

Megatrend univerzitet, Beograd
Fakultet za biofarming, Bačka Topola

SALIMAH MOHAMMED ALI ALSUWAYAH

**UTICAJ ZELENISNOG ĐUBRENJA I ZDRUŽENE SETVE
U ORGANSKOJ PROIZVODNJI NA PRODUKTIVNOST
USEVA I KVALITET ZEMLJIŠTA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Bačka Topola, 2025.

Megatrend univerzitet, Beograd
Fakultet za biofarming, Bačka Topola

**UTICAJ ZELENISHNOG ĐUBRENJA I ZDRUŽENE SETVE
U ORGANSKOJ PROIZVODNJI NA PRODUKTIVNOST
USEVA I KVALITET ZEMLJIŠTA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor:

Prof. dr GORDANA DOZET

Kandidat:

MSc SALIMAH

MOHAMMED ALI ALSUWAYAH

Bačka Topola, 2025.

Megatrend University, Belgrade
Faculty of Biofarming, Backa Topola

ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI

**THE EFFECT OF GREEN MANURE AND
INTERCROPPING IN ORGANIC PRODUCTION ON
CROP PRODUCTIVITY AND SOIL QUALITY**

Doctoral Dissertation

Bačka Topola, 2025

UNIVERZITET „MEGATREND“, BEOGRAD
FAKULTET ZA BIOFARMING, BAČKA TOPOLA

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:	
RBR	
Identifikacioni broj:	
IBP	
Tip dokumentacije	Monografska dokumentacija
TD	
Tip zapisa:	Tekstualni štampani materijal
TZ	
Vrsta rada:	Doktorska disertacija
VR	
Ime i prezime autora:	ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI
AU	
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje):	Dr Gordana Dozet, redovni profesor
MN	
Naslov rada:	UTICAJ ZELENISNOG ĐUBRENJA I ZDRUŽENE SETVE U ORGANSKOJ PROIZVODNJI NA PRODUKTIVNOST USEVA I KVALITET ZEMLJIŠTA
NR	
Jezik publikcije:	Srpski, latinica
JP	

Jezik izvoda:	Srpski i engleski
JI	
Zemlja publikovanja:	Republika Srbija
ЗП	
Uže geografsko područje:	Autonomna pokrajina Vojvodina
UGP	
Godina:	2025.
GO	
Izdavač:	Autorski reprint
IZ	
Mesto i adresa:	Bačka Topola, Maršala Tita 39
MA	
Fizički opis rada:	Broj poglavlja – 9 / stranica – 100 / tabela –14 / grafikona – 5 / slika –11 / referenci – 103
FO	
Naučna oblast:	Biotehničke nauke
NO	
Naučna disciplina:	
ND	
Predmetna odrednica, ključne reči:	organski ugljenik, prinos, pšenica, stočni grašak, združena setva, zelenišno đubrenje, zemljište
PO	
Čuva se:	Biblioteka, Fakultet za biofarming, Bačka Topola; Univerzitet „Megatrend“, Beograd
ČU	
Važna napomena:	

Datum prihvatanja teme 26.06.2024.
od strane NNV:

Datum odbrane:

ČLANOVI KOMISIJE:

MENTOR: Dr Gordana Dozet,

Redovni profesor, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

KOMENTOR (Mentor praktičnog dela rada): Dr Snežana Jakšić,

Viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju

ČLAN: Dr Gorica Cvijanović,

Redovni profesor, Fakultet za biofarming, Bačka Topola

ČLAN: Dr Mihajlo Ćirić,

Viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju

ČLAN: Dr Vojin Cvijanović,

Naučni saradnik, Institut za primenu nauke u poljoprivredi, Beograd

“MEGATREND” UNIVERSITY, BELGRADE
FACULTY OF BIOFARMING, BAČKA TOPOLA

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number:	
ANO	
Identification number:	
INO	
Document type:	Monograph documentation
DT	
Type of record:	Textual printed material
TR	
Contents code:	Doctoral dissertation
CC	
Author:	ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI
AU	
Mentor:	Gordana Dozet
MN	
Title:	THE EFFECT OF GREEN MANURE AND INTERCROPPING IN ORGANIC PRODUCTION ON CROP PRODUCTIVITY AND SOIL QUALITY
TI	
Language of text:	Serbian
LT	

Language of abstract: LA	English and Serbian
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Autonomous Province of Vojvodina
Publication year: PY	2023
Publisher: PU	Author reprint
Publication place: PP	Bačka Topola, Maršala Tita 39
Physical description: PD	Number of chapters – 9 / pages – 100 / tables –14 / graphics – 5 / images – 11 / references – 103
Scientific field SF	Biotechnical sciences
Scientific discipline SD	
Subject, Key words SKW	organic carbon, yield, wheat, forage pea, intercropping, green manure, soil
Holding data: HD	Library, Faculty of Biofarming, “Megatrend” University, Belgrade
Note:	
Accepted on Scientific	26.06.2024

Board on:

Defended:

THESIS DEFEND BOARD:

MENTOR: Dr. Gordana Dozet,

Full Professor, Faculty of Biofarming, „Megatrend”, University Belgrade

COMENTOR (Mentor of the practical part of the dissertation): Dr. Snežana Jakšić,

Senior Research Associate, Institute of Field and Vegetable Crops,

National Institute of the Republic of Serbia

MEMBER: Dr. Gorica Cvijanović,

Full Professor, Faculty of Biofarming, „Megatrend”, University Belgrade

MEMBER: Dr. Mihajlo Ćirić,

Senior Research Associate, Institute of Field and Vegetable Crops,

National Institute of the Republic of Serbia

MEMBER: Dr. Vojin Cvijanović,

Research Associate, Institute for Science Application in Agriculture, Belgrade

Zahvalnica

Neizmernu zahvalnost za izradu doktorske disertacije dugujem svom mentoru prof. dr Gordani Dozet, koja mi je pružila nesebičnu pomoć i podršku.

Veliku zahvalnost dugujem dr Snežani Jakšić, komentoru, na stručnoj pomoći, posebno u izvođenju ogleda i laboratorijskim analizama, te tumačenju dobijenih rezultata.

Članovima komisije dr Gorici Cvijanović i zahvaljujem se na pomoći pri finalnoj izradi rada.

Zahvaljujem se svim profesorima i administrativnom osoblju Megatrend univerziteta i Fakulteta za biofarming za ljubaznost i nesebičnu susretljivost.

Zahvaljujem se naročito mojoj porodici i svima ostalima, koji su mi pomogli.

Zahvaljujem se, nemerljivo, Ambasadi Libije koja mi je omogućila doktorske studije u R. Srbiji.

Uticaj zelenišnog đubrenja i združene setve u organskoj proizvodnji na produktivnost useva i kvalitet zemljišta

REZIME:

Cilj istraživanja bio je da se ispituju proizvodne osobine ozime pšenice i ozimog stočnog graška u združenoj setvi, te uticaj zelenišnog đubrenja i združene setve na fizičko-hemijska svojstva zemljišta i sekvestraciju ugljenika, u smislu ublažavanja negativnih efekata klimatskih promena.

Istraživanja su izvršena u trajanju od tri godine, tokom 2021/22, 2022/23. i 2023/24. godine na oglednim parcelama Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Institutu od nacionalnog značaja za RS, na Rimskim šančevima. Ogled je izveden po principima organske proizvodnje.

U ogledu su primenjeni tretmani: kontrola (bez tretmana); tretman I – ozima pšenica + zaoravanje biomase (OP+ZB); tretman II- ozimi stočni grašak + zaoravanje biomase (OSG+ZB); tretman III-združena setva ozime pšenice i ozimog stočnog graška + zaoravanje biomase (ZS+ZB). Setva je izvršena u jesen, a početkom maja meseca, izvršeno je tarupiranje useva, te zaoravanje. Uzorkovanje zemljišta je izvršeno na dubini 0-30 cm. Statistička obrada podataka je urađena analizom varijanse za dvofaktorijalni ogled, a značajnost razlika srednjih vrednosti izvršena je LSD testom.

Rezultati istraživanja ukazuju da zelenišno đubrenje značajno doprinosi povećanju sadržaja azota i organskog ugljenika u zemljištu, posebno kada se koriste u kombinaciji sa drugim praksama održive poljoprivrede, kao što je združena setva.

Najviši sadržaj organskog ugljenika (14,89 g/kg) i azota (0,195%) u zemljištu je konstatovan na upravo na ovim varijantama. Združena setva stočnog graška i pšenice u odnosu na kontrolu doprinela je povećanju sadržaja ugljenika u zemljištu u proseku za 1,4 g/kg, što znači da se skadište organskog ugljenika u zemljištu povećalo za 0,5 t/ha/god.

Rezultati pokazuju da tretmani koji uključuju združenu setvu i mahunarke imaju pozitivan uticaj na sadržaj ukupnog azota u zemljištu, dok monokultura pšenice i

kontrolni tretman pokazuju niže vrednosti. Najviši sadržaj azota zabeležen je u Tretmanu III (ZS+ZB), što potvrđuje prednosti združene setve u kombinaciji sa zelenišnim đubrenjem. Međutim, uticaj klimatskih faktora na mineralizaciju i fiksaciju azota takođe igra značajnu ulogu, što je vidljivo u smanjenju sadržaja azota u poslednjoj godini ispitivanja.

Iako nisu utvrđene statistički značajne razlike između tretmana, primećene su određene tendencije koje ukazuju na potencijalni uticaj različitih useva i zelenišnog đubrenja na sadržaj lakopristupačnog kalijuma u zemljištu. Varijacije između godina naglašavaju važnost klimatskih uslova u dinamici hranljivih materija.

Rezultati istraživanja pokazuju da zelenišno đubrenje i različiti usevi mogu imati uticaj na sadržaj lakopristupačnog fosfora u zemljištu, iako razlike nisu statistički značajne. Smanjenje sadržaja fosfora u tretmanima sa zelenišnim đubrenjem može se objasniti privremenom imobilizacijom fosfora u biljnim tkivima i organskoj materiji.

Združena setva stočnog graška i pšenice može biti kompromisno rešenje za povećanje ukupnog prinosa i kvaliteta hrane, ali ne može u potpunosti zameniti čiste useve mahunarki u pogledu sadržaja proteina. Stočni grašak ima najveći sadržaj proteina, što ga čini idealnim izvorom proteina za ishranu životinja. Pšenica ima niži sadržaj proteina, ali je važna kao izvor energije.

Ovi rezultati ukazuju na važnost pravilnog izbora useva i agrotehničkih mera za postizanje optimalnog sadržaja proteina u biljnom materijalu, što je od ključnog značaja za ishranu životinja i održivu poljoprivredu.

Implementacijom klimatski pametnih poljoprivrednih praksi povećava se otpornost poljoprivredne proizvodnje na klimatske promene, uz očuvanje zemljišta kao izuzetno važnog, neobnovljivog prirodnog resursa.

Ključne reči: organski ugljenik, prinos, pšenica, stočni grašak, združena setva, zelenišno đubrenje, zemljište

Naučna oblast: Biotehničke nauke

The effect of green manure and intercropping in organic production on crop productivity and soil quality

ABSTRACT:

The goal of the research was to examine the production characteristics of winter wheat and winter forage peas in intercropping, and the impact of green manure and intercropping on the physical and chemical properties of the soil and carbon sequestration, in terms of mitigating the negative effects of climate change.

Research was carried out for three years, during 2021/22, 2022/23. and 2023/24. year on the experimental plots of the Institute for Field and Vegetables Crops, an Institute of national importance for the RS, on Rimski šančevi. The experiment was carried out according to the principles of organic production.

The following treatments were used in the experiment: control (no treatment); treatment I - winter wheat + green manure (WW+GM); treatment II - winter forage pea + green manure (WFP+ZB); treatment III-intercropping of winter wheat and winter forage pea + green manure (IC+GM). Sowing was done in the fall, and at the beginning of May, the crops were mowed and plowed. Soil sampling was carried out at a depth of 0-30 cm. Statistical processing of the data was performed by analysis of variance for a two-factorial experiment, and the significance of differences in mean values was performed by the LSD test.

Research results indicate that green manuring significantly contributes to the increase of nitrogen and organic carbon content in the soil, especially when used in combination with other sustainable agriculture practices, such as intercropping.

The highest content of organic carbon (14.89 g/kg) and nitrogen (0.195%) in the soil was found precisely on these variants. Intercropping of forage pea and wheat compared to the control contributed to an increase in the carbon content in the soil by an average of 1.4 g/kg, which means that the organic carbon stock in the soil increased by 0.5 t/ha/year.

The results show that treatments including intercropping and legumes have a positive effect on the content of total nitrogen in the soil, while the monoculture of

wheat and the control treatment show lower values. The highest nitrogen content was recorded in Treatment III (ZS+ZB), which confirms the advantages of intercropping in combination with green manure. However, the influence of climatic factors on nitrogen mineralization and fixation also plays a significant role, which is visible in the reduction of nitrogen content in the last year of the study.

Although no statistically significant differences were found between the treatments, certain tendencies were observed that indicate the potential influence of different crops and green manure on the content of available potassium in the soil. Variation between years highlights the importance of climatic conditions in nutrient dynamics.

The research results show that green manure and different crops can have an impact on the content of available phosphorus in the soil, although the differences are not statistically significant. The decrease in phosphorus content in treatments with green manure can be explained by the temporary immobilization of phosphorus in plant tissues and organic matter.

Intercropping of forage pea and wheat can be a compromise solution to increase overall yield and feed quality, but it cannot completely replace pure legume crops in terms of protein content. Forage peas have the highest protein content, which makes them an ideal protein source for feeding animals. Wheat has a lower protein content, but is important as a source of energy.

These results indicate the importance of proper crop selection and agrotechnical measures to achieve optimal protein content in plant material, which is of key importance for animal nutrition and sustainable agriculture.

The implementation of climate-smart agricultural practices increases the resistance of agricultural production to climate change, while preserving soil as an extremely important, non-renewable natural resource.

Key words: organic carbon, yield, wheat, forage pea, intercroppingg, green manure, soil

Scientific field: Biotechnical sciences

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	5
3. PREGLED LITERATURE.....	6
3.1. Plodnost zemljišta	6
3.2. Značaj organske materije zemljišta i sekvestracija ugljenika	15
3.3. Združeni usevi.....	18
3.4. Zelenišno đubrenje.....	21
4. RADNA HIPOTEZA.....	23
5. MATERIJAL I METOD RADA.....	24
5.1. Karakteristike zemljišta	24
5.2. Meteorološki podaci	26
5.3. Primijenjena tehnologija gajenja	30
5.4. Metode analiza	36
5.5. Statistička obrada podataka.....	38
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	39
6.1 Kvalitet zemljišta	39
6.2. Sadržaj organskog ugljenika	47
6.3. Prinos i kvalitet biomase	49
6.4. Koeficijenti korelacije.....	53
7. DISKUSIJA.....	63
7.1. Kvalitet zemljišta	63

7.2. Sadržaj organskog ugljenika	67
7.3. Prinos i kvalitet biomase	69
7.4. Koeficijenti korelacije.....	72
8. ZAKLJUČAK	81
9. LITERATURA	83
PRILOZI	97

1. UVOD

Klimatske promene i sve manja primena organskih đubriva u poljoprivrednoj proizvodnji dovodi do pogoršanja kvaliteta zemljišta, što se negativno odražava i na produktivnost biljaka. Zemljištu se pridaje značajna uloga u ublažavanju klimatskih promena, s obzirom na njegov visok potencijal za skladištenje ugljenika putem organske materije (**Vasin, 2021b**). Strategija sekvestracije ugljenika je zasnovana na pozitivnom bilansu organskog ugljenika, gde input ugljenika u zemljište premašuje njegove gubitke (**Jakšić, 2021**). Ukupne zalihe organskog ugljenika na Zemlji u gornjem sloju zemljišta (do 100 cm dubine) iznose oko 1500 Pg, što je oko dva puta više u odnosu na atmosferu. Procenjena vrednost zaliha organskog ugljenika do dubine zemljišta od 2 m iznosi 2060 ± 215 Pg (**Jakšić, 2015**).

Održavanje zadovoljavajućeg nivoa organske materije u zemljištu preduslov je održive poljoprivredne proizvodnje, što podrazumeva primenu organskih đubriva i oplemenjivača zemljišta. Međutim, poslednjih godina primetno je opadanje sadržaja organske materije odnosno humusa u zemljištu. Ovo je posledica sve manje primene organskih đubriva u doba intenzivne poljoprivrede usled nedostatka ili nemogućnosti primene stajnjaka i drugih organskih đubriva životinjskog porekla, ali i zahteva same proizvodnje, kao i nedovoljne edukacije poljoprivrednih proizvođača u pogledu značaja organskih đubriva i mogućnosti korišćenja organskih đubriva biljnog porekla (**Vasin, 2021a**).

Združena setva i zelenišno đubrenje predstavljaju mogućnosti za prevazilaženje ovog problema, a što je posebno značajno u organskoj proizvodnji zbog ograničenih mogućnosti đubrenja. Ovaj vid gajenja i đubrenja se lako mogu uklopiti u postojeći plodored, a pozitivni efekti na svojstva zemljišta su vidljivi kroz nekoliko godina (**Jakšić, 2022**).

Združeno gajenje useva podrazumeva gajenje dve ili više različitih vrsta u isto vreme na istoj površini i kod nas se ovaj vid proizvodnje odvija decenijama unazad (**Dolijanović i sar., 2015**). Ovaj vid gajenja u zapadnim zemljama dobija širu primenu početkom dvadesetog veka (**Lithourgidis et al., 2011**), dok se u našoj zemlji od

davnina gajio kukuruz u kombinaciji sa pasuljem ili tikvama, kao i pasulj u kombinaciji sa tikvama (**Dolijanović, 2008**). Prema **Kovačeviću (2003)** glavne prednosti se ispoljavaju u vidu: efikasnijeg korišćenja zemljišnih resursa, hraniva i vode; boljeg iskorišćavanja svetlosti, toplote, kiseonika i ugljen-dioksida; boljeg podnošenja nepovoljnih klimatskih uslova; povećane otpornosti na bolesti, štetočine i pojavu korova; povoljnijeg efekta na strukturu i plodnost zemljišta, naročito kada je u smeši leguminoza; uspešnosti proizvodnje itd. U slučaju useva stočnog graška sa minimalnom primenom azotnog hraniva, emisija azot-suboksida na godišnjem nivou iznosi 0,65 kg/ha. U proizvodnji kabaste hrane najčešće se združuju različite vrste vijuka, ljuļeva, potom ježevica i mačiji rep sa lucerkom ili različitim vrstama detelina, žutim zvezdanom i esparzetom (**Krga, 2022**). Upravo zbog uzajamnog doprinosa kombinovanih biljnih vrsta združena setva je značajna u organskoj proizvodnji.

Jednogodišnje vrste iz porodice *Poaceae* (strna žita: ovas, ječam, raž, pšenica i tritikale) se združuju sa grahoricom, stočnim graškom, bobom, lupinom i sojom. Nekada se jednogodišnje leguminoze kombinuju sa drugim leguminozama ili višegodišnjim travama, ali u manjoj meri u poređenju sa standardnim tipovima smeša. Jedna od najčešće korišćenih jednogodišnja leguminoza za združivanje sa strnim žitima je stočni grašak (*Pisum sativum ssp. arvense* L. Poir) (**Chapagain i Riseman, 2014**) i najčešće se gaji u smeši sa ovsem, ječmom, pšenicom ili tritikaleom.

Grašak (*Pisum sativum* L.) je vrsta koja ima široku primenu u ishrani čoveka i domaćih životinja. Gaji se na svim kontinentima i ima veliko područje gajenja od 24^o južne geografske širine do 67^o severne geografske širine. Spada u jednu od najčešće gajenih jednogodišnjih leguminoza, a naročito u regionima umerene klime (**Mikić i sar., 2007**). U ishrani domaćih životinja koristi se stočni grašak (*Pisum sativum ssp. arvense* (L.) Poir) i pod ovom podvrstom, sve genotipove treba svrstati u krmne i proteinske tipove (**Mihailović i sar., 2010**). Krmni tipovi su oni koji se koriste za proizvodnju krme i kose u fazama od početka cvetanja do formiranja mahuna (**Mikić i sar., 2003**), a proteinski tipovi su pogodni za pravljenje koncertovane hrane od zrna (**Mikić i sar., 2006**). Površine pod graškom na globalnom nivou dostižu 20 miliona hektara sa trendom stalnog rasta. Najveći proizvođači su Kanada, Rusija, Francuska, Kina, Indija, Ukrajina, Austrija i Nemačka (**FAO, 2020**). Prosečan prinos zelene mase

po hektaru se kreće od 30 do 40 t/ha (**Mikić i sar., 2005; Mikić i sar., 2012**). Gajenje krmnog stočnog graška može biti otežano usled sklonosti ka poleganju, a ovaj problem je posebno izražen nakon jakih vetrova i kiša. Jedan od načina da se smanji poleganje jeste gajenje u smeši sa pravim žitima, gde stablo ovih vrsta pruža potporu biljkama stočnog graška (**Kontturi et al., 2011**)

Pšenica je najznačajnija gajena vrsta iz porodice *Poaceae*, roda *Triticum*, a vodi poreklo sa Bliskog istoka, iz područja Levanta. U Srbiji se komercijalno gaje tri vrste pšenice: obična ili meka pšenica (*Triticum aestivum*), tvrda pšenica (*T. durum*) i spelta (*T. spelta*). Privredni značaj pšenice je veliki. Hleb od pšeničnog brašna je po hranljivosti, vitaminskoj i energetske vrednosti hranjiviji od hleba napravljenog od bilo koje druge vrste žitarica. Pored toga, u ljudskoj ishrani su zastupljene i brojne preradevine: testenine, griz, keks, pšenične klice itd. U ishrani domaćih životinja koriste se sporedni proizvodi mlevenja zrna (mekinje), dok se slama i pleva koriste kao prostirke u stočarstvu. Poslednjih godina sve više se ističe i mogućnost korišćenja pšenice u proizvodnji bioetanol.

Prilikom proučavanja združenih useva prinos i parametri prinosa predstavljaju jedan od načina da se ukaže na perspektivnost određene gajene vrste ili smeše. Stočni grašak u kombinaciji sa pšenicom se najčešće gaji kao ozimi usev. Dosadašnja istraživanja ukazala su da prinosi smešta stočnog graška i strnih žita u ozimom setvi često nadmašuju prinose istih useva u prolećnoj setvi. Smeše strnih žita sa stočnim graškom takođe nadmašuju prinose pojedinačno gajenog stočnog graška (**Vasiljević i sar., 2021**).

Jedna od glavnih prednosti združivanja leguminoza i trava ili strnih žita, jeste dobijanje balansiranijeg hraniva u pogledu hemijskog sastava, a pre svega proteina i ugljenih hidrata. Sa sazrevanjem useva stočnog graška smanjuje se prosečan sadržaj proteina, dok se prinos proteina povećava. Tako su **Turk i Albayrak (2012)** dobili da su sadržaj i prinos proteina u fazi početak cvetanja 21,8% i 334 kg/ha, u fazi punog cvetanja 18,5% i 375 kg/ha i u fazi formiranja semena 16,3% i 455 kg/ha.

ZELENIŠNO ĐUBRENJE (sideracija) predstavlja zaoravanje sveže nadzemne mase biljaka koje se posebno gaje za ovu namenu sa ciljem da se zemljište obogati organskom materijom radi poboljšavanja fizičkih, bioloških i hemijskih osobina

zemljišta. Zeleni usevi se odmah nakon cvetanja pokose i ostave na polju da se prosuše dva do tri dana, tarupiraju i nakon čega se obavezno zaoravaju na dubinu od 10–15 cm. Zaoravanje zelene mase je najbolje obaviti mesec dana pre setve narednog useva, a može se kombinovati i sa predsetvenom pripremom. Biljke koje će se koristiti za zelenišno đubrenje treba da imaju sledeće osobine: da stvaraju veliku količinu podzemne i nadzemne mase, da su azotofiskatori (imaju sposobnost korišćenja azota iz vazduha, koji premeštaju u zemljište u simbiozi sa mikroorganizmima), da su skromne u zahtevima za ishranom i vodom, da imaju moćan žiličast korenov sistem kako bi čuvali zemljište od erozije, da imaju visoku klijavost semena i u uslovima smanjene vlažnosti. Za zelenišno đubrivo smatra se da je najbolje sejati leguminozne biljke kao što su: bob, grahoricu, krmni grašak i dateline ili ih sejati u združenoj setvi.

Na osnovu ovih istraživanja moći utvrdiće se doprinos združene setve i zelenišnog đubrenja ukupnoj sekvenciji ugljenika, kao vidu mitigacije i adaptacije na klimatske promene, te će se potvrditi u kojoj meri preporučene mere utiču na produktivnost useva i ostala svojstva zemljišta u organskoj proizvodnji.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je da se ispituju proizvodne osobine ozime pšenice i ozimog stočnog graška u združenoj setvi, kako bi se procenio potencijal proizvodnje u održivom sistemu bez negativnog uticaja na životnu sredinu.

Cilj istraživanja je da se ispita uticaj zelenišnog đubrenja i združene setve na fizičko-hemijska svojstva zemljišta i sekvestraciju ugljenika u zemljište, u smislu ublažavanja negativnih efekata klimatskih promena i prilagođavanja izmenjenim klimatskim uslovima.

Rezultati ovih istraživanja imaju naučni, ali i praktični značaj u savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji, kao i u zaštiti životne sredine.

3. PREGLED LITERATURE

3.1 Plodnost zemljišta

Ukupne rezerve hraniva u zemljištu, nezavisno od njihove pristupačnosti, predstavljaju pravo bogatstvo zemljišta. Hranljive materije koje su prisutne u zemljištu u oblicima koji su dostupni biljkama čine osnovnu plodnost zemljišta (**Ubavić i Bogdanović, 1995**). Plodnost zemljišta se može definisati kao dinamičko stanje različitih fizičkih, hemijskih i bioloških svojstava i procesa u zemljištu. Iako se u literaturi mogu prepoznati različite vrste plodnosti, kao što su prirodna, veštačka, efektivna i potencijalna, iz agrohemijskog aspekta, kao i u kontekstu agrohemijskih procesa i ishrane biljaka, posebno se ističe agrohemijska plodnost (**Džamić i Stevanović, 2000**). Ovaj tip plodnosti zavisi od hemijskih svojstava zemljišta, koja uključuju ne samo prisustvo dostupnih, neophodnih i korisnih makro i mikroelemenata, već i odsustvo rastvorljivih oblika štetnih materija, poput teških metala, radionuklida i drugih. Takođe, značajan je i ukupni sadržaj hranljivih elemenata, jer pod određenim uslovima ovi elementi mogu postati dostupni i iskoristivi za biljke.

Plodnost zemljišta predstavlja njegovu sposobnost da pruži hranjive materije potrebne za rast i razvoj biljaka. To je ključni faktor u održivoj poljoprivredi i proizvodnji hrane. Plodnost zemljišta ovisi o brojnim faktorima, uključujući fizička, hemijska i biološka svojstva zemljišta, kao i o upravljanju agrotehničkim merama.

Fizička svojstva, poput teksture, strukture i poroznosti tla, imaju direktan utjecaj na plodnost. Tekstura tla određuje odnos peska, praha i gline, što utiče na sposobnost zadržavanja vode i hranjivih materija (**Brady i Weil, 2008**). Struktura tla, s druge strane, utiče na aeraciju i drenažu, što je ključno za korenski rast biljaka (**Lal, 2015**).

Hemijska svojstva uključuju pH vrijednost, sadržaj organske materije i dostupnost hranjivih materija. Optimalni pH opseg za većinu useva je između 6,0 i 7,5, jer u tom rasponu hranjive tvari postaju najdostupnije biljkama (**Havlin et al., 2017**). Organska materija, poput humusa, poboljšava strukturu zemljišta i povećava njegovu sposobnost zadržavanja vode i hranjivih tvari (**Stevenson, 1994**).

Biološka svojstva tla uključuju mikroorganizme, gljive i druge organizme koji sudjeluju u razgradnji organske materije i ciklusu hranjivih materija. Mikroorganizmi igraju ključnu ulogu u mineralizaciji azota, fosfora i drugih hranjivih materija, čineći ih dostupnima biljkama (**Van der Heijden et al., 2008**).

Agrotehničke mere, poput đubrenja, navodnjavanja i rotacije useva, imaju značajan utjecaj na plodnost zemljišta. Primena organskih i mineralnih đubriva može značajno povećati sadržaj hranjivih materija u zemljištu (**Tilman et al., 2002**). Međutim, prekomerna upotreba hemijskih đubriva može dovesti do degradacije zemljišta i onečišćenja okoliša (**Vitousek et al., 2009**).

Klimatske promene, poput povećanja temperature i promena u padavinama, također utiču na plodnost zemljišta. Suša može smanjiti dostupnost vode i hranjivih materija, dok ekstremne temperature mogu uticati na aktivnost mikroorganizama u zemljištu (**Peltonen-Sainio et al., 2011**).

Plodnost zemljišta je složen koncept koji ovisi o interakciji brojnih činilaca. Održivo upravljanje zemljištem, uključujući pravilnu primenu agrotehničkih mera i očuvanje biološke raznolikosti zemljišta, ključno je za održavanje i poboljšanje plodnosti zemljišta u budućnosti.

AZOT U ZEMLJIŠTU

Azot se u zemljištu nalazi u koncentraciji od 0,03 do 0,3% (**Džamić i Stevanović, 2000**). Organski azot je najviše prisutan u humusu i nespecifičnoj organskoj materiji zemljišta, a ovaj oblik nije direktno dostupan biljkama. Mineralni oblik iznosi samo 2-3% od ukupne količine azota u zemljištu i može biti u obliku NH_3 , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , ili u obliku azotnih oksida NO , N_2O i NO_2 . Azot dospeva u zemljište na nekoliko načina: biološkom fiksacijom, elektrohemijom, fiksacijom, unošenjem đubriva, te specifičnom i nespecifičnom organskom materijom.

Azot je jedan od ključnih elemenata za rast i razvoj biljaka. Azot je ključan element za ishranu biljaka i ima presudnu ulogu u ostvarivanju prinosa. On je sastavni deo mnogih biljnih jedinjenja, kao što su proteini, hlorofil, enzimi, nukleinske kiseline, aminokiseline, hormoni, pigmenti, vitamini, amini i amidi. U suvoj masi biljaka azot je zastupljen tri puta više u odnosu na druge neophodne elemente koje biljka usvaja iz zemljišta. Leguminoze mogu godišnje vezati čak do 700 kg/ha azota (**Douglas, 1986**).

Iako je azot obilan u atmosferi (oko 78%), biljke ga ne mogu direktno iskorištavati u gasovitom obliku (N_2). Stoga, azot u zemljištu mora biti u obliku koji je dostupan biljkama, poput nitrata (NO_3^-) i amonijaka (NH_4^+).

Ciklus azota je kompleksan proces koji uključuje nekoliko faza: fiksaciju, mineralizaciju, nitrifikaciju, denitrifikaciju i imobilizaciju.

Fiksacija azota pretvara atmosferski azot (N_2) u amonijak (NH_3) putem biološke fiksacije (uz pomoć bakterija, poput *Rhizobium*) ili industrijskih procesa (Haber-Bosch proces). Biološka fiksacija je posebno važna u simbiozi između mahunarki i bakterija (**Herridge et al., 2008**).

Mineralizacijom se organski azot iz ostataka biljaka i životinjskih otpadaka razlaže se u amonijak (NH_4^+) putem enzimske aktivnosti mikroorganizama (**Schimel & Bennett, 2004**).

Nitrifikacijom se amonijak se oksiduje u nitrite (NO_2^-), a zatim u nitrati (NO_3^-) uz pomoć nitrifikacionih bakterija, poput *Nitrosomonas* i *Nitrobacter* (**Prosser, 2007**).

Denitrifikacijom se nitrati se redukuju u gasoviti azot (N_2) ili azot-oksidi (N_2O , NO) pod anaerobnim uslovima, što dovodi do gubitka azota iz zemljišta (**Zumft, 1997**).

Mikroorganizmi koriste mineralne oblike azota za svoj rast, čime se smanjuje dostupnost azota za biljke (**Kuzyakov & Xu, 2013**).

Efikasno upravljanje azotom ključno je za održivu poljoprivredu. Nedostatak azota može dovesti do smanjenja prinosa, dok prekomerna primena azotnih đubriva može uzrokovati zagađenje voda i emisiju gasova staklene bašte (**Vitousek et al., 2009**).

Azotna đubriva, poput uree i amonijum-nitrata, često se koriste za povećanje dostupnosti azota. Međutim, prekomerna upotreba može dovesti do ispiranja nitrata u podzemne vode (**Tilman et al., 2002**).

Kompost i stajski đubar bogati su organskim azotom, koji se polako oslobađa tokom mineralizacije, čime se smanjuje rizik od gubitka azota (**Diacono & Montemurro, 2010**).

Uključivanje mahunarki u rotaciju useva može povećati sadržaj azota u zemljištu putem biološke fiksacije (**Lithourgidis et al., 2011**).

Korišćenje tehnologija, poput senzora i GIS-a, omogućava preciznu primenu đubriva, smanjujući gubitke azota (**Zhang et al., 2002**).

Klimatske promene, poput povećanja temperature i promena u padavinama, mogu uticati na procese u ciklusu azota. Na primer, povećana temperatura može ubrzati nitrifikaciju i denitrifikaciju, što može dovesti do većih gubitaka azota (**Peltonen-Sainio et al., 2011**).

Ako zemljište sadrži veću količinu mineralnog azota, može doći do smanjenja fiksacije azota, ali isto tako može doći i do povećanja koncentracije nitrata u krmi (**Eardly et al., 1985**).

Azot je nezamenjiv element za održivu poljoprivredu, ali njegovo upravljanje zahteva pažljivo planiranje kako bi se izbegli negativni efekti na životnu sredinu. Kombinacija organskih i mineralnih đubriva, rotacija useva i precizne poljoprivrede može značajno poboljšati efikasnost korišćenja azota.

FOSFOR U ZEMLJIŠTU

Fosfor se u zemljištu nalazi u organskom i mineralnom obliku, u količini od 0,03 do 0,20% (**Džamić i Stevanović, 2000**). U našoj zemlji, količine ukupnog fosfora u površinskom sloju zemljišta variraju: černozele sadrži od 0,15 do 0,20%, smeđica od 0,10 do 0,20%, gajnjača od 0,07 do 0,15%, dok aluvijum ima samo 0,02 do 0,03% fosfora (**Džamić i Stevanović, 2000**).

Fosfor u zemljištu postoji u organskim i neorganskim oblicima:

Organski fosfor nalazi se u biljnim ostacima, mikroorganizmima i organskoj materiji. Organski fosfor postaje dostupan biljkama nakon mineralizacije, koju vrše mikroorganizmi (**Richardson et al., 2009**).

Neorganski fosfor uključuje rastvorene fosfate (H_2PO_4^- i HPO_4^{2-}), koji su direktno dostupni biljkama, kao i fosfate vezane za minerale, poput kalcijum-fosfata i gvožđe-fosfata, koji su manje dostupni (**Hinsinger, 2001**).

Pristupačni oblici fosfora obuhvataju fosfor u zemljišnom rastvoru, prisutan kao primarne, sekundarne i tercijarne soli alkalnih elemenata (Na i K), primarne i delimično sekundarne spojeve zemnoalkalnih elemenata (Ca i Mg), kao i fizičko-hemijski adsorbovani fosfor. Sadržaj lakopristupačnog fosfora je značajno manji od ukupne količine, a njegova dostupnost zavisi od pH vrednosti zemljišta i sadržaja gline (**Ubavić i Bogdanović, 1995**). Sa povećanjem pH vrednosti, pristupačnost fosfora se povećava, a pri višim pH vrednostima dominiraju fosfati kalcijuma, koji su rastvorljiviji od fosfata seskvioksida (Fe i Al). Obezbeđenost zemljišta fosforom ocenjuje se na osnovu sadržaja lakopristupačnih oblika.

Fosfor pripada grupi neophodnih makrohranljivih elemenata. U biljkama se nalazi u organskim jedinjenjima kao što su fitin, fosfolipidi, nukleinske kiseline, glikofosfati, dok manji deo fosfora postoji u neorganskim jedinjenjima, najčešće kao fosfati kalcijuma, kalijuma, natrijuma i magnezijuma.

Fosfor je esencijalni hranljivi element neophodan za rast i razvoj biljaka. On igra ključnu ulogu u energetskom metabolizmu (sintetišući ATP), sintezi DNK i RNK, te u formiranju ćelijskih membrana. Iako je fosfor prisutan u zemljištu u različitim oblicima,

njegova dostupnost za biljke često je ograničena zbog kompleksnih hemijskih reakcija koje ga vezuju u nepristupačne oblike.

Ciklus fosfora uključuje nekoliko ključnih procesa:

Mineralizacijom se organski fosfor razlaže u neorganske fosfate putem enzimske aktivnosti mikroorganizama (**Richardson et al., 2009**).

Sorcija i precipitacija: Fosfati mogu biti adsorbovani na površine minerala ili precipitirani u oblike koji su teško rastvorni, što smanjuje njihovu dostupnost za biljke (**Hinsinger, 2001**).

Fosfati mogu biti isprani iz zemljišta, posebno u kiselim uslovima, što može dovesti do zagađenja vodenih ekosistema (**Sharpley et al., 2000**).

Efikasno upravljanje fosforom ključno je za održivu poljoprivredu. Nedostatak fosfora može dovesti do smanjenja prinosa, dok prekomerna primena fosfornih đubriva može uzrokovati eutrofikaciju vodenih ekosistema.

Primena fosfornih đubriva: Superfosfat i druga fosforna đubriva često se koriste za povećanje dostupnosti fosfora. Međutim, efikasnost korišćenja fosfora iz đubriva obično je niska zbog sorcije i precipitacije (**Syers et al., 2008**).

Kompost i stajsko đubrivo bogati su organskim fosforom, koji se polako oslobađa tokom mineralizacije, čime se smanjuje rizik od gubitaka fosfora (**Oberson et al., 2011**). Uključivanje biljaka koje efikasno koriste fosfor, poput mahunarki, u rotaciju useva, može poboljšati iskorišćenje fosfora u zemljištu (**Richardson et al., 2009**).

Korišćenje biljaka i mikroorganizama koji povećavaju dostupnost fosfora, poput mikorizalnih gljiva, predstavlja obećavajući pristup za poboljšanje efikasnosti korišćenja fosfora (**Smith et al., 2011**).

Klimatske promene, poput povećanja temperature i promena u oborinama, mogu uticati na dostupnost fosfora u zemljištu. Na primer, povećana temperatura može ubrzati mineralizaciju organskog fosfora, dok suša može smanjiti mobilnost fosfata u zemljištu (**Cordell et al., 2009**).

Fosfor je ključni element za održivu poljoprivredu, ali njegovo upravljanje zahteva pažljivo planiranje kako bi se izbegli negativni efekti na životnu sredinu. Kombinacija organskih i mineralnih đubriva, rotacija useva i biotehnoloških pristupa može značajno poboljšati efikasnost korišćenja fosfora.

KALIJUM U ZEMLJIŠTU

Kalijum se u zemljištu nalazi u količini od 0,5 do 2,5%. Sadržaj kalijuma u zemljištu je uslovljen tipom zemljišta. Ukupna količina kalijuma u zemljištu zavisi od sadržaja minerala kalijuma u matičnom supstratu, koji se raspadanjem transformišu u minerale gline. Prosečan sadržaj kalijuma raste sa povećanjem sadržaja gline u zemljištu.

S obzirom na rastvorljivost, kalijum se javlja u nekoliko oblika: u mineralima (u kristalnoj rešetki), fiksirani (nezamenjivi), adsorbovani (izmenjivi) i u zemljišnom rastvoru (rastvorljivi).

Lakopristupačni oblici kalijuma obuhvataju kalijum u zemljišnom rastvoru i adsorptivnom kompleksu. Obezbeđenost zemljišta kalijumom određuje se na osnovu sadržaja ovih lakopristupačnih oblika.

Ispitivanja u našoj zemlji pokazala su da je najveći ukupan sadržaj kalijuma u černozeu (1,8-2,42%), zatim u smonici (1,78-2,35%), gajnjači (0,84-2,29%) i karbonatnom aluvijumu (oko 2,20%), dok je najmanji u pseudogleju (1,53-1,93%) (**Ubavić i Bogdanović, 1995**).

Kalijum (K) je jedan od tri primarna makronutrijenta neophodan za rast i razvoj biljaka, zajedno sa azotom i fosforom. Kalijum je neophodan makrohranljiv element, ali nije konstitucioni, što znači da se ne nalazi u biljci u obliku organskih jedinjenja. Ima ključnu ulogu u hlorofilnoj asimilaciji i sintezi ugljenih hidrata, metabolizmu azota, neutralizaciji organskih kiselina i regulaciji pH vrednosti ćelijskog soka, vodnom režimu biljaka i drugim fiziološkim procesima. Iako je kalijum relativno obilan u zemljištu, njegova dostupnost za biljke može biti ograničena zbog hemijskih i fizičkih svojstava tla.

Ciklus kalijuma uključuje nekoliko ključnih procesa:

Oslobađanje kalijuma iz minerala: Tokom vremena, minerali se troše, oslobađajući kalijum u obliku koji može biti adsorbovan na površine gline ili preći u zemljišni rastvor (**Sparks & Huang, 1985**).

Adsorpcija i desorpcija: Kalijum se adsorbuje na negativno naelektrisanu površinu gline i organske materije, a zatim može biti desorbovan u zemljišni rastvor kada je potreban biljkama (**Sparks, 1987**).

Usvajanje kalijuma od strane biljaka: Biljke apsorbiraju kalijum iz zemljišnog rastvora u obliku K^+ jona. Ovaj proces je energetski zavisian i odvija se putem aktivnog transporta (**Römheld & Kirkby, 2010**).

Povratak kalijuma u zemljište: Nakon propadanja biljnih ostataka, kalijum se vraća u zemljište, gde može biti ponovo iskorišćen (**Öborn et al., 2005**).

Dobra obezbeđenost biljaka kalijumom povećava brojnost i aktivnost kvržica, otpornost na niske temperature, promet ugljenika i translokaciju ugljenih hidrata iz stabla u kvržice (**Barta, 1983**), što je naročito važno nakon košenja pri regeneraciji nadzemnog dela biljaka. Kalijum takođe učestvuje u indukciji sinteze enzima nitratreduktaze i podstiče sintezu proteina. Zbog toga, u uslovima nedostatka kalijuma dolazi do smanjenja azotofiksacije, smanjenja sinteze proteina, a nakupljaju se rastvorljiva neproteinska azotna jedinjenja i nitrati (**James et al., 1995**). Za postizanje visokih prinosa i kvaliteta, odnos N/K treba da bude 1.

Suvišak kalijuma u biljkama može negativno uticati na usvajanje magnezijuma, što može dovesti do bolesti „tetanije“ kod životinja. Takođe, može doći do hipokalcije, zavisno od odnosa K, Mg i Ca (**Lachowski et al., 1989**).

Efikasno upravljanje kalijumom ključno je za održivu poljoprivredu. Nedostatak kalijuma može dovesti do smanjenja prinosa i kvaliteta useva, dok prekomerna primena kalijumovih đubriva može uzrokovati neravnotežu u ishrani biljaka i gubitke kalijuma ispiranjem.

Primena kalijumovih đubriva: Kalijum-hlorid (KCl) i kalijum-sulfat (K_2SO_4) često se koriste za povećanje dostupnosti kalijuma. Međutim, efikasnost korišćenja kalijuma zavisi od pH vrednosti tla i prisustva drugih jona (**Öborn et al., 2005**).

Kompost i stajnjak bogati su kalijumom, koji se polako oslobađa tokom mineralizacije, čime se smanjuje rizik od gubitaka kalijuma (**Steffens et al., 2010**).

Uključivanje biljaka koje efikasno koriste kalijum može poboljšati iskorišćenje ovog elementa u zemljištu (**Römheld & Kirkby, 2010**).

Klimatske promene, poput povećanja temperature i promena u padavinama, mogu uticati na dostupnost kalijuma u zemljištu. Na primer, suša može smanjiti mobilnost kalijuma u zemljištu, dok povećane temperature mogu ubrzati mineralizaciju organskog kalijuma (**Öborn et al., 2005**).

Kalijum je ključni element za održivu poljoprivredu, ali njegovo upravljanje zahteva pažljivo planiranje kako bi se izbegli negativni efekti na životnu sredinu. Kombinacija organskih i mineralnih đubriva, rotacija useva i precizne poljoprivrede može značajno poboljšati efikasnost korišćenja kalijuma.

3.2. Značaj organske materije zemljišta i sekvestracija ugljenika

Organska materija je ključna komponenta zemljišta, koja obuhvata sve žive i mrtve materije nastale biološkim putem, prisutne u zemljištu ili na njegovoj površini. Živi deo organske materije naziva se edafon, dok izumrli deo, koji je u stalnim procesima transformacije, čini humus. U širem smislu, humus obuhvata svu mrtvu organsku materiju u zemljištu, dok se u užem smislu odnosi na humusne materije nastale tokom humifikacije, mikrobiološke razgradnje i stvaranja novih kompleksnih organskih materija (Ćirić, 2013).

Organska materija u zemljištu ima pozitivan uticaj na fizička, hemijska i biološka svojstva tla, čime poboljšava njegovu plodnost (Bot i Benites, 2005). Kao koloidna materija, humus ima kapacitet za adsorpciju katjona koji je 3 do 4 puta veći u odnosu na minerale gline s najvećim kapacitetom adsorpcije. Dok čestice gline privlače 15-20% vode i hranjivih materija, humusne čestice mogu privući čak 80-90%. Humus je izvor energije za mikroorganizme u zemljištu, čime podstiče biološku aktivnost. Pored toga, humusne materije kao prirodni lepkovi pomažu u formiranju strukturnih agregata zemljišta, što poboljšava vodni, vazdušni i toplotni režim tla. Zbog svoje tamne boje, humus bolje apsorbuje sunčevu svetlost, što ubrzava zagrevanje zemljišta. Razgradnjom humusa oslobađaju se biogeni elementi koji su lako dostupni biljkama. Neke humusne materije imaju efekat sličan biljnim hormonima, stimulirajući rast i razvoj biljaka. U glinovitim zemljištima, humus poboljšava rastresitost, smanjuje vučni otpor pri obradi, dok u peskovitim zemljištima povećava sposobnost zadržavanja vode i hraniva (Vasin, 2015).

U poljoprivrednim zemljištima, humus je ključni faktor plodnosti. Optimalna količina humusa osigurava najbolje uslove za rast i razvoj biljaka. Ovo zavisi od različitih faktora, prvenstveno od teksture zemljišta. Peskovita zemljišta imaju najveće potrebe za organskom materijom, dok teža glinovita zemljišta zahtevaju manju količinu. Ilovasta zemljišta imaju najmanje potrebe za dodavanjem organske materije. Takođe, optimalni sadržaj humusa zavisi i od vrste biljaka koje se gaje. Na primer, voćnjaci i vinogradi mogu podneti niži sadržaj humusa, dok intenzivno gajene ratarske i povrtarske kulture zahtevaju viši sadržaj. U Vojvodini je prosečan sadržaj humusa još

uvek iznad 3%, što je zadovoljavajuće, ali zbog trenda opadanja njegovog sadržaja, potrebno je hitno preduzeti mere za očuvanje ovog resursa.

Jedno od najučinkovitijih rešenja za povećanje organske materije u zemljištu je primena organskih đubriva i oplemenjivača zemljišta. S obzirom na smanjenje stočnog fonda u poslednjim decenijama, količina stajnjaka na gazdinstvima je drastično opala, što je smanjilo njegovu primenu. Alternativna rešenja uključuju zelenišno đubrenje, pokrovne useve, konzervacijsku obradu tla, uvođenje leguminoza u plodored, združenu setvu i druge mere (**Novara et al., 2019**). Takođe, pravilno primenjen plodored igra značajnu ulogu u očuvanju organske materije (**Beare et al., 1994**). Poznato je da leguminoze, naročito višegodišnje, obogaćuju zemljište organskom materijom, dok strna žita i okopavine mogu osiromašiti tlo.

Jedno od najčešće korišćenih organskih đubriva je stajnjak, koji predstavlja mešavinu čvrstih i tečnih ekskremenata životinja i prostirke. Kvalitet stajnjaka zavisi od vrste stoke, načina njenog držanja i ishrane, uslova čuvanja stajnjaka, kao i načina primene. Pored stajnjaka, koriste se i druga organska đubriva, kao što su osoka, veštački stajnjak, treset, kompost, glisnjak, guano, koštano i krvno brašno, rastvori morskih algi, biougalj i drugi. Kvalitet i sigurnost primene ovih đubriva zavise od porekla sirovine od koje su nastala.

Takođe, postoji i mogućnost korišćenja gradskog zelenog otpada (pokošena trava, lišće, ostaci rezidbe s hortikulturnih površina), kao i organski otpaci iz domaćinstava, restorana, pekara i menzi. Ovaj otpad, koji se često odlaže na deponije, mogao bi da se kompostira i koristi kao organsko đubrivo. U novije vreme, vrši se istraživanje i primena industrijskog kompostiranja, gde se organski otpad sakuplja i prerađuje u specijalizovanim ustanovama u finalni proizvod – organsko đubrivo, koji se potom tržišno plasira.

Zemljište ima ključnu ulogu u ublažavanju klimatskih promena zbog svog visokog potencijala za skladištenje ugljen-dioksida putem organske materije. Strategija sekvestracije ugljenika zasniva se na pozitivnom bilansu organskog ugljenika, gde je unos ugljenika u zemljište veći od njegovih gubitaka. Ukupne zalihe organskog ugljenika u gornjem sloju zemljišta (do 100 cm dubine) procenjuju se na oko 1500 Pg, što je dvostruko više od količine ugljen-dioksida u atmosferi (**Lal, 2011**).

Distribucija organskog ugljenika u zemljištu zavisi od ekoloških faktora i ljudskih aktivnosti. Promene u načinu korišćenja zemljišta značajno utiču na emisiju gasova staklene bašte, posebno kroz deforestaciju i pretvaranje prirodnih staništa u obradive površine, što može dovesti do smanjenja organskog ugljenika za 24-60% (Jakšić et al., 2021). Način upravljanja zemljištem može promeniti sadržaj i raspodelu organskog ugljenika, dok topografski faktori, kao što su nadmorska visina i orijentacija padina, utiču na količinu organske materije zbog razlike u temperaturama, padavinama i solarnoj radijaciji. Smanjenje temperature i veća količina padavina povećavaju sadržaj organske materije, dok u toplijim i suvljim područjima sadržaj obično bude niži.

3.3. Združeni usevi

Združena setva predstavlja gajenje više vrsta useva na jednoj površini zemljišta sa biološki značajnim interakcijama između pojedinačnih biljaka koje pripadaju različitim vrstama (**Brooker et al., 2015**).

Vrste iz porodice *Fabaceae* i *Poaceae* se prvenstveno združuju u cilju dobijanja visokih prinosa biomase sa balansiranim hemijskim sastavom proizilazi iz razlike u nutritivnim vrednostima *Fabaceae* i *Poaceae* porodica, jer su leguminoze bogatije proteinima, dok su trava bogatija ugljenim hidratima (**Krga, 2023**). Jednogodišnje leguminoze koje se gaje kao samostalni usevi za proizvodnju kabaste hrane ne mogu osigurati dovoljne količine energije za ishranu, pa je stoga neophodno dodati dodatna hraniva. Kako bi se nadoknadio ovaj nedostatak, često se u njihove useve dodaju strna žita.

Prednosti gajenja travno-leguminoznih smeša: Veći prinos biomase i proteina u odnosu na pojedinačne useve (**Krga i sar., 2016**); Stabilniji prinosi i ujednačena proizvodnja (**Neugschwandtner i sar., 2021**); Efikasnije usvajanje azota (**Nyfelner i sar., 2011**); Proizvodnja stočne hrane sa optimalnim odnosom proteina, ugljenih hidrata, minerala i vitamina (**Chapko i sar., 2013**); Bolja iskorišćenost hraniva iz zemljišta (**Dhima i sar., 2007**); Veći sadržaj azota u žetvenim ostacima u poređenju sa čistim usevima (**Neugschwandtner i Kaul, 2015**); Smanjenje šteta od bolesti, štetočina i smanjena zakorovljenost (**Banik i sar., 2006; Vasilakoglou i sar., 2008; Gronle i sar., 2014; Gronle i sar., 2015**); Pozitivan uticaj na zemljišne mikroorganizme (**Zhao i sar., 2015**).

Stočni grašak u smeši sa strnim žitima ima veliki potencijal u borbi protiv korova (**Poggio, 2005; Gronle i sar., 2014; Deveikyte i sar., 2009; Simić i sar., 2018**).

Prednost gajenja leguminoza ogleda se i u ublažavanju efekata staklene bašte. Azot suboksid značajno doprinosi efektu staklene bašte. Izdvaja se u procesu amonifikacije, nitrifikacije i denitrifikacije azota u zemljištu, i emisija ovog gasa je jako izražena prilikom primene azotnog đubriva i kada količine u zemljištu prevazilaze potrebe biljaka (**Smith i Conen, 2004**). Tako u slučaju useva stočnog graška emisija

azot-suboksida na godišnjem nivou, sa minimalnom primenom azotnog hraniva, iznosi 0,65 kg/ha.

Stočni grašak (*Pisum sativum ssp. arvense* L. Poir.) je biljka koja se široko koristi u ishrani domaćih životinja, a pod ovom podvrstom svi genotipovi se dele na krmne i proteinske tipove (**Mihailović i sar., 2010**). Krmni tipovi se koriste za proizvodnju krme i berbu u fazama od početka cvetanja do formiranja mahuna (**Mikić i sar., 2003**), dok su proteinski tipovi pogodniji za proizvodnju koncentrovane hrane od zrna (**Mikić i sar., 2006**). Takođe, postoje kombinovani tipovi koji se mogu koristiti i za proizvodnju kabaste hrane i zrna.

Grašak potiče sa Bliskog istoka, dok se Mediteran i Afrika (Abisinija) smatraju sekundarnim centrima porekla (**Zeven i Zhukovsky, 1975**). Širenje graška po Evropi počelo je kroz područje današnje Turske, sa dokazima o gajenju u periodu od 6. veka p.n.e. (**Ersline i sar., 1994**).

Globalno, površine pod graškom dostižu 20 miliona hektara, uz stalni trend rasta. Najveći proizvođači su Kanada, Rusija, Francuska, Kina, Indija, Ukrajina, Austrija i Nemačka (**FAO, 2020**).

U Srbiji je proizvodnja stočnog graška u opadanju. Gaji se za različite namene, sa prosečnim prinosom zrna od 2,5 t/ha (**Karagić i sar., 2010**). Podaci iz 2020. godine pokazuju da se oranične krmne vrste gaje na oko 240.000 ha, dok se jednogodišnje krmne leguminoze, uključujući grašak, gaje na 30.000 ha (**Karagić i sar., 2011**). Površine u Srbiji kreću se između 30.000 i 35.000 ha (**Krga, 2023**).

Pšenica (*Triticum aestivum*) je jedan od najvažnijih poljoprivrednih useva u Srbiji, sa velikim ekonomskim značajem. Srbija je jedan od najvećih proizvođača pšenice u regionu. Prosečna površina pod ozimom pšenicom u poslednjim godinama kretala se oko 600.000 – 700.000 hektara, iako varira zavisno od godine. Prinosi pšenice u Srbiji variraju, ali prosečan prinos je oko 3,5 – 4,5 tone po hektaru, uz povoljne vremenske uslove. U nekim godinama, prinosi mogu biti i veći, dok loši uslovi mogu značiti niže prinose. Ozima pšenica čini oko 50-60% ukupne proizvodnje žitarica u Srbiji, što je čini ključnim poljoprivrednim proizvodom. Najveće površine pod ozimom pšenicom u Srbiji nalaze se u Vojvodini, posebno u područjima sa povoljnim

agroekološkim uslovima (susedna područja kao što su južni Banat, Srem, a i delovi južne Srbije). Pšenica je domestifikovana u Plodnom polumesecu, regionu koji obuhvata delove današnjeg Iraka, Irana, Sirije, Turske i Izraela. Ovaj region se smatra prvim centrom agrikulture i uzgoja biljaka, uključujući i pšenicu.

3.4. Zelenišno đubrenje

Zelenišno đubrenje (sideracija) predstavlja zaoravanje sveže nadzemne mase biljaka koje se posebno gaje za ovu namenu sa ciljem da se zemljište obogati organskom materijom radi poboljšavanja fizičkih, bioloških i hemijskih osobina zemljišta (**Ubavić i Bogdanović, 1995**).

Prednosti zelenišnog đubrenja:

Leguminoze fiksiraju azot iz atmosfere i time povećavaju sadržaj ovog hranljivog elementa u zemljištu, što je korisno za sledeće useve, posebno za one koji imaju visoke potrebe za azotom.

Zelenišno đubrenje doprinosi stvaranju humusa i poboljšava strukturu tla, što olakšava drenažu, povećava kapacitet za zadržavanje vode i smanjuje eroziju.

Ovi usevi mogu smanjiti rast korova, jer prekrivaju zemljište i blokiraju svetlost koja je potrebna za rast korova.

Korenov sistem biljaka koje se koriste za zelenišno đubrenje pomaže u očuvanju zemljišta, smanjujući eroziju i obezbeđujući stabilnost zemljišta.

Razgradnjom biljnih ostataka, mikroorganizmi u zemljištu se aktiviraju i poboljšavaju kvalitet zemljišta (**Zhao, H., et al., 2015**).

Vrste zelenišnog đubrenja:

- 1) Letnje zelenišno đubrenje: Sadi se u proleće i koristi se u letnjem periodu. Nakon što biljke dostignu fazu cvetanja, ukopavaju se u tlo.
- 2) Zimsko zelenišno đubrenje: Biljke se sade u jesen i preživljavaju zimu, a zatim se ukopavaju u proleće pre nego što tlo postane previše suvo.

Zelenišno đubrenje je ekološki prihvatljiv način poboljšanja plodnosti zemljišta, jer ne zavisi od hemijskih đubriva, koja mogu imati negativne posledice po životnu sredinu (kao što je zagađenje voda). Ova metoda doprinosi održivosti poljoprivrede i smanjuje negativan uticaj na biodiverzitet i kvalitet tla.

Iz navedenih razloga pomaže u očuvanju zdravlja zemljišta, poboljšanju plodnosti i smanjenju potrebe za veštačkim đubrivima, što ga čini ključnim u održivoj poljoprivredi (**Banik, D. et al. 2006**).

4. RADNA HIPOTEZA

Poslednjih godina, kako kod nas, tako i u svetu sve više raste svest o održivoj poljoprivrednoj proizvodnji, te se u svrhu iznalaženja mogućih rešenja ovim istraživanjem polazi od sledećih hipoteza:

Glavna (osnovna)

H1: Združena setva ozimog stočnog graška i ozime pšenice trebalo bi da poveća prinos smeša u odnosu na pojedinačno gajene useve;

i pomoćne hipoteze:

- Združenom setvom i zelenišnim đubrenjem povećaće se sekvestracija ugljenika odnosno sadržaj organskog ugljenika u zemljištu.
- Zelenišno đubrenje će pozitivno će uticati na kvalitet zemljišta.
- Združena setva trebalo bi da obezbedi zadovoljavajući kvalitet biljne mase.

5. MATERIJAL I METOD RADA

5.1. Karakteristike zemljišta

Poljski ogledi izvedeni su na oglednim poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rmskim šančevima, gde je zemljište klasifikovano kao karbonatni černozem. Ovo zemljište karakterišu izuzetno povoljne hemijske i fizičke osobine (Škorić, 1986; Miljković, 1996; Ćirić i sar., 2012), te primena intenzivnih mera kultivacije, kontrola podnosti i racionalno đubrenje omogućavaju postizanje visokih prinosa. Černozem se u Srbiji nalazi u Banatu, Bačkoj, Sremu, delimično Mačvi i nekim delovima severne Šumadije, oko Beograda i Požarevca.

Ovo zemljište pripada redu automorfni i klasi humusno akumulativnih zemljišta, sa profilom Amo-AC-C. Razvija se u semiaridnom stepskom području na karbonatnim ilovastim, ređe peskovitim rastresitim supstratima (Miljković, 1996). Karakteriše ga tamno smeđa boja, izražena zrnasta struktura i prisutnost krotovina i pseudomicelija. Karbonati su prisutni od površine ili u prelaznom horizontu. Matični supstrat je karbonatni les sa 20-30% CaCO_3 , a ređe se javljaju pretaloženi les, aluvijum ili eolski pesak. Podzemna voda se nalazi na dubini od 10-40 m, bez uticaja na razvoj černozema. Godišnje količine padavina u Vojvodini u černozemnoj zoni su 600-650 mm, a prosečne temperature su 10,9 °C (Miljković, 1996).

Prema Nejgebaueru (1952), vojvođanski černozem nastao je u borealu tokom suve i tople periode pre 7000-8000 godina, kada su bioklimatski uslovi bili više stepski, dok su se sadašnji uslovi promenili u šumostepene. Humus nastaje uz prisustvo CaCO_3 , formiranjem organomineralnih kompleksa i intenzivnim mešanjem faune, što dovodi do nastanka dubokog, moličnog horizonta sa stabilnom i mrvičastom strukturom.

Mehanički sastav černozema je povoljan, jer je oko 90% zemljišta zasnovano na tipičnom lesu, što mu daje ilovastu teksturu. Podtipovi na pesku su lakšeg mehaničkog sastava i propusniji, dok varijeteti izluženih i posmeđenih černozema imaju više gline i mogu biti glinasto-ilovaste teksture. Zbog velike ukupne poroznosti i stabilnih strukturalnih agregata, černozem ima dobar kapacitet za vodu (30-50%) i vazduh (15-20%).

A horizont je bogat azotom, a u humusu dominiraju Ca-humino-humati. Ukupni sadržaj fosfora je 0,1-0,3%, dok je količina fiziološki aktivnog fosfora manja. Pristupačni kalijum je zadovoljavajući. Černozem je karbonatan od površine, sa sadržajem karbonata u A horizontu od 4-8%, dok se on povećava u dubini (**Belić i sar., 2003**). U prelaznom AC ili gornjem C horizontu sadržaj karbonata iznosi 25-35%, a u matičnom supstratu pada na 20-25%. Varijeteti koji su izluženi ili posmeđeni nemaju karbonate u celom A horizontu. pH černozema je 7,5-8,5, a nekarbonatnog oko 7. Kapacitet adsorpcije je 30-35 ekv. mmola H, a adsorpcioni kompleks je zasićen bazama, pretežno Ca i Mg, osim kod izluženih (90-95%) i posmeđenih (80-90%) černozema (**Škorić, 1986**).

Biološka aktivnost mikroorganizama i megafaune je visoka, a posebno su aktivni Azotobacter i nitrifikatori. Najpovoljniji uslovi za rad mikroorganizama javljaju se u proleće i rano leto. Na osnovu ovih karakteristika, može se zaključiti da je černozem veoma plodno zemljište, pogodno za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju i visok prinos. Proizvodnja krmnog bilja na ovom zemljištu daje dobru osnovu za stočarsku proizvodnju, naročito u govedarstvu i svinjarstvu (**Vučković, 1999**).

5.2. Meteorološki podaci

Meteorološki podaci dobijeni su iz Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije.

Agrometeorološki uslovi za proizvodnu 2021/22. godinu

Vremenske prilike na teritoriji Srbije od oktobra 2021. do septembra 2022. godine imale su neka odstupanja u odnosu na prosečne karakteristike za naše klimatsko područje. Proizvodna godina bila je toplija, sa uobičajenim prilivom padavina. Padavine nisu bile teritorijalno i vremenski pravilno raspoređene. Osim toga, u protekloj proizvodnoj godini zabeleženo je više klimatskih ekstrema (pozni prolećni mrazevi, suša u prolećnim mesecima, pojave suše i toplotnih talasa u leto), koji su se dešavali u vreme veoma važnih vegetativnih i generativnih procesa kod poljoprivrednih kultura.

Zima 2021./2022. godine (decembar-februar) bila je toplija sa osrednjenim temperaturama za Srbiju višim za oko 3.0 °C u odnosu na prosečne uslove za ovaj period, i sa nešto više vodenog taloga u odnosu na prosečne zimske uslove u Srbiji, oko 160 mm. Tokom zime nije bilo česte pojave jakih zimskih mrazeva i ledenih dana. Početak zime obilovao je padavinama, sredinom decembra zabeležen je i sneg na većem delu teritorije Srbije sa visinom snežnog pokrivača od 2 cm do 78 cm. Snega je bilo i u drugom delu januara. Topla i vlažna zima pogodovala je svim prezimljujućim kulturama, a naročito ozimim žitima koja su posejana posle optimalnih rokova.

Proleće 2022. godine (mart-maj) započelo je hladnijim vremenom i sa značajno manje padavina od prosečnih za to godišnje doba. Tokom marta najmanje vodenog taloga izmereno je u Vojvodini, oko 10 mm. Takođe, mali priliv padavina u Vojvodini uslovio je isušivanje površinskog sloja zemljišta i ometao pripremu zemljišta za setvu i setvu ranih jarih i povrtarskih kultura. U nastavku proleća zadržalo se hladnije vreme sa pojavom poznih prolećnih mrazeva i uobičajenim padavinama. Tokom većeg dela maja preovladavali su mahom sušni uslovi i ne baš povoljni za poljoprivredne kulture.

Proizvodna 2021./2022. godina, sa stanovišta agrometeoroloških uslova, nije bila povoljna za mnoge poljoprivredne kulture. Prinosi i kvalitet roda su varirali u zavisnosti od, ne samo klimatskih činioca, nego i od tipa i kvaliteta zemljišta, primenjene agrotehnike, vremena setve, plodoređa, izbora sorte ili hibrida. Ozima žita imala prinose u okviru prosečnih vrednosti.

Agrometeorološki uslovi za proizvodnu 2022/23. godinu

Vremenske prilike na teritoriji Srbije od oktobra 2022. do septembra 2023. godine imale su neka odstupanja u odnosu na prosečne karakteristike za naše klimatsko područje. Agrometeorološki uslovi u tom periodu nisu bili najpogodniji za sve poljoprivredne kulture u svim fenofazama razvoja i svim područjima zemlje. Proizvodna godina bila je toplija za 2 °C na severoistoku Vojvodine, sa uobičajenim prilivom padavina u odnosu na višegodišnji prosek (1981.-2010.). Padavine nisu bile teritorijalno i vremenski pravilno raspoređene. Uslovi vlažnosti tokom dela proizvodne 2022./2023. godine nisu bili povoljni za mnoge poljoprivredne kulture, tako da su i prinosi i kvalitet roda pojedinih poljoprivrednih kultura bili niži od očekivanih. Zabeleženo je više klimatskih ekstrema (hladno i vlažno proleće sa svakodnevnim padavinama, pojava jakih olujnih vetrova, nepogoda i grada i pojava toplotnih talasa u toku leta), koji su se dešavali u vreme veoma važnih vegetativnih i generativnih procesa kod poljoprivrednih kultura.

Jesen (oktobar-novembar) karakterisalo je toplije vreme od uobičajenog sa manje padavina u odnosu na višegodišnji prosek. Početak jeseni karakterisalo je veoma toplo i mahom suvo vreme. Međutim, u novembru su zabeležene padavine koje su nakvasile setveni sloj zemljišta i omogućile ravnomerno i ujednačeno nicanje i ukorenjivanje posejanih ozimih useva. Prvi slabi do umereni mrazevi javili su se poslednjih dana novembra. Vremenski uslovi tokom jeseni bili su povoljni za pripremu i ulazak višegodišnjih biljaka u biološko zimsko mirovanje.

Zima 2022./2023. godine (decembar-februar) bila je najtoplija u poslednjih pedeset godina sa osrednjenim temperaturama za Srbiju višim za oko 3.8 °C u odnosu

na prosečne uslove za ovaj period, i sa više vodenog taloga u odnosu na prosečne zimske uslove u Srbiji, oko 180 mm.

nastavku zime. Topla i vlažna zima pogodovala je svim prezimljujućim kulturama, a naročito ozimim žitima koja su posejana posle optimalnih rokova.

Početak proleća (mart-maj) obeležilo je toplije vreme sa prosečnim manje padavina u Vojvodini. Međutim, zahvaljujući obilnim padavinama iz zimskog perioda stanje zalihe vlage u zemljištu je bilo zadovoljavajuće. April je bio hladniji od proseka, sa skoro svakodnevnim padavinama. Početkom meseca došlo je do pojave snega i formiranja snežnog pokrivača. Početkom i krajem meseca bilo je pojave i slabih prolećnih mrazeva. U nastavku proleća zadržalo se slično vreme, nešto hladnije, naročito u prvom delu maja, i sa svakodnevnim kišama, uglavnom pljuskovitog karaktera. Lokalno je bilo i kratkotrajnih vremenskih nepogoda praćenih obilnim padavinama, gradom i olujnim vetrom koje su u pojedinim područjima izazvale izlivanje rečnih vodotokova i plavljenje poljoprivrednih površina. Zbog karaktera padavina postoje velike razlike u količinama padavina iznad pojedinih područja. Najviše padavina tokom maja bilo je u Vojvodini i Podrinju, dva do tri puta više u odnosu na prosečne. Zbog obilnih padavina na pojedinim parcelama došlo je do zadržavanja vode, što je bilo veoma nepovoljno za sve useve koji se gaje na tim površinama.

Proizvodna 2022./2023. godina, sa stanovišta agrometeoroloških uslova, nije bila povoljna za mnoge poljoprivredne kulture. Na prinos i kvalitet roda je najviše uticala pojava ekstremnih vremenskih uslova. Tokom proizvodne godine, u celini gledano, ostvareni su, uglavnom, dobri prinosi kada se uzmu u obzir vremenski uslovi koji su vladali u vreme najznačajnijih faza rasta i razvića poljoprivrednih kultura.

Agrometeorološki uslovi za proizvodnu 2023/24. godinu

Vremenske prilike na teritoriji Srbije od oktobra 2023. do septembra 2024. godine imale su neka značajna odstupanja u odnosu na prosečne karakteristike za naše klimatsko područje. Agrometeorološki uslovi u tom periodu nisu pogodovali mnogim poljoprivrednim kulturama u svim fenofazama razvoja i u svim područjima zemlje.

Proizvodna godina bila je toplija, sa uobičajenim prilivom padavina na najvećem delu teritorije Srbije u odnosu na višegodišnji prosek (1981.-2010.). Međutim, raspored padavina je bio izuzetno nepovoljan, a s obzirom na veoma visoke temperature ni količine nisu zadovoljavale potrebe biljaka za vodom, pa se može reći da je godina bila sušna.

Jesen (oktobar-novembar) 2023. godine karakterisalo je toplije vreme od uobičajenog sa više padavina u odnosu na višegodišnji prosek. Početak jeseni karakterisalo je veoma toplo i suvo vreme. Naročito je u dugom delu oktobra bilo toplo sa gotovo letnjim temperaturama. Na sreću, novembar je bio topao i sa skoro svakodnevnim padavinama, pa su i kasno posejani usevi imali dobre uslove da ravnomerno niknu, ukorene se, izbokore i dobro pripremljeni uđu u period zimskog mirovanja. Prvi slabi do umereni mrazevi javili su se u poslednjoj dekadi novembra.

Zima 2023./2024. godine (decembar-februar) bila je najtoplija u poslednjih pedeset godina sa osrednjenim temperaturama za Srbiju višim za oko 4.8 °C u odnosu na prosečne uslove za ovaj period, i sa manje vodenog taloga.

Početak proleća 2024. godine (mart-maj) dolazi do pojave padavina ali se i dalje zadržava toplo vreme. Padavine su nakvasile površinski sloj zemljišta i omogućile pripremu zemljišta za setvu prolećnih useva, a povoljne temperature zemljišta omogućile su ravnomerno nicanje ranih jarih kultura. Prolećni mrazevi slabog do umerenog intenziteta su se javili u poslednjoj dekadi marta kao i sredinom aprila.

Vegetacioni period 2024. godine (april-septembar) bio je topliji sa prosečnim količinama padavina na većem delu teritorije Srbije. To je, takođe, najtoplija vegetacija u poslednjih pedeset godina. Od aprila do septembra zabeleženo je prosečno za Srbiju oko 350 mm padavina, što je oko 10% manje u odnosu na prosečne padavine za period vegetacije.

5.3. Primenjena tehnologija gajenja

Istraživanja su izvršena u trajanju od tri godine, tokom 2021/22, 2022/23. i 2023/24. godine na oglednoj parceli Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Institutu od nacionalnog značaja za RS, koja se nalazi u Rimskim šančevima. Ogled je izveden po principima organske proizvodnje.

Prema planu postavljanja ogleda, primenjen je potpuno slučajni randomizirani blok sistem, sa tri ponavljanja. Površina oglednog polja je iznosi 3600 m² (sa stazama), a površina osnovne eksperimentalne parcele 250 m².

Svaka elementarna parcela u okviru bloka predstavlja jedan od tretmana:

1. kontrola (bez tretmana)
2. tretman I – ozima pšenica + zaoravanje biomase (OP+ZB)
3. tretman II- ozimi stočni grašak + zaoravanje biomase (OSG+ZB)
4. tretman III-združena setva ozime pšenice i ozimog stočnog graška + zaoravanje biomase (ZS+ZB)



Slika 1. Setva ogleda



Slika 2. Kontrolna parcela



Slika 3. Tretman I- usev pšenice



Slika 4. Tretman II - usev stočnog graška



Slika 5. Tretman III - Združena setva stočnog graška i pšenice



Slika 6. Uzorkovanje biljnog materijala



Slika 7. Tarupiranje oglada

Krajem leta je izvršna je osnovna obrada zemljišta na 25 cm. Pre osnovne obrade uzeti su uzorci zemljišta radi utvrđivanja nultog stanja plodnosti. Nakon pripreme zemljišta setvospremačem, setva je obavljena u oktobru žitnom sejalicom na dubini 5 cm za stočni grašak, a 3 cm za pšenicu (Slika 1). Količina sertifikovanog organskog upotrebljenog semena iznosila je 100 kg/ha za pšenicu i 130 kg/ha za stočni grašak. U rano proleće uzeti su uzorci zemljišta radi N-min analize tj. utvrđivanja sadržaja mineralnog azota u zemljištu. Početkom maja meseca, kada je grašak počeo da cveta, uzeti su uzorci biljnog materijala za laboratorijske analize (Slika 6), te je određen prinos zelene mase i suve materije. Jedan uzorak je uzet sa površine od 1m². U isto vreme su uzeti i uzorci zemljišta za analizu fizičko-hemijskih svojstava. Nakon uzorkovanja izvršeno je tarupiranje useva (Slika 7), te zaoravanje. Zemljište je se uzorkovano i analizirano i u jesen, pre obrade zemljišta za naredni usev. U ogledu nisu primenjena nikakva druga đubriva niti oplemenjivači zemljišta, izuzev biomase koja je zaorana.

U eksperimentalnom poljskom ogledu korišćene su sledeće sorte, stvorene u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad:

Ozima pšenica NS 40S (Slika 8): Srednje kasna sorta, visina stabla: 80-85 cm, vrlo dobra otpornost na zimu, pepelinicu, poleganje i rđu. Masa 1000 zrna: 35-40 g, hektolitarska masa: 78-82 kg, sadržaj proteina: 11-13%. Potencijal prinosa u proizvodnji (t/ha): u lošim uslovima 4-6 t/ha, u dobrim uslovima 7-9 t/ha, u odličnim uslovima preko 10 t/ha.



Slika 8. Ozima pšenica NS 40S (Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad)

Ozimi stočni grašak NS Pionir (Slika 9): Koristi se u ishrani preživara u vidu zelene krme, sena, silaže ili senaže, kao i u vidu zelenišnog đubriva, posebno u voćnjacima i vinogradima. Može se gajiti kao čist usev ili u smeši sa strninama, kao što su ozime sorte ovsa, tritikalea, raži, ječma ili pšenice. Dobro podnosi niske temperature i tolerantna je sorta na ekonomski značajne bolesti. Visina biljke kreće se između 150 cm i 170 cm. Ima ljubičastu boju cveta. Daje prinose od oko 40-60 t/ha zelene krme ili 10 t/ha sena. Sadržaj sirovih proteina u suvoj materiji je između 22% i 23%.



Slika 9. Ozimi stočni grašak NS Pionir (Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad)

5.4. Metode analiza

Agrohemijske analize zemljišta i biljnog materijala obavljene su u Laboratoriji za zemljište i agroekologiju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, akreditovanoj prema standardu SRPS ISO/IEC 17025 (Slika 10).

Primenjene su sledeće analize fizičko - hemijskih svojstava zemljišta i biljnog materijala:

Određivanje slobodnog kalcijum karbonata (CaCO_3) –volumetrijski, pomoću Scheibler-ovog kalcimetra, DM 8/1-3-016.

Određivanje sadržaja humusa –metodom Tjurinove oksidacijom organske materije DM 8/1-3-017.

Određivanje sadržaja ukupnog azota i organskog ugljenika (CNS elementalna analiza totalnog spaljivanja uzorka) automatskom metodom - CHNS analizatorom; DM 8/1-3-091.

Određivanje amonijum laktatnog P_2O_5 -određivanje lakopristupačnog fosfora spektrofotometrijski; DM 8/1-3-020.

Određivanje amonijum laktatnog K_2O -određivanje lakopristupačnog kalijuma plamenfotometrijski; DM 8/1-3-090.

Određivanje aktivne kiselosti - pH u vodi - u suspenziji ($10 \text{ g} : 25 \text{ cm}^3$) zemljišta sa vodom, potenciometrijski, pH metrom; DM 8/1-3-014.

Određivanje potencijalne kiselosti - pH u 1 M KCl - u suspenziji ($10 \text{ g} : 25 \text{ cm}^3$) zemljišta sa kalijum hloridom, potenciometrijski, pH metrom; DM 8/1-3-015.

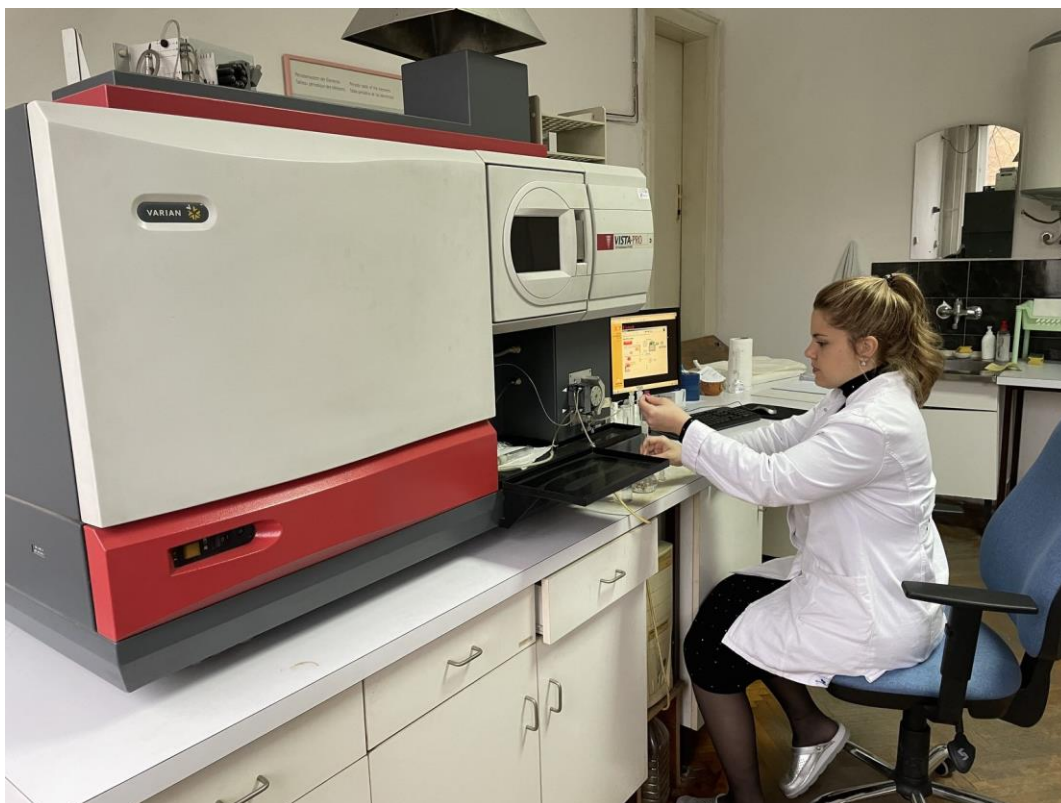
Određivanje mineralnog azota u zemljištu - po metodi Scharpf and Wehrmann za potrebe N-min metode; DM 8/1-3-019.

Sadržaj mikroelemenata i teških metala urađen je metodom DM 8/1-3-021 na ICP-u (Slika 11).

Sadržaj proteina u biljnom materijalu na CHNS elementalnom analizatoru.



Slika 10. Analize uzoraka u laboratoriji za zemljište i agroekologiju



Slika 11. Indukovano kuplovana plazma ICP-OES Vista Pro Varian

5.5. Statistička obrada podataka

Za obradu rezultata istraživanja proučavanih osobina korišćena je analiza varijanse za randomizirani blok metod (**Hadživuković, 1991**). Od rezultata analize varijanse prikazane su sredine kvadrata (MS), a testiranje značajnosti razlika srednjih vrednosti obavljeno je LSD testom za nivo značajnosti od $p < 0,05$ i $0,01$. Takođe, godina je uključena u statističku obradu, kao faktor ispitivanja. Međuzavisnost ispitivanih svojstava predstaviće se koeficijentom korelacije ($r = -1$ do $+1$) na nivou 5 i 1%. Rezultati su predstavljeni tabelarno i grafički.

6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Kvalitet zemljišta

Poljski ogledi izvedeni su na oglednim poljima Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rmskim šančevima. Zemljište je klasifikovano kao karbonatni černozem.

Tabela 1. Osnovna hemijska svojstva zemljišta na dubini 0-30 cm

pH-KCl	pH-H ₂ O	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)
7,41±0,28	8,23±0,16	3,10±0,23	2,40±0,33	27,04±3,04	25,50±2,76

Tabela 2. Sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu na dubini 0-30 cm

	As	B	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
2021/22.	9.87	12.37	<MDK	38.87	34.78	28.41	17.95	91.69	0,04
2022/23.	9.06	10.64	<MDK	33.03	44.66	25.71	14.85	92.01	0,61
2023/24.	9.69	11.16	<MDK	36.92	31.61	27.84	17.18	83.84	0,59
MDK	25,0	50,0	3,0	100,0	100,0	50,0	100,0	300,0	2,0

MDL – Granica detekcije metode je definisana kao minimalna izmerena koncentracija supstance koja se može izvesti sa pouzdanošću od 99%.

MDK – maksimalno dozvoljena koncentracija opasnih i štetnih materija u poljoprivrednom zemljištu i vodi za navodnjavanje (Službeni glasnik RS br. 23/1994).

Prema pH vrednosti, određenoj u suspenziji sa 1M KCl, zemljište ovog černozema pripada klasi slabo alkalnih zemljišta (Slika 1). Sadržaj CaCO₃ je bio veoma različit, u rasponu od slabo karbonatne do karbonatne klase. Prema sadržaju humusa uzorci zemljišta su bili slabo humozni do humozni. Vrednosti lakopristupačnog P₂O₅ i

K₂O ukazuju na veliku varijabilnost u pogledu obezbeđenosti, od optimalnog do do štetnog nivoa.

Sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu prikazan je u tabeli 2. Na osnovu rezultata ispitivanja može se zaključiti da je sadržaj svih ispitivanih opasnih i štetnih materija u okviru dozvoljenih koncentracija, što znači da ne postoji opasnost za poljoprivrednu proizvodnju od ulaska ovih kontaminanata u lanac ishrane.

SADRŽAJ UKUPNOG AZOTA U ZEMLJIŠTU

Analiza varijanse i uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj ukupnog azota (%) zemljištu do dubine 30 cm prikazani su u Tabelama 3. i 4.

Tabela 3. Analiza varijanse za sadržaj ukupnog azota u zemljištu

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	P	
Godina	2	0,0007	0,0003	14,98	0,00000	**
Tretman	3	0,0047	0,0015	65,63	0,00026	**
Interakcija (godina x tretman)	6	0,0012	0,0002	8,44	0,00001	**
Greška (a)	32	0,0007	0,0000			

Tabela 4. Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj ukupnog azota (%) u zemljištu do dubine 30 cm

Godina	Tretman				
	Kontrola	Tretman I OP+ZB	Tretman II OSG+ZB	Tretman III ZS+ZB	Prosek
2021/22.	0,177bc	0,178bc	0,184b	0,196a	0,184A
2022/23.	0,170cd	0,171cd	0,200a	0,193a	0,184A
2023/24.	0,167de	0,161e	0,174cd	0,196a	0,175B
Prosek	0,172 C	0,171 C	0,187 B	0,195 A	0,181

Tretmani označeni istim slovima nemaju statistički signifikantne razlike (Fisherov test na nivou značajnosti 0,05)

Prosečan ukupan sadržaj azota u zemljištu iznosio je 0,181%, što znači da je ispitivano zemljište bilo srednje obezbeđeno ovim hranljivim elementom.

Konstatovane su statistički značajne razlike sadržaja ukupnog azota u zemljištu sa različitih tretmana. Najveći prosečan sadržaj azota, 0,195%, bio je na tretmanu III, odnosno pod združenom setvom stočnog graška i pšenice sa zaoravanjem biomase. Značajno niži sadržaj azota u zemljištu bio je na tretmanu II, pod usevom stočnog graška, 0,187%. Između kontrolnog tretmana i tretmana I nije bilo statistički značajne razlike u prosečnom sadržaju azota u zemljištu, a ove vrednosti su bile značajno niže u odnosu na tretman II i tretman III. Mnoge studije pokazuju da združena setva leguminoza (kao što je grašak) sa žitaricama (kao što je pšenica) može povećati sadržaj azota u zemljištu zbog sposobnosti leguminoza da fiksiraju atmosferski azot. Ovo je u skladu sa našim rezultatima, gde tretman III (združena setva) ima najveći sadržaj azota.

Tretman II (OSG+ZB), pokazuje niži sadržaj azota (0,184% u 2021/22, 0,200% u 2022/23, 0,174% u 2023/24) u odnosu na tretman III, ali veći u odnosu na kontrolu i tretman I.

Rezultati pokazuju da je u 2023/24. proizvodnoj godini bio nešto niži sadržaj azota u odnosu na prethodne dve godine, što može biti povezano sa specifičnim klimatskim uslovima te godine. Ovo je bila najtoplija vegetacija u poslednjih pedeset godina, sa deficitom padavina za 10% u odnosu na prosečne padavine za period vegetacije (RHMZ).

SADRŽAJ LAKOPRISTUPAČNOG FOSFORA U ZEMLJIŠTU

Rezultati analize sadržaja lakopristupačnog fosfora u zemljištu do dubine od 30 cm pokazuju određene varijacije između godina i tretmana (Tabela 5 i 6). Međutim, statistička analiza (Fisherov test, $p > 0,05$) nije pokazala značajne razlike između tretmana unutar pojedinih godina.

Tabela 5. Analiza varijanse za sadržaj lakopristupačnog fosfora u zemljištu

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	P
Godina	2	598,43	299,22	4,54	0,0183 *
Tretman	3	241,29	80,43	1,22	0,3181
Interakcija (godina x tretman)	6	336,43	56,07	0,85	0,5407
Greška (a)	32	2108,46	65,89		

Tabela 6. Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100g) u zemljištu do dubine 30 cm

Godina	Tretman				
	Kontrola	Tretman I OP+ZB	Tretman II OSG+ZB	Tretman III ZS+ZB	Prosek
2021/22.	38,24a	32,01ab	25,50ab	31,21ab	31,74A
2022/23.	28,05ab	20,48b	26,90ab	19,60b	23,76B
2023/24.	25,38ab	21,73b	27,57ab	23,60b	24,57B
Prosek	31,03 A	25,01 A	26,57 A	24,91 A	26,88

Tretmani označeni istim slovima nemaju statistički signifikantne razlike (Fisherov test na nivou značajnost 0,05)

Najviša prosečna vrednost sadržaja lakopristupačnog fosfora zabeležena je u Kontrolu (31,03 mg/100 g), dok su niže vrednosti zabeležene u tretmanima sa zelenišnim đubrenjem: Tretman I (OP+ZB) (25,01 mg/100 g), Tretman II (OSG+ZB) (26,57 mg/100 g) i Tretman III (ZS+ZB) (24,91 mg/100 g).

Po godinama, 2021/22. godina imala je najviši prosečan sadržaj lakopristupačnog fosfora (31,74 mg/100 g), dok su 2022/23. i 2023/24. godine pokazale niže vrednosti (23,76 mg/100 g i 24,57 mg/100 g, respektivno).

Iako razlike između tretmana nisu statistički značajne, može se primetiti trend smanjenja sadržaja fosfora u zemljištu u tretmanima sa zelenišnim đubrenjem u poređenju sa kontrolom. Ove promene mogu biti posledica različitih procesa transformacije fosfora u zemljištu i interakcija sa biljkama.

SADRŽAJ LAKOPRISTUPAČNOG KALIJUMA U ZEMLJIŠTU

Analiza varijanse i uticaj faktora ispitivanja na sadržaj lakpristupačnog kalijuma u zemljištu do dubine 30 cm prikazani su u Tabelama 7 i 8.

Tabela 7. Analiza varijanse za sadržaj lakopritupačnog kalijuma u zemljištu

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	P
Godina	2	204,48	102,24	4,54	0,0183 *
Tretman	3	231,68	77,23	1,22	0,3181
Interakcija (godina x tretman)	6	33,18	5,53	0,85	0,5407
Greška (a)	32	2942,00	91,94		

Tabela 8. Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj lakopritupačnog kalijuma (mg/100g) u zemljištu do dubine 30 cm

Godina	Tretman				
	Kontrola	Tretman I OP+ZB	Tretman II OSG+ZB	Tretman III ZS+ZB	Prosek
2021/22.	30,83a	25,53a	33,17a	25,39a	28,73A
2022/23.	24,98a	22,12a	26,49a	22,11a	23,83A
2023/24.	25,74a	22,04a	27,06a	24,47a	23,93A
Prosek	27,32 A	23,33 A	29,08 A	23,94 A	25,50

Tretmani označeni istim slovima nemaju statistički signifikantne razlike (Fisherov test na nivou značajnost 0,05)

Analiza rezultata ukazuje na uticaj različitih tretmana na sadržaj lakopristupačnog kalijuma u zemljištu do dubine od 30 cm tokom tri godine istraživanja. Ukupni sadržaj kalijuma pokazuje određene varijacije između tretmana i godina, ali nije uočena statistički značajna razlika između tretmana (Fisherov test, $p > 0,05$).

Najviši prosečan sadržaj kalijuma zabeležen je u Tretmanu II (OSG+ZB), gde je u proseku iznosio 29,08 mg/100 g, dok su ostali tretmani imali nešto niže vrednosti: Kontrola (27,32 mg/100 g), Tretman III (ZS+ZB) (23,94 mg/100 g) i Tretman I (OP+ZB) (23,33 mg/100 g). Iako su ove razlike numerički izražene, statistička analiza pokazuje da one nisu značajno različite.

Najveća količina lakopristupačnog kalijuma je zabeležena tokom 2021/22. godine (28,73 mg/100 g), dok su 2022/23. i 2023/24. godine pokazale niže vrednosti (23,83 mg/100 g i 23,93 mg/100 g, respektivno). Ove promene mogu biti posledica varijacija u klimatskim uslovima, kao što su padavine i temperatura, koji utiču na procese ispiranja i dostupnost kalijuma u zemljištu.

6.2. Sadržaj organskog ugljenika

Analiza varijanse i uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu do dubine 30 cm prikazani su u Tabelama 9 i 10. Prosečan sadržaj organskog ugljenika na nivou celog ogleda je iznosio 13,97 g/kg.

Sadržaj organskog ugljenika u zemljištu tretmana III (ZS+ZB), 14,89%, gde je bio združeni usev stočnog graška i pšenice sa zaoravanjem, bio je značajno viši u odnosu na ostale tretmane. Statistički značajno niži sadržaj organskog ugljenika bio je u zemljištu gde je bio čist usev graška, koji je zaoran (14,25%).

Tabela 9. Analiza varijanse za sadržaj organskog ugljenika u zemljištu

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	P
Godina	2	27,586	13,793	61,52	0,0000 **
Tretman	3	18,850	6,283	28,02	0,0000 **
Interakcija (godina x tretman)	6	2,813	0,469	2,09	0,0819
Greška (a)	32	7,175	0,224		

Tabela 9. Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu do dubine 30 cm

Godina	Tretman				
	Kontrola	Tretman I OP+ZB	Tretman II OSG+ZB	Tretman III ZS+ZB	Prosek
2021/22.	14,18c	14,08cd	14,44bc	15,37a	14,52A
2022/23.	14,04cd	13,38de	15,05ab	15,11ab	14,37A
2023/24.	11,85f	11,99f	12,93e	13,96cd	12,68B
Prosek	13,49 C	13,26 C	14,25 B	14,89 A	13,97

Tretmani označeni istim slovima nemaju statistički signifikantne razlike (Fisherov test na nivou značajnosti 0,05)

Organski ugljenik u zemljištu pod usevom pšenice sa zaoravanjem biomase nije bio značajno viši u odnosu na kontrolu, ali je bio niži u odnosu na tretman II i III.

Tretman III (združena setva stočnog graška i pšenice, ZS+ZB) ima najveći sadržaj organskog ugljenika u zemljištu u svim godinama (13,96 g/kg u 2023/24, 15,11 g/kg u 2022/23 i 15,37 g/kg u 2021/22).

Tretman II (OSG+ZB, gde je čist usev graška) pokazuje srednje vrednosti SOC: 14,44 g/kg u 2021/22, 15,05 g/kg u 2022/23 i 12,93 g/kg u 2023/24), što je više od kontrole i tretmana I u drugoj i trećoj godini ispitivanja, ali niže od tretmana III u prvoj i trećoj godini.

Tretmani sa zelenišnim đubrivima (OSG+ZB, ZS+ZB) pozitivno su uticali su na sadržaj organskog ugljenika, te su rezultati viši u odnosu na kontrolu. Najveći efekat je bio na tretmanu III (združena setva sa ZB).

Nije bilo razlike u odnosu na tretman II.

Konstatovane su godišnje varijacije u sadržaju organskog ugljenika, sa nižim vrednostima u 2023/24. godini (12,68 g/kg) u odnosu na prethodne dve godine (14,52 g/kg u 2021/22, 14,37 g/kg u 2022/23).

Proizvodna godina 2023/24. je imala znatno lošije klimatske karakteristike u odnosu na druge dve godine. Ovo je bila najtoplija vegetacija u poslednjih pedeset godina, sa deficitom padavina za 10% u odnosu na prosečne padavine za period vegetacije (RHMZ).

Združena setva krmnog graška i pšenice, u poređenju sa kontrolom i monokulturom pšenice, doprinela je povećanju sadržaja ugljenika u zemljištu u proseku za 1,4 g/kg i 1,63 g/kg, što znači da se zalihe SOC (organskog ugljenika u zemljištu) povećale za 0,50 t/ha/god. i 0,58 t/ha/god. U poređenju sa varijantom samo sa krmnim graškom, sekvstracija ugljenika porasla je za 0,64 g/kg, a zalihe SOC bile su veće za 0,23 t/ha/god.

6.3. Prinos i kvalitet biomase

PRINOS SUVE MATERIJJE

Analiza varijanse i uticaj faktora ispitivanja na prinos suve materije prikazani su u Tabelama 11 i 12.

Tabela 11. Analiza varijanse za prinos suve materije

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	P	
Godina	2	7,97	3,985	26,2	0,000	**
Tretman	3	80,718	40,359	265,35	0,000	**
Interakcija (godina x tretman)	6	10,76	2,690	17,686	0,00	**
Greška (a)	32	2,738	0,152			

Tabela 12. Uticaj faktora ispitivanja na prinos suve materije (t/ha).

Godina	Tretman I OP+ZB	Tretman II OSG+ZB	Tretman III ZS+ZB	Prosek
2021/22.	7,55b	4,49d	9,00a	7,02A
2022/23.	8,85a	4,37d	8,88a	7,37A
2023/24.	7,84b	4,27d	6,013c	6,08B
Prosek	7,87A	4,37B	8,03A	6,82

Tretmani označeni istim slovima nemaju statistički signifikantne razlike (Fisherov test na nivou značajnost 0,05)

Tretman I (OP+ZB) – Ima stabilne i relativno visoke prinose, sa blagim varijacijama između godina. Najviši prinos je ostvaren 2022/23. godine (8,85 t/ha), dok je najniži bio u 2021/22. (7,55 t/ha).

Tretman II (OSG+ZB) – Konstantno pokazuje najniže prinose od svih tretmana, sa minimalnim varijacijama između godina. Ovo sugerše da ovaj tretman nije optimalan u pogledu prinosa.

Tretman III (ZS+ZB) – U proseku ima najviše vrednosti, ali sa značajnim padom u 2023/24. godini (6,013 t/ha). U prvim godinama prinosi su bili visoki (~9 t/ha), ali pad u poslednjoj godini može ukazivati na promene u uslovima rasta ili iscrpljivanje zemljišta.

Opšti trend – U 2023/24. godini svi tretmani beleže pad u prinosima, što može biti posledica nepovoljnih klimatskih uslova.

Prosečne vrednosti – Tretman III (ZS+ZB) i Tretman I (OP+ZB) imaju vrlo slične prosečne prinose (8,03 i 7,87 t/ha), dok je Tretman II (OSG+ZB) značajno niži (4,37 t/ha).

Može se zaključiti da su Tretman III (ZS+ZB) i Tretman I (OP+ZB) najproduktivniji, dok Tretman II (OSG+ZB) ima znatno slabije rezultate. Promene u prinosima tokom godina sugeršu potrebu za daljom analizom faktora koji utiču na proizvodnju, posebno u 2023/24. godini kada je zabeležen pad.

SADRŽAJ PROTEINA U BILJNOM MATERIJALU

Analiza varijanse i uticaj faktora ispitivanja na sadržaj proteina u biljnom materijalu do prikazani su u Tabelama 13. I 14.

Tretman II (ozimi stočni grašak) ima najveći sadržaj proteina u biljnom materijalu u svim godinama (26,31% u 2021/22, 25,69% u 2022/23, 21,45% u 2023/24). Prosečan sadržaj proteina za tretman II je 24,49%, što ga čini najefikasnijim tretmanom za povećanje sadržaja proteina. Ovo je u skladu sa svojstvima leguminoza, poput stočnog graška, koje su bogate proteinima.

Tabela 13. Analiza varijanse za sadržaj proteina u biljnom materijalu

Izvori varijacije	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Sredina kvadrata	F	P
Godina	2	20,817	10,408	2,725	0,100
Tretman	3	614,395	307,198	80,417	0,000 **
Interakcija (godina x tretman)	6	30,018	7,504	1,964	0,155
Greška (a)	32	53,481	3,820		

Tabela 14. Uticaj faktora ispitivanja na sadržaj proteina u biljnom materijalu (%).

Godina	Tretman I OP+ZB	Tretman II OSG+ZB	Tretman III ZS+ZB	Prosek
2021/22.	12,03de	26,31a	15,66cd	17,15A
2022/23.	11,20e	25,69b	17,84bc	17,24A
2023/24.	12,12de	21,45b	14,59cde	14,75B
Prosek	11,85C	24,49A	16,03B	16,23

Tretmani označeni istim slovima nemaju statistički signifikantne razlike ((Fisherov test na nivou značajnost 0,05

Tretman I (ozima pšenica) ima najniži sadržaj proteina u svim godinama (12,03% u 2021/22, 11,20% u 2022/23, 12,12% u 2023/24). Prosečan sadržaj proteina je 11,85%, što je tipično za žitarice, koje imaju niži sadržaj proteina u odnosu na mahunarke.

Tretman III (združena setva stočnog graška i pšenice) pokazuje srednje vrednosti sadržaja proteina (15,66% u 2021/22, 17,84% u 2022/23, 14,59% u 2023/24). Prosečan sadržaj proteina za Tretman III je 16,03%, što je više nego kod čiste pšenice, ali niže nego kod čistog stočnog graška. Združena setva može imati prednosti u pogledu povećanja ukupnog prinosa i bolje iskorišćenosti resursa (npr. azota).

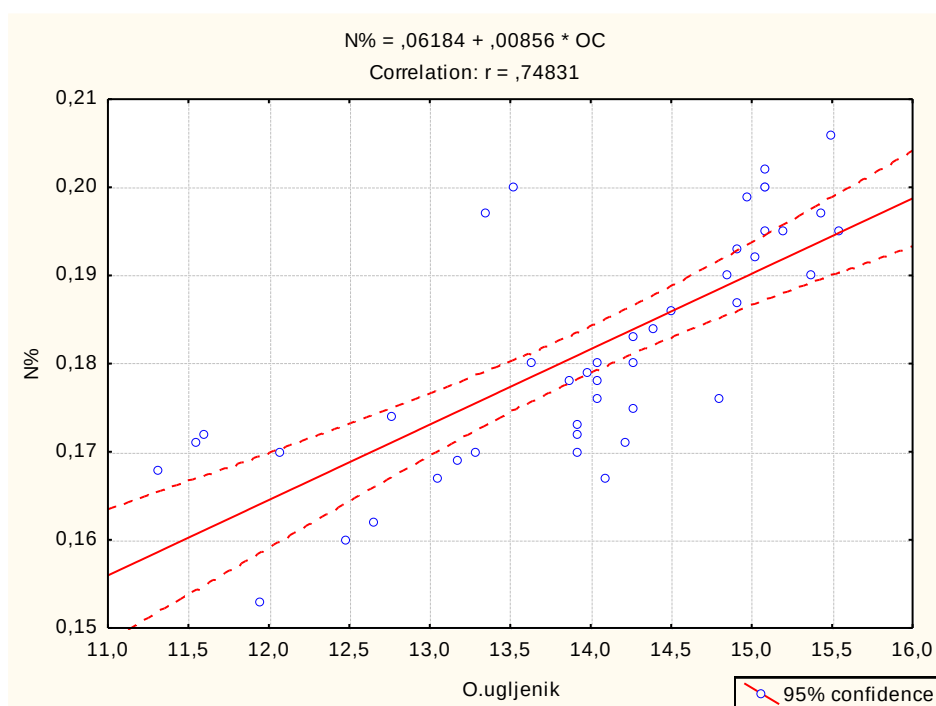
Uočljive su godišnje varijacije u sadržaju proteina između godina, što može biti posledica i klimatskih uslova. Na primer, u 2023/24. godini, sadržaj proteina kod svih tretmana je bio niži u odnosu na prethodne dve godine.

Tretman II (stočni grašak) se statistički značajno razlikuje od Tretmana I (pšenica) i Tretmana III (združena setva). Tretman I i Tretman III nemaju statistički značajne razlike među sobom.

6.4. Koeficijenti korelacije

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA ORGANSKOG UGLJENIKA I AZOTA U ZEMLJIŠTU

Graf 1. prikazuje zavisnost sadržaja azota (N%) u zemljištu u odnosu na sadržaj organskog ugljenika (g/kg).



Graf 1. Zavisnost sadržaja azota (N%) u zemljištu u odnosu na sadržaj organskog ugljenika (g/kg).

Linearna regresiona jednačina:

$$N\% = 0.08184 + 0.00858 \times OC$$

Ova jednačina sugerše da postoji pozitivna linearna korelacija između organskog ugljenika i azota u zemljištu. Što je veći sadržaj organskog ugljenika, to je veći i sadržaj azota.

Koeficijent korelacije ($r = 0.74831$): Ova vrednost ukazuje na relativno jaku pozitivnu korelaciju između varijabli. To znači da kako se povećava sadržaj organskog ugljenika, povećava se i sadržaj azota u zemljištu.

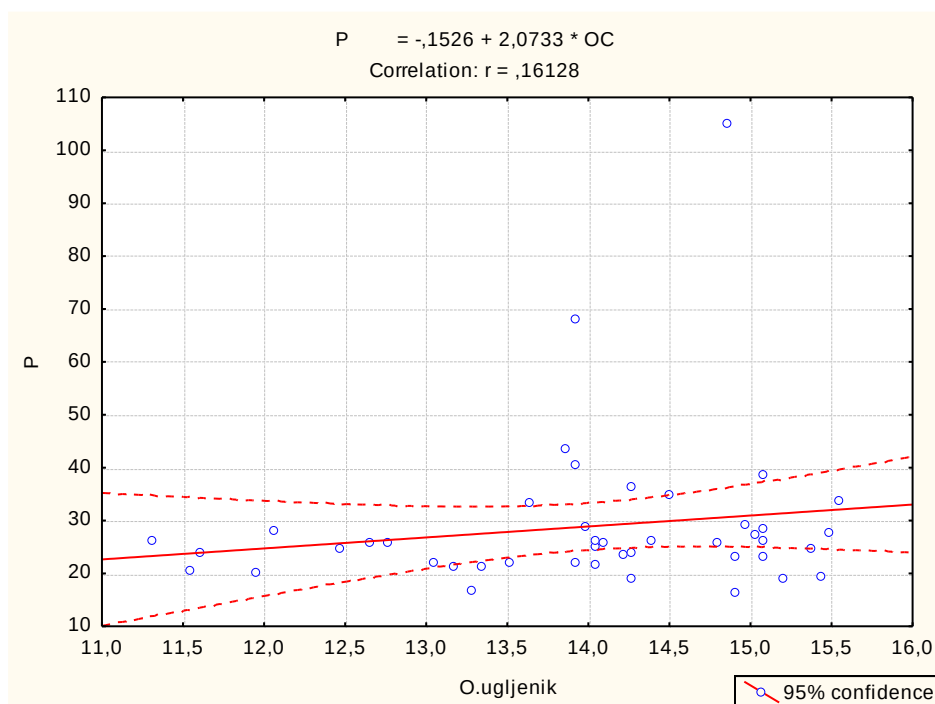
Glavna crvena linija predstavlja linearni model predikcije sadržaja azota na osnovu organskog ugljenika. Isprekidane linije označavaju 95% interval poverenja, što znači da se očekuje da se većina tačaka nalazi unutar ovog raspona.

Distribucija podataka: Podaci pokazuju relativno dobru usklađenost sa regresionom linijom, mada postoji određena disperzija vrednosti. Postoji nekoliko tačaka koje odstupaju od modela, što može ukazivati na dodatne faktore koji utiču na sadržaj azota.

Postoji značajna pozitivna korelacija između sadržaja organskog ugljenika i azota u zemljištu. Povećanje organskog ugljenika dovodi do povećanja sadržaja azota, što je važno za poljoprivredu i analizu plodnosti zemljišta. Ipak, zbog rasipanja podataka, moguće je da i drugi faktori utiču na sadržaj azota, te bi dalja istraživanja mogla uključiti dodatne varijable kako bi se preciznije opisala zavisnost.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA ORGANSKOG UGLJENIKA I LAKOPRISTUPAČNOG FOSFORA U ZEMLJIŠTU

Graf 2. prikazuje zavisnost sadržaja organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100 g).



Graf 2. Zavisnost sadržaja organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100 g).

Linearna regresiona jednačina:

$$P \text{ (mg/100 g)} = -0.1528 + 2.0733 \times OC$$

Ova jednačina sugerše da postoji pozitivna linearna veza između sadržaja organskog ugljenika i sadržaja fosfora u zemljištu, odnosno sa povećanjem organskog ugljenika, očekuje se blago povećanje fosfora.

Koeficijent korelacije ($r = 0.16128$) ukazuje na vrlo slabu pozitivnu korelaciju između varijabli. Slaba povezanost znači da organski ugljenik nije dominantan faktor koji određuje sadržaj fosfora u zemljištu.

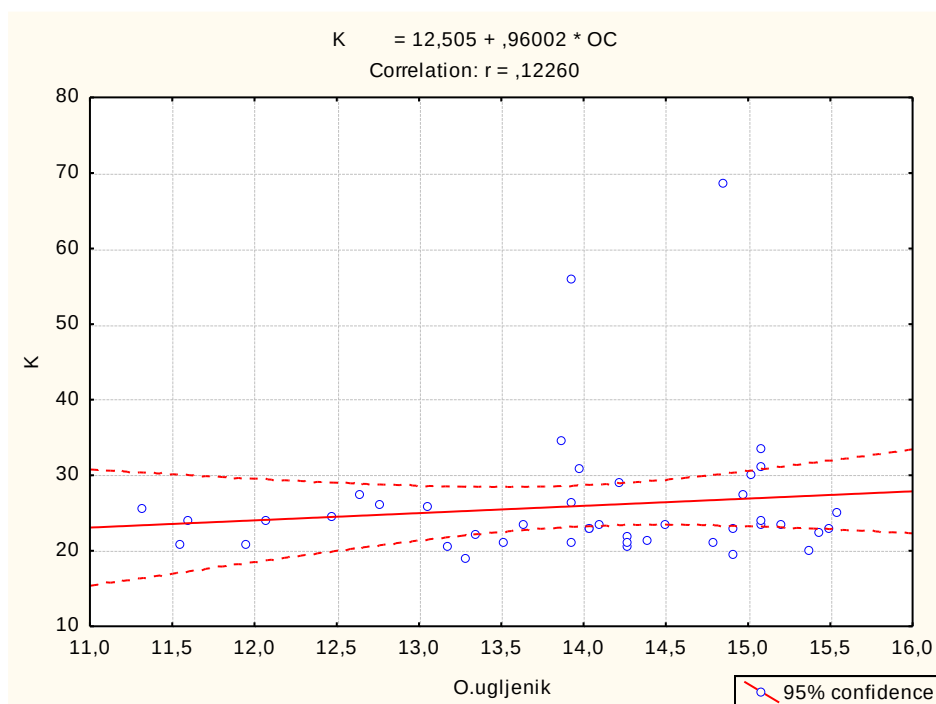
Glavna crvena linija predstavlja predikciju sadržaja fosfora na osnovu sadržaja organskog ugljenika. Isprekidane linije označavaju 95% interval poverenja, koji pokazuje široku raspršenost podataka, što ukazuje na značajnu varijabilnost u odnosu fosfora i organskog ugljenika.

Podaci pokazuju veliki raspon vrednosti fosfora pri različitim nivoima organskog ugljenika, što sugerise da postoje i drugi faktori koji utiču na sadržaj fosfora u zemljištu.

Mnoge tačke su daleko od regresione linije, što dodatno potvrđuje slabu korelaciju.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA ORGANSKOG UGLJENIKA I LAKOPRISTUPAČNOG KALIJUMA U ZEMLJIŠTU

Graf 3. prikazuje zavisnost sadržaja organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100 g).



Graf 3. Zavisnost sadržaja organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100 g).

Linearna regresiona jednačina:

$$K=12.505+0.98002 \times OC$$

Ova jednačina pokazuje blagu pozitivnu vezu između sadržaja organskog ugljenika i kalijuma u zemljištu. To znači da sa povećanjem sadržaja organskog ugljenika dolazi do neznatnog povećanja sadržaja kalijuma.

Korelacioni koeficijent je vrlo nizak ($r = 0.12280$), što ukazuje na izuzetno slabu povezanost između varijabli. Ovaj rezultat znači da sadržaj organskog ugljenika ne igra značajnu ulogu u određivanju količine kalijuma u zemljištu.

Glavna crvena linija prikazuje predikciju količine kalijuma na osnovu sadržaja organskog ugljenika. Isprekidane linije predstavljaju 95% interval poverenja, koji je prilično širok, što ukazuje na veliku varijabilnost u podacima.

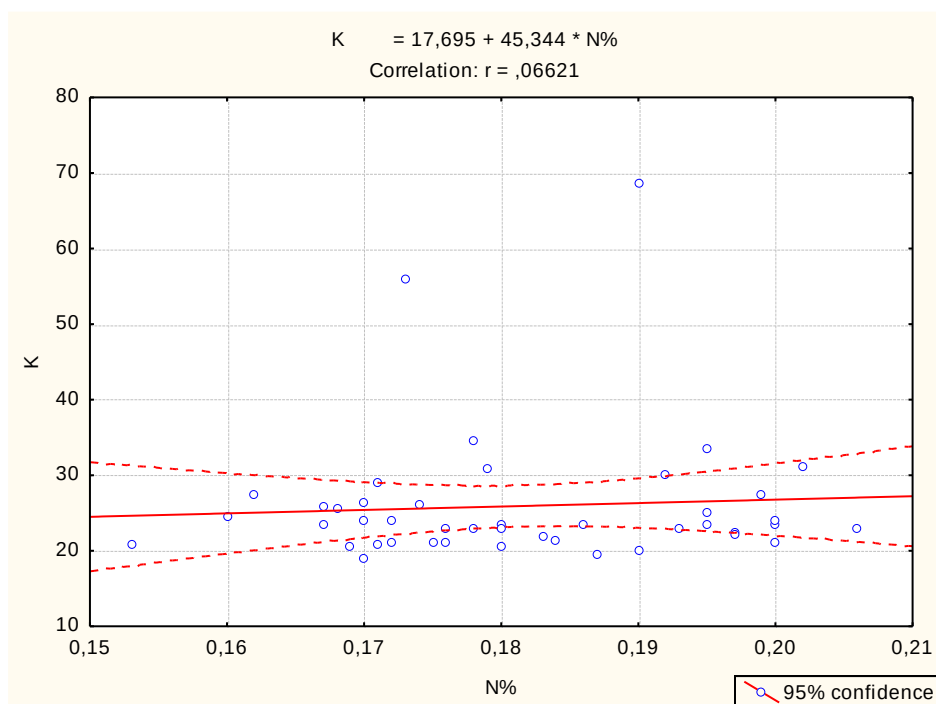
Podaci pokazuju da postoji značajna disperzija i rasipanje vrednosti kalijuma na svim nivoima organskog ugljenika. Postoje pojedinačne tačke sa značajno višim vrednostima kalijuma koje odstupaju od trenda, što može ukazivati na specifične lokalne faktore koji utiču na sadržaj kalijuma.

Sadržaj organskog ugljenika ima veoma slabu povezanost sa sadržajem kalijuma u zemljištu ($r = 0.12280$), što znači da organski ugljenik nije ključni faktor u kontroli količine kalijuma. Drugi faktori, poput tipa zemljišta, prisustva minerala bogatih kalijumom, pH vrednosti i procesa ispiranja hranljivih materija, verovatno imaju mnogo veći uticaj na sadržaj kalijuma u zemljištu.

Iako postoji blagi rast količine kalijuma sa povećanjem sadržaja organskog ugljenika, rezultati ukazuju da je potrebno analizirati dodatne parametre kako bi se bolje razumela dinamika kalijuma u zemljištu.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA AZOTA I LAKOPRISTUPAČNOG KALIJUMA U ZEMLJIŠTU

Graf 4. prikazuje zavisnost sadržaja azota (%) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100 g).



Graf 4. Zavisnost sadržaja azota (%) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100 g).

Linearna regresiona jednačina:

$$K = 17,695 + 45,344 \cdot N\%$$

Ova jednačina pokazuje slabu pozitivnu vezu između sadržaja azota i kalijuma u zemljištu. To znači da sa povećanjem sadržaja azota dolazi do vrlo blagog rasta količine kalijuma.

Korelacioni koeficijent je izuzetno nizak ($r = 0.06821$), što ukazuje na gotovo nepostojeću povezanost između varijabli. Ova slaba korelacija znači da sadržaj azota ne može pouzdano predvideti sadržaj kalijuma u zemljištu.

Glavna crvena linija predstavlja predikciju količine kalijuma na osnovu sadržaja azota. Isprekidane linije označavaju 95% interval poverenja, koji je širok i ukazuje na veliku varijabilnost u podacima. Većina podataka je raspršena i ne pokazuje jasan trend.

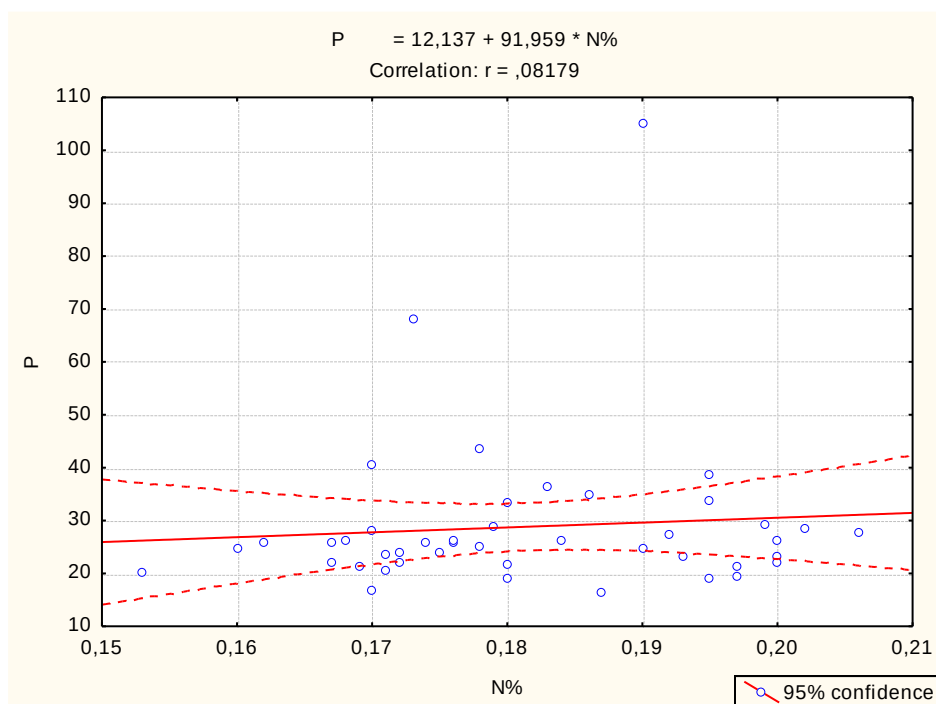
Podaci su prilično razbacani, što potvrđuje da ne postoji jasna linearna zavisnost između azota i kalijuma. Postoje pojedinačne vrednosti kalijuma koje značajno odstupaju od većine podataka, što može ukazivati na specifične lokalne uslove zemljišta ili greške u merenju.

Korelacija između sadržaja azota i kalijuma u zemljištu je veoma slaba ($r = 0.06821$), što ukazuje da azot nije ključni faktor koji određuje količinu kalijuma. Ova analiza sugerise da se sadržaj kalijuma verovatno više oslanja na tip zemljišta, prisustvo minerala bogatih kalijumom, pH vrednost i procese ispiranja hranljivih materija, dok azot ima minimalan uticaj.

Rezultati pokazuju da povećanje azota ne dovodi do značajnog rasta kalijuma, što je u skladu sa činjenicom da su ovi elementi često prisutni u zemljištu iz različitih izvora i imaju različite načine mobilnosti i vezivanja.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA AZOTA I LAKOPRISTUPAČNOG FOSFORA U ZEMLJIŠTU

Graf 5. prikazuje zavisnost sadržaja azota (%) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100 g).



Graf 5. Zavisnost sadržaja azota (%) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100 g).

Linearna regresiona jednačina:

$$P \text{ (mg/100 g)} = 12,137 + 91,959 \times N\%$$

Ova jednačina pokazuje da postoji blaga pozitivna povezanost između sadržaja azota i fosfora u zemljištu. To znači da sa povećanjem sadržaja azota dolazi do neznatnog rasta sadržaja fosfora.

Korelacioni koeficijent je vrlo nizak ($r = 0.08179$), što ukazuje na praktično nepostojeću povezanost između varijabli. Ova slaba korelacija znači da sadržaj azota nije ključni faktor koji određuje količinu fosfora u zemljištu.

Glavna crvena linija prikazuje predikciju količine fosfora na osnovu sadržaja azota. Isprekidane linije predstavljaju 95% interval poverenja, koji je veoma širok, što ukazuje na visoku varijabilnost podataka. Većina podataka se ne uklapa u linearnu regresiju, što potvrđuje slabu korelaciju.

Podaci su prilično razbacani, bez jasnog linearnog trenda. Pojedinačne tačke značajno odstupaju od regresione linije, što ukazuje da drugi faktori mogu imati veći uticaj na sadržaj fosfora u zemljištu.

Veliki raspon vrednosti fosfora na sličnim nivoima azota sugerise da na sadržaj fosfora mogu uticati pH zemljišta, prisustvo organskih materija, tip zemljišta i procesi ispiranja.

7. DISKUSIJA

7.1. Kvalitet zemljišta

AZOT

Azot je ključni makronutrijent u zemljištu, a njegova dostupnost zavisi od mnogih faktora, uključujući tip zemljišta, rotaciju useva i primenu đubriva.

U ispitivanjima (**Džamić i Stevanović, 2000**) ukupan sadržaj azota u površinskom sloju dubini 0-30 cm iznosio je 0,22% u černozeu. **Jakšić (2015)** je konstatovala prosečan sadržaj azota u površinskom sloju černoze (0-30 cm) 0,19% na istom lokalitetu. Ove vrednosti su nešto više u odnosu na kontrolnu varijantu, ali su niže u odnosu na tretman III.

Rezultati ukazuju na to da primena zelenišnog đubrenja u kombinaciji sa združenom setvom (ZS+ZB) može povećati sadržaj ukupnog azota, što potvrđuju i ranija istraživanja. Prema **Bedoussac et al. (2015)** združena setva pšenice i graška povećava iskorišćenje azota i poboljšava plodnost zemljišta. Takođe, u istraživanju **Cong et al. (2015)** združena setva je povećala sadržaj azota i organske materije u zemljištu. Prema **Jensen et al. (2012)** i **Herridge et al. (2008)** leguminoze, poput graška, povećavaju sadržaj azota u zemljištu kroz fiksaciju azota, ali efekti mogu varirati u zavisnosti od uslova gajenja i upravljanja usevom. Međutim, naši rezultati pokazuju da združena setva ima veći uticaj od monokulture graška, što može biti posledica sinergističkog efekta između graška i pšenice

Studija **Justesa et al. (2009)** pokazala je da zelenišno đubrenje može povećati sadržaj organskog azota u zemljištu kroz poboljšanje ciklusa azota i smanjenje gubitaka isparavanjem i ispiranjem.

Tretman II (OSG+ZB) takođe je pokazao relativno visoke vrednosti azota (0,187%), što može biti povezano sa sposobnošću ozimog stočnog graška da fiksira atmosferski azot i obogati zemljište. Studija **Peoples et al. (2009)** potvrđuje da mahunarke mogu doprineti povećanju sadržaja azota u zemljištu kroz biološku fiksaciju azota i razgradnju organske materije.

S druge strane, Tretman I (OP+ZB) i Kontrola pokazali su niže vrednosti ukupnog azota, što ukazuje na to da primena ozime pšenice sa zelenišnim đubrenjem nije imala značajan uticaj

na povećanje sadržaja azota u zemljištu. Ovaj rezultat je u skladu sa istraživanjem **Triboi et al. (2003)**, koji su pokazali da monokulture žitarica mogu dovesti do smanjenja nivoa azota u zemljištu zbog visokog unosa azota iz zemljišta i nedostatka mehanizama za njegovo obnavljanje.

Istraživanja drugih autora pokazuju da zaoravanje zelene mase povećavaju sadržaja azota u zemljištu. Prema **Cherr et al. (2006)** i **Crews and Peoples (2004)** zelenišna đubriva, posebno leguminoze, povećavaju sadržaj azota u zemljištu i poboljšavaju plodnost zemljišta. Ovo je u skladu sa rezultatima dobijenim u našem istraživanju, jer su tretmani sa zelenišnim đubrenjem imali viši sadržaj azota u odnosu na kontrolu, izuzev tretmana I, gde je bio posejan čist usev pšenice.

Smanjenje sadržaja ukupnog azota u 2023/24. godini može se objasniti klimatskim uslovima koji su uticali na razgradnju organske materije i mineralizaciju azota. Istraživanje **Peltonen-Sainio et al. (2011)** ukazuje na to da varijacije u temperaturi i padavinama mogu značajno uticati na procese mineralizacije i imobilizacije azota u zemljištu. Takođe, moguće je da su vremenski uslovi tokom vegetacije uticali na stopu biološke fiksacije azota u tretmanima sa mahunarkama. **Unkovich et al. (2008)** navode da biološka fiksacija azota može biti ograničena u godinama sa nepovoljnim vremenskim uslovima, što može objasniti nešto niže vrednosti azota u poslednjoj godini istraživanja.

FOSFOR

Zelenišno đubrenje je poznato po svojoj ulozi u poboljšanju plodnosti zemljišta, ali njegov efekat na sadržaj lakopristupačnog fosfora može zavisi od vrste biljaka koje se koriste za zelenišno đubrenje i načina njihovog razlaganja. Studije su pokazale da biljke koje akumuliraju velike količine fosfora mogu privremeno smanjiti njegovu dostupnost u zemljištu jer ga usvajaju i ugrađuju u biomasu. Na primer, istraživanje **Tian et al. (2017)** pokazalo je da unos organske materije može povećati mikrobiološku aktivnost i uticati na procese mineralizacije i fiksacije fosfora u zemljištu. Slične nalaze su izneli **Richardson et al. (2009)**, koji su ukazali na kompleksnu dinamiku organskog i neorganskog fosfora u zemljištu, zavisno od prisustva biljnih ostataka i mikrobiološke aktivnosti.

Tretman II (OSG+ZB) pokazao je nešto viši sadržaj fosfora u poređenju sa ostalim tretmanima sa zelenišnim đubrenjem. Ovo može biti rezultat specifičnih osobina ozimog stočnog graška, koji može poboljšati biodostupnost fosfora kroz svoje interakcije sa rizosferom i mikroorganizmima u zemljištu (**Nuruzzaman et al., 2005**).

Tretman III (ZS+ZB) imao je nešto niže vrednosti fosfora u zemljištu, što može biti posledica veće mobilizacije i usvajanja fosfora od strane biljaka u združenoj setvi. Ovo je u skladu sa studijama koje pokazuju da interakcija između useva u združenim sistemima može uticati na dostupnost hranljivih materija u zemljištu (**Bedoussac et al., 2015**).

Smanjenje sadržaja fosfora u 2022/23. i 2023/24. godini može biti povezano sa vremenskim uslovima koji su mogli uticati na ispiranje fosfora ili njegovu transformaciju u manje dostupne oblike. Prema istraživanjima **Withers et al. (2014)**, intenzivne padavine mogu dovesti do ispiranja fosfora iz oraničnog sloja, dok suša može smanjiti mobilnost ovog elementa u zemljištu.

KALIJUM

Iako nisu utvrđene statistički značajne razlike, primećene su određene tendencije u sadržaju kalijuma između tretmana. Tretman II (Ozimi stočni grašak + zelenišno đubrenje) pokazao je nešto viši prosečan sadržaj lakopristupačnog kalijuma (29,08 mg/100 g) u poređenju sa ostalim tretmanima. Ovaj nalaz može se povezati sa sposobnošću mahunarki, poput stočnog graška, da poboljšaju strukturu zemljišta i povećaju dostupnost hranljivih materija kroz fiksaciju azota i razgradnju organske materije. Slični rezultati su zabeleženi u studiji **Bedoussac i saradnika (2015)**, koji su ukazali na poboljšanu efikasnost korišćenja hranljivih materija u združenim usevima žitarica i mahunarki.

S druge strane, Tretman I (Ozima pšenica + zelenišno đubrenje) i Tretman III (Združena setva + zelenišno đubrenje) imali su niže prosečne vrednosti lakopristupačnog kalijuma (23,33 mg/100 g i 23,94 mg/100 g, respektivno). Ovi rezultati mogu ukazivati na to da prisustvo pšenice, bilo u monokulturi ili u združenoj setvi, ne doprinosi značajnom povećanju sadržaja kalijuma u zemljištu. Međutim, treba napomenuti da su ove razlike numeričke i nisu statistički značajne.

Prosečan sadržaj lakopristupačnog kalijuma varirao je između godina, sa najvišom vrednošću zabeleženom u 2021/22. godini (28,73 mg/100 g), dok su 2022/23. i 2023/24. godine imale niže vrednosti (23,83 mg/100 g i 23,93 mg/100 g, respektivno). Ove varijacije mogu biti posledica promena u klimatskim uslovima, kao što su količina padavina i temperature, koje utiču na dinamiku hranljivih materija u zemljištu. Studija **Peltonen-Sainio i saradnika (2011)** ističe da klimatski faktori mogu značajno uticati na dostupnost hranljivih materija u zemljištu, uključujući kalijum.

Slične studije su ispitivale uticaj različitih agrotehničkih mera na sadržaj lakopristupačnog kalijuma u zemljištu. Na primer, istraživanje **Visković i saradnika (2017)** pokazalo je da primena različitih doza NPK đubriva može uticati na sadržaj lakopristupačnog kalijuma, pri čemu su veće doze kalijuma dovele do povećanja njegovog sadržaja u zemljištu. U drugoj studiji, primena biougla je pokazala statistički značajno povećanje sadržaja lakopristupačnog kalijuma u zemljištu (**Quilliam et al., 2012**). Ovi nalazi sugerišu da dodatne agrotehničke mere, poput primene mineralnih đubriva ili biougla, mogu imati veći uticaj na sadržaj kalijuma u zemljištu u poređenju sa tretmanima korišćenim u ovom istraživanju.

7.2. Sadržaj organskog ugljenika

Prosečan sadržaj organskog ugljenika na nivou celog ogleda je iznosio 13,97 g/kg. Prema istraživanju **Jakšić S. (2015)** na istom lokalitetu sadržaj organskog ugljenika je bio 12,70 g/kg. **Dozet (2010)** je u ispitivanju černozema Srema zabeležila sadržaj humusa od 7,88 g/kg do 30,05 g/kg. Prosečan sadržaj organskog ugljenika u zemljištu tretmana III (ZS+ZB), 14,89%, gde je bio združen i usev stočnog graška i pšenice sa zaoravanjem, bio je značajno viši u odnosu na ostale tretmane. Statistički značajno niži sadržaj organskog ugljenika bio je u zemljištu gde je bio čist usev graška, koji je zaoran (14,25%). Organski ugljenik u zemljištu pod usevom pšenice sa zaoravanjem biomase nije bio značajno viši u odnosu na kontrolu, ali je bio niži u odnosu na tretman II i III. Tretman III (združena setva stočnog graška i pšenice, ZS+ZB) ima najveći sadržaj organskog ugljenika u zemljištu u svim godinama (13,96 g/kg u 2023/24, 15,11 g/kg u 2022/23 i 15,37 g/kg u 2021/22). Rezultati drugih istraživanja ukazuju na slične rezultate. Prema **Bedoussac et al. (2015)** združena setva pšenice i graška povećava sadržaj organskog ugljenika u zemljištu kroz povećanu biomasu i bolju iskorišćenost resursa. **Cong et al. (2015)** takođe zaključuju da združena setva povećava sadržaj organskog ugljenika u zemljištu. Autori navode da združena setva može povećati SOC za 10-20% u odnosu na monokulture. Prema **Lithourgidis et al. (2011)** združena setva leguminoza i žitarica može značajno poboljšati plodnost zemljišta, uključujući povećanje SOC. Meta-analiza pokazuje da združena setva povećava SOC za 10-20% u odnosu na monokulture (**Li et al., 2020**).

Tretman II (OSG+ZB, gde je čist usev graška) pokazuje srednje vrednosti SOC: 14,44 g/kg u 2021/22, 15,05 g/kg u 2022/23 i 12,93 g/kg u 2023/24), što je više od kontrole i tretmana I u drugoj i trećoj godini ispitivanja, ali niže od tretmana III u prvoj i trećoj godini. Leguminoze, poput graška, doprinose povećanju sadržaja organskog ugljenika kroz fiksaciju azota i povećanu biomasu (**Sainju et al., 2017; Jensen et al., 2012**). Međutim, rezultati pokazuju da združena setva ima veći uticaj od monokulture graška, što je u skladu sa rezultatima ovih autora. Prema **Herridge et al. (2008)** leguminoze mogu značajno povećati SOC, ali efekti su često veći kada se leguminoze kombinuju sa drugim usevima, što potvrđuje naše rezultate.

Tretmani sa zelenišnim đubrivima (OSG+ZB, ZS+ZB) pozitivno su uticali su na sadržaj organskog ugljenika, te su rezultati viši u odnosu na kontrolu. Najveći efekat je bio na tretmanu

III (združena setva sa ZB). **Cherr et al. (2006)** zaključuju da zelenišna đubrenja, posebno leguminoze, povećavaju sadržaj organskog ugljenika u zemljištu. Međutim, efekti su često veći kada se zelena đubriva kombinuju sa drugim praksama, kao što je združena setva (**Crews and Peoples, 2004**). Nije bilo razlike u odnosu na tretman II.

Konstatovane su godišnje varijacije u sadržaju organskog ugljenika, sa nižim vrednostima u 2023/24. godini (12,68 g/kg) u odnosu na prethodne dve godine (14,52 g/kg u 2021/22, 14,37 g/kg u 2022/23). Klimatski uslovi, kao što su padavine i temperatura, mogu značajno uticati na akumulaciju i mineralizaciju organskog ugljenika u zemljištu (**Vanlauwe et al. (2010)**). Proizvodna godina 2023/24. je imala znatno lošije klimatske karakteristike u odnosu na druge dve godine. Ovo je bila najtoplija vegetacija u poslednjih pedeset godina, sa deficitom padavina za 10% u odnosu na prosečne padavine za period vegetacije (RHMZ).

Godišnje varijacije sadržaja organskog ugljenika i azota, kao posledica različitih klimatskih uslova su uobičajne. S obzirom da je proizvodna godina 2023/24. imala najtopliju vegetacionu sezonu u poslednjih pedeset godina, sa deficitom padavina za 10% u odnosu na prosečne padavine za navedeni period, produkcija biomase i mineralizacija su bile značajno smanjene.

Združena setva krmnog graška i pšenice, u poređenju sa kontrolom i monokulturom pšenice, doprinela je povećanju sadržaja ugljenika u zemljištu u proseku za 1,4 g/kg i 1,63 g/kg, što znači da se zalihe SOC (organskog ugljenika u zemljištu) povećale za 0,50 t/ha/god. i 0,58 t/ha/god. U poređenju sa varijantom samo sa krmnim graškom, sekvestracija ugljenika porasla je za 0,64 g/kg, a zalihe SOC bile su veće za 0,23 t/ha/god. Ovo je u skladu sa prethodnim istraživanjima. Podaci iz pregleda literature (**Blanco-Canqui et al., 2015**) pokazuju da ova praksa povećava zalihe organskog ugljenika u zemljištu za 0,1-1 t/ha/god. Veći potencijal je zabeležen kod drvenastih useva u toplim umerenim suvim klimama (oko 1,00 t C/ha/god.), dok su niže vrednosti zabeležene kod ratarskih useva, uglavnom u umerenim i tropskim klimama (0,32-0,56 t C/ha/god.). Potencijal skladištenja ugljenika u ratarskim sistemima iznosio je 0,71, 0,51 i 0,46 t C/ha/god. u tropskim, umerenim i aridnim klimama (**Jian et al., 2020**). Stopa sekvestracije ugljenika u zemljištu je najveća tokom prvih godina nakon uvođenja prakse i progresivno se smanjuju kako zalihe ugljenika približavaju ravnoteži.

7.3.Prinos i kvalitet biomase

PRINOS SUVE MATERIJE

Dobijeni rezultati su generalno u skladu sa naučnim istraživanjima, uz manje varijacije koje mogu biti posledica specifičnih agroekoloških uslova, izbora sorti i primenjenih agrotehničkih mera. Klimatske promene, posebno suše i visoke temperature, često uzrokuju pad prinosa pšenice u Srbiji. Na primer, studije **Hristova et al. (2014)** pokazuju da suše mogu smanjiti prinos pšenice za 20–30%.

Druga istraživanja ukazuju na prosečne prinose zrna stočnog graška u Srbiji od oko 2,0 do 2,6 t/ha, a u trogodišnjem istraživanju Krga je zabeležio prinos od 3,17 t/ha (čist stočni grašak).

Tretman I (OP+ZB): Prosečan prinos od 7,87 t/ha je nešto niži u poređenju sa navedenim prinosima sena od 9 do 11 t/ha, ali je i dalje u prihvatljivom opsegu.

Tretman II (OSG+ZB): Prosečan prinos od 4,37 t/ha je u skladu sa prosečnim prinosima suve mase smeša stočnog graška i ovsa od 4,44 do 4,82 t/ha.

Tretman III (ZS+ZB): Prosečan prinos od 8,03 t/ha je blizak gornjoj granici očekivanih prinosa sena od 9 do 11 t/ha. Viši prinosi smeša u odnosu na stočni grašak zabeleženi su i u drugim istraživanjima (**Dordas et al., 2012; Šarūnaite et al., 2012; Uzun and Asik, 2012; Kocer and Albayrak, 2012; Krga et al., 2016a; Pellicanò et al., 2015; Vasiljević et al., 2016**), gde povećanje može iznositi od 10% do nekoliko stotina procenata zavisno od setvenog odnosa dve vrste. Veća produktivnost smeša leguminoza i strnih žita zabeležena je i u smeši lupine ili grahorice sa pšenicom ili ječmom, gde smeše ostvaruju od 1,39 do 1,62 puta veću produktivnost u odnosu na pojedinačno gajene useve (**Mariotti et al., 2006**).

SADRŽAJ PROTEINA

Rezultati ovog istraživanja (24,49% prosečno) su u skladu sa drugim studijama koje pokazuju da stočni grašak ima visok sadržaj proteina, obično u rasponu od 20% do 30% (**Martini et al., 2017**). Na primer, neke studije navode da stočni grašak može imati i do 25-28% proteina, što potvrđuje nalaze ovog istraživanja.

Rezultati za pšenicu (11,85% prosečno) su takođe u skladu sa literaturom, gde se sadržaj proteina u pšenici obično kreće od 10% do 15%. Mnogi autori su dokazali da sadržaj proteina u pšenici može varirati u zavisnosti od sorte, agrotehničkih mera i klimatskih uslova. Studija **Shewryja (2009)** naglašava genetske i agrotehničke faktore koji utiču na sadržaj proteina u pšenici, potvrđujući da različiti kultivari i metode upravljanja usevima mogu značajno promeniti nutritivni profil žitarica. Slično tome, **Triboi et al. (2000)** analiziraju ekološke faktore, uključujući klimatske uslove i đubrenje, kao ključne odrednice kvaliteta proteina u pšenici. Njihovi nalazi ukazuju na to da varijacije u temperaturi i padavinama mogu uzrokovati znatne promene u akumulaciji proteina u zrnu, što je u skladu sa nalazima **Goodinga et al. (2003)**, koji su pokazali da su stresni faktori poput suše i visokih temperatura negativno korelisani sa ukupnim sadržajem proteina.

Združena setva stočnog graška i pšenice pokazuje umeren sadržaj proteina (16,03% prosečno), što je više nego kod čiste pšenice, ali niže nego kod čistog stočnog graška. Ovo je u skladu sa drugim istraživanjima koja ukazuju da združena setva može poboljšati kvalitet hrane, ali ne u potpunosti dostići vrednosti čistih useva mahunarki (**Lithourgidis et al., 2011; Bedoussac et al., 2015**). Njihovi rezultati pokazuju da združena setva poboljšava efikasnost iskorišćenja azota i povećava prinos, čineći ovu praksu održivom alternativom za konvencionalnu poljoprivredu. Ovi nalazi su u skladu sa istraživanjima **Bedoussaca et al. (2015)**, koji naglašavaju ne samo agronomske, već i ekonomske prednosti ovakvih sistema gajenja.

Godišnje varijacije u sadržaju proteina su takođe primećene u drugim istraživanjima. Na primer, sušne godine mogu smanjiti sadržaj proteina u biljkama, dok optimalni klimatski uslovi mogu dovesti do povećanja (**Peltonen-Sainio et al., 2011; Gooding et al., 2003**). Istraživanja **Peltonen-Sainio et al. (2011)** ukazuju na to da su klimatske promene jedan od ključnih izazova

za održavanje stabilnog sadržaja proteina u usevima, s obzirom na to da se varijabilnost u padavinama i temperaturama odražava na rast i razvoj biljaka.

7.4. Koeficijenti korelacije

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA ORGANSKOG UGLJENIKA I AZOTA U ZEMLJIŠTU

Rezultati o pozitivnoj korelaciji između sadržaja organskog ugljenika (OC) i azota (N) u zemljištu su u skladu sa rezultatima drugih naučnih radova. Koeficijent korelacije ($r = 0.74831$) pokazuje relativno jaku pozitivnu korelaciju između organskog ugljenika i azota. Ovo je u skladu sa studijama koje su pokazale da organski ugljenik i azot u zemljištu često idu zajedno, jer su oba ključni sastojci organske materije u zemljištu. **Stevenson (1994)** je istakao da je odnos C:N u zemljištu ključni pokazatelj kvaliteta organske materije i da se azot često nalazi u bliskoj vezi sa organskim ugljenikom.

Regresiona jednačina ($N\% = 0.08184 + 0.00858 \times OC$) sugerira da se sadržaj azota povećava sa porastom organskog ugljenika. Ovo je takođe u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da organska materija u zemljištu (bogata ugljenikom) predstavlja glavni izvor azota. **McGill and Cole (1981)** su pokazali da mineralizacija organskog ugljenika oslobađa azot u obliku koji je dostupan biljkama, što objašnjava pozitivnu vezu između ova dva elementa.

Podaci pokazuju određenu disperziju, što je uobičajeno u istraživanjima zemljišta. Ovo rasipanje može biti posledica različitih faktora, kao što su tip zemljišta, upravljanje zemljištem i klimatski uslovi. **Six et al. (2002)** su istakli da upravljanje zemljištem (npr. obrada, primena đubriva) može značajno uticati na odnos C:N i distribuciju azota u zemljištu.

Odnos C:N može varirati u zavisnosti od tipova zemljišta. Na primer, u šumskim zemljištima odnos C:N može biti veći (do 20:1) zbog većeg udela celuloze i lignina u organskoj materiji. **Paul and Clark (1996)** su pokazali da odnos C:N u šumskim zemljištima može biti znatno veći nego u poljoprivrednim zemljištima, što ukazuje na sporiju mineralizaciju azota.

Interval poverenje od 95% pokazuje da model ima dobru pouzdanost, ali postoji prostor za poboljšanje. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da linearni modeli često dobro opisuju odnos C:N, ali mogu biti ograničeni u složenijim sistemima zemljišta. **Manzoni et al. (2008)** su istakli da linearni modeli mogu biti korisni za predviđanje odnosa C:N, ali da nelinearni modeli mogu biti potrebni za složenije sisteme.

Mnogi naučni radovi naglašavaju važnost organskog ugljenika kao pokazatelja plodnosti zemljišta i njegovu povezanost sa azotom. Međutim, neki radovi ukazuju na to da odnos C:N može biti indikator stabilnosti organske materije u zemljištu. **Parton et al. (1987)** su razvili model (CENTURY) koji opisuje kako odnos C:N utiče na mineralizaciju i stabilnost organske materije u zemljištu.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA ORGANSKOG UGLJENIKA I LAKOPRISTUPAČNOG FOSFORA U ZEMLJIŠTU

Rezultati o vezi između sadržaja organskog ugljenika (OC) i lakopristupačnog fosfora u zemljištu pokazuju vrlo slabu korelaciju ($r = 0.16128$), što je u skladu sa drugim naučnim istraživanjima. Fosfor u zemljištu je pod uticajem brojnih faktora, a organski ugljenik obično nije dominantan faktor u određivanju njegovog sadržaja. Fosfor u zemljištu uglavnom je pod uticajem mineraloškog sastava, pH vrednosti i mikrobiološke aktivnosti, a ne organskog ugljenika. **Stevenson (1986)** je istakao da je fosfor u zemljištu uglavnom prisutan u obliku neorganskih jedinjenja (npr. fosfati) i da organska materija ima ograničen uticaj na njegov sadržaj.

Regresiona jednačina ($P = -0.1528 + 2.0733 \times OC$) pokazuje blagi pozitivni trend, ali on nije statistički značajan. Ovo je u skladu sa studijama koje su pokazale da organska materija može imati indirektan uticaj na fosfor kroz povećanje mikrobiološke aktivnosti i poboljšanje strukture zemljišta, ali da direktna povezanost između OC i P obično nije jaka. **Richardson et al. (2009)** su istakli da organska materija može posredno uticati na dostupnost fosfora kroz povećanje mikrobiološke aktivnosti, ali da je direktna povezanost između OC i P obično slaba.

Širok interval poverenja od 95% interval ukazuje na veliku varijabilnost u podacima. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da sadržaj fosfora u zemljištu može biti pod uticajem brojnih faktora, uključujući:

- Mineraloški sastav zemljišta: Prisustvo minerala bogatih fosforom (npr. apatit).
- pH vrednost zemljišta: Kiselost ili alkalnost zemljišta može uticati na dostupnost fosfora.
- Fosfor može biti vezan u oblike koji su nedostupni biljkama.

Brady and Weil (2008) su istakli da su minerali i hemijske reakcije u zemljištu ključni faktori koji određuju sadržaj fosfora, dok organska materija ima manji uticaj.

Podaci pokazuju značajnu disperziju i pojedinačne tačke koje odstupaju od trenda. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da lokalni faktori, poput geološkog sastava i upravljanja zemljištem, mogu značajno uticati na sadržaj fosfor. **Sharpley et al. (1994)** su istakli da su lokalne varijacije u mineraloškom sastavu zemljišta često odgovorne za velike razlike u sadržaju fosfora, čak i unutar istog tipa zemljišta.

Većina studija ukazuje da organski ugljenik nema direktan uticaj na sadržaj fosfora u zemljištu, ali može imati indirektan uticaj kroz poboljšanje svojstava zemljišta, poput povećanja mikrobiološke aktivnosti i poboljšane strukture. **Weil and Brady (2017)** su istakli da organska materija može posredno uticati na dostupnost fosfora kroz poboljšanje kapaciteta zemljišta za zadržavanje hraniva, ali da je direktna povezanost između OC i P obično slaba.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA ORGANSKOG UGLJENIKA I LAKOPRISTUPAČNOG KALIJUMA U ZEMLJIŠTU

Rezultat ($r = 0.12280$) ukazuje na veoma slabu povezanost između organskog ugljenika i kalijuma. Ovo je u skladu sa nekim studijama koje su pokazale da organski ugljenik nema direktan uticaj na sadržaj kalijuma u zemljištu, jer je kalijum uglavnom vezan za mineralne frakcije zemljišta, a ne za organsku materiju. **Sparks (1987)** je istakao da je kalijum u zemljištu uglavnom prisutan u obliku razgradivih minerala (npr. feldspati, glineni minerali) i da njegova dostupnost zavisi od hemijskih i fizičkih svojstava zemljišta, a ne od organskog ugljenika.

Regresiona jednačina ($K = 12.505 + 0.98002 \times OC$) pokazuje blagi pozitivni trend, ali on nije statistički značajan. Ovo je u skladu sa studijama koje su pokazale da organska materija može imati indirektan uticaj na kalijum kroz poboljšanje strukture zemljišta i povećanje kapaciteta za razmenu katjona (CEC), ali ne direktno kroz povećanje sadržaja kalijuma. **Brady and Weil (2008)** su istakli da organska materija može povećati CEC zemljišta, što može posredno uticati na zadržavanje kalijuma, ali da je direktna povezanost između OC i K obično slaba.

Širok interval poverenja od 95% ukazuje na veliku varijabilnost u podacima. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da sadržaj kalijuma u zemljištu može biti pod uticajem brojnih faktora, uključujući:

Mineraloški sastav zemljišta: Prisustvo minerala bogatih kalijumom (npr. feldspati, glineni minerali).

pH vrednost zemljišta: Kiselost ili alkalnost zemljišta može uticati na dostupnost kalijuma.

Procesi ispiranja: Kalijum je pokretljiv element i može biti ispran iz zemljišta, što dovodi do varijabilnosti u njegovom sadržaju. **McLean (1978)** je istakao da su minerali i hemijske reakcije u zemljištu ključni faktori koji određuju sadržaj kalijuma, dok organska materija ima manji uticaj.

Podaci pokazuju značajnu disperziju i pojedinačne tačke koje odstupaju od trenda. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da lokalni faktori, poput geološkog sastava i upravljanja zemljištem, mogu značajno uticati na sadržaj kalijuma. **Barre et al. (2008)** su istakli

da su lokalne varijacije u mineraloškom sastavu zemljišta često odgovorne za velike razlike u sadržaju kalijuma, čak i unutar istog tipa zemljišta.

Većina studija ukazuje da organski ugljenik nema direktan uticaj na sadržaj kalijuma u zemljištu, ali može imati indirektan uticaj kroz poboljšanje svojstava zemljišta, poput povećanja CEC i poboljšane strukture. **Weil i Brady (2017)** su istakli da organska materija može posredno uticati na dostupnost kalijuma kroz poboljšanje kapaciteta zemljišta za zadržavanje hraniva, ali da je direktna povezanost između OC i K obično slaba.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA AZOTA I LAKOPRISTUPAČNOG FOSFORA U ZEMLJIŠTU

Linearna regresiona jednačina $P=12.137+91.959 \times N\%$, pokazuje blagu pozitivnu povezanost između sadržaja azota (N) i fosfora (P) u zemljištu. Međutim, koeficijent korelacije ($r = 0.08179$) ukazuje na veoma slabu povezanost između ove dve varijable. Ova analiza je u skladu sa rezultatima drugih naučnih radova koji su istraživali odnos između azota i fosfora u zemljištu, ali ističu da je dinamika fosfora u zemljištu kompleksna i zavisi od brojnih faktora.

Rezultati pokazuju veoma slabu korelaciju između azota i fosfora ($r = 0.08179$), što je u skladu sa nalazima drugih istraživanja. Na primer, **Richardson et al. (2009)** su istakli da su azot i fosfor nezavisni hranljivi elementi čija dostupnost u zemljištu zavisi od različitih procesa. Dok azot uglavnom potiče iz mineralizacije organske materije i fiksacije atmosferskog azota, fosfor je često vezan za minerale i organske materije, što čini njegovu dostupnost manje zavisnom od sadržaja azota.

Analiza ukazuje da su podaci prilično razbacani, što sugerise da drugi faktori, poput pH vrednosti tla, prisustva organskih materija, tipa zemljišta i mikrobioloških aktivnosti, mogu imati veći uticaj na sadržaj fosfora. Ovo je u skladu sa radom **Hinsinger (2001)**, koji je istakao da je dostupnost fosfora u zemljištu pod jakim uticajem hemijskih procesa, poput sorpcije i precipitacije, kao i bioloških procesa, poput aktivnosti mikorizalnih gljiva.

Širok 95% interval poverenja u vašoj analizi ukazuje na visoku varijabilnost podataka, što je takođe u skladu sa drugim studijama. Na primer, **Syers et al. (2008)** su pokazali da je efikasnost korišćenja fosfora iz đubriva često niska zbog kompleksnih interakcija između fosfora i drugih sastojaka zemljišta, što dovodi do velikih varijacija u dostupnosti fosfora. Drugi radovi, poput **Cordell et al. (2009)**, ističu da klimatske promene, poput suše i povećanih temperatura, mogu značajno uticati na mobilnost i dostupnost fosfora u zemljištu. Ovo može dodatno objasniti veliku varijabilnost u podacima. Rezultati su u skladu sa nalazima drugih naučnih radova koji ističu da je povezanost između azota i fosfora u zemljištu veoma slaba. Fosfor u zemljištu je pod uticajem brojnih faktora, uključujući hemijske procese (sorpcija, precipitacija), biološke procese (mikrobiološka aktivnost, mikoriza) i klimatske uslove. Stoga, povećanje sadržaja azota ne garantuje povećanje fosfora, što zahteva dodatne analize i integrisani pristup upravljanju hranljivim materijama u zemljištu.

KORELACIJA IZMEĐU SADRŽAJA AZOTA I LAKOPRISTUPAČNOG KALIJUMA U ZEMLJIŠTU

Rezultati o vezi između sadržaja azota (N%) i lakopristupačnog kalijuma u zemljištu pokazuju izuzetno slabu korelaciju ($r = 0.06821$), što je u skladu sa opštim trendovima u naučnim istraživanjima. Azot i kalijum su esencijalni hranljivi elementi za biljke, ali njihove koncentracije u zemljištu obično nisu direktno povezane, jer potiču iz različitih izvora i podložni su različitim procesima u zemljištu. **Brady i Weil (2008)** su istakli da azot u zemljištu uglavnom potiče iz organske materije i bioloških procesa (npr. fiksacija azota), dok kalijum potiče iz minerala (npr. feldspati, glineni minerali). Regresiona jednačina ($K = 17.695 + 45.344 \times N\%$) pokazuje blagi pozitivni trend, ali on nije statistički značajan. Ovo je u skladu sa studijama koje su pokazale da azot može imati indirektan uticaj na kalijum kroz poboljšanje mikrobiološke aktivnosti i strukture zemljišta, ali da direktna povezanost između N i K obično nije jaka. **Stevenson (1986)** je istakao da organska materija (bogata azotom) može posredno uticati na dostupnost kalijuma kroz povećanje kapaciteta za razmenu katjona (CEC), ali da je direktna povezanost između N i K obično slaba.

Interval poverenja od 95% je širok, što ukazuje na veliku varijabilnost u podacima. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da sadržaj kalijuma u zemljištu može biti pod uticajem brojnih faktora:

- Mineraloški sastav zemljišta: Prisustvo minerala bogatih kalijumom (npr. feldspati, glineni minerali).
- pH vrednost zemljišta: Kiselost ili alkalnost zemljišta može uticati na dostupnost kalijuma.
- Kalijum je pokretljiv element i može biti ispran iz zemljišta, što dovodi do varijabilnosti u njegovom sadržaju.

McLean (1978) je istakao da su minerali i hemijske reakcije u zemljištu ključni faktori koji određuju sadržaj kalijuma, dok azot ima manji uticaj.

Podaci pokazuju značajnu disperziju i pojedinačne tačke koje odstupaju od trenda. Ovo je u skladu sa drugim studijama koje su pokazale da lokalni faktori, poput geološkog sastava i

upravljanja zemljištem, mogu značajno uticati na sadržaj kalijuma. **Barre et al. (2008)** su istakli da su lokalne varijacije u mineraloškom sastavu zemljišta često odgovorne za velike razlike u sadržaju kalijuma, čak i unutar istog tipa zemljišta.

Većina studija ukazuje da azot nema direktan uticaj na sadržaj kalijuma u zemljištu, ali može imati indirektan uticaj kroz poboljšanje svojstava zemljišta, poput povećanja mikrobiološke aktivnosti i poboljšane strukture. **Weil i Brady (2017)** su istakli da organska materija (bogata azotom) može posredno uticati na dostupnost kalijuma kroz poboljšanje kapaciteta zemljišta za zadržavanje hraniva, ali da je direktna povezanost između N i K obično slaba.

8. ZAKLJUČAK

Leguminoze doprinose povećanju sadržaja organskog ugljenika i azota u zemljištu, ali združena setva ima najveći pozitivan uticaj na ove parametre plodnosti zemljišta.

Zelenišno đubrenje značajno doprinosi povećanju sadržaja azota i organskog ugljenika u zemljištu, posebno kada se koristi u kombinaciji sa drugim održivim poljoprivrednim praksama, kao što je združena setva.

Združena setva stočnog graška i pšenice, u poređenju sa kontrolnom, monokulturom pšenice i monokulturom graška, doprinela je povećanju zaliha SOC za 0,5 t C/ha/god, 0,58 t C/ha/god, odnosno 0,23 t C/ha/god.

Godišnje varijacije sadržaja organskog ugljenika i azota su, između ostalih faktora, rezultat različitih klimatskih uslova, koji utiču na proizvodnju biomase i mineralizaciju organske materije.

Združena setva i zelenišno đubrenje imaju potencijal da doprinesu ukupnoj sekvestraciji ugljenika kao obliku ublažavanja i prilagođavanja klimatskim promenama.

Rezultati pokazuju da tretmani koji uključuju združenu setvu i mahunarke imaju pozitivan uticaj na sadržaj ukupnog azota u zemljištu, dok monokultura pšenice i kontrolni tretman pokazuju niže vrednosti. Najviši sadržaj azota zabeležen je u združenoj setvi sa zelenišnim đubrenjem.

Uticaj klimatskih faktora na mineralizaciju i fiksaciju azota takođe igra značajnu ulogu, što je vidljivo u smanjenju sadržaja azota u poslednjoj godini ispitivanja.

Rezultati istraživanja pokazuju da zelenišno đubrenje i različiti usevi mogu imati uticaj na sadržaj lakopristupačnog fosfora u zemljištu, iako razlike nisu statistički značajne. Smanjenje sadržaja fosfora u tretmanima sa zelenišnim đubrenjem može se objasniti privremenom imobilizacijom fosfora u biljnim tkivima i organskoj materiji.

Iako nisu utvrđene statistički značajne razlike između tretmana, primećene su određene tendencije koje ukazuju na potencijalni uticaj različitih useva i zelenišnog đubrenja na sadržaj lakopristupačnog kalijuma u zemljištu. Varijacije između godina naglašavaju važnost klimatskih uslova u dinamici hranljivih materija.

Rezultati ovog istraživanja su u skladu sa opštim trendovima u literaturi. Stočni grašak ima najveći sadržaj proteina, što ga čini idealnim izvorom proteina za ishranu životinja. Pšenica ima niži sadržaj proteina, ali je važna kao izvor energije. Združena setva stočnog graška i pšenice može biti kompromisno rešenje za povećanje ukupnog prinosa i kvaliteta hrane, ali ne može u potpunosti zameniti čiste useve mahunarki u pogledu sadržaja proteina.

Može se zaključiti da su združena setva i čist usev pšenice bili najproduktivniji, dok je stočni grašak ima znatno slabije rezultate u pogledu prinosa suve materije. Promene u prinosima tokom godina sugerišu potrebu za daljom analizom faktora koji utiču na proizvodnju.

Ovi rezultati ukazuju na važnost pravilnog izbora useva i agrotehničkih mera za postizanje optimalnog sadržaja proteina u biljnom materijalu, što je od ključnog značaja za ishranu životinja i održivu poljoprivredu.

9. LITERATURA

1. Abdel-Sabour, M. F. (1991). Nickel accumulation parameters, coefficients of transfer, tolerance index, and nutrient uptake by red clover grown on nickel polluted soils. *International Journal of Environmental Studies*, 37, 25-34.
2. Adamovich, A., & Adamovicha, O. (2003). Productivity and forage quality of Festulolium/legume mixed swards in response to cutting frequency. *Grassland Science in Europe*, 8, 453-456.
3. Adams, R. S., McCarty, T., & Hutchinson, L. J. (1992). *Prevention and control of nitrate toxicity in cattle*. Extension Publication DAS, Pennsylvania State University, University Park, PA.
4. Adriano, D. C. (2001). *Trace elements in terrestrial environments: Biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals* (2nd ed.). Springer-Verlag.
5. Aller, A. J., Bernal, J. L., del Nozal, M. J., & Deban, L. (1990). Effect of selected trace elements on plant growth. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 51, 447-479.
6. Alloway, B. J. (1995). *Heavy metals in soils* (2nd ed.). Blackie Academic and Professional.
7. Anderson, G. R. (1965). Ecology of Azotobacter in soil of the Palouse region I, Occurrence. *Soil Science*, 86, 57-65.
8. Andrews, C. S. (1977). The effect of sulfur on the growth, sulfur, and nitrogen concentration of some tropical and temperate pasture legumes. *Australian Journal of Agricultural Sciences*, 28, 807-820.
9. Aubert, H., & Pinta, M. (1977). *Trace elements in soils*. Amsterdam-Oxford-New York.

10. Azad, H. N., Branch, J., & Branch, K. (2011). Toxic effects of lead on growth and some biochemical and ionic parameters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(4), 398-403.
11. Bailey, L. D. (1983). Effect of potassium fertilizers and fall harvests on alfalfa grown in the eastern Canadian prairies. *Canadian Journal of Soil Science*, 63, 211-219.
12. Baligar, V. C., Kinraide, T. B., Wright, R. J., & Bennett, O. L. (1987). Al effects on growth and P, Ca, and Mg uptake efficiency in red clover cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 10, 1131–1137.
13. Barbafieri, M. (2000). The importance of nickel phytoavailable chemical species characterization in soil for phytoremediation applicability. *International Journal of Phytoremediation*, 2, 105–115.
14. Barre, P., et al. (2008). Soil-Plant Potassium Transfer: Impact of Clay Mineralogy on Potassium Availability in Soils. *Geoderma*, 146(1-2), 253-260.
15. Bartlett, R. J., & James, B. R. (1979). Behavior of chromium in soils. *Journal of Environmental Quality*, 8, 31–35.
16. Beare, M. H., Hendrix, P. F., Cabrera, M. L., & Coleman, D. C. (1994). Aggregate-Protected and Unprotected Organic Matter Pools in Conventional- and No-Tillage Soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 787–795.
17. Bebe, G., Tsunekawa, A., Haregeweyn, N., Takeshi, T., Wondie, M., Adgo, E., Masunaga, T., Tsubo, M., Ebabu, K., Berihun, M. L., & Tassew, A. (2020). Effects of Land Use and Topographic Position on Soil Organic Carbon and Total Nitrogen Stocks in Different Agro-Ecosystems of the Upper Blue Nile Basin. *Sustainability*, 12, 2425.
18. Bedoussac, L., et al. (2015). Ecological benefits of intercropping cereals and legumes: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 911-935.

19. Belić, M., Pejić, B., Hadžić, V. B., Nešić, L. M., Bošnjak, Đ., Sekulić, P. Đ., Maksimović, L., Vasin, J., & Dozet, D. (2003). Uticaj navodnjavanja na svojstva černozema. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 38, 21-36.
20. Blanco-Canqui, H., T. M. Shaver, J. L. Lindquist, C. A. Shapiro, R. W. Elmore, C. A. Francis, and G. W. Hergert. 2015. "Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils." *Agronomy Journal* 107 (6): 2449–2474. <https://doi.org/10.2134/agronj15.0086>.
21. Blumenthal, J. M., & Russelle, M. P. (1996). Subsoil nitrate uptake and symbiotic dinitrogen fixation by alfalfa. *Agronomy Journal*, 88(6), 909-915.
22. Bot, A., & Benites, J. (2005). *The importance of soil organic matter: Key to drought-resistant soil and sustained food production*. FAO: Rome, Italy.
23. Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education.
24. Brady, N. C., and R. R. Weil. 2008. *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education.
25. Caddel, J. L., Zhang, H., & Wise, K. (2004). Responses of alfalfa, red clover, and white clover to soil pH and lime treatments. *Forage and Grazinglands*. Retrieved from <http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/fg/research/2004/treat/>
26. Chapagain, T., and A. Riseman. 2014. "Barley–Pea Intercropping: Effects on Land Productivity, Carbon and Nitrogen Transformations." *Field Crops Research* 166: 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.06.014>.
27. Chen, Y., & Aviad, T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. In P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcolm, & P. R. Bloom (Eds.), *Humic substances in soil and crop sciences: Selected readings* (pp. 161-186).
28. Cherr, C. M., J. M. S. Scholberg, and R. McSorley. 2006. "Green Manure Approaches to Crop Production: A Synthesis." *Agronomy Journal*.

29. Ćirić, V. (2013). *Kvalitativne i kvantitativne karakteristike organske materije različitih tipova zemljišta*. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet: Novi Sad, Serbia.
30. Cong, W. F., E. Hoffland, L. Li, et al. 2015. "Intercropping Enhances Soil Carbon and Nitrogen." *Global Change Biology*. <https://doi.org/10.1111/gcb.12738>.
31. Cordell, D., et al. (2009). The story of phosphorus: Global food security and food for thought. *Global Environmental Change*, 19(2), 292-305.
32. Crews, T. E., and M. B. Peoples. 2004. "Soil Nitrogen Dynamics and Crop Growth under Different Management Practices." *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
33. Crocker, G. J., Sheridan, K. P., & Holford, I. C. R. (1985). Lucerne responses to lime and interactions with other nutrients on granitic soils. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 25, 337-346.
34. Daliparthi, J., Herbert, S. J., Moffitt, L., & Veneman, P. L. M. (1995). Herbage production, weed occurrence, and economic risk from dairy manure application to alfalfa. *Journal of Production Agriculture*, 8, 495-501.
35. Diacono, M., & Montemurro, F. (2010). Long-term effects of organic amendments on soil fertility. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(2), 401-422.
36. Diehl, K. H., Rosopulo, A., & Kreuzer, W. (1983). Effect of organic compounds of lead on the lead content of various tissues. 24. *Arbeitstagung des Arbeitsgebietes Lebensmittelhygiene, Garmsch Partenkirchen, Giessen, German Federal Republic, Deutsche Veterinarmedizinische*, 237-249.
37. Dinić, B., Đorđević, N., Radović, J., & Ignjatović, S. (2005). Modern procedures in technology of conserving lucerne in ensiling. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21(5-6), 297-303.
38. Dolijanović, Ž., S. Oljača, S. Kovačević, D. Simić, and V. Dragičević. 2015. "Združeni usevi: alternativni put za održivu poljoprivredu." *Zbornik naučnih radova sa XXIX*

Savetovanja agronoma, veterinara, tehnologa i agroekonomista, Institut PKB Agroekonomik 21 (1–2): 33–44.

39. Dozet, D. 2010. Sadržaj nikla u zemljištima Srema. Master's thesis, University of Novi Sad, Faculty of Agriculture.
40. Džamić, R., and D. Stevanović. 2000. Agrohemija. Pertenon.
41. Eardly, B. D., D. B. Hannaway, and P. J. Bottomley. 1985. "Nitrogen Nutrition and Yield of Seedling Alfalfa as Affected by Ammonium Nitrate Fertilization." *Agronomy Journal* 77: 57–62.
42. Eardly, B. D., Hannaway, D. B., & Bottomley, P. J. (1985). Nitrogen nutrition and yield of seedling alfalfa as affected by ammonium nitrate fertilization. *Agronomy Journal*, 77, 57-62.
43. FAO. 2020. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Accessed March 22, 2022. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
44. Feng, J., Shi, Q., Wang, X., Wei, M., Yang, F., & Xu, H. (2010). Silicon supplementation ameliorated the inhibition of photosynthesis and nitrate metabolism by cadmium (Cd) toxicity in *Cucumis sativus* L. *Scientia Horticulturae*, 123, 521–530.
45. Gooding, M. J., et al. (2003). Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 37(3), 295-309.
46. Graven, E. H., Attoe, O. J., & Smith, D. (1965). Effect of liming and flooding on manganese toxicity in alfalfa. *Proceedings - Soil Science Society of America*, 29, 702-706.
47. Herridge, D. F., et al. (2008). Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*, 311(1-2), 1-18.

48. Herridge, D. F., M. B. Peoples, and R. M. Boddey. 2008. "Biological Nitrogen Fixation in Legume Crops and Its Role in Sustainable Agriculture." *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9547-y>.
49. Hinsinger, P. (2001). Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. *Plant and Soil*, 237(2), 173-195.
50. Hinsinger, P. 2001. "Bioavailability of Soil Inorganic P in the Rhizosphere as Affected by Root-Induced Chemical Changes: A Review." *Plant and Soil* 237 (2): 173–195. <https://doi.org/10.1023/A:1013351617532>.
51. Jakšić, S. 2015. Uticaj krmnog useva, tipa i plodnosti zemljišta na produktivnost i hemijski sastav kabaste stočne hrane. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
52. Jakšić, S., J. Ninkov, S. Milić, J. Vasin, D. Banjac, D. Jakšić, and M. Živanov. 2021. "The State of Soil Organic Carbon in Vineyards as Affected by Soil Types and Fertilization Strategies (Tri Morave Region, Serbia)." *Agronomy* 11 (1): 9. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010009>.
53. Jakšić, S., Ninkov, J., Milić, S., Vasin, J., Banjac, D., Jakšić, D., & Živanov, M. (2021). The State of Soil Organic Carbon in Vineyards as Affected by Soil Types and Fertilization Strategies (Tri Morave Region, Serbia). *Agronomy*, 11, 9.
54. James, D. W., Hurst, C. J., & Tindall, T. A. (1995). Alfalfa cultivar response to phosphorus and potassium deficiency: elemental composition of the herbage. *Journal of Plant Nutrition*, 18(11), 2447-2464.
55. Jensen, E. S., M. B. Peoples, and H. Hauggaard-Nielsen. 2012. "Legume-Based Cropping Systems Have Reduced Carbon and Nitrogen Losses." *Nature*.
56. Jian, J., X. Du, M. S. Reiter, and R. D. Stewart. 2020. "A Meta-Analysis of Global Cropland Soil Carbon Changes Due to Cover Cropping." *Soil Biology and Biochemistry* 143: 107735. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107735>.

57. Justes, E., et al. (2009). Nitrogen cycling and losses in winter oilseed rape: A review. *Agricultural and Forest Meteorology*, 142(1-2), 113-136.
58. Kuzyakov, Y., & Xu, X. (2013). Competition between roots and microorganisms for nitrogen: Mechanisms and ecological relevance. *New Phytologist*, 198(3), 656-669.
59. Lal, R. (2011). Sequestering Carbon in Soils of Agro-Ecosystems. *Food Policy*, 36, S33–S39.
60. Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5875-5895.
61. Lal, R. 2011. “Sequestering Carbon in Soils of Agro-Ecosystems.” *Food Policy* 36: S33–S39.
62. Lithourgidis, A. S., et al. (2011). Annual intercrops: An alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4), 396-410.
63. Lithourgidis, A. S., I. B. Vasilakoglou, K. V. Dhima, C. A. Dordas, and M. D. Yiakoulaki. 2006. “Forage Yield and Quality of Common Vetch Mixtures with Oat and Triticale in Two Seeding Ratios.” *Field Crops Research* 99: 106–113.
64. McLean, E. O. (1978). Soil pH and Lime Requirement. In *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. ASA-SSSA.
65. McLean, E. O. 1978. “Soil pH and Lime Requirement.” In *Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties*. ASA-SSSA.
66. Mihailović, V., A. Mikić, S. Katić, Đ. Karagić, and B. Milošević. 2010. “Potential of Field Pea for Forage and Grain Protein Yields.” *Field and Vegetable Crops Research* 47 (1): 43–48.
67. Mikić, A., V. Mihailović, D. Milić, Đ. Karagić, V. Đorđević, and K. Taški-Ajduković. 2005. “Yield and Yield Components in Annual Forage Legumes.” *Book of Summaries of*

the 6th Meeting of Young Scientists within the Field of Biotechnology. Rimski Šančevi, Serbia, November 10–11, 2005.

68. Novara, A., M. Minacapilli, A. Santoro, J. Rodrigo-Comino, A. Carrubba, M. Sarno, G. Venezia, and L. Gristina. 2019. “Real Cover Crops Contribution to Soil Organic Carbon Sequestration in Sloping Vineyard.” *Science of the Total Environment* 652: 300–306.
69. Novara, A., Minacapilli, M., Santoro, A., Rodrigo-Comino, J., Carrubba, A., Sarno, M., Venezia, G., & Gristina, L. (2019). Real Cover Crops Contribution to Soil Organic Carbon Sequestration in Sloping Vineyard. *Science of the Total Environment*, 652, 300–306.
70. Nuruzzaman, M., et al. (2005). Phosphorus benefits of different legume crops to subsequent wheat grown in different soils of Western Australia. *Plant and Soil*, 271(1-2), 175-187.
71. Paul, E. A., & Clark, F. E. (1996). *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press.
72. Peltonen-Sainio, P., et al. (2011). Crop responses to temperature and precipitation according to long-term multi-location trials at high-latitude conditions. *Journal of Agricultural Science*, 149(1), 49-62.
73. Peoples, M. B., et al. (2009). Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? *Plant and Soil*, 315(1-2), 1-11.
74. Prosser, J. I. (2007). Microorganisms cycling soil nitrogen and their role in the functioning of ecosystems. *Biology and Fertility of Soils*, 43(3), 245-252.
75. Quilliam, R. S., et al. (2012). Feed the crop not the soil: rethinking phosphorus management in the food chain. *Environmental Science & Technology*, 48(12), 6523-6530.
76. Richardson, A. E., et al. (2009). Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*, 321(1-2), 305-339.

77. Sainju, U. M., B. P. Singh, and W. F. Whitehead. 2017. "Legumes in Cropping Systems: A Review of Their Role in Soil Organic Carbon Sequestration." *Soil Science Society of America Journal*. <https://doi.org/10.2136/sssaj2016.09.0295>.
78. Schimel, J. P., & Bennett, J. (2004). Nitrogen mineralization: Challenges of a changing paradigm. *Ecology*, 85(3), 591-602.
79. Shewry, P. R. (2009). Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60(6), 1537–1553.
80. Six, J., et al. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241(2), 155-176.
81. Sparks, D. L. (1987). Potassium Dynamics in Soils. *Advances in Soil Science*, 6, 1-63.
82. Stevenson, F. J. (1986). *Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients*. John Wiley & Sons.
83. Stevenson, F. J. (1994). *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley & Sons.
84. Stevenson, F. J. 1986. *Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulfur, Micronutrients*. John Wiley & Sons.
85. Stevenson, F. J. 1994. *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley & Sons.
86. Tian, J., et al. (2017). Organic and inorganic phosphorus transformation in soil under different organic amendments. *Soil Science and Plant Nutrition*, 63(4), 351-359.
87. Tilman, D., et al. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671-677.
88. Triboi, E., et al. (2000). Environmental effects on the quality of two wheat genotypes: 1. Quantitative and qualitative variation of storage proteins. *European Journal of Agronomy*, 13(1), 47–64.

89. Türk, M., S. Albayrak, and O. Yüksel. 2011. "Effect of Seeding Rate on the Forage Yields and Quality in Pea Cultivars of Differing Leaf Types." *Turkish Journal of Field Crops* 16 (2): 137–141.
90. Ubavić, M., & Bogdanović, D. (1995). *Agrohemija*. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
91. Unkovich, M., et al. (2008). Measuring plant-associated nitrogen fixation in agricultural systems. *Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR)*.
92. Vasin, J., S. Jakšić, M. Živanov, J. Ninkov, S. Milić, D. Banjac, and V. Ćirić. 2021a. "Humus Content in Different Soil Types in Vojvodina Province, Serbia – Anthropogenic Influence." In *Book of Abstracts of the 2nd Scientific Conference for "Critical Environmental Issues of the Western Balkan Countries"*, 27. Republic of North Macedonia, October 28–30, 2021.
93. Vasin, J., S. Jakšić, M. Živanov, J. Ninkov, S. Milić, D. Banjac, and V. Ćirić. 2021b. "Anthropogenic Influence of Humus Content in Different Soil Types." In *Serbian Society of Soil Science, 3rd International and 15th National Congress, Soils for Future under Global Challenges*, 94. Sokobanja, Serbia, September 21–24, 2021.
94. Vasin, J., Živanov, M., Ninkov, J., Milić, S., & Žeželj, B. (2015). Effect of organic farming on soil compaction. *Proceedings of the VI International Scientific Agricultural Symposium „Agrosym 2015“, Jahorina, BiH, 15-18.10.2015*, 496.
95. Vidojević, D. (2015). *Estimation of Soil Organic Matter in the Soils of Serbia*. Faculty of Agriculture: Novi Sad, Serbia. Belić, M., B. Pejić, V. B. Hadžić, L. M. Nešić, Đ. Bošnjak, P. Đ. Sekulić, L. Maksimović, J. Vasin, and D. Dozet. 2003. "Uticaj navodnjavanja na svojstva černoze." *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 38: 21–36.
96. Vitousek, P. M., et al. (2009). Nutrient imbalances in agricultural development. *Science*, 324(5934), 1519-1520.

97. Weil, R. R., & Brady, N. C. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education.
98. Weil, R. R., and N. C. Brady. 2017. *The Nature and Properties of Soils*. Pearson Education.
99. Withers, P. J. A., et al. (2014). Feed the crop not the soil: rethinking phosphorus management in the food chain. *Environmental Science & Technology*, 48(12), 6523-6530.
100. Withers, P. J. A., R. Sylvester-Bradley, D. L. Jones, J. R. Healey, and P. J. Talboys. 2014. "Feed the Crop Not the Soil: Rethinking Phosphorus Management in the Food Chain." *Environmental Science & Technology* 48 (12): 6523–6530.
101. Zumft, W. G. (1997). Cell biology and molecular basis of denitrification. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 61(4), 533-616.
102. Ковачевић, Д. 2003. Општератарство. Уџбеник, Пољопривредни факултет, Београд-Земун.
103. Крга, И. 2022. Принос и квалитет смеша сточног грашка и овса у зависности од фазе коришћења и прихране азотом. Докторска дисертација, Универзитет у Београду, Пољопривредни факултет.

SPISAK TABELA

TABELA	NASLOV TABELE	STRANA
Tabela 1.	Osnovna hemijska svojstva zemljišta na dubini 0-30 cm	39
Tabela 2.	Sadržaj opasnih i štetnih materija u zemljištu na dubini 0-30 cm	39
Tabela 3.	Analiza varijanse za sadržaj ukupnog azota u zemljištu	41
Tabela 4.	Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj ukupnog azota (%) u zemljištu do dubine 30 cm	41
Tabela 5.	Analiza varijanse za sadržaj lakopritupačnog fosfora u zemljištu	43
Tabela 6.	Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj lakopritupačnog fosfora (mg/100g) u zemljištu do dubine 30 cm	43
Tabela 7.	Analiza varijanse za sadržaj lakopritupačnog kalijuma u zemljištu	45
Tabela 8.	Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj lakopritupačnog kalijuma (mg/100g) u zemljištu do dubine 30 cm	45
Tabela 9.	Analiza varijanse za sadržaj organskog ugljenika u zemljištu	47
Tabela 10.	Uticaj faktora ispitivanja na ukupan sadržaj organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu do dubine 30 cm	47
Tabela 11.	Analiza varijanse za prinos suve materije	49
Tabela 12.	Uticaj faktora ispitivanja na prinos suve materije (t/ha)	49
Tabela 13.	Analiza varijanse za sadržaj proteina u biljnom materijalu	51
Tabela 14.	Uticaj faktora ispitivanja na sadržaj proteina u biljnom materijalu (%)	51

SPISAK GRAFIKONA

GRAFIKON	NASLOV GRAFIKONA	STRANA
Grafikon 1.	Zavisnost sadržaja azota (N%) u zemljištu u odnosu na sadržaj organskog ugljenika (g/kg)	53
Grafikon 2.	Zavisnost sadržaja organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100 g)	55
Grafikon 3.	Zavisnost sadržaja organskog ugljenika (g/kg) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100 g)	57
Grafikon 4.	Zavisnost sadržaja azota (%) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog kalijuma (mg/100 g)	59
Grafikon 5.	Zavisnost sadržaja azota (%) u zemljištu u odnosu na sadržaj lakopristupačnog fosfora (mg/100 g)	61

SPISAK SLIKA

SLIKA	NASLOV SLIKE	STRANA
Slika 1.	Setva ogleda	30
Slika 2.	Kontrolna parcela	31
Slika 3.	Tretman I- usev pšenice	31
Slika 4.	Tretman II - usev stočnog graška	32
Slika 5.	Tretman III - Združena setva stočnog graška i pšenice	32
Slika 6.	Uzorkovanje biljnog materijala	33
Slika 7.	Tarupiranje ogleda	33
Slika 8.	Ozima pšenica NS 40S (Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad)	34
Slika 9.	Ozimi stočni grašak NS Pionir (Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad)	35
Slika 10.	Analize uzoraka u laboratoriji za zemljište i agroekologiju	37
Slika 11.	Indukovano kuplovana plazma ICP-OES Vista Pro Varian	38

Prilog 1

Izjava o autorstvu

Potpisana **ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI**

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije **8109/2021**

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

„UTICAJ ZELENISHNOG ĐUBRENJA I ZDRUŽENE SETVE U ORGANSKOJ PROIZVODNJI NA PRODUKTIVNOST USEVA I KVALITET ZEMLJIŠTA“ rezultat sopstvenog istraživačkog rada i da predložena doktorska disertacija u celini, ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova, da su rezultati korektno navedeni i da nisam kršila autorska prava i koristila intelektualnu svojinu drugih lica.

Potpis doktoranda

U Bačkoj Topoli, 25.03.2025.

Prilog 2

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije

Ime i prezime autora: ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI

Broj indeksa ili prijave doktorske disertacije 8109/2021

Studijski program: biofarming

Naslov doktorske disertacije: „UTICAJ ZELENISHNOG ĐUBRENJA I ZDRUŽENE SETVE U ORGANSKOJ PROIZVODNJI NA PRODUKTIVNOST USEVA I KVALITET ZEMLJIŠTA

Mentor. Prof. dr Gordana Dozet

Potpisana ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorske disertacije

Izjavljujem da je štampana verzija moje doktorske disertacije istovetna elektronskoj verziji koju sam predala za objavljivanje na portalu **Megatrend univerziteta** u Beogradu.

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

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

Potpis doktoranda

U Bačkoj Topoli, 25.03.2025.

BIOGRAFIJA AUTORA

Diplomirani master inženjer poljoprivrede ALSUWAYAH SALIMAH MOHAMMED ALI rođena je 30. aprila 1985. godine u gradu Tripoli, u Libiji. Osnovne studije završila je 2003. godine na Fakultetu prirodnih nauka Ajailat, University Zavia u gradu Ajailat, sa prosečnom ocenom od 87,10%. Odlikovana je diplomom visokog stručnog obrazovanja diplomiranih nauka, uža specijalnost: botanika.

Bila je asistent na Prirodno-matematičkom fakultetu Ajailat Univerziteta Zavia u gradu Ajailat u periodu od 2003/2004. do 2008/2009. godine. Master studije upisala je 2010. godine na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu, studijski program: Fitomedicina, Fitopatologija. Studije je završila 2012. godine sa prosečnom ocenom 7,43, sa zvanjem Master inženjer poljoprivrede.

Bila je asistent na Katedri za botaniku, College of Science/Al-Ajeelat, počev od akademske 2014/2015. do 2019/2020. godine, a istovremeno je bila i koordinator kvaliteta na katedri od 2018. do 2021. godine. Pohađala je naučne seminare i objavila pet naučnih radova. Poslednja konferencija, kojoj je prisustvovala je na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta Zaviia 2021. godine. Iste godine je stekla zvanje predavača.

Pohađala je kurseve obuke za podizanje efikasnosti članova fakulteta 2018. godine na Univerzitetu Zavia i laboratoriji za mikrobiologiju u National Cancer Institute in Sabratha 2021.

Maternji jezik je arapski, a govori srpski i engleski.

Stipendista je Ambasade Libije za master akademske i doktorske studije.

Najznačajniji radovi:

Gordana Dozet, Salimah Alsuwayah, Vojin Đukić, Zlatica Mamlić, Gorica Cvijanović, Marija Bajagić, Vojin Cvijanović (2023): Effects of NPK fertilizer use on soybean grain quality. Proceedings of 64th Conference with international participation „Production and processing of oilseeds“, str. 77- 84, Herceg Novi, Crna Gora.

Ferenc Bagil, Vera Stojšin, Dragana Budakov, Salma Moh A. El Swaeh and Jelica Gvozdanović-Varga (2012): Effect of onion yellow dwarf virus (OYDV) on yield components of fall garlic (*Allium sativum* L.) in Serbia. African Journal of Agricultural Research Vol. 7(15), str. 2386-2390.