sadržaja Cu i normalnim do visokim sadržajem Mo u lucerki, travama i silažnom kukuruзу.

U preglednom radu, Soetan i sar. (2010) navode nekoliko studija u kojima je utvrđeno da lokalitet, tj. zemljište ima najveći uticaj na sadržaj elementa u različitim biljnim vrstama. Varijabilnost koncentracije pojedinih elemenata u biljkama je u velikoj meri uslovljena parametrima zemljišta. Sadržaj elemenata zavisi i od faze razvića biljke. Prema Markoviću i sar. (2009), sadržaj P i Ca u stablu, listovima i celoj biljci lucerke se

povećava sa rastom i razvojem biljke, dok je sadržaj N, K, Mg, Fe, Cu, Zn i Mn usko vezan sa fazom rasta biljke.

U Srbiji, pašnjaci su formirani pod različitim klimatskim uslovima i na različitim tipovima zemljišta, što je rezultiralo kompleksnom florističkom strukturom i velikim razlikama u produktivnosti i kvalitetu krmnih biljaka u sklopu pašnjaka (Stošić i Lazarević, 2007). U Vojvodini, pretežno ravničarskom regionu, prirodni pašnjaci se uglavnom nalaze na zemljištima nepovoljnim za ratarsku proizvodnju (zaslanjena zemljišta, smonice itd.) ali u pogledu kvaliteta krme su mnogo bolji u odnosu na brdsko planinski region zapadne Srbije (Erić, 2005).

U Vojvodini, lucerka i silažni kukuruz predstavljaju najvažnija kabasta hraniva i u zavisnosti od potreba krava, čine veliki deo obroka. S obzirom na njihov značaj u ishrani goveda, u literaturi može da se pronađe veliki broj radova koji se bave ispitivanjem faktora koji utiču na prinos i kvalitet ovih biljaka, međutim, i dalje je ograničen broj podataka vezanih za mineralni sastav i agrotehničke mere kojima bi se povećao sadržaj deficitarnih elemenata u agroekološkim uslovima Srbije.

Rezultati istraživanja iz 2013. godine su pokazali da lucerka i kukuruz prikupljeni na parcelama govedarskih farmi nedovoljno obezbeđenih pojedinim elementima, prvenstveno Se, Zn i Cu, elementima neophodnim u ishrani goveda. U velikom broju istraživanja, u poređenju sa neorganskim, organski izvor Se (Qin i sar, 2007; Slavik i sar, 2008), Zn (Rojes i sar, 1995) i Cu (Nockels, 1993) u ishrani se pokazao kao efikasniji u poboljšanju ispitivanih osobina preživara. Đubrenje predstavlja jedan od načina kojim je moguće povećati sadržaj elemenata u biljci, stoga je potrebno da se u poljskim ogledima ispita da li je i u kojoj meri je primena navedenih elemenata efikasna u poboljšanju mineralnog sastava lucerke i silažnog kukuruza u uslovima Vojvodine.

## 7.2. Uticaj đubrenja azotom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza

Tokom tri godine našeg istraživanja, rezultati oglada su potvrdili činjenicu da đubrenje N predstavlja značajan faktor u podizanju prinosa zelene mase silažnog kukuruza, dok nije utvrđen značajan uticaj na udeo klipa, lista i stabla u ukupnoj zelenoj masi. U proseku za sve godine, u poređenju sa ostvarenim prinosom na neđubrenoj kontroli, sve tri doze đubrenja značajno su uticale na prosečan prinos zelene mase. Keskin et al. (2005) su u svom ogledu proučavali uticaj najpovoljnije doze N (0, 80, 160 i 240 kg N ha<sup>-1</sup>) na prinos i komponente prinosa silažnog kukuruza. Rezultati su pokazali da prinos zelene i suve mase kukuruza, kao i udeo lista i klipa srazmerno raste, dok udeo stabla opada sa dozom N, međutim bez statističkih razlika između dve najveće doze, i zaključili da 160 kg N ha<sup>-1</sup> predstavlja optimalnu dozu za postizanje ekonomski opravdanih prinosa. U našem istraživanju je slična situacija, između izmerenih prinosa na tretmanima sa 180 i 240 kg N ha<sup>-1</sup> ne postoji utvrđena razlika, međutim ne postoji razlika ni između tretmana 120 kg i 180 kg N ha<sup>-1</sup>. Značajne razlike u ostvarenom prinosu su izmerene između tretmana sa najmanjom i najvećom dozom N.

Posmatrajući po godinama, đubrenje N je bio značajan faktor samo u 2015. godini, koja se odlikovala nešto višim temperaturama i manjom količinom padavina u poređenju sa višegodišnjim prosekom. U ovoj godini, prosečan prinos na svim tretmanima đubrenim N je bio značajno veći u odnosu na kontrolu. S obzirom da celokupna doza N primenjena kroz đubrivo ureu, ovakvi rezultati idu u prilog činjenici da đubrenje ureom u vremenskim uslovima kao što je bila 2015. godina, pomažu biljkama da lakše podnesu uslove suše.

Prosečan prinos zelene mase tokom tri godine se kretao od 49,1-54,6 t ha<sup>-1</sup> na tretmanima đubrenim N i 51,0-52,6 t ha<sup>-1</sup> na tretmanima đubrenim mikroelementima. Ovakvi rezultati su u skladu sa rezultatima različitih istraživanja navedenih od strane Erić-a i sar. (2004), prema kojima se prinos zelene mase u zavisnosti od roka setve u proseku kretao od 30,6 do 66,74 t ha<sup>-1</sup>. Prema istim autorima, kvalitet kukuruza za proizvodnju krme u velikoj meri zavisi od udela klipa i lista u ukupnom prinosu i za dobru silažu treba da bude sledeći odnos: lista ne više od 34%, stabljike do 30% a klipa 50%. Rezultati našeg istraživanja delimično odgovaraju navedenim vrednostima. U obe

godine u kojima je izvršeno merenje ovih parametara, prosečan udeo lista na tretmanima đubrenim N je bio ispod definisane vrednosti od 34% i kretao se od 13,95-15,06%. U proseku, izmereni udeo stabljike je nešto viši od navedene vrednosti, ali posmatrajući po godinama, u 2014. godini je bio znatno povoljniji i kretao se 28,4-30,00%. Udeo klipa odgovara vrednosti od 50%, i u proseku se kretao od 48,98-50,29%. Na tretmanu sa najvećom dozom N utvrđeno je blago povećanje udela lista u odnosu na kontrolni tretman, međutim bez značajnih razlika. Linerarno povećanje prinosa suve mase, visine biljke, udela lista i klipa u odnosu na dozu N utvrdili su i Carpici et al. (2010), međutim, ispitivane su znatno veće količine N (300 i 400 kg N ha<sup>-1</sup>) u odnosu na naš ogled.

Protein u ishrani stoke se generalno odnosi na sirovi protein (SP), koji je za stočnu hranu definisan kao sadržaj N\*6,25. Definicija je bazirana na pretpostavci da je prosečan sadržaj 16 g N 100g<sup>-1</sup> proteina u hrani (NRC, 2001). S obzirom da N predstavlja osnovu za računanje sadržaja SP, bilo je očekivano da će primena N imati uticaja na sadržaj SP u biljci. Na svim tretmanima đubrenim N, prosečan sadržaj SP je bio značajno veći u odnosu na kontrolni tretman. U proseku, sadržaj SP u suvoj masi se kretao od 7,62-7,96% i linerano je rastao sa dozom N. Rezultati su u skladu sa rezultatima drugih autora (Keskin et al., 2005; Eltelib et al., 2006, Almodares et al., 2009; Carpici et al., 2010) koji su takođe utvrdili da sa povećanjem doze đubrenja N raste i sadržaj SP u suvoj masi silažnog kukuruza.

U literaturi mogu da se pronađu istraživanja u kojima je dokazan pozitivan uticaj đubrenja N na sadržaj N i P u kukuruзу (Bennet et al., 1953), kao i N, S, K, Ca i Mg u vegetativnim delovima pšenice (Hamnér et al., 2017). U svom ogledu Hussaini et al. (2008) su ispitivali uticaj različitih doza N (60, 80 i 120 kg N ha<sup>-1</sup>) na mineralni sastav kukuruza. Utvrdili su da je đubrenje N značajno povećalo sadržaj N, P, Ca i Mg i smanjilo sadržaj K u zrnu kukuruza, dok se u žetvenim ostacima značajno povećao sadržaj N i Ca. U našem ogledu, tretmani đubrenja N nisu pokazali značajan uticaj na sadržaj P, K i Ca. U poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja, najveća primenjena doza N je značajno povećala sadržaj Mg, dok je srednja doza sadržaj S. Ovakvi rezultati mogu da se objasne činjenicom da je zemljište na kom je tokom dve godine izvođen ogled relativno dobro obezbeđeno ispitivanim makroelementima i da je na svim tretmanima, uključujući kontrolu izvršeno đubrenje fosforom i kalijumom, što

je uticalo da je i na kontrolnom tretmanu izmeren optimalan sadržaj makroelementa u biljkama. S druge strane, usled povećanja doze N linearno se povećavao i prosečan prinos mase kukuruza i došlo je do tzv. efekta razblaženja elementa u tkivu biljke, odnosno sa povećanjem mase biljaka sadržaj pojedinih elemenata se nije proporcionalno povećavao, ili je čak opadao, kao što je u slučaj P.

U poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja, u proseku za dve godine, primena N je dovela do značajnog unapređenja sadržaja mikroelemenata Zn, Cu i Mn u suvoj masi silažnog kukuruza, dok se sadržaj Fe nije značajno menjao u odnosu na tretman bez đubrenja. Ovakvi rezultati su u skladu sa rezultatima dobijenim od strane drugih autora. U svom istraživanju, Grujčić et al. (2018) su ispitivali uticaj đubrenja N (120 i 180 kg N ha<sup>-1</sup>) na sadržaj Zn i Fe u silaži i zrnu kukuruza. Utvrdili su da primena veće doze N značajno utiče na povećanje sadržaja Zn u silaži i zrnu kukuruza, dok u slučaju Fe, sadržaj se značajno povećao samo u zrnu. S druge strane, prema Feil et al. (2005), primena N đubriva smanjuje koncentraciju Ca i Zn, a povećava koncentraciju Mn u zrnu kukuruza. Losak et al. (2011) tvrde da kontinuirano đubrenje N nije dovelo do nedostatka mikroelemenata u biljkama, odnosno nije došlo do smanjenja sadržaja mikroelemenata (Fe, Cu, Mn i Zn) u biljci ili zrnu kukuruza.

U 2014. godini, u poređenju sa kontrolom bez đubrenja, primenjena doza N bila je bez uticaja na akumulaciju Zn po hektaru, dok je negativno uticala na efikasnost usvajanja Zn. Na tretmanu sa najvišom dozom N, efikasnost usvajanja Zn je bila značajno manja u poređenju sa kontrolom i tretmanom sa najnižom dozom N. U drugoj godini, sa povećanjem doze N raste i akumulacija Zn, a efikasnost usvajanja je u blagom padu. Ovakvi rezultati mogu da se objasne činjenicom, da je doza N pored uticaja na povećanje sadržaja Zn u biljci na tretmanim đubrenim ovim elementom, pozitivno uticala i na povećanje Zn na kontrolnim tretmanima bez đubrenja sa Zn. Kako se efikasnost usvajanja hraniva računa iz razlike akumulirane količine elementa na đubrenim i neđubrenim parcelama, usled povećanja sadržaja Zn u biljkama na kontroli, utvrđeno je da se ta razlika smanjuje sa dozom N.

U slučaju Se, u 2014. doza N nije značajno uticala na akumulaciju Se ali je utvrđen trend pada efikasnosti usvajanja Se. Razlog je isti kao i u slučaju Zn, povećano đubrenje N je uticalo i na blago povećanje sadržaja Se i na kontrolnim tretmanima,



odnosno usled povećanja sadržaja proteina došlo je do povećanja sadržaja i selenoamino kiselina na svim tretmanima đubrenim N. U drugoj godini na tretmanu N1 utvrđena je značajno manja EU Se kao posledica relativno visoke koncentracije Se na kontrolnom ( $0,134 \text{ mg Se kg}^{-1}$ ) i niže koncentracije Se ( $0,224 \text{ mg Se kg}^{-1}$ ) u poređenju sa ostalim tretmanima đubrenja N.

### 7.3. Uticaođ đubrenja selenom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza

Tokom tri godine istrađivanja u kojima je meren prinos lucerke i silažnog kukuruza, rezultati su pokazali da folijarno đubrenje Se nije značajno uticalo na prinos biomase, kao ni na ispitivane komponente prinosa lucerke i kukuruza. Ovakvi rezultati su u skladu sa istrađivanjem Wang-a et al. (2013) koji su u dvogodišnjem poljskom ogledu sa kukuruzom utvrdili da primena Se, folijarno ili preko zemljište, nije uticala na prinos zrna ili biomase. Pored kukuruza, utvrđeno je da primena Se nije uticala ni na povećanje prinosa zrna pirinča (Fang et al., 2008) i biljne mase trave maćiji repak (Tremblay et al., 2015).

U ogledu u sudovima, Owusu-Sekyere et al. (2013) su došli do rezultata da dodavanje Se ima blago negativan uticaođ na prinos i akumulaciju sveže mase lucerke. Takođe, Longchamp et al. (2015) u hidroponskom eksperimentu sa kukuruzom, su došli su do rezultata da je dodavanje Se (u obliku selenata ili selenita) izazvalo smanjenje produkcije biomase za 70 % u odnosu na tretman bez đubrenja, kao i smanjenje površine lista, usled toksičnosti Se. U našem ogledu, posmatrajući proseka za obe godine, na tretmanu sa primenjenim Se došlo je do blagog smanjenja udela lista u odnosu na kontrolni tretman. Ukoliko se posmatra ostvarena interakcija između đubrenja N i mikroelementima, u poređenju sa ostalim tretmanima, u obe godine je udeo lista bio najniži (13,8 i 9,6%) na tretmanu sa srednjom dozom N i Se u kombinaciji.

S druge strane, u literaturi postoji nekoliko studija koje pokazuju pozitivan uticaođ đubrenja različitih kultura Se. Sajedi et al. (2011) preporučuje primenu Se za povećanu produkciju kukuruza u uslovima suše, jer se na taj naćin poboljšava aktivnost antioksidanata. Pozitivno dejstvo Se objašnjeno je sa Se-posredovanom regulacijom fizioloških i biohemijskih procesa kao što je održavanje turgora usled akumulacije slobodnih amino kiselina, povećanja sadržaja hlorofila i karotenoida i aktivacije antioksidativnih mehanizama (Nawaz et al., 2016). U eksperimentu sa pšenicom, primena Se fertigacijom i folijarnim putem povećala je prinos zrna biljaka koje su bile u uslovima vodenog stresa (Nawaz et al., 2015). Slični rezultati su postignuti i u ogledu sa kukuruzom gajenim u uslovima nedostatka vode (Nawaz et al., 2016). U našem istrađivanju, u godini sa manjom kolićinom padavina (2015), Se je imao blago pozitivan

uticaj na prinos sveže i suve mase u prvom otkosu lucerke i blago negativan uticaj na prinos silažnog kukuruza. Prema Ekanayake i sar. (2015), uticaj Se će zavisiti od primenjenog oblika i u nekim slučajevima đubrenje selenitom je bolje u povećanju prinosa zrna semena u odnosu na selenat, koji je efikasniji u povećanju koncentracije Se u semenu i antioksidativne sposobnosti.

Očekivano, primena Se je dovela do povećanja njegovog sadržaja u suvoj masi lucerke i silažnog kukuruza. Ovakvi rezultati su u skladu sa istraživanjima u kojima je potvrđen pozitivan uticaj đubrenja Se. Primena Se folijarnim putem i preko zemljišta je uticala na povećanje sadržaja Se u zrnju kukuruza, međutim folijarna (0, 11, 57, 114, 171 i 228 g Se ha<sup>-1</sup>) primena se pokazala efikasnijom i dovela je do značajnog povećanja sadržaj Se u zrnju kukuruza, od 11 µg kg<sup>-1</sup> do 1.863 µg kg<sup>-1</sup> u jednoj i od 7-2.312 µg kg<sup>-1</sup> u drugoj godini (Wang et al., 2013). Longchamp et al. (2015) su takođe utvrdili da primena Se povećava akumulaciju Se u celjoj biljci kukuruza.

Selen nije utvrđen kao neophodan element u ishrani biljaka, ali si obzirom na neophodnost u ishrani stoke, jedan od ciljeva našeg istraživanja bio da li đubrenjem krmnog bilja Se može da se postigne neophodan nivo za ishranu goveda. Prema Gupti (2008), sadržaj od 0,1 mg Se kg<sup>-1</sup> SM hrane je neophodan, kako ne bi došlo do simptoma nedostataka kod stoke. Međutim, Prema NRC standardima, 0,3 mg kg<sup>-1</sup> SM hrane je neophodno kako be se zadovoljile nutritivne potrebe goveda. U obe godine ogleda, sa obe doze primenjenog Se postignut je sadržaj Se u biljnoj masi lucerke veći od navedenog optimalnog nivoa. Očekivano je da je viša doza od 10g Se ha<sup>-1</sup> imala bolji efekat u obe godine istraživanja. S druge strane, đubrenjem silažnog kukuruza sa 10 g Se ha<sup>-1</sup>, u obe godine je izmeren sadržaj Se je nešto niži (0,230 i 0,275 mg kg<sup>-1</sup>) od predviđene granice od 0,3 mg kg<sup>-1</sup>. U poređenju sa sadržajem postignutim kod lucerke, slabiji uticaj iste doze đubriva na sadržaj Se u zelenoj masi kukuruza može pre svega da se objasni činjenicom da kukuruz tokom vegetacije proizvede veću količinu vegetativne mase, stoga su potrebne i veće doze đubriva.

Ovakva pretpostavka može da se podrži rezultatima dobijenim nakon analize zavisnosti primenjene doze Se i njegove koncentracije u bilnoj masi lucerke. Utvrđena je jaka pozitivna korelacija, odnosno sa primenom 1 g Se ha<sup>-1</sup> sadržaj u biljci lucerke se povećava za 0,04 mg kg<sup>-1</sup> SM. Rezultati su u skladu sa istraživanjem Wang et al. (2013)

koji su utvrdili da koncentracija Se u zrnu kukuruza je u visokoj pozitivnoj korelaciji sa dozom Se, folijarno ili primenjenog preko zemljišta. U studiji sprovedenoj korišćenjem pristupa meta-analize bazirane na 243 eksperimenta (od 1960 do 2014. godine), Ros et al. (2016) su utvrdili da su karakteristike đubrenja uključujući formulacija, dozu i vreme primene bile varijable koje poboljšavaju usvajanje Se. Prema istim autorima, najveću efikasnost usvajanja imaju folijarna i đubriva koje sadrže Se u obliku selenata.

U ogledu sa lucerkom, proizvodna godina odnosno starost zasada i vremenski uslovi su se pokazali kao veoma bitan faktor u gajenju lucerke. Vremenski uslovi koji su vladali tokom prve godine ogleda, odnosno u vreme setve lucerke, indirektno su uticali na prinos u svim godinama. Godina 2014. je predstavljala kišovitu godinu međutim, problem predstavlja raspored padavina, veoma nepovoljan za prolećnu setvu lucerke. U vreme setve, suma padavina u martu mesecu (17,3mm) je bila skoro dvostruko niža (za 16,6mm) u odnosu na višegodišnji prosek sume padavina i nedostatak vlage se negativno odrazio na nicanje lucerke i zasnivanje zasada. Usled ovih problema, u poređenju sa literaturnim podacima, postignuti su lošiji prinosi u 2014. godini, kao u ostalim godinama ogleda. U Vojvodini, zavisnosti od vremenskih uslova, prinos suve mase lucerke se kreće od 6,4 t ha<sup>-1</sup> u sušnoj do 25,2 t ha<sup>-1</sup> u godini sa većom količinom padavina (Ćupina et al., 2016). U našem ogledu, izmereni prinos suve mase u godinama pune eksploatacije (2015. i 2016.) je iznosio 9,4 t ha<sup>-1</sup> i 11,2 t ha<sup>-1</sup>, međutim, postignuti prinosi su i dalje niži od prinosa navedenih za uslove Vojvodine. Očekivano, u godini zasnivanja zasada postignuti su niži prinosi.

U poređenju sa prvom, u drugoj godini ogleda je izmeren niži sadržaj Se u suvoj masi lucerke na tretmanima đubrenim Se, ali je efikasnost usvajanja je bila veća (12,8 i 19,2%). I pored nižeg sadržaja Se u biljkama, usled većih prinosa u drugoj godini postignuta je i veća akumulacija Se po hektaru, samim tim i bolja efikasnost primenjenog đubriva. Prema Lyons-u et al. (2010) primenom 10 g Se ha<sup>-1</sup> koncentracija Se u zrnu pšenice se povećava sa 30 ng g<sup>-1</sup> na 300 ng g<sup>-1</sup>, međutim efikasnost usvajanja je samo 14 %.

U literaturi može da se pronade ograničen broj radova koji se bave uticajem đubrenja Se na mineralni sastav biljaka. Prema Smoleń et al. (2015), primena Se u obliku Na<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub> je dovela do redukcije prinosa suve materije, kao i sadržaja P, K, Mg,

Ca, B, Zn i Cd u salati, dostižući vrhunac u vreme suše i toplog vremena. S druge strane, ispitujući uticaj dodavanja Se hranljivom rastvoru u hidroponskom ogledu, Hawrylak-Nowak et al. (2015) su zaključili da primena selenata ili selenita u koncentraciji  $<10 \mu\text{M}$  može biti potencijalno korisna u biofortifikaciji krastavca Se dok promene u sadržaju makroelemenata (K, P i S) se ne očekuju. U eksperimentu sprovedenom od strane Wang-a et al. (2013), folijarna ili primena preko zemljišta nije uticala na koncentraciju drugih elemenata osim Se u zrnu kukuruza. Naše istraživanje je takođe pokazalo da primenjeni Se nije značajno uticao na sadržaj sirovih proteina i koncentraciju analiziranih makro (P, K, Ca, Mg) i mikroelemenata (Fe, Zn, Cu, Mn) u lucerki i silažnom kukuruza.

Izuzetak predstavlja sadržaj S u silažnom kukuruza, koji je pod uticajem primene Se znatno niži u poređenju sa neđubrenom kontrolom. Rezultati su u skladu sa istraživanjem Poldma et al. (2011) koji su ispitivali uticaj folijarne primene Se ( $10, 50$  i  $100 \mu\text{g Se mL}^{-1}$ ) u ogledu sa belim lukom i utvrdili da najveća doza utiče na smanjenje sadržaja S, K i Ca. Razlog smanjenja sadržaja S našem ogledu može biti činjenica da se Se od strane biljaka usvaja u obliku selenata preko sulfatnih transportera. S obzirom na njihovu sličnost, Se i S su u kompeticiji za iste transportere i usvajanje Se je ograničeno visokim nivoima S (Malagoli i sar., 2015). Kako je u našem ogledu Se dodat đubrenjem, povećanje njegove koncentracije je verovatno uticalo na smanjeno usvajanje S.

#### **7.4. Uticaj đubrenja cinkom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza**

Tokom tri godine ogleda u kojima je meren prinos, đubrenje Zn u proseku nije uticalo na prinos lucerke i silažnog kukuruza. Ovakvi rezultati su u skladu sa drugim istraživanjima u kojima se ispitivao uticaj đubrenja Zn. U tri ogleda u kojima je ispitivan uticaj đubrenja Zn na prinos pšenice, folijarno đubrenje nije imalo efekta, dok je značajano pozitivan uticaj đubrenja preko zemljišta utvrđen samo na lokalitetu sa niskim sadržajem Zn u zemljištu ( $0,18 \text{ mg kg}^{-1} \text{ Zn}$ ) (Cakmak et al., 2010). Wang et al. (2012) su takođe utvrdili da folijarna i primena Zn preko zemljišta nije značajno uticala na prinos biomase kukuruza i zrna pšenice. Kao razlog ovakvih rezultata navode činjenicu da sadržaj lakopristupačnog Zn u zemljištu nije bio dovoljno nizak da bi se prinos značajno povećao pod uticajem đubrenja ovim elementom. U našem istraživanju, izmerena koncentracija DTPA Zn u zemljištu pod lucerkom je bila  $3,36 \text{ mg kg}^{-1}$ , odnosno  $3,36$ ;  $2,92$  i  $1,7 \text{ mg kg}^{-1}$  na proučavanim parcelama sa silažnim kukuruzom. Prema Alloway-u (2009) ove vrednosti su iznad  $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$ , kritične koncentracije korišćene prilikom interpretacije analize zemljišta. Prema tome, u našem ogledu razlog izostanka uticaja đubrenja Zn na prosečan prinos krme kukuruza može biti visok sadržaj DTPA-Zn u zemljištu.

Ukoliko posmatramo prinos po godinama, izuzetak predstavlja 2015. godina, kada je pod uticajem mikroelemenata došlo do neočekivanog smanjenja prinosa zelene mase silažnog kukuruza na tretmanima đubrenim Zn. Ovakav rezultat je u skladu sa istraživanjem Potarzycki-og and Grzebisz-a (2009) koji su utvrdili da folijarna primena Zn u dozi od  $0,5$  i  $1 \text{ kg Zn ha}^{-1}$  ima pozitivno dejstvo na prinos zrna kukuruza, dok  $1,5 \text{ kg Zn ha}^{-1}$ , kao i doza primenjena u našem ogledu, ima negativno dejstvo u poređenju sa neđubrenom kontrolom. Đubrenje Zn, posebno folijarna primena ( $5 \text{ kg Zn ha}^{-1}$ ) je negativno uticala na prinos suve mase kukuruza, kao i na visinu biljke (Bukvić et al., 2003). Druga godina ogleda se odlikovala nešto višim temperaturama u odnosu na višegodišnji prosek dok je količina padavina bila znatno ispod proseka, pogotovo u junu i julu, u vreme primene folijarnog đubriva. Ovakvi meteorološki uslovi u kombinaciji sa oblikom primenjenog đubriva ( $\text{ZnSO}_4 \times 7 \text{ H}_2\text{O}$ ) u ogledu, mogu biti razlog smanjenih prinosa usled mogućeg zadržavanja sulfata na listovima i stvaranja ožegotina.

U literaturi može da se pronađe nekoliko studija u kojima je utvrđen pozitivan efekat đubrenja Zn na prinos lucerke (Grewal 2001; Ceylan et al., 2009; Grewal, 2010) i zrna kukuruza (Liu et al, 2006; Fahad et al, 2015;). U našem istraživanju, đubrenje Zn je uticalo na blago povećanje prinosa sveže i suve mase lucerke, ali bez statističkih značajnosti. Razlozi ovakvih rezultata mogu da budu niske doze i folijarna primena Zn u našem istraživanju, jer u pomenutim istraživanjima sa lucerkom, Zn je primenjen preko zemljišta i u dozi od 4 kg Zn ha<sup>-1</sup> (Grewal 2001; Grewal 2010) ili čak u višim dozama od 40, 80, 120 kg ha<sup>-1</sup> (Ceylan et al., 2009). Takođe, Grewal (2001) je utvrdio da ista doza Zn ima različitu efikasnost u podizanju prinosa kod različitih kultivara lucerke.

U velikom broju istraživanja utvrđeno je da đubrenje Zn pozitivno deluje na povećanje njegove koncentracije u lucerki (Ceylan et al., 2009), zrnu kukuruza (Wang et al, 2012; Tariq et al., 2014; Fahad et al., 2015; Mao et al., 2016), i pšenice (Čakmak, 2010, Zhang et al., 2012); komušini klipa (Bukvić et al., 2003) itd.

U ogledu sa lucerkom, na tretmanu đubrenim sa većom dozom Zn u obe godine je postignut značajno veći sadržaj Zn u poređenju sa kontrolnim tretmanom bez đubrenja, međutim optimalan nivo za ishranu stoke (43 mg Zn kg<sup>-1</sup>) je postignut samo u prvoj godini ogleda. U obe godine ogleda, koncentracija Zn u biljci je bila u visokoj korelaciji sa primenjenom dozom Zn. Međutim, povećanje sadržaja Zn je variralo u zavisnosti od godine. Ovakvi rezultati su posledica činjenice da je prva godina ogleda bila godina zasnivanja zasada lucerke stoga je postignut ređi sklop biljaka u poređenju sa drugom godinom, odnosno tokom dve godine ista količina đubriva je primenjena na različiti sklop biljaka. Iz tog razloga, primena 0,1 kg Zn ha<sup>-1</sup> u prvoj godini je više povećala sadržaj (za 34,32 mg Zn kg<sup>-1</sup> SM) u poređenju sa drugom godinom (za 7,80 mg kg<sup>-1</sup> SM).

Folijarna primena Zn dovela je do povećanja njegovog sadržaja i u biljci kukuruza. I pored povećanja sadržaja, optimalan nivo (43 mg kg<sup>-1</sup> SM) za ishranu goveda postignut je samo u drugoj godini ogleda na tretmanima đubrenim Zn i ureom u kombinaciji, međutim, prinos je značajno smanjen u poređenju sa neđubrenom kontrolom. Kao posledica značajno nižih prinosa ostvarenih u drugoj godini ogleda, na oba tretmana na kojima je primenjen Zn, izmeren je viši sadržaj Zn u biljnom materijalu

u poređenju sa prvom godinom. Takođe je i akumulacija Zn bila značajno veća u drugoj godini oglada. Efikasnost usvajanja primenjenog Zn je bila veća u 2015 godini, međutim u obe godini se uočava da sa povećanjem doze blago opada efikasnost usvajanja, od 12,1 ka 8,2% u prvoj, odnosno od 5,1 ka 4,7% u drugoj godini. Primena 0,5 kg Zn ha<sup>-1</sup> pokazala se efikasnijom dozom kojom je moguće smanjiti potencijalne gubitke elementa iz sistema gajenja.

U 2015. godini izmeren je značajno niži sadržaj P, K, Cu i Mn, kao i SP u poređenju sa 2014. godinom. Sušni uslovi kojima se karakterisala 2015. godina mogu negativno da utiču na usvajanje mineralnih materija iz zemljišta. Količina zemljišnog rastvora je smanjena, samim tim je i sporije dovođenje jona na površinu korena, kao i umanjen ascendentni transport usvojenih materija kroz biljku (Kastori, 2006). S druge strane, u ogledu sa kukuruzom, sadržaj Se, Zn i Fe je značajno viši u 2015. godini, kao moguća posledica količine postignutih prinosa. U 2015. godini, prinosi su bili znatno niži u poređenju sa prethodnom godinom. Selen i Zn iz primenjenog folijarnog đubriva su usvojeni znatno manjom količinom biljne mase, u poređenju sa 2014. godinom, kada je došlo do efekta razblaženja usled velike vegetativne mase. Wang et. al. (2012) su utvrdili da je folijarno đubrenje Zn povećalo koncentraciju Fe u zrnu kukuruza, kao i da postoji značajna korelacija u sadržaju ova dva elementa zbog činjenice da primena folijarnog Zn povećava brzinu transporta Fe u biljci.

Ukoliko se posmatra prosek za sve godine, sadržaj ostalih analiziranih elemenata u lucerki i silažnom kukuruzu se nije značajno menjao pod uticajem đubrenja Zn. Izuzetak predstavlja S, čiji sadržaj je na tretmanima đubrenim Zn bio značajno manji u poređenju sa neđubrenom kontrolom.

Tretman na kome je Zn primenjen u kombinaciji sa ureom pokazao se kao značajno efikasniji u povećanju sadržaja u biljci u poređenju sa primenom istog elementa bez uree. U poređenju kad se primeni samo Zn, na tretmanu na kom je izvršeno folijarno đubrenje ureom došlo je do povećanja akumulacije Zn, kao i povećanja efikasnosti usvajanja Zn od strane biljaka u obe godine oglada. Čak i ukoliko se posmatra efekat interakcije primene N i mikroelemenata, najviši sadržaj Zn je utvrđen na tretmanu sa najnižom dozom N i Zn+U. Pretpostavlja se da urea olakšava prodiranje folijarno primenjenih jona kroz kutikulu lista (Yamada et al. 1965; Swietlik



and Faust 1984) i na taj način pouspešuje usvajanje Zn od strane biljaka. Prema Kutmanu et al. (2010), primena visokih doza N rezultira visokom mobilnošću i fiziološkom pristupačnošću Zn na ćelijskom nivou kroz uticaođ na nivo Zn-helatnih jedinjenja (amino kiseline, peptidi, nikotinamid). Takođe, isti autori navode da nakon folijarne primene Zn usled lakog translociranja u tkivu floema, i translokacije Zn iz vegetativnih tkiva u seme, dolazi do povećanja akumulacije Zn u zrnu pšenice.

Prema Sajedi-u et al. (2011) prilikom proizvodnje kukuruza u uslovima suše đubrenje Se je preporučljivo, ali ne u kombinaciji sa drugim elementima, zbog antagonističkog odnosa i samim tim negativnog uticaja na biljku, kao i zbog smanjene antioksidativne aktivnosti. Antagonizam između selenata i sulfata je dobro poznat (Marchner, 2011); s obzirom da se selenat metaboliše istim putevima kao S i ugrađuje u sve S metabolite, stoga je bilo očekivano da će primenjeni  $ZnSO_4$  smanjiti usvajanje Se (primenjenog u obliku natrijum selenata) od strane biljke. Međutim, u našem istraživanju đubrenje Se i Zn u kombinaciji nije pokazalo negativan uticaođ na prinos, usvajanje Se ili mineralni sastav lucerke. Primena ova dva elementa u kombinaciji je dala iste rezultate kao kad su primenjeni u istoj dozi pojedinačno, odnosno u poređenju sa kontrolom, nisu uticali negativno na ispitivana svojstva. Takođe, u sušnoj 2015. godini, sadržaj sirovih proteina, kao i Se je bio najviši na ovom tretmanu. U istoj godini, primena Se i Zn u kombinaciji se pokazala kao efikasnija u usvajanju Se (21,9 %) u poređenju kad se ovaj element primeni u dozi od 5g (12,8%). Visoka efikasnost usvajanja Se na tretmanu Se+Zn može da se objasni primenjenom dozom Se, s obzirom da je ostvarena efikasnost usvajanja slična (19,2%) kao kad se Se primeni u istoj dozi pojedinačno. U slučaju usvajanja Zn, primena Se i Zn u kombinaciji se pokazala kao manje efikasna.

## 7.5. Uticaj đubrenja bakrom na prinos i hemijski sastav lucerke i silažnog kukuruza

Lucerka spada u grupu biljaka koje ispoljavaju veliku osetljivost na nedostatak bakra (Gupta et al., 2008), međutim, u našem istraživanju primena Cu nije uticala na unapređenje koncentracije ostalih proučavanih elemenata. Đubrenje je povećalo koncentraciju Cu u masi lucerke, ali istovremeno je dostignut i toksičan nivo u biljkama, posebno u prvoj godini ogleda. Prema Gupta et al. (2008), koncentracija od 10-70 mg kg<sup>-1</sup> se smatra toksičnom za biljke i vodi ka smanjenju prinosa. U koncentraciji koja je viša od zahtevane od strane biljaka, Cu može da izazove hlorozu, nekrozu i promenu boje lista, kao i sprečavanje rasta biljaka (Yruela, 2005). S druge strane, Wang et al. (2011) tvrde da lucerka ima veću sposobnost tolerancije i akumulacije Cu u odnosu na druge Cu-bioakumulatore. Izmerena koncentracija Cu u 2014. godini je bila čak viša i od maksimalno dozvoljene granice (40 mg Cu kg<sup>-1</sup>) u stočnoj hrani (Suttle, 2010), i takvo seno je neupotrebljivo za ishranu stoke. Razlog visokog sadržaja Cu u krmu lucerke u našem istraživanju može da se objasni relativno visokom izmerenom koncentracijom DTPA Cu u zemljištu, koja je u kombinaciji sa đubrenjem i manjom količinom biljne mase u godini zasnivanja lucerišta, dovela je do toksične koncentracije Cu u biljakama.

Osnov za izračunavanje sastava, odnosno količine potrebnih hraniva u obroku krava predstavlja prvenstveno zadovoljenje energetske potrebe životinja, koje se razlikuju u zavisnosti od perioda laktacije, kondicije životinja, uzrasta itd. Pored navedenih parametara, kvalitet kabaste hrane takođe predstavlja bitan faktor koji se uzima u obzir prilikom izračunavanja količine i odnosa udela kabastih i koncentrovanih hraniva u ukupnom obroku. Zadovoljenje potreba u mineralima predstavlja poslednji korak prilikom sastavljanja obroka i najčešće se nadoknađuje dodavanjem neorganskih oblika. Isplativost biofortifikacije krmnog bilja naspram dodavanja neorganskih oblika nije uporediva s obzirom na mnogo veće prednosti za krave ukoliko unose minerale kroz organski izvor, odnosno krmno bilje. S obzirom da osnov obroka za krave predstavlja kabasta hrana, uspeh predstavlja ukoliko se đubrenjem poveća sadržaj pojedinih elemenata kao što su Se i Zn u krmnom bilju, jer se na taj način, balansiranjem obroka radi zadovoljenja energetske potrebe krava, povećava i organski unos elemenata.

## 8. ZAKLJUČAK

Na osnovu istraživanja na terenu i sprovedenih oglada sa lucerkom i silažnim kukuruzom može se zaključiti sledeće:

- U celini, analizirana zemljišta na proučavanim lokalitetima u Vojvodini i zapadnoj Srbiji su dobro obezbeđena  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Mn, Cu, Zn, Fe i Co, međutim, sa aspekta ishrane stoke, krmno bilje gajeno na ovom zemljištu nije dovoljno obezbeđeno Cu, Zn i Se.
- U zavisnosti od lokaliteta utvrđena je varijabilnost u sadržaju pojedinih elemenata u lucerki, travama i silažnom kukuruza. U slučaju lucerke to su K, Fe i Se, trava Zn, K, Se i P i silažnog kukuruza Ca, Fe, M i K.
- Usled utvrđene visoke varijabilnosti mineralnog sastava zemljišta i krmnog bilja, pored analiza zemljišta, poljoprivrednicima se preporučuje da vrše i analizu krme biljaka, u cilju dobijanja informacija o sadržaju i potencijalnoj potrebi dodavanja elemenata radi pripreme dobro izbalansiranih obroka za stoku.
- Rezultati oglada sa silažnim kukuruzom su potvrdili činjenicu da đubrenje N predstavlja bitan faktor u povećanju prinosa zelene mase. Sa povećanjem primenjenije doze N povećava se i prinos zelene mase. U uslovim suše, na svim tretmanima đubrenim N je ostvaren značajno veći prinos, odnosno primena uree je pomogla biljkama da lakše podnesu uslove suše.
- Sadržaj sirovih proteina u biljci kukuruza se povećava đubrenjem N, međutim sadržaj se ne razlikuje u zavisnosti od primenjenije doze N. Đubrenje N u proseku za dve godine je dovelo do značajnog unapređenja sadržaja mikroelemenata Zn, Cu i Mn u suvoj masi silažnog kukuruza, međutim, u kombinaciji sa primenom mikroelemenata nije ostvaren značaj uticaj.
- Folijarno đubrenje Se nema uticaja na prinos krme lucerke i silažnog kukuruza ali pozitivno utiče na njegov sadržaj u biljci. U poređenju sa nutritivnim potrebama goveda, primenom 5 i 10 g Se ha<sup>-1</sup> se postiže optimalan nivo Se u krmi lucerke, međutim, doza od 10 g Se ha<sup>-1</sup> nije dovoljna da se u silažnom kukuruzu poveća sadržaj Se na pomenuti nivo. S obzirom da su rezultati pokazali da je primenjena

doza Se u značajnoj korelaciji sa sadržajem u biljci, odnosno da sa primenom 1 g Se ha<sup>-1</sup> sadržaj u biljci se povećava za 0,04 mg Se kg<sup>-1</sup> SM, preporučuje povećanje doze u slučaju đubrenja silažnog kukuruza. U slučaju lucerke, između 5 i 10 g primenjenog Se po hektaru nema razlika u ostvarenom sadržaju i efikasnosti usvajanja Se, stoga se u proizvodnji lucerke ekonomičnijom pokazala primena 5 g Se ha<sup>-1</sup>.

- Folijarna primena Zn nema uticaja na ostvarivanje prinosa krme lucerke i silažnog kukuruza. Pretpostavlja se da je uticaj izostao usled dobre obezbeđenosti zemljišta lakopristupačnim Zn na parcelama na kojima se izvodio ogled. Izuzetak predstavlja sušna godina, kada je utvrđen negativan uticaj đubrenja Zn na prinos zelene mase silažnog kukuruza.
- Primenom 1 kg Zn ha<sup>-1</sup> postiže se značajno povećanje sadržaja Zn u biljci lucerke, međutim, optimalan nivo za ishranu stoke je postignut samo u jednoj godini. Primljena doza Zn je u visokoj korelaciji sa sadržajem u biljci lucerke, međutim efekat se menja u zavisnosti od postignutog sklopa biljaka, odnosno ista doza je manje efikasna na gušćem sklopu biljaka. Kako bi se zadovoljile nutritivne potrebe goveda, za folijarno đubrenje lucerke je potrebno doza veća od 1 kg Zn ha<sup>-1</sup>.
- I u slučaju silažnog kukuruza, folijarna primena Zn je dovela do povećanja sadržaja Zn, ali optimalan nivo za ishranu goveda je postignut samo u jednoj godini na tretmanu đubrenim Zn i ureom u kombinaciji, uz istovremeno smanjenje prinosa u odnosu na neđubrenu kontrolu.
- U poređenju kada se primeni samo Zn, folijarna primena Zn u kombinaciji sa ureom se pokazala efikasnijom u povećanju sadržaja u biljci, akumulaciji Zn po hektaru kao i usvajanju Zn.
- Đubrenje Se i Zn nema značajnog uticaja na sadržaj sirovih proteina i koncentraciju pojedinih makro (P, K, Ca, Mg) i mikroelemenata (Fe, Zn, Cu, Mn) u lucerki i silažnom kukuruza.

- Đubrenje Zn je izvršeno pomoću  $ZnSO_4$  i s obzirom da se selenati i  $SO_4^{-2}$  usvajaju istim metaboličkim putevima od strane biljaka, očekivao se njihov antagonizam prilikom usvajanja. Rezultati oglada su pokazali da folijarno đubrenje Se i Zn u kombinaciji može da se preporuči jer je povećalo sadržaj Se i Zn u lucerki i nije pokazalo negativan uticaj na prinos i sadržaj drugih elemenata, međutim, potrebno je ispitivanje uticaja primene  $10 \text{ g Se ha}^{-1}$  i doza Zn većih od  $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$  u kombinaciji.
- Đubrenje Cu utiče na povećanje njegovog sadržaja u biljci, međutim u godini sa ređim sklopom biljaka može da se postigne nivo viši od maksimalno dozvoljene granice za ishranu stoke. Ovakvi rezultati ukazuju da Cu treba primenjivati sa velikom pažnjom, s obzirom da visoka doza može da izazove toksične nivoe u senu lucerke.
- Folijarno đubrenje Se, Zn i Cu može da bude važna agrotehnička mera za povećanje sadržaja ovih elemenata u lucerki gajenoj na slabo alkalnom zemljištu u uslovima bez navodnjavanja. Imajući u vidu da je primena Se i Zn dovela do povećanja njihovog sadržaja u suvoj masi lucerke, bez negativnog uticaja na prinos i ostale proučavane parametra, može se preporučiti folijarno đubrenje ovim elementima u agroekološkim uslovima Vojvodine kao agrotehnička mera koja ima za cilj unapređenje mineralnog sastava lucerke, radi poboljšanja nutritivnog stanja goveda koje konzumiraju takvo seno. U proizvodnji lucerke, kao optimalna doza Se kojom će se istovremeno u biljci postići zadovoljavajući nivo za ishranu goveda i najbolja efikasnost đubrenja preporučuje se primena  $5 \text{ g ha}^{-1}$ . U slučaju Zn, proučavane doze nisu postigle optimalan nivo u suvoj masi lucerke, stoga može da se preporuče dalja istraživanja ispitivanja uticaja doza većih od  $1 \text{ kg}$  u proizvodnji lucerke. Pored ispitivanja doze đubriva, s obzirom da je u našem istraživanju ispitivan uticaj folijarne primene Se, Zn i Cu na prvi otkos, potrebno je da se ispita da li postoji rezidualni uticaj primenjenih đubriva i u narednom otkosu, odnosno da li je neophodno đubrenje pre svakog otkosa.
- Uzimajući u obzir da je osnovni cilj đubrenja visoki prinosi dobrog kvaliteta, uz što veću efikasnost primenjenog đubriva, naše istraživanje je pokazalo da će ovi kriterijumi delimično biti zadovoljeni primenom u kombinaciji  $10 \text{ g Se}$  i  $120 \text{ kg N}$

ha<sup>-1</sup>, odnosno kombinacijom folijarne primene uree i 1,5 kg Zn i 180 kg N po hektaru. Folijarna primena Se i Zn je dovela do povećanja njihovog sadržaja u suvoj masi silažnog kukuruza, međutim, nije postignut optimalan nivo za ishranu goveda, i u skladu sa takvim rezultatima, preporučuju se dalja ispitivanja većih doza ovih đubriva, radi dobijanja kukuruza za pripremu silaže sa što većim procentom Se i Zn.

## 9. PRILOG

Tabela 33. Osnovna hemijska svojstava i sadržaj elemenata u zemljištu ispod lucerke-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	lokalitet	pH u H <sub>2</sub> O	pH u KCl	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg 100g <sup>-1</sup>
1.	Čantavir	8,21	7,48	18,99	2,53	24,47	19,89
2.	Kelebija	8,21	7,63	5,78	1,00	30,95	7,29
3.	Palić	8,34	7,56	11,56	2,43	29,83	11,62
4.	Obzir	8,26	7,41	7,02	3,22	0,21	16,74
5.	Srpski Krstur	8,24	7,19	3,77	1,27	19,50	21,46
6.	Kula	8,17	7,40	8,79	3,10	20,38	13,98
7.	Kumane	6,75	5,70	2,93	3,16	1,65	19,89
8.	Novi Bečej	8,20	7,23	3,77	1,49	10,78	19,10
9.	Ljutovo	8,36	7,64	13,40	2,47	11,34	9,26
10.	Bečej	8,37	7,67	15,07	2,78	17,42	11,62
11.	Stajićevo	8,16	7,39	7,07	2,74	19,34	15,95
12.	Kotešica	5,52	4,25	2,91	2,28	41,36	26,58
13.	Gola Glava	6,42	5,27	2,08	1,75	3,57	23,04
	Prosek	7,79	6,91	7,93	2,32	17,75	16,65
	SD*	0,93	1,10	5,34	0,73	12,22	5,70
	Minimum	5,52	4,25	2,08	1,00	0,21	7,29
	Maksimum	8,37	7,67	18,99	3,22	41,36	26,58

\*standardna devijacija

Tabela 34. Sadržaj elemenata u zemljištu ispod lucerke-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	Lokalitet	Ukupan sadržaj mg kg <sup>-1</sup>								Pristupačan sadržaj mg kg <sup>-1</sup>				
		Mn	Cu	Zn	Ca	Fe	Co	Se	Mo	Mn	Cu	Zn	Fe	Co
1.	Čantavir	472	110,49	19,13	16.537	11.851	7,00	0,21	0,48	13,78	3,41	1,07	70,73	0,46
2.	Kelebija	201	10,91	13,76	1.787	11.145	2,18	0,16	0,24	4,91	3,77	1,24	27,93	0,50
3.	Palić	252	14,14	21,22	5.301	11.761	4,14	0,28	0,47	13,09	4,98	1,78	52,48	0,41
4.	Obzir	541	16,58	23,45	1.601	12.229	5,00	0,29	0,42	7,71	5,05	1,32	23,76	0,45
5.	Srpski Krstur	637	27,38	40,69	1.247	12.794	4,70	0,31	0,62	4,82	8,94	1,81	54,08	0,44
6.	Kula	374	15,97	18,57	2.112	12.248	4,81	0,34	0,44	8,23	5,50	1,48	46,50	0,30
7.	Kumane	819	22,08	29,04	1.292	12.520	4,18	0,41	0,73	48,29	6,78	1,45	34,49	0,73
8.	Novi Bečej	796	30,82	52,01	1.119	12.761	4,66	0,33	0,56	5,48	12,09	2,84	37,34	0,40
9.	Ljutovo	482	13,46	17,84	7.395	11.905	3,66	0,38	0,35	7,85	4,52	1,22	41,36	0,21
10.	Bečej	514	14,60	21,22	8.198	12.040	6,12	0,26	0,39	7,83	4,69	1,19	59,10	0,21
11.	Stajićevo	686	25,56	28,55	1.051	12.372	7,35	0,35	0,44	10,93	7,96	0,02	54,32	0,29
12.	Kotešica	1193	13,49	25,92	2.362	12.206	7,06	0,37	0,72	107,65	5,70	3,79	48,33	0,44
13.	Gola Glava	964	14,45	21,93	2.361	12.464	8,77	0,36	0,60	57,49	6,71	1,71	44,82	0,53
	Prosek	610	17,76	25,64	4.028	12.176	5,36	0,31	0,50	22,93	6,16	1,61	45,79	0,41
	SD*	281	6,48	10,38	4.468	448	1,80	0,07	0,14	30,55	2,38	0,90	12,96	0,14
	Minimum	201	10,91	13,76	1.051	11.145	2,18	0,16	0,24	4,82	3,41	0,02	23,76	0,21
	Maksimum	1193	30,82	52,01	16.537	12.794	8,77	0,41	0,73	107,65	12,09	3,79	70,73	0,73

\*standardna devijacija



Tabela 35. Osnovna hemijska svojstva i sadržaj elemenata u zemljištu ispod trava-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	lokalitet	pH u H <sub>2</sub> O	pH u KCl	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg 100g <sup>-1</sup>
1.	Čantavir	8,41	7,59	21,88	4,62	17,74	16,34
2.	Kelebija	7,96	7,30	6,19	3,23	12,94	17,52
3.	Palić	8,23	7,67	24,36	2,32	9,18	12,01
4.	Obzir	9,40	7,83	7,43	2,06	19,18	15,95
5.	Srpski Krstur	8,04	6,96	2,89	2,66	22,95	23,04
6.	Kula	8,34	7,72	26,79	2,26	8,61	12,80
7.	Kumane	8,61	7,00	2,93	2,70	40,48	32,88
8.	Novi Bečej	8,24	7,18	3,77	2,57	57,13	46,07
9.	Plandište	7,63	6,84	2,91	3,66	36,96	37,21
10.	Joševo	5,92	5,46	2,91	2,29	1,01	6,50
11.	Gola Glava	7,00	5,97	2,49	1,97	18,62	38,00
12.	Čantavir	8,13	7,48	16,52	2,61	49,37	23,04
13.	Kula	8,31	7,47	14,23	2,70	55,29	17,52
14.	Joševo	5,35	3,88	7,48	1,78	0,85	6,89
15.	Kotešica	5,30	3,95	2,49	1,90	1,25	7,29
	Prosek	7,66	6,69	9,69	2,62	23,44	20,87
	SD*	1,22	1,30	8,74	0,74	19,66	12,38
	Minimum	5,30	3,88	2,49	1,78	0,85	6,50
	Maksimum	9,40	7,83	26,79	4,62	57,13	46,07

\*standardna devijacija

Tabela 36. Sadržaj elemenata u zemljištu ispod trava-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	Lokalitet	Ukupan sadržaj mg kg <sup>-1</sup>								Pristupačan sadržaj mg kg <sup>-1</sup>				
		Mn	Cu	Zn	Ca	Fe	Co	Se	Mo	Mn	Cu	Zn	Fe	Co
1.	Čantavir	739	22,98	30,17	12.826	12.080	5,48	0,46	0,50	22,01	15,96	4,43	77,98	0,55
2.	Kelebija	365	17,34	20,24	2.371	11.822	3,11	0,32	0,36	10,65	7,64	2,13	71,35	0,48
3.	Palić	233	15,48	19,71	16.661	11.689	3,48	0,14	0,50	6,48	5,60	1,84	55,38	0,37
4.	Obzir	484	14,64	21,39	1.711	12.224	4,85	0,19	0,16	17,14	12,55	2,54	48,33	0,38
5.	Srpski Krstur	459	31,78	41,24	1.221	12.895	4,62	0,47	0,46	1,66	9,42	0,93	26,97	0,41
6.	Kula	608	14,90	21,45	16.892	11.843	4,40	0,20	0,42	10,96	6,71	1,84	33,89	0,32
7.	Kumane	770	22,63	25,60	1.386	12.191	4,70	0,35	0,67	20,47	9,45	2,30	20,02	0,42
8.	Novi Bečej	645	25,30	35,98	1.323	12.647	4,48	0,36	0,68	4,03	9,23	2,01	52,97	0,29
9.	Plandište	271	22,73	29,10	1.237	12.321	6,94	0,28	0,48	21,28	8,36	3,02	61,98	0,56
10.	Joševo	973	11,13	22,95	1.979	12.243	5,67	0,30	0,50	88,35	4,42	1,09	73,80	0,35
11.	Gola Glava	832	19,70	28,40	2.520	12.494	5,87	0,29	0,65	29,29	7,50	2,05	64,34	0,30
12.	Čantavir	508	14,72	20,86	11.236	11.810	5,07	0,33	0,60	15,32	6,11	1,96	45,28	0,53
13.	Kula	519	16,45	24,08	6.771	12.158	4,00	0,57	0,55	6,38	5,70	1,51	33,29	0,45
14.	Joševo	981	15,56	26,24	1.180	12.281	8,39	0,30	0,55	95,84	4,88	1,30	79,54	0,72
15.	Kotešica	1058	14,70	21,67	2.281	12.316	8,36	0,34	0,62	93,52	5,82	2,37	42,57	0,68
	Prosek	630	18,67	25,94	5.440	12.201	5,29	0,33	0,51	29,56	7,96	2,09	52,51	0,45
	SD*	258	5,43	6,20	5.903	328	1,57	0,11	0,13	33,50	3,09	0,85	18,93	0,13
	Minimum	233	11,13	19,71	1.180	11.689	3,11	0,14	0,16	1,66	4,42	0,93	20,02	0,29
	Maksimum	1058	31,78	41,24	16.892	12.895	8,39	0,57	0,68	95,84	15,96	4,43	79,54	0,72

\*standardna devijacija

Tabela 37. Osnovna hemijska svojstva i sadržaj elemenata u zemljištu ispod silažnog kukuruza-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	lokalitet	pH u H <sub>2</sub> O	pH u KCl	CaCO <sub>3</sub> %	Humus %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg 100g <sup>-1</sup>
1.	Novi Bečej	8,27	7,72	6,32	3,03	42,18	25,00
2.	Srpski Krstur	7,83	6,94	3,37	3,38	17,91	29,01
3.	Kotešica	6,52	5,96	3,37	2,80	52,73	25,77
4.	Obzir	8,46	7,76	13,06	2,91	29,36	20,92
5.	Joševac	5,74	4,41	2,95	2,10	3,36	18,50
6.	Gola Glava	5,67	4,50	3,37	3,22	3,55	32,24
7.	Kumane	6,55	5,48	2,53	2,87	2,64	29,01
8.	Bečej	8,39	7,73	5,48	1,45	25,91	37,90
9.	Kula	8,52	7,92	18,54	3,15	14,64	12,03
10.	Kelebija	8,64	8,00	16,01	2,32	14,36	14,46
11.	Palić	8,67	8,01	13,06	2,62	37,09	26,58
12.	Ljutovo	8,57	7,92	13,48	2,66	23,64	12,84
	Prosek	7,65	6,86	8,46	2,71	22,28	23,69
	SD*	1,18	1,40	5,90	0,54	16,07	8,47
	Minimum	5,67	4,41	2,53	1,45	2,64	12,03
	Maksimum	8,67	8,01	18,54	3,38	52,73	37,90

\*standardna devijacija

Tabela 38. Sadržaj elemenata u zemljištu ispod silažnog kukuruza-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	Lokalitet	Ukupan sadržaj mg kg <sup>-1</sup>								Pristupačan sadržaj mg kg <sup>-1</sup>				
		Mn	Cu	Zn	Ca	Fe	Co	Se	Mo	Mn	Cu	Zn	Fe	Co
1.	Novi Bečej	264	26,91	79,49	2.537	15.395	16,55	0,32	0,61	36,45	9,36	5,68	57,29	0,59
2.	Srpski Krstur	198	28,22	61,09	1.901	15.027	11,19	0,37	0,49	32,80	9,01	4,29	58,33	0,69
3.	Kotešica	364	16,36	50,22	1.301	13.784	11,08	0,25	0,50	38,29	2,93	1,77	67,13	0,66
4.	Obzir	193	19,09	38,64	10.171	11.405	11,19	0,25	0,34	29,14	2,36	1,63	29,68	0,56
5.	Joševac	93	20,12	42,10	1.261	16.425	10,26	0,24	0,54	42,40	4,27	2,37	97,67	0,91
6.	Gola Glava	257	29,20	48,96	1.021	10.862	12,83	0,31	0,52	68,10	4,04	2,25	82,93	0,94
7.	Kumane	254	27,29	50,86	811	10.189	10,19	0,25	0,71	70,18	7,98	3,89	89,48	1,28
8.	Bečej	157	14,96	48,17	1.906	8.596	8,33	0,18	0,33	27,70	5,44	3,93	78,08	0,42
9.	Kula	174	13,26	42,81	21.547	8.582	9,00	0,19	0,40	25,79	2,22	3,09	56,50	0,47
10.	Kelebija	171	13,29	34,56	14.162	8.275	6,14	0,21	0,35	27,06	1,86	1,26	46,03	0,49
11.	Palić	158	13,08	33,70	13.828	7.757	8,18	0,26	0,40	28,57	1,88	2,24	39,07	0,44
12.	Ljutovo	158	14,55	35,03	13.911	7.932	4,62	0,29	0,38	30,81	3,07	1,69	77,63	0,52
	Prosek	203	19,69	47,14	7.030	11.186	9,96	0,26	0,46	38,11	4,53	2,84	64,99	0,66
	SD*	71	6,46	13,04	7.253	3.193	3,10	0,06	0,12	15,33	2,78	1,35	20,84	0,26
	Minimum	93	13,08	33,70	811	7.757	4,62	0,18	0,33	25,79	1,86	1,26	29,68	0,42
	Maksimum	364	29.20	79.49	21547	16425	16.55	0.37	0.71	70.18	9,36	5,68	97,67	1,28

\*standardna devijacija

Tabela 39. Sadržaj elemenata u lucerki-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	Lokalitet	P %	K %	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Ca mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Co mg kg <sup>-1</sup>	Se mg kg <sup>-1</sup>	Mo mg kg <sup>-1</sup>
1.	Čantavir	0,68	3,73	46,25	8,71	9,42	13605	52,35	1,59	0,180	1,700
2.	Kelebija	0,83	2,08	29,48	7,85	9,06	17.276	61,00	1,47	0,078	0,960
3.	Palić	0,66	2,58	39,93	0,44	10,16	12.290	145,71	0,74	0,130	2,000
4.	Obzir	0,66	3,30	44,05	9,23	11,22	17.003	35,63	1,96	0,110	2,100
5.	Srpski Krstur	0,72	3,59	25,18	7,37	8,73	9.069	42,91	1,22	0,140	1,300
6.	Kula	0,64	3,59	40,70	10,19	9,22	16.280	28,05	1,14	0,300	2,700
7.	Kumane	0,60	2,87	50,80	10,37	11,38	12.771	323,50	0,37	0,110	0,530
8.	Novi Bečej	0,76	4,02	19,87	9,52	12,00	8.977	76,18	1,66	0,130	1,100
9.	Ljutovo	0,55	2,01	48,94	11,49	9,12	16.686	238,65	0,18	0,220	1,000
10.	Bečej	0,68	3,01	32,95	7,63	7,49	18.005	96,83	0,18	0,190	0,710
11.	Stajičevo	0,38	1,36	27,96	11,93	6,55	19.432	40,59	0,18	0,290	0,820
12.	Kotešica	0,59	3,16	53,58	7,26	13,07	11.291	129,33	0,92	0,015	0,160
13	Gola Glava	0,58	2,44	40,60	9,04	8,36	20.362	39,60	0,48	0,010	0,089
	Prosek	0,64	2,90	38,48	8,54	9,68	14.850	100,79	0,93	0,146	1,167
	SD*	0,11	0,78	10,56	2,85	1,84	3.767	89,56	0,62	0,090	0,775
	Minimum	0,38	1,36	19,87	0,44	6,55	8.977	28,05	0,18	0,010	0,089
	Maksimum	0,83	4,02	53,58	11,93	13,07	20.362	323,50	1,96	0,300	2,700

\*standardna devijacija

Tabela 40. Sadržaj elemenata u travama-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	lokalitet	biljna vrsta	P %	K %	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Ca mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Co mg kg <sup>-1</sup>	Se mg kg <sup>-1</sup>	Mo mg kg <sup>-1</sup>
1.	Čantavir	prirodna livada	0,65	2,30	44,34	4,78	7,32	1.034	19,00	1,33	0,170	0,900
2.	Kelebija	prirodna livada	0,62	3,87	44,08	7,30	8,19	2.991	43,40	1,70	0,360	0,350
3.	Palić	prirodna livada	0,72	3,87	48,71	6,19	9,68	5.324	123,72	0,92	0,036	2,900
4.	Obzir	prirodna livada	0,71	2,58	137,97	5,89	7,79	1.034	90,77	1,66	0,039	0,870
5.	Srpski Krstur	prirodna livada	0,65	3,87	49,95	6,74	8,19	2.201	69,17	1,40	0,094	1,500
6.	Kula	prirodna livada	0,62	3,16	80,93	7,48	10,14	10.263	255,46	1,11	0,025	1,100
7.	Kumane	prirodna livada	0,37	3,66	64,14	7,89	10,08	3.692	305,76	0,37	0,087	1,400
8.	Novi Bečej	prirodna livada	0,61	3,30	62,78	12,00	11,46	6.052	773,88	0,55	0,320	1,600
9.	Plandište	prirodna livada	0,69	3,66	25,85	10,04	7,07	2.055	9,48	1,31	0,064	0,710
10.	Joševo	prirodna livada	0,48	1,36	214,79	7,15	10,89	6.899	19,65	0,37	0,024	0,056
11.	Gola Glava	prirodna livada	0,73	0,33	35,26	7,41	7,15	3.068	63,66	0,18	0,021	0,640
12.	Čantavir	sejana livada	0,63	4,16	127,13	6,74	7,59	2.116	18,01	1,85	0,130	3,600
13.	Kula	sejana livada	0,48	3,30	84,57	5,04	6,90	3.032	68,83	1,22	0,091	1,000
14.	Joševo	sejana livada	0,59	1,87	134,36	4,74	5,11	1.601	16,86	1,25	0,013	0,034
15.	Kotešica	sejana livada	0,52	1,79	83,97	6,00	7,06	2.272	37,94	0,59	0,013	0,024
		Prosek	0,60	2,87	82,59	7,03	8,31	3.576	127,71	1,05	0,099	1,112
		SD*	0,11	1,17	52,57	1,98	1,88	2.632	210,77	0,53	0,083	1,069
		Minimum	0,37	0,33	25,85	4,74	5,11	1.034	9,48	0,18	0,013	0,024
		Maksimum	0,73	4,16	214,79	12,00	11,46	10.263	773,88	1,85	0,360	3,600

\*standardna devijacija

Tabela 41. Sadržaj elemenata u silažnom kukuruzu-prikaz po analiziranim lokalitetima

Redni broj	lokalitet	P %	K %	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Ca mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Co mg kg <sup>-1</sup>	Se mg kg <sup>-1</sup>	Mo mg kg <sup>-1</sup>
1.	Kelebija	0,23	0,93	17,43	2,75	12,12	1.069	14,90	1,03	0,052	0,390
2.	Palić	0,76	1,22	53,56	1,51	18,39	3.063	40,76	1,66	0,110	0,250
3.	Obzir	0,27	0,65	20,63	0,60	12,60	1.073	12,81	1,81	0,018	0,540
4.	Srpski Krstur	0,57	1,79	29,14	1,62	19,57	3.524	28,21	1,22	0,090	0,590
5.	Kula	0,69	0,93	89,08	5,03	37,72	4.476	53,85	1,85	0,094	0,440
6.	Kumane	0,47	1,22	25,60	1,21	19,79	1.273	15,64	1,11	0,028	0,099
7.	Bečej	0,50	1,79	41,98	4,03	21,78	7.477	79,36	1,44	0,120	0,880
8.	Ljutovo	0,44	0,50	28,29	2,21	752	2.577	10,30	1,40	0,150	0,310
9.	Novi Bečej	0,63	2,08	46,87	5,24	28,36	5.009	92,58	1,62	0,050	0,630
10.	Joševo	0,99	2,37	72,49	1,71	21,46	2.263	10,80	1,11	0,01	0,022
11.	Gola Glava	0,58	1,94	58,74	1,21	29,26	1.177	12,39	1,18	0,01	0,023
12.	Kotešica	0,63	1,79	12,86	4,53	32,83	3.391	15,55	1,85	0,009	0,058
	Prosek	0,56	1,43	50,56	2,64	21,78	3.031	32,26	1,44	0,079	0,353
	SD*	0,21	0,60	31,52	1,64	8,93	1.934	28,58	0,31	0,045	0,264
	Minimum	0,23	0,50	17,43	0,60	7,52	1.069	10,30	1,03	0,009	0,022
	Maksimum	0,99	2,37	122,86	5,24	37,72	7.477	92,58	1,85	0,150	0,880

\*standardna devijacija

## 10. LITERATURA

1. Abid, S., Moazzam, J., Maqshoof, A., Abbasi, G.H., Muhammad, F.U.Z. (2014): An investigation on nitrogen-zinc interaction synergise maize (*Zea mays* L.) fodder quality. *World Applied Sciences Journal*, 31(1): 91-95.
2. Ademi, A., Govasmark, E., Bernhoft, A., Bytyqi, H., Djikic, M., Manojlović, M., Lončarić, Z., Drinić, M., Filipović, A., Singh, B.R. (2015): Status of selenium in sheep and dairy cow blood in Western Balkan countries. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, 65: 1-8.
3. Ahmad, M., Waheed, A., Niaz, A., Hannan, A., Ranjha, A.M. (2009): Maize fodder quality characteristics and yield as affected by potassium application on calcareous sandy clay loam soil. *Soil and Environment (Pakistan)*, 28(2):169-173.
4. Akhtar, N., Iqbal, J., Arshad, M., Jahangeer, A., Ahmad, Z. A. (2014): Effect of foliar application of urea on oat forage productivity. *Journal of Agricultural Research (Pakistan)*, 52(1): 91-96.
5. Alloway, B.J. (2009): Soil factors associated with zinc deficiency in crops and humans. *Environmental Geochemistry and Health*, 31:537–548.
6. Alloway, B.J., 2008. *Zinc in Soils and Plant Nutrition*. Ed. IZA & IFA. Paris (FR), 44 pp.
7. Almodares, A., Jafarinia, M., Hadi, M. R. (2009): The effects of nitrogen fertilizer on chemical compositions in corn and sweet sorghum. *Agriculture and Environment Science*, 6: 441-446.
8. Amin, M.E.M.H. (2011): Effect of different nitrogen sources on growth, yield and quality of fodder maize (*Zea mays* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10(1): 17-23.
9. Ao, T., Pierce, J.L., Power, R., Pescatore, A.J., Cantor, A.H., Dawson, K.A., Ford, M.J. (2009): Effects of feeding different forms of zinc and copper on the performance and tissue mineral content of chicks. *Poultry Science*, 88:2171–2175.
10. Arsenijević-Maksimović, I., Pajević, S. (2002): *Praktikum iz fiziologije biljaka*. Poljoprivredni fakultet, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.



11. Baligar, V.C., Fageria, N.K., He, Z.L. (2001): Nutrient use efficiency in plants. *Communications in soil science and plant analysis*, 32(7-8): 921-950.
12. Barbosa, R.H., Tabaldi, L.A., Miyazaki, F.R., Pilecco, M., Kassab, S.O., Bigaton, D. (2013): Foliar copper uptake by maize plants: effects on growth and yield. *Ciência Rural*, 43(9): 1561-1568.
13. Barker, A., Pilbeam, D. (2007). *Handbook of plant nutrition*. CRCpress, Boca Raton, USA, pp.104, 133, 294.
14. Bélanger, G., Richards, J.E. (2000): Dynamics of biomass and N accumulation of alfalfa under three N fertilization rates. *Plant and Soil*, 219(1-2): 177-185.
15. Bergmann, W. (1992): *Nutritional Disorders of Plants Development. Visual and Analytical Diagnosis*. Gustav Fischer Vela, Jena. Stuttgart (DE)
16. Bokan, N., Dugalić, G., Katić, S., Milić, D., Vasiljević, S., Katanski, S., Milošević, B. (2015): Yield and cost-effectiveness of alfalfa hay production as dependent on fertilization. *Acta agriculturae Serbica*, 20(40): 155-163.
17. Broadley, M. R., Alcock, J., Alford, J., Cartwright, P., Foot, I., Fairweather-Tait, Hart, D.J., Hurst, R., Knott, P., McGrath, S., Meacham, M.C, Norman, K., Mowar, H., Scott, P., Stroud, J., Tovey, M., Tucker, M., White, Young, S.D., Zhao, F.J. (2010): Selenium biofortification of high-yielding winter wheat (*Triticum aestivum* L.) by liquid or granular Se fertilisation. *Plant and Soil*, 332(1-2): 5-18.
18. Bukvić, G., Antunović, M., Popović, S., Rastija, M. (2003): Effect of P and Zn fertilisation on biomass yield and its uptake by maize lines (*Zea mays* L.). *Plant, Soil and Environment*, 49(11): 505-510.
19. Cakmak, I., Kalayci, M., Kaya, Y., Torun, A.A., Aydin, N., Wang, Y., Arisol, Z., Erdem, H., Yazici, A., Gokmen, O., Ozturk, O., Horst, W.J. (2010): Biofortification and localization of zinc in wheat grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(16): 9092-9102.
20. Cakmak, I., Kutman, U. B. (2018): Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. *European Journal of Soil Science*, 69(1): 172-180.
21. Carlsson, G., Huss-Danell, K. (2003): Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil*, 253(2): 353-372.

22. Carpici, E. B., Celik, N., Bayram, G. (2010): Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2): 128-132.
23. Cartes, P., Gianfreda, L., Mora, M.L. (2005): Uptake of selenium and its antioxidant activity in ryegrass when applied as selenate and selenite forms. *Plant and Soil*, 276(1-2): 359-367.
24. Ceylan, S., Soya, H., Budak, B., Akdemir, H., Esetlili, B.C. (2009): Effect of zinc on yield and some related traits of alfalfa. *Turkish Journal of Field Crops*, 14:136–143.
25. Chaudhry, A.S. (2008): Forage based animal production systems and sustainability. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(SPE): 78-84.
26. Cortinhas, C. S., Botaro, B. G., Sucupira, M. C. A., Renno, F. P., Santos, M. V. (2010): Antioxidant enzymes and somatic cell count in dairy cows fed with organic source of zinc, copper and selenium. *Livestock science*, 127(1): 84-87.
27. Cox, W. J., Cherney, D. J. (2001): Row spacing, plant density, and nitrogen effects on corn silage. *Agronomy Journal*, 93(3): 597-602.
28. Čuvarđić, M., Sekulić, P., Mihaljev, Z., Živkov-Baloš, M., Čupić, Z. (2006): Essential and toxic elements in soils, feed and food in Vojvodina Province. International symposium on trace elements in the food chain, 25-27 May, 2006, Budapest, Hungary
29. Čuvarđić Maja (2000): Selen u zemljištima Vojvodine i njegova pristupačnost. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet.
30. Čuvarđić, M. (2003). Selenium in soil. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, Matica srpska, Novi Sad, 104: 23-27.
31. Čupić, Ž., Mihaljev, Ž., Veselinović, S., Živkov Baloš, M., Ivančev, A. (2006): Sadržaj minerala u uzorcima lucerke sa područja Vojvodine. *Savremena poljoprivreda*, 55(3-4): 71-74.
32. Čupina, B., Vujić, S., Krstić, D., Djurić, B., Aliu, S., Manojlović, M., Čabilovski R., Lombnaes, P. (2017): Performance of legume–grass mixtures in the West Balkan region. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*. 7:1–11.

33. De Vasconcelos, A.C.F., Clístenes, W.A.N., Fernando, F.C.F. (2011): Distribution of zinc in maize plants as a function of soil and foliar Zn supply. *International Research Journal of Agricultural Science*, 1: 1-5.
34. Di Paolo, E., Rinaldi, M. (2008): Yield response of corn to irrigation and nitrogen fertilization in a Mediterranean environment. *Field Crops Research*, 105(3): 202-210.
35. Dordas, C. (2006): Foliar boron application improves seed set, seed yield, and seed quality of alfalfa. *Agronomy Journal*, 98(4): 907-913.
36. Drissi, S., Houssa, A.A., Bamouh, A., Benbella, M. (2015): Efficacy of dairy cattle slurry in preventing Zinc deficiency of a silage corn (*Zea mays* L.) grown on a sandy soil. *Journal of Agricultural Science*, 7(5): 56.
37. Du, X., Zhang, L.F., Li, H.B., Yang, F.C., Bian, X.J. (2007): Effects of potassium application on nutrient absorption dynamics, biomass and quality formation of forage maize. *Plant Nutrition and Fertilizer Science*, 13(3): 393-397.
38. Duma, M., Alsina, I., Dubova, L., Stroksa, L., Smiltina, Z. (2011): The effect of sodium selenite and selenate on the quality of lettuce. In *Conference Proceedings of the 6th Baltic Conference on Food Science and Technology FOODBALT-2011*, Jelgava, Latvia.
39. Dynes, R.A., Henry, D.A., Masters, D.G. (2003): Characterising forages for ruminant feeding. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(1): 116-123.
40. Đukuć D., Erić P. (1995): *Lucerka*, Poljoprivedni fakultet, Novi Sad.
41. Egner, H., Riehm, H., Domingo, W.R. (1960). Investigations of the chemical soil analysis as a basis for the evaluation of nutrient status in soil. II. Chemical extraction methods for phosphorus and potassium determination. *K. Lantbruks. Hogsk. Ann.* 26: 195-215 (DE)
42. Ekanayake, L. J., Vial, E., Schatz, B., McGee, R., Thavarajah, P. (2015): Selenium fertilization on lentil (*Lens culinaris* Medikus) grain yield, seed selenium concentration, and antioxidant activity. *Field Crops Research*, 177: 9-14.
43. Erickson, H.H., Goff, J.P., Uemura, E.E. (2015): *Dukes' physiology of domestic animals*. John Wiley & Sons.
44. Erić, P. (2005): Osnovne sistematike i karakteristike osnovnih tipova prirodnih travnjaka. U: *Unapređenje proizvodnje krme na prirodnim travnjacima*,

- Alibegović-Grbić, S. (ed.). Poljoprivredni fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina, pp 67-96.
45. Erić, P., Mihailović, V., Čupina, B., Gatarić, Đ. (2004): Krmne okopavine. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo.
  46. Fahad, S., Hussain, S., Saud, S., Hassan, S., Shan, D., Chen, Y., Deng, N., Kgan, F., Wu, C., Wu, W., Shah, F., Ullah, B., Yousaf, M., Ali, S., Hunag, J. (2015): Grain cadmium and zinc concentrations in maize influenced by genotypic variations and zinc fertilization. *CLEAN–Soil, Air, Water*, 43(10): 1433-1440.
  47. Fang, Y., Wang, L., Xin, Z., Zhao, L., An, X., Hu, Q. (2008): Effect of foliar application of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56:2079–2084.
  48. Fisher, G.E. (2008): Micronutrients and animal nutrition and the link between the application of micronutrients to crops and animal health. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32: 221-233.
  49. Fixen P., Brentrup, F., Bruulsema, T., Garcia, F., Norton, R., Zingore, S. (2015): Nutrient/fertilizer use efficiency: measurement, current situation and trends. In: *Managing water and fertilizer for sustainable agricultural intensification*, ed. Drechsel P., Heffer P., Magen H., Mikkelsen R. and Wichelns. D. 8–37, International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, France.
  50. Gheysari, M., Mirlatifi, S.M., Bannayan, M., Homae, M., Hoogenboom, G. (2009): Interaction of water and nitrogen on maize grown for silage. *Agricultural water management*, 96(5): 809-821.
  51. Goicoechea, N., Antolin, M. C., Sánchez-Díaz, M. (2000): The role of plant size and nutrient concentrations in associations between *Medicago*, and *Rhizobium* and/or *Glomus*. *Biologia Plantarum*, 43(2): 221-226.
  52. Gooding, M. J., Davies, W.P. (1992): Foliar urea fertilization of cereals: a review. *Fertilizer Research*, 32(2): 209-222.
  53. Govasmark, E., Steen, A., Bakken, A.K., Strøm, T., Hansen, S. (2005). Factors affecting the concentration of Zn, Fe and Mn in herbage from organic farms and in relation to dietary requirements of ruminants. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 55: 131-142.

54. Grewal, H.S. (2010): Fertiliser management for higher productivity of established lucerne pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53:303–314.
55. Grewal, H.S.(2001): Zinc influences nodulation, disease severity, leaf drop and herbage yield of alfalfa cultivars. *Plant and Soil*. 234(1):47–59.
56. Grewal, H.S., Williams, R. (2000): Zinc nutrition affects alfalfa responses to water stress and excessive moisture. *Journal of Plant Nutrition*, 23(7): 949-962.
57. Grewal, H.S., Williams, R. (2002): Influence of potassium fertilization on leaf to stem ratio, nodulation, herbage yield, leaf drop, and common leaf spot disease of alfalfa. *Journal of Plant Nutrition*, 25(4): 781-795.
58. Gül, I., Yildirim, M., Akinci, C., Doran, I., Kilic, H. (2008): Response of silage maize (*Zea mays* L.) to nitrogen fertilizer after different crops in a semi arid environment. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32(6): 513-520.
59. Gupta, U.C., Gupta, S.C. (2000): Selenium in soils and crops, its deficiencies in livestock and humans: implications for management. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31(11-14): 1791-1807.
60. Gupta, U.C., Gupta, S.C. (2002): Quality of animal and human life as affected by selenium management of soils and crops. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33(15-18): 2537-2555.
61. Gupta, U.C., Kening, W.U., Liang, S. (2008): Micronutrients in soils, crops, and livestock. *Earth Science Frontiers*, 15:110–125.
62. Gupta, U.C., MacLeod, J.A. (1994): Effect of various sources of selenium fertilization on the selenium concentration of feed crops. *Canadian Journal of Soil Science*, 74(3): 285-290.
63. Hall, J.A., Bobe, G., Hunter, J.K., Vorachek, W.R., Stewart, W.C., Vanegas, J.A., Estill, T.C., Wayne, D., Mosher, W.D., Pirelli, G.J. (2013): Effect of feeding selenium-fertilized alfalfa hay on performance of weaned beef calves. *PLoS One* 8: e58188.
64. Hall, J.A., Van Saun, R.J., Nichols, T., Mosher, W., Pirelli, G. (2009): Comparison of selenium status in sheep after short-term exposure to high-selenium-fertilized forage or mineral supplement. *Small Ruminant Research*, 82(1): 40-45.

65. Hamnér, K., Weih, M., Eriksson, J., Kirchmann, H. (2017): Influence of nitrogen supply on macro-and micronutrient accumulation during growth of winter wheat. *Field crops research*, 213: 118-129.
66. Hawrylak-Nowak, B., Matraszek, R., Pogorzelec, M. (2015): The dual effects of two inorganic selenium forms on the growth, selected physiological parameters and macronutrients accumulation in cucumber plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 37(2): 41.
67. He, P.P., Lv, X., Wang, G. (2004): Effects of Se and Zn supplementation on the antagonism against Pb and Cd in vegetables. *Environment International*, 30(2): 167-172.
68. Hooda, P.S.(2010): Trace elements in soils. John Wiley & Sons, Ltd.Chichester, UK, pp. 175-187.
69. [http://www.lgseeds.rs/home/kukuruz/za\\_silazu/\\_params/proizvod/Janett/proizvodi\\_view/single.html](http://www.lgseeds.rs/home/kukuruz/za_silazu/_params/proizvod/Janett/proizvodi_view/single.html)
70. <https://nsseme.com/nseme/proizvodi/krmno-bilje/lucerka/>
71. IUSS Working Group WRB (2014): World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
72. Jamil, M., Sajad, A., Ahmad, M., Akhtar, M. F. U. Z., Abbasi, G.H., Arshad, M. (2015): Growth, yield and quality of maize (*Zea mays* L.) fodder as affected by nitrogen-zinc interaction in arid climate. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52: 637-643.
73. JDPZ, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, (1971): Određivanje strukture i njene stabilnosti. Kolektiv autora, priručnik, knjiga V, str 112-130, Beograd.
74. Jovanović, I., Pešut,O., Gvozdić,D., Stojić,V. (2004): Selenium and iodine status relationship in calves and heifers from selenium and iodine deficient areas in Serbia. *Acta Veterinaria Belgrade*,54: 3-11.
75. Kabata-Pendias, A. (2000): Trace elements in soil and plants. 3<sup>rd</sup> Ed. CRC Press, Washington, D.C. 303 p
76. Kabata-Pendias, A.(2004): Soil-plant transfer of trace elements-anenvironmental issue. *Geoderma*, 122: 143-149.

77. Kaiser H. (1960): The application of electronic computer to factor analysis. *Educational and psychological measurement*, 20:141-151.
78. Kalra, Y.(1997):*Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. CRC Press Boca Raton (USA) 53, 57 pp.*
79. Kaplan, M., Baran, O., Unlukara, A., Kale, H., Arslan, M., Kara, K., Buyukkilic, S., Konca, Y., Ulas, A. (2016): The effects of different nitrogen doses and irrigation levels on yield, nutritive value, fermentation and gas production of corn silage. *Turkish Journal of Field Crops*, 2(1): 100-108.
80. Kápolna, E., Hillestrøm, P.R., Laursen, K.H., Husted, S., Larsen, E. H. (2009): Effect of foliar application of selenium on its uptake and speciation in carrot. *Food Chemistry*, 115(4): 1357-1363.
81. Kastori, R. (2006): *Fiziologija biljaka*, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija
82. Kastori, R., Bogdanović, D., Kadar, I., Milošević, N., Sekulić, P., Pucarević, M. (2006): *Uzorkovanje zemljišta i biljaka nezagađenih i zagađenih staništa*. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
83. Katić, S., Milić, D., Karagić, Đ., Malidža, G., Katanski, S. (2013): *Ublažavanje negativnih efekata suše na prinos lucerke primenom agrotehničkih mera*. Zbornik referata 47. Savetovanja agronoma Srbije, 3-9.02., Zlatibor, Srbija
84. Katić, S., Milić, D., Mihailović, V., Karagić, Đ., Pojić, M. (2010): *Prinos, komponente prinosa i svarljivost suve materije eksperimentalnih populacija lucerke*. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 47(1):209-216
85. Keskin, B., Akdeniz, H., Yilmaz, I.H., Turan, N. (2005): Yield and quality of forage corn (*Zea mays L.*) as influenced by cultivar and nitrogen rate. *Journal of Agronomy*, 4(2): 138-141.
86. Khan, P., Memon, M.Y., Imtiaz, M., Aslam, M. (2009): Response of wheat to foliar and soil application of urea at different growth stages. *Pakistan Journal of Botany*, 41(3): 1197-1204.
87. Koenig, R., Hurst, C., Barnhill, J., Kitchen, B., Winger, M., Johnson, M. (1999): *Fertilizer management for alfalfa*. U. S. Department of Agriculture, Utah State, University, Logan, Utah

88. Kutman, U.B., Yildiz, B., Ozturk, L., Cakmak, I. (2010): Biofortification of durum wheat with zinc through soil and foliar applications of nitrogen. *Cereal Chemistry*, 87(1): 1-9.
89. Latković, D., Jaćimović, G., Malešević, M., Marinković, B., Crnobarac, J.(2012): Corn Monoculture Yield Response to Fertilization and Nitrate Nitrogen Distribution. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 43(7):1015-1023.
90. Latković, D., Marinković, B., Crnobarac, J., Bogdanović, D., Jocković, Đ. (2010). Uticaj doza azota na visinu prinosa linija kukuruza. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47(1): 109-114.
91. Lindsay, W.L., Norvell, W.A.(1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42: 421-428.
92. Lissbrant, S., Stratton, S., Cunningham, S.M., Brouder, S.M., Volenec, J.J. (2009): Impact of long-term phosphorus and potassium fertilization on alfalfa nutritive value–yield relationships. *Crop Science*, 49(3): 1116-1124.
93. Liu, D.H., Jang, W.S., Hou, W.Q. (2001): Uptake and accumulation of copper by roots and shoots of maize (*Zea may L.*). *Journal of Environmental Sciences*, 13(2): 228-232.
94. Liu, H., Gan, W., Rengel, Z., Zhao, P. (2016): Effects of zinc fertilizer rate and application method on photosynthetic characteristics and grain yield of summer maize. *Journal of Soil Science and Plant nutrition*, 16(2): 550-562.
95. Longchamp, M., Castrec-Rouelle, M., Biron, P., Bariac, T. (2015). Variations in the accumulation, localization and rate of metabolization of selenium in mature *Zea mays* plants supplied with selenite or selenate. *Food Chemistry*, 182: 128-135.
96. Lyons, G. (2010): Selenium in cereals: improving the efficiency of agronomic biofortification in the UK. *Plant and Soil*, 332(1-2): 1-4.
97. Lyons, G., Cakmak, I. (2012): Agronomic biofortification of food crops with micronutrients. *Fertilizing Crops to Improve Human Health: a scientific review*, 1: 97-122.



98. Lyons, G.H., Genc, Y., Soole, K., Stangoulis, J.C.R., Liu, F., Graham, R. D. (2009): Selenium increases seed production in Brassica. *Plant and Soil*, 318(1-2): 73-80.
99. Maksimović, Z.J., Djujić, I., Jović, V., Ršumović, M. (1992): Selenium deficiency in Yugoslavia. *Biological Trace Element Research*, 33(1-3): 187-196.
100. Malagoli, M., Schiavon, M., Pilon-Smits, E.A. (2015): Effects of selenium biofortification on crop nutritional quality. *Frontiers in Plant Science*, 6: 280.
101. Manojlović, M., Singh, B.R.(2012): Trace elements in soils and food chains of the Balkan region. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 62: 673–695.
102. Manojlović, M., Bogdanović D., Čabilovski, R., Marijanušić, K. (2016): The status of trace elements in soils on organic and conventional farms in Serbia, *Mechanization in Agriculture and Conserving of The Resources*, 4: 12-14.
103. Manojlović, M., Lončarić, Z., Čabilovski, R., Popović, B., Karalić, K., Ivezić, V., Singh, B.R. (2016): Bio-fortification of wheat by Se fertilization, 45th Conference of ESNA, 6th-8th September 2016, Belgrade, Serbia.
104. Manojlović, M., Z. Lončarić(2017) Selenium deficiency in regional soils affecting animal and human health in Balkan and other European countries. In: *The Nexus of Soils, Plant, Animals and Human Health*, ed. Singh, B.R., McLaughlin, M.J. and Brevik, E., 87-98, Schweizerbart, Stuttgart.
105. Mao, H., Zhanga, T., Wanga, Z., Lia, M. (2016): Improvement of Zn and Fe concentrations in maize grains as influenced by Zn application in Loess Plateau, China. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(6): 2145-2153.
106. Marković, J., Štrbanović, R., Cvetković, M., Anđelković, B., Živković, B. (2009): Effects of growth stage on the mineral concentrations in alfalfa (*Medicago sativa* L.) leaf, stem and the whole plant. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25: 1225-1231
107. Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. Academic press.
108. Moeys, J. (2015): The soil texture wizard: R functions for plotting, classifying, transforming and exploring soil texture data. [https://cran.r-project.org/web/packages/soiltexture/vignettes/soiltexture\\_vignette.pdf](https://cran.r-project.org/web/packages/soiltexture/vignettes/soiltexture_vignette.pdf)

109. Mullins, G.L., Alley, S.E., Reeves, D.W. (1998): Tropical maize response to nitrogen and starter fertilizer under strip and conventional tillage systems in southern Alabama. *Soil and Tillage Research*, 45(1-2): 1-15.
110. Nawaz, F., Ashraf, M.Y., Ahmad, R., Waraich, E.A., Shabbir, R.N., Bukhari, M.A. (2015): Supplemental selenium improves wheat grain yield and quality through alterations in biochemical processes under normal and water deficit conditions. *Food Chemistry*, 175:350–357.
111. Nawaz, F., Naeem, M., Ashraf, M.Y., Tahir, M.N., Zulfiqar, B., Salahuddin, M., Aslam, M. (2016): Selenium supplementation affects physiological and biochemical processes to improve fodder yield and quality of maize (*Zea mays* L.) under water deficit conditions. *Frontier in Plant Science*, 7:1438.
112. Niamatullah, M., Sadiq, M., Hayat, C.S., Farid, H., Mumtaz, M. (2011): Effects of phosphorus application on plant population, number of leaves and yield of green fodder maize in DI Khan, Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 21: 95-97.
113. Nikolic, M., Nikolic, N., Kostic, L., Pavlovic, J., Bosnic, P., Stevic, N., Savic, J., Hristov, N. (2016): The assessment of soil availability and wheat grain status of zinc and iron in Serbia: Implications for human nutrition. *Science of the Total Environment*, 553:141–148.
114. Ninkov, J., Zeremski-Škorić, T., Sekulić, P., Vasin, J., Milić, S., Paprić, Đ., Kurjački, I. (2010): Teški metali u zemljištima vinograda Vojvodine. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 47(1): 273-279.
115. Nockels, C.F., DeBonis, J., Torrent, J. (1993): Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources. *Journal of Animal Science*, 71(9): 2539-2545.
116. Novoselec, J., Klir, Ž., Domaćinović, M., Lončarić, Z., Antunović, Z. (2018): Biofortification of feedstuffs with microelements in animal nutrition. *Agriculture*, 24:25-34.
117. NRC, National Research Council, (2001): *Nutrient Requirements of Dairy Cows*. The National Academies Press. Washington, USA.
118. NRC, National Research Council, (2005): *Mineral Tolerance of Animals*. The National Academies Press. Washington, USA.

119. Oad, F.C., Buriro, U.A., Agha, S.K. (2004): Effect of organic and inorganic fertilizer application on maize fodder production. *Asian Journal of Plant Science*, 3(3): 375-377.
120. Oliveira, W.S.D., Oliveira, P.P.A., Corsi, M., Duarte, F.R.S., Tsai, S.M. (2004): Alfalfa yield and quality as function of nitrogen fertilization and symbiosis with *Sinorhizobium meliloti*. *Scientia Agricola*, 61(4): 433-438.
121. Onasanya, R.O., Aiyelari, O.P., Onasanya, A., Oikeh, S., Nwilene, F. E., Oyelakin, O.O. (2009): Growth and yield response of maize (*Zea mays* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilizers in southern Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(4): 400-407.
122. Owusu-Sekyere, A., Kontturi, J., Hajiboland, R., Rahmat, S., Aliasghar, N., Hartikainen, H., Seppänen, M.M. (2013): Influence of selenium (Se) on carbohydrate metabolism, nodulation and growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Plant and Soil*, 373:541–552.
123. Pavlovic, Z., Miletic, I., Zekovic, M., Nikolic, M., Glibetic, M. (2018). Impact of selenium addition to animal feeds on human selenium status in Serbia. *Nutrients*, 10(2): 225.
124. Petrujkić, B.T., Šefer, D.S., Jovanović, I.B., Jovičin, M., Janković, S., Jakovljević, G., Beier, R.C., Anderson, R.C. (2014): Effects of commercial selenium products on glutathione peroxidase activity and semen quality in stud boars. *Animal Feed Science and Technology*, 197:194–205.
125. Poldma, P., Tonutare, T., Viitak, A., Luik, A., Moor, U. (2011): Effect of selenium treatment on mineral nutrition, bulb size, and antioxidant properties of garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10): 5498-5503.
126. Popović, D., Božić, T., Stevanović, J., Frontsyeva, M., Todorović, D., Ajtić, J., Jokić, V.S. (2010): Concentration of trace elements in blood and feed of homebred animals in Southern Serbia. *Environmental Science and Pollution Research*, 21: 401-403
127. Potarzycki, J., Grzebisz, W. (2009): Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding component. *Plant, Soil and Environment*, 55(12): 519-527.

128. Qiang-yun, S.H.E.N., Turakainen, M., Seppänen, M., Mäkelä, P. (2008): Effects of selenium on maize ovary development at pollination stage under water deficits. *Agricultural Sciences in China*, 7(11): 1298-1307.
129. Qin, S., Gao, J., Huang, K. (2007): Effects of different selenium sources on tissue selenium concentrations, blood GSH-Px activities and plasma interleukin levels in finishing lambs. *Biological Trace Element Research*. 116:91–102.
130. Qiu, S., Xie, J., Zhao, S., Xu, X., Hou, Y., Wang, X., Zhou, W., He, P., Johnston, A.M., Christie, P. Jin, J. (2014): Long-term effects of potassium fertilization on yield, efficiency, and soil fertility status in a rain-fed maize system in northeast China. *Field Crops Research*, 163: 1-9.
131. Radović, J., Sokolović, D., Marković, J. (2009): Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 25: 465–475.
132. Rojas, L.X., McDowell, L.R., Cousins, R.J., Martin, F.G., Wilkinson, N.S., Johnson, A.B., Velasquez, J.B. 1995: Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *Journal of Animal Science*, 73(4): 1202-1207.
133. Ros, G. H., Van Rotterdam, A.M.D., Bussink, D.W., Bindraban, P.S. (2016): Selenium fertilization strategies for bio-fortification of food: an agro-ecosystem approach. *Plant and Soil*. 404:99–112.
134. Roth, G., Undersander, D., Allen, M., Ford, S., Harrison, J., Hunt, C. (1995): *Corn Silage Production, Management, and Feeding*. ASA, Madison
135. Sabir, M., Hanafi, M.M., Malik, M.T, Aziz, T., Zia-ur-Rehman, M., Ahmad, H.R., Hakeem, K.R., Shahid, M. (2013): Differential effect of nitrogen forms on physiological parameters and micronutrient concentration in maize (*Zea mays* L.). *Australian Journal of Crop Science*, 7: 1836-1842.
136. Sajedi, N. A., Ardakani, M. R., Madani, H., Naderi, A., Miransari, M. (2011): The effects of selenium and other micronutrients on the antioxidant activities and yield of corn (*Zea mays* L.) under drought stress. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 17(3): 215-222.
137. Slavik, P., Illek, J., Brix, M., Hlavicova, J., Rajmon, R., Jilek, F. (2008): Influence of organic versus inorganic dietary selenium supplementation on the concentration of

- selenium in colostrum, milk and blood of beef cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 50:43.
138. Smoleń, S., Skoczylas, Ł., Rakoczy, R., Ledwożyw-Smoleń, I., Kopeć, A., Piątkowska, E., Biezanowska-Kopeć, R., Pysz, M., Koronowicz, A., Kapusta-Duch, J., Sady, W. (2015): Mineral composition of field-grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) depending on the diversified fertilization with iodine and selenium compounds. *Acta Scientiarum Polonorum: Hortorum Cultus*, 14: 97-114.
  139. Soetan, K.O., Olaiya, C. O., Oyewole, O.E. (2010): The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants-A review. *African Journal of Food Science*, 4(5): 200-222.
  140. Spears, J. W. (2003): Trace mineral bioavailability in ruminants. *The Journal of Nutrition*, 133(5): 1506S-1509S.
  141. Spears, J. W., Kegley, E. B. (2002): Effect of zinc source (zinc oxide vs zinc proteinate) and level on performance, carcass characteristics, and immune response of growing and finishing steers. *Journal of Animal Science*, 80(10): 2747-2752.
  142. SRPS ISO 10390:2007, Kvalitet zemljišta - Određivanje pH-vrednosti
  143. SRPS ISO 10693:2005, Kvalitet zemljišta - Određivanje sadržaja karbonata - Volumetrijska metoda
  144. SRPS ISO 14235:2005, Određivanje organskog ugljenika oksidacijom pomoću smeše kalijum-dihromat/sumporna kiselina
  145. SRPS ISO 14870:2005, Kvalitet zemljišta - Ekstrakcija elemenata u tragovima puferskim rastvorom DTPA
  146. Starčević, L., Latković, D. Malešević, M.(2005): Dependence of corn yield on weather conditions and nitrogen fertilization in IOSDV Novi Sad. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51(5): 513-522.
  147. Stat. God. Srb. Statistički godišnjak Srbije (2018). Republički zavod za statistiku, Beograd, Srbija
  148. Stewart A.B. (1952): Cobalt deficiency in pastures in Great Britain. *Proc. 6th International Grass Congress, London (UK)*, pp 718-719.
  149. Stjepanović, M., Zimmer, R., Tucak, M., Bukvić, G., Popović, S., Štafa, Z. (2009): *Lucerna*, Poljoprivredni fakulte, Osijek, Hrvatska

150. Stošić, M., Lazarević, D. (2007): Dosadašnji rezultati istraživanja na travnjacima u Srbiji. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 44(1):333-346
151. Suttle, N.F.(2010): *Mineral Nutrition of Livestock*. CABI Publishing, Wallingford (UK), 13, 347, 383 pp.
152. Swietlik, D., Faust, M. (1984): Foliar nutrition of fruit crops. *Horticultural Reviews*, 6:287–356.
153. Tariq, A., Anjum, S. A., Randhawa, M. A., Ullah, E., Naeem, M., Qamar, R., Ashraf, U., Nadeem, M. (2014): Influence of zinc nutrition on growth and yield behaviour of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *American Journal of Plant Sciences*, 5(18): 2646.
154. Terry, N., Zayed, A.M., De Souza, M.P., Tarun, A.S. (2000): Selenium in higher plants. *Annual review of Plant Biology*, 51(1): 401-432.
155. Terzić, D., Stanisavljević, R., Dinić, B., Vučković, S., Đokić, D., Marković, J. (2012): The effect of foliar application of boron on alfalfa seed yield. *International Conference on BioScience: Biotechnology and Biodiversity*, Jun 18-22, Novi Sad, Srbija
156. Tremblay, G.F., Bélanger, G., Lajeunesse, J., Chouinard, P.Y., Charbonneau, É. (2015): Timothy response to increasing rates of selenium fertilizer in Eastern Canada. *Agronomy Journal*, 107:211–220.
157. Tucak, M., Popović, S., Čupić, T., Krizmanić, G., Španić, V., Šimić, B., Meglič, V. (2014): Agro-Morphological and forage quality traits of selected alfalfa populations and their application in breeding. *Turkish Journal of Field Crops*, 19(1):79-83
158. Ubavić, M., Bogdanović, D. (2001): *Agrohemija*, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet
159. Undersander, D., Cosgrove, D. (2011): *Alfalfa management guide*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.
160. Vesković, M (1986): *Agrotehnika kukuruza – obrada zemljišta za kukuruz*. NIRO „Zadrugar“, Sarajevo, 19-31.
161. W. Verheye, Ameryckx, J. (1984): Mineral fractions and classification of soil texture. *Pedologie*, 2:215–225.

162. Wakeel, A., Hassan, A., Aziz, T., Iqbal, M. (2002): Effect of different potassium levels and soil texture on growth and nutrient uptake of maize. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 39: 99-103.
163. Wang, J., Mao, H., Zhao, H., Huang, D., Wang, Z. (2012): Different increases in maize and wheat grain zinc concentrations caused by soil and foliar applications of zinc in Loess Plateau, China. *Field Crops Research*, 135: 89-96.
164. Wang, J., Wang, Z., Mao, H., Zhao, H., Huang, D. (2013): Increasing Se concentration in maize grain with soil-or foliar-applied selenite on the Loess Plateau in China. *Field Crops Research*, 150: 83-90.
165. Wang, S. H., Zhang, H., Zhang, Q., Jin, G. M., Jiang, S. J., Jiang, D., Li, Z. P. (2011): Copper-induced oxidative stress and responses of the antioxidant system in roots of *Medicago sativa*. *Journal of Agronomy and Crop science*, 197(6): 418-429.
166. White, P.J., Broadley, M.R. (2005): Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*, 10(12): 586-593.
167. Xie, Z.M., Lu S.G.(2000): Trace elements and environmental quality. In: *Micronutrients and Biohealth*, Q.L. Wu (Ed.), Guizhou Science Technology Press, Guiyanpp. 208-216.p
168. Yamada Y, Jyung W.H., Wittwer S.H., Bukovac M.J. (1965): Effect of urea on ion penetration through isolated cuticular membranes. *Plant Physiology*, 39:978–982.
169. Yildirim, E., Guvenc, I., Turan, M., Karatas, A. (2007): Effect of foliar urea application on quality, growth, mineral uptake and yield of broccoli (*Brassica oleracea* L., var. *italica*). *Plant Soil and Environment*, 53(3): 120.
170. Yruela, I. (2005): Copper in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17:145–156.
171. Zhang, L., Wang, Y.X., Zhou, Y., Zheng, L., Zhan, X.A., Pu, Q.H. (2014): Different sources of maternal selenium affect selenium retention, antioxidant status, and meat quality of 56-day-old offspring of broiler breeders. *Poultry science*, 93(9): 2210-2219.
172. Zhang, M., Tang, S., Huang, X., Zhang, F., Pang, Y., Huang, Q., Yi, Q. (2014): Selenium uptake, dynamic changes in selenium content and its influence on photosynthesis and chlorophyll fluorescence in rice (*Oryza sativa* L.). *Environmental and Experimental Botany*, 107: 39-45.

173. Zhang, Y.Q., Sun, Y.X., Ye, Y.L., Karim, M. R., Xue, Y.F., Yan, P., Meng, Q.F., Cui, Z.L., Cakmak, I., Zhang, F.S., Zou, C.Q. (2012): Zinc biofortification of wheat through fertilizer applications in different locations of China. *Field Crops Research*, 125: 1-7.
174. Zhao, F.J., McGrath, S.P. (2009): Biofortification and phytoremediation. *Current opinion in plant biology*, 12(3): 373-380.
175. Zou, C.Q., Zhang, Y.Q., Rashid, A., Ram, H., Savasli, E., Arisoy, R.Z., Ortiz-Monasterio, I., Simunji, S., Wang, Z.H., Sohu, V., Hassan, M, Kaya, Y., Onder, O., Lungu, O., Yaqub Mujahud, M., Joshu, A.K., Zelenskiy, Y., Zhang, F.S., Cakmak, I. (2012): Biofortification of wheat with zinc through zinc fertilization in seven countries. *Plant and Soil*, 361(1-2): 119-130.
176. Živanović Ljubiša (2013): Uticaj tipa zemljišta i količine azota na produktivnost hibrida kukuruza različitih FAO grupa zrenja, Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu



## BIOGRAFIJA

Mast. inž. Klara Petković je rođena 04.01.1986. godine u Subotici. Osnovnu školu je završila u Tavankutu, a srednju školu (gimnazija, društveno jezički smer) u Subotici. Školske 2005/2006. godine upisuje Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, smer Hortikultura. Osnovne studije završava 2010. godine odbranom diplomskog rada pod nazivom „*Ekokoridori – predeoni elementi na teritoriji Subotice*“ i prosečnom ocenom studija 8,71. Master studije, smer Zemljište i biljka upisala je školske 2011/2012. godine na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Sve ispite predviđene studijskim programom položila je sa prosečnom ocenom 10 a master rad pod nazivom „*Primena organskih i mineralnih đubriva u proizvodnji mladog krompira na pesku*“ odbranila je 2012. godine. Nakon završenih master studija, 2012. godine upisuje doktorske studije na smeru Agronomija na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu.

Od 2012. godine angažovana je u izvođenju vežbi na osnovnim studijama Poljoprivrednog fakulteta u Novom Sadu iz predmeta Neorganska hemija i agrohemija (deo Agrohemija), Održiva poljoprivreda, Osnovi organske poljoprivrede i Plodnost zemljišta i đubrenje, kao u organizovanju Radne prakse za studente smera Organska poljoprivreda. Pored izvođenja vežbi, uključena je u rad Laboratorije za ispitivanje zemljišta, đubriva i biljnog materijala – odeljenje za Agrohemiju, gde je stekla značajno iskustvo u analizama zemljišta i đubriva.

Decembra 2012. godine zasnovala je radni odnos kao istraživač saradnik na Departmanu za ratarstvo i povrtarstvo, na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, u okviru projekta *Organska poljoprivreda: unapređenje proizvodnje primenom, đubriva, biopreparata i bioloških mera* (projekat finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije). U zvanje istraživač saradnik za užu naučnu oblast Pedologija i Agrohemija prvi put je birana 2012. godine. Odluka o Reizboru u isto istraživačko zvanje i naučnu oblast donešena je 2015. godine. Takođe je bila uključena i u aktivnosti međunarodnog projekta *Grassland management for high forage yield and quality in the Western Balkans* (Balkan HERD program, finansiran od strane vlade Kraljevine Norveške), kao i projekta finansiranog od strane Pokrajinskog sekretarijata za visoko obrazovanje i naučnoistraživačku delatnost. Pre zasnivanja radnog odnosa na Poljoprivrednom fakultetu, u firmi „Allfrost“ doo u Subotici je završila pripravnički staž u trajanju od godinu dana (počev od marta 2011. godine) i radila posao tehnologa u biljnoj proizvodnji do decembra 2012. godine.

U periodu od decembra 2012. do jula 2017. godine obavila je 3 kraća studijska boravaka Norveškoj (Norwegian University of Life Sciences, Department of Plant and Environmental Sciences), jedan u Rusiji (Departman za Ekologiju, Ruski poljoprivredni Univerzitet Timirjazev) i dva u Hrvatskoj (Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Univerzitet Josipa Jurja Strossmayera, Osijek).

Do sada je kao autor ili koautor objavila 10 naučnih radova, od kojih se 3 nalaze na SCI (Science Citation Index) listi, kao i preko 20 saopštenja sa skupova nacionalnog i međunarodnog značaja. Član je *Srpskog društva za proučavanje zemljišta*. Govori, čita i piše engleski jezik.

Udata je i ima ćerku Emiliju.