

UNIVERZITET U BEOGRADU  
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Ivan Lj. Krga

**PRINOS I KVALITET SMEŠA STOČNOG  
GRAŠKA I OVSA U ZAVISNOSTI OD FAZE  
KORIŠĆENJA I PRIHRANE AZOTOM**

doktorska disertacija

Beograd, 2022

UNIVERSITY OF BELGRADE  
FACULTY OF AGRICULTURE

Ivan Lj. Krga

**YIELD AND QUALITY OF FIELD PEAS AND  
OATS MIXTURES DEPENDING ON THE  
STAGE OF USE AND NITROGEN FERTILIZER**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2022

## **MENTORI:**

**Dr Aleksandar Simić, redovni profesor**  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

**Dr Violeta Mandić, naučni savetnik,**  
Institut za stočarstvo, Beograd – Zemun

## **ČLANOVI KOMISIJE:**

**Dr Željko Dželetović, viši naučni saradnik,**  
Institut za primenu nuklearne energije, Beograd

**Dr Željko Dolijanović, redovni profesor,**  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

**Dr Bojan Stojanović, redovni profesor,**  
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Datum odbrane doktorske disertacije: \_\_\_\_\_

*Ogromnu zahvalnost dugujem svom mentoru i profesoru, dr Aleksandru Simiću na poverenju koje mi je pruženo u proteklih deset godina zajedničkog rada. Zahvaljujući profesoru bio sam u prilici da se upoznam i sarađujem sa kolegama iz vodećih poljoprivrednih instituta u Srbiji, učestvujem na brojnim naučnim skupovima i usavršavam svoje naučno-istraživačke sposobnosti. Izvođenje i realizacija ove doktorske disertacije, kao i brojni drugi radovi, ne bi bili mogući bez profesorovog neumornog zalaganja za mene kao kolege.*

*Najlepše hvala mentorki, dr Violeti Mandić i dr Zorici Bijelić na nesebičnoj pomoći, dragocenim savetima i strpljenju u mojim naučnim ostvarenjima, kao i Institutu za stočarstvo u Beogradu čija su mi ogledna polja i laboratorije bile na raspolaganju u toku sprovedenog istraživanja.*

*Zahvaljujem se kolegama sa Instituta za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu koji su učestvovali u definisanju naučne problematike doktorata, kolegama sa Instituta za primenu nuklearne energije (INEP) u Beogradu i Instituta za krmno bilje u Kruševcu na obavljenim hemijskim analizama i teorijskoj pomoći. Nadalje, ogromnu zahvalnost dugujem i kolegama sa Instituta za povrtarstvo u Smederevskoj Palanci na podršci koja mi je pružena u toku pisanja doktorske disertacije za vreme mog zaposlenja na institutu.*

*Ovaj doktorat posvećujem svojim roditeljima i sestrama koji su mi neizmerna podrška i inspiracija u svim mojim ostvarenjima i zbog kojih svaki uspeh daleko više vredi.*

## **PRINOS I KVALITET SMEŠA STOČNOG GRAŠKA I OVSA U ZAVISNOSTI OD FAZE KORIŠĆENJA I PRIHRANE AZOTOM**

**Sažetak:** Jedan od načina da se ublaži negativan uticaj intenzivne poljoprivredne proizvodnje na životnu sredinu i poboljša proizvodnja kabaste stočne hrane jeste združivanje različitih vrsta biljaka. Zbog kratkog vegetacionog perioda, pozitivnog delovanja na zemljište, dobre otpornosti na korove, bolesti i poleganje, stočni grašak i ovas predstavljaju perspektivne vrste za ovaj vid gajenja. Trogodišnje istraživanje je sprovedeno na oglednim poljima Instituta za stočarstvo u Beogradu sa ciljem da se ustanovi produktivnost stočnog graška i ovsa u datim agro-meteorološkim uslovima i pod uticajem različitih tretmana. U okviru različitih tretmana ispitivani su: prihrana mineralnim azotom (0, 40 i 80 kg ha<sup>-1</sup>), setveni odnos stočnog graška i ovsa u smeši (100:15% i 100:30%) sa dva kontrolna useva (čist stočni grašak 100% i čist ovas 100%) i optimalno vreme košenja (faza punog cvetanja i faza formiranja mahuna useva stočnog graška).

Na osnovu prinosa, kompeticijskih odnosa i kvaliteta hraniva ocenjen je uticaj pojedinih tretmana i produktivnost gajenih smeša. U trogodišnjem istraživanjem ustanovljeno je da smeše imaju veću produktivnost po jedinici površine za približno 20% u odnosu na čiste useve. Smeše obezbeđuju veće prinose zelene mase (100:30% - 21 t ha<sup>-1</sup>, 100:15% - 20,2 t ha<sup>-1</sup>, ovas - 19,9 t ha<sup>-1</sup>, stočni grašak - 16,7 t ha<sup>-1</sup>) i suve mase (100:30% - 4,82 t ha<sup>-1</sup>, 100:15% - 4,44 t ha<sup>-1</sup>, ovas - 4,99 t ha<sup>-1</sup>, stočni grašak - 3,17 t ha<sup>-1</sup>) u odnosu na čiste useve. Najveći prinos sirovih proteina ostvaren je kod smeše 100:15% (730 kg ha<sup>-1</sup>), zatim smeše 100:30% (693 kg ha<sup>-1</sup>), stočnog graška (633 kg ha<sup>-1</sup>), pa kod ovsa (456 kg ha<sup>-1</sup>). Kod smeše 100:15% je zabeležen viši sadržaj pravih proteina (9,21%) i svarljivost (64,3%) nego kod smeše 100:30% (8,26% i 60,7%). Kod svih useva najveći prinosi proteina postignuti su sa prihranom od 80 kg N ha<sup>-1</sup> (704 kg ha<sup>-1</sup>) u odnosu na 40 kg N ha<sup>-1</sup> (638 kg ha<sup>-1</sup>) i kontrolu (543 kg ha<sup>-1</sup>). Prihrana azotom ima značajan uticaj i na povećanje prinosa zelene i suve mase. Prosečan prinos suve mase smeša je bio značajno veći u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu. Prinos proteina bio je veći u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu kod smeše 100:15% (761 kg ha<sup>-1</sup>), dok kod smeše 100:30% razlike nisu bile značajne.

Združeno gajenje stočnog graška i ovsa za proizvodnju voluminozne hrane predstavlja superiorniji vid gajenja u odnosu na pojedinačno gajenje ovih vrsta. Primena azota se može smatrati neophodnom, naročito na zemljištima niže plodnosti. Smeša sa setvenim odnosom 100:15% ostvarila je veće prinose sirovih proteina i biomasu veće svarljivosti, dok je smeša 100:30% ostvarila veće prinose biomase. Veći prinos suve mase je bio u fazi formiranja mahuna. Takođe, smeša 100:15% je imala veće prinose proteina u drugoj fazi košenja. Međutim, košenjem u drugoj fazi dobija se stočna hrana niže svarljivosti.

**Ključne reči:** azot, vreme košenja, kvalitet, LER indeks, ovas, prinos biomase, prihrana, sirovi proteini, smeše, stočni grašak

**Naučna oblast:** Biotehničke nauke

**Uža naučna oblast:** Ratarstvo i povrtarstvo

**UDK:** 633.35+633.13]:636.085.2(043.3); 636.085.2:[631.553:631.84](043.3)

## **YIELD AND QUALITY OF FIELD PEAS AND OATS MIXTURES DEPENDING ON THE STAGE OF USE AND NITROGEN FERTILIZER**

**Abstract:** One way to mitigate the negative impact of modern agriculture on the environment and improve the quality of the feeds is by cultivating intercropped plants. With a short vegetation period, a pronounced positive effect on the soil, good resistance to weeds, diseases, and lodging, field peas and oats mixtures represent a promising crops for such cultivation. A three-year research was conducted in the experimental fields of the Institute of Animal Husbandry in Belgrade to examine the productivity of these mixtures in given agro-meteorological conditions, under the influence of different treatments. Within these treatments we have examined: nitrogen fertilizer (0, 40 i 80 kg ha<sup>-1</sup>), sowing ratio of two species in the mixture (100:15% i 100:30%) with two control crops (sole field peas 100% and sole oats 100%) and the most optimal mowing phase (full flowering and full pod formation).

On the basis of yields, competitive relations and feed quality, the influence of individual treatments and the productivity of cultivated mixtures were assessed. A three-year study found that mixtures have a higher productivity per unit area by approximately 20% compared to pure crops. Mixtures provide higher yields of green mass (100:30% - 21 t ha<sup>-1</sup>, 100:15% - 20.2 t ha<sup>-1</sup>, oats – 19.9 t ha<sup>-1</sup>, field peas – 16.7 t ha<sup>-1</sup>), and the dry mass (100:30% - 4.82 t ha<sup>-1</sup>, 100:15% - 4.44 t ha<sup>-1</sup>, oats – 4.99 t ha<sup>-1</sup>, field peas – 3.17 t ha<sup>-1</sup>) compared to pure crops. The highest crude protein yield was achieved with the mixture 100:15% (730 kg ha<sup>-1</sup>), followed by the mixture 100:30% (693 kg ha<sup>-1</sup>), field peas (633 kg ha<sup>-1</sup>), and the lowest with oats (456 kg ha<sup>-1</sup>). The 100:15% mixture had a higher true protein content (9.21%) and digestibility (64.3%) compared to the 100:30% mixture (8.26% and 60.7%). In all crops, the highest protein yields were achieved with 80 kg N ha<sup>-1</sup> (704 kg ha<sup>-1</sup>) compared to 40 kg N ha<sup>-1</sup> (638 kg ha<sup>-1</sup>) and the control treatment (543 kg ha<sup>-1</sup>). Nitrogen fertilizer had a significant impact on increasing the yield of green and dry mass as well. The average dry mass yield was higher in the second mowing phase (4.52 t ha<sup>-1</sup>) than in the first (4.19 t ha<sup>-1</sup>), while the protein content was higher in the first mowing phase (15.7%) compared to the second (14.7%).

Combined cultivation of field peas and oats for the production of fodder feeds has proven to be a superior way of cultivation compared to individual cultivation of these species. Nitrogen application is considered necessary, mainly on soils of lower fertility. The mixture with a sowing ratio of 100:15% achieved higher crude protein yields and higher digestibility biomass, while the mixture with a higher percentage share of oats (100:30%) achieved higher biomass yields. Higher biomass yields were achieved in the full pod formation phase. Higher protein yields were also achieved for the mixture 100:15% in the second mowing phase. However, mowing in the second phase yields biomass with lower digestibility.

**Key words:** nitrogen, mowing phase, feed quality, LER index, oats, biomass yield, fertilisation, crude proteins, mixture, field peas

**Scientific field:** Biotechnical sciences

**Specific scientific field:** Field and vegetable crops

**UDK:** 633.35+633.13]:636.085.2(043.3); 636.085.2:[631.553:631.84](043.3)

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Cilj i značaj istraživanja .....	3
1.2. Osnovne hipoteze .....	4
1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	5
1.3.1. Značaj stočnog graška i ovsa i agroekološki uslovi njihovog gajenja.....	5
1.3.2. Prednosti gajenja leguminoza sa strnim žitima .....	8
1.3.3. Sistemi združivanja useva ( <i>intercropping</i> ).....	10
1.3.4. Prinos biomase i produktivnost smeša stočnog graška i ovsa .....	10
1.3.5. Kvalitet biomase smeša stočnog graška sa strnim žitima .....	19
1.3.6. Odnos morfoloških parametara, parametara prinosa i kvaliteta .....	24
<b>2. MATERIJAL I METOD RADA</b> .....	26
2.1. Lokacija i vreme izvođenja oglada.....	26
2.2. Postavka oglada .....	26
2.3. Ogladni tretmani .....	27
2.4. Prikupljanje uzoraka i hemijska analiza biomase.....	28
2.5. Statističke metode i izračunavanja .....	29
2.6. Agroekološki uslovi tokom izvođenja oglada .....	30
2.7. Postavljanje i izvođenje oglada .....	33
<b>3. REZULTATI I DISKUSIJA</b> .....	36
3.1. Parametri prinosa i kompeticije smeša stočnog graška i ovsa .....	36
3.1.1. <i>Visina stočnog graška</i> .....	36
3.1.2. <i>Broj internodija stočnog graška</i> .....	38
3.1.3. <i>Visina biljaka ovsa</i> .....	39
3.1.4. <i>Broj internodija ovsa</i> .....	41
3.1.5. <i>Udeo stočnog graška u prinosu</i> .....	42
3.1.6. <i>LER indeks za smeše stočnog graška i ovsa</i> .....	46
3.1.7. <i>Indeks agresivnosti stočnog graška u smeši</i> .....	47
3.1.8. <i>Prinos zelene mase smeša stočnog graška i ovsa</i> .....	49
3.1.9. <i>Prinos suve mase smeša stočnog graška i ovsa</i> .....	52
3.2. Parametri kvaliteta suve materija smeša stočnog graška i ovsa.....	56
3.2.1. <i>Sadržaj sirovih proteina</i> .....	56

3.2.2. <i>Prinos sirovih proteina</i> .....	59
3.2.3. <i>Sadržaj pravih proteina</i> .....	62
3.2.4. <i>Sadržaj neproteinskih azotnih materija</i> .....	64
3.2.5. <i>Sadržaj sirove celuloze</i> .....	67
3.2.6. <i>Sadržaj ADF frakcije vlakana</i> .....	68
3.2.7. <i>Sadržaj NDF frakcije vlakana</i> .....	70
3.2.8. <i>Sadržaj sirovih masti</i> .....	72
3.2.9. <i>Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM)</i> .....	74
3.2.10. <i>Sadržaj pepela</i> .....	76
3.2.11. <i>Svarljivost suve materije biomase</i> .....	77
3.3. <i>Odnos morfoloških parametara, parametara prinosa i kvaliteta</i> .....	79
<b>4. ZAKLJUČAK</b> .....	83
<b>5. LITERATURA</b> .....	85
<b>Biografija</b> .....	96
<b>Izjava o autorstvu</b> .....	97



## 1. UVOD

Kabasta hraniva imaju nezamenjivu ulogu u ishrani preživara, jer obezbeđuju biljna vlakna neophodna za procese varenja. Gajenjem krmnih useva neophodno je da se obezbedi visok prinos biomase, što povoljniji hemijski sastav i zadovoljavajući sadržaj proteina kako bi se ostvarili najbolji rezultati kod životinja koje gajimo. U Srbiji se za proizvodnju kabaste hrane najčešće koriste vrste iz porodica *Poaceae* i *Fabaceae*, odnosno trave i leguminoze, koje mogu biti poreklom sa oranica ili travnjaka (livade i pašnjaci). Vrste iz ovih porodica se razlikuju prema hranljivim vrednostima i ne koriste se podjednako u ishrani, pa su jedne više zastupljene u proizvodnji, a druge manje. Najzastupljenija je proizvodnja silaže od silažnog kukuruza i seno od lucerke i deteline ili travnih smeša sa livada i pašnjaka.

Trenutno stanje u proizvodnji krmnih useva u Srbiji ukazuje na značajno smanjenje površina pod glavnim proteinskim vrstama kao što su lucerka i detelina. U proteklih pet decenija površine pod ovim vrstama smanjene su za preko 100.000 ha (**Statistički godišnjak SR Srbije, 1970-2020**). Kao uzrok promena navodi se izraženo smanjenje stočnog fonda na teritoriji Srbije, a predviđa se dalje smanjenje proizvodnih površina lucerke i deteline u korist drugih vrsta (**Mandić i sar., 2019**). Ostali značajni izvori kabaste hrane kao što su livade i pašnjaci takođe beleže pad u proizvodnji i kvalitetu (**Simić i sar., 2016**). Stanje u Srbiji nije tipično samo za našu zemlju već se nedostatak proteinskih hraniva beleži i u drugim evropskim zemljama, koje ih većim delom uvoze (**Borreani i sar., 2006; Henseler i sar., 2013; Neuschwandtner i sar., 2021**).

Manjak proteinskih hraniva nije jedini izazov današnje stočarske i ratarske proizvodnje. Intenzivnom primenom hemijskih sredstava za zaštitu biljaka, velikih količina mineralnih đubriva i učestalom primenom mehanizacije došlo je do izražene erozije, zagađenja okoline i značajnog pada plodnosti zemljišta na globalnom nivou. U mnogim zemljama Evrope beleži se značajan pad u kvalitetu zemljišta, a poljoprivreda se navodi kao jedan od glavnih uzročnika ovih promena (**Vitro i sar., 2015**). Domaća istraživanja ukazuju da je za svega nekoliko decenija u Vojvodini zabeležen veliki pad sadržaja humusa, pri čemu se oko 40% ispitanog zemljišta smatra slabo humuzno (**Sekulić i sar., 2010**).

Da bi se povećala hranljiva vrednost kabastih hraniva i smanjio negativan uticaj savremene ratarske proizvodnje, neophodno je povećati gajenje ostalih perspektivnih krmnih vrsta i primeniti sisteme gajenja sa pozitivnim uticajem na zemljište i okolinu. Jedna od vrsta sa visokim potencijalom za ovakve namene jeste grašak, odnosno podvrsta stočni grašak (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L. Poir). Čisti usev stočnog graška, a naročito njegovo združeno gajenje sa strnim žitima može biti značajan izvor proteinskih kabastih hraniva za preživare, uz istovremeno višestruko pozitivno delovanje na zemljište i samu proizvodnju.

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**). Potreba za združivanjem useva se javila u cilju uštede vremena, prostora i resursa i smatra se jednim od prvobitnih sistema gajenja kod organizovane proizvodnje (**Oljača, 1998**). Ovaj vid gajenja u zapadnim zemljama dobija širu primenu početkom dvadesetog veka (**Lithourgidis i sar., 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**).

Združeno gajenje (eng. *Intercropping*) sve više dobija na značaju kao način za prevazilaženje pomenutih problema. U osnovi ima za cilj povećanje raznovrsnosti i stabilnosti agro-

ekosistema i održivosti prirodnih resursa (**Kamalongo i Cannon, 2020**). Združivanje useva se praktikuje u ratarstvu, povrtarstvu, proizvodnji kabaste stočne hrane, organskoj proizvodnji, proizvodnji lekovitog i začinskog bilja i agro-šumarstvu. Prema **Kovačević (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.

Međutim, združeno gajenje useva nije raširen način gajenja jer nema razvijenih adekvatnih sredstava za zaštitu biljaka, selekcionisanih genotipova za združeno gajenje i adekvatne mehanizacije (**Dolijanović i sar., 2015**).

U proizvodnji kabaste hrane najčešće se združuju različite vrste vijuka, ljuljeva, potom ježevica i mačiji rep sa lucerkom ili različitim vrstama detelina, žutim zvezdanom i esparzetom. 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.

## 1.1. Cilj i značaj istraživanja

Proizvodnja kvalitetne kabaste hrane, bogate proteinima zahteva uvođenje i gajenje perspektivnih vrsta biljaka u cilju smanjenja potrebe za uvoznim, proteinskim hranivima i unapređenja govedarske, ovčarske i kozarske proizvodnje. Iako je u širem smislu glavni cilj združenog gajenja različitih useva briga o okolini i očuvanje prirodnih resursa, veliki broj istraživanja ukazuje na značajan potencijal smeša strnih žita i leguminoza za postizanje visokih prinosa krme dobrog kvaliteta.

Ciljevi istraživanja su da se ispita:

- uticaj združivanja useva stočnog graška i ovsa na parametre prinosa i kvaliteta dobijene biomase;
- uticaj različitog setvenog odnosa (različitog udela dve vrste u setvenoj normi) na parametre prinosa i kvaliteta dobijenog hraniva;
- uticaj vremena (faze) košenja na prinos i kvalitet dobijenog hraniva;
- uticaj primene azota na prinos i kvalitet dobijenog hraniva u odnosu na đubrene i neđubrene smeše i pojedinačno gajene useve;
- značaj interakcija ispitivanih faktora na prinos i kvalitet krme i pronalaženje njihovog najpovoljnijeg odnosa;

Na osnovu dobijenih rezultata ustanoviće se opravdanost gajenja smeša stočnog graška i ovsa na području Beograda, u cilju širenja areala gajenja perspektivnih krmnih useva za ove i slične zemljišno-klimatske uslove.

## 1.2. Osnovne hipoteze

Osnovne hipoteze na kojima se zasniva istraživanje su:

- združeno gajenje stočnog graška i ovsa trebalo bi da poveća prinos smeša u odnosu na pojedinačno gajene useve;
- različit setveni udeo (odnos dve vrste u smeši) ispoljiće određeni uticaj na prinos i kvalitet krme;
- različito vreme (faza) košenja imaće uticaja na kvalitet dobijenog hraniva;
- različite količine primenjenog azota ispoljiće uticaj na prinos i kvalitet krme;
- gajenje stočnog graška i ovsa trebalo bi da obezbedi zadovoljavajući kvalitet kabaste stočne hrane na datoj lokaciji i datim agro-meteorološkim uslovima, kao i regionima sa sličnim agroekološkim uslovima.

## 1.3. Pregled dosadašnjih istraživanja

### 1.3.1. Značaj stočnog graška i ovsu i agroekološki uslovi njihovog gajenja

#### **Grašak**

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<sup>o</sup> južne geografske širine do 67<sup>o</sup> severne geografske širine. Spada u jednu od najčešće gajenih jednogodišnjih leguminoza, a naročito u regionima umerene klime (Mikić i sar., 2007). U ishrani ljudi se koristi nedozrelo ili fiziološki zrelo zrno, mlade mahune i mladi listovi za pravljenje različitih jela.

Grašak je predstavnik porodice *Fabaceae*, roda *Pisum*. Izvori ukazuju na postojanje jedne vrste, *Pisum sativum*, koja se dalje deli na ostale podvrste (Smartt, 1976; Cousin, 1997; Zeven i Zhukovsky, 1975). Podvrste koje se najčešće koriste u ishrani životinja i ljudi jesu stočni (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L. Poir) i povrtarski grašak (*Pisum sativum* ssp. *hortense*). Pored pomenutih nalaze se i druge podvrste, kao što su *Pisum sativum* ssp. *abyssinicum*, ssp. *jomardi*, ssp. *syriacum*, ssp. *elatius* (Zeven i Zhukovsky, 1975), ali one nemaju širi ekonomski značaj.

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 krmne i kose u fazama od početka cvetanja do formiranja mahuna (Mikić i sar., 2003), a proteinski tipovi su pogodni za pravljenje koncentrovane hrane od zrna (Mikić i sar., 2006). U dostupnom sortimentu mogu se naći i kombinovani tipovi koji se mogu gajiti za proizvodnju kabaste hrane i za proizvodnju zrna.

Grašak vodi poreklo sa Bliskog Istoka, dok se Mediteran i Afrika (Abisinija) smatraju sekundarnim centrom porekla (Zeven i Zhukovsky, 1975). Prema određenim izvorima učestalo gajenje graška na području Bliskog Istoka počinje u 6. ili 7. veku pre nove ere (Smartt, 1990; Erskine i sar., 1994), a Zohary i Hopf, (2000) navode period od 10 000 godina p.n.e. Širenje po Evropi odvija se preko područja današnje Turske gde tragovi ukazuju na učestalo gajenje u periodu od 6. veka p.n.e (Erskine i sar., 1994). Arheološki nalazi dalje ukazuju da se grašak zajedno sa sočivom, sastricom, grahoricom širio u ostale delove Evrope prateći tok reke Dunav (Mikić i sar., 2009). Najraniji nalazi gajenja graška u Evropi zabeleženi su u Bugarskoj 6. vek p.n.e. (Marinova i Popova, 2008), Nemačkoj 5.-6. vek p.n.e (Rösch, 1998), Francuskoj 5. vek p.n.e. (Bakels, 1999) i Švajcarskoj 4. vek p.n.e. (Brombacher, 1997).

Površine pod graškom na globalnom nivou dostižu 20 miliona hektara sa trendom stalnog rasta. Najveći proizvođači su Kanada, Rusija, Francuska, Kina, Indija, Ukrajna, Austrija i Nemačka (FAO, 2020).

U Srbiji je proizvodnja stočnog graška sve manja. Uzgaja se za različite namene, sa prosečnim prinosom zrna od 2,5 t ha<sup>-1</sup> (Karagić i sar., 2010). Podaci u 2020. godini pokazuju da se oranične krmne vrste u Srbiji gaje na oko 240 000 ha. Od ukupnih površina pod oraničnim krmnim usevima, jednogodišnje krmne leguminoze se gaje na 30 000 ha (Karagić i sar., 2011). Zvanična statistika Srbije ne beleži površine pod stočnim graškom. Prema starijim izvorima svi tipovi graška se kod nas gaje na površinama od 30 000 do 35 000 ha, dok površine pod graškom za proizvodnju

krme zauzimaju oko 5 000 ha (Mihailović i sar., 2010). Prosečan prinos zelene mase po hektaru se kreće od 30 do 40 t ha<sup>-1</sup> (Mikić i sar., 2005; Mikić i sar., 2012). Za razliku od nižih predela Srbije, grašak za krmu na brdsko-planinskom području se gotovo i ne gaji.

Zrno stočnog graška je važna komponenta koncentrovanih hraniva zbog svoje velike svarljivosti, visokog sadržaja kvalitetnih proteina (Mikić i sar., 2006), povoljnog odnosa ugljenih hidrata i vitamina. Ima nizak sadržaja antinutritivnih materija zbog čega prethodna termička obrada nije neophodna (Mikić i sar., 2006). Sveže zrno sadrži C, B, B3 i E vitamine, karoten, značajne količine beta karotena, luteina i zeaksantina (Stjepanović i sar., 2012). Stočni grašak kao kabasto hranivo može obezbediti visokokvalitetnu krmu bogatu proteinima i mineralima (Kadžiulienė i sar., 2011), a prema Vasiljević i sar. (2016) njihov sastav se može meriti sa sastavom proteina kod lucerke.

Ova vrsta ima izrazito povoljno delovanje na zemljište na kojem se gaji. Koren prodire u dubinu do jednog metra i svojim mehaničkim delovanjem povoljno deluje na strukturu zemljišta. Zbog simbiotske veze sa azotofiksatorima, grašak u toku vegetacionog perioda može da fiksira od 37 do 84 kg N ha<sup>-1</sup> (McCauley i sar., 2012; Hossain i sar., 2016). Istraživanja Geijersstam i Mårensson (2007) i Chapagain i Riseman (2014) ukazuju da se određene količine azota mogu preneti sa stočnog graška na druge vrste u smeši (eng. *N-transfer*). Isti fenomen zabeležen je i kod drugih leguminoza gajenih sa strnim žitima (Bedoussac i sar., 2015; Thilakarathna i sar., 2016; Shao i sar., 2020). Deo tako fiksiranog azota, ukoliko se stočni grašak gaji kao pojedinačan usev, može koristiti naredni usev u vidu rezidua nakon žetve. Prema Beckie i sar. (1997) količina azota koja ostaje u zemljištu nakon gajenja stočnog graška u monokulturi je 25 kg ha<sup>-1</sup>, dok drugi autori navode da količina može biti i do 63 kg ha<sup>-1</sup> (Stevenson i sar., 1997).

Stočni grašak je otporan na niske temperature, klijanci mogu podneti i do -20 °C (Shereena i Salim, 2006; Prusiński, 2016). Visoke temperature iznad 32 °C ne pogoduju stočnom grašku za proizvodnju zrna jer dovode do opadanja cvetova, opadanja mahuna, formiranja manjeg broja zrna po mahuni i mase 1000 zrna što smanjuje prinos zrna. Sa druge strane, stočni grašak za krmu se najčešće kosi pre nastupanja visokih letnjih temperatura.

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 i sar., 2011; Podgórska-Lesiak i Sobkowcz, 2013).

## **Ovas**

Rod *Avena* se još od davnina raširio na nekoliko kontinenata, a izvornim centrima smatraju se srednja i zapadna Evropa, istočna i jugoistočna Azija i Afrika. S obzirom da ovaj rod obuhvata veliki broj divljih vrsta, nije jasno utvrđeno poreklo gajenog ovsa, ali se smatra da je nastao od *Avena sterilis* L. (Zeven i Zhukovsky, 1975). Ovas je najrašireniji u predelima hladnije klime, najviše se gaji u Evropi sa 62,3% ukupne svetske proizvodnje. Vodeće zemlje po proizvodnji ovsa su Rusija, Kanada, SAD, Poljska, Australija, Finska i Nemačka (FAO, 2020). U proteklih deset godina u svetu se primećuje trend rasta površina pod ovsem i njegovog prinosa. Međutim, u Srbiji je prisutan suprotan trend i beleži se smanjenje prinosa i površina na kojima se gaji ovas. Površine pod ovsem u Srbiji su oko 17 000 ha, sa ukupnom proizvodnjom od 52 000 tona zrna i prosečnim prinosom oko 3 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2020).

Ovas (*Avena sativa* L.) ima široku primenu u ishrani ljudi i životinja. Adaptiran je na različite klimatske i zemljišne uslove, dobro se uklapa u plodored i dobro potiskuje korove u toku vegetacionog perioda. Od ovasa se koriste svi nadzemni delovi. Zrno u vidu ovsenih pahulja se koristi u ishrani ljudi za spremanje različitih kaša i lakih obroka, a samleveno za kombinovanje sa brašnom ostalih strnih žita, koje se koristi za pravljenje različitih pekarskih proizvoda (**Glamočlija, 2012**). U ishrani domaćih životinja se koristi fiziološki zrelo zrno za pravljenje koncentrovane stočne hrane visokog kvaliteta, a ishrana ovsem posebno je pogodna u ishrani konja. Cela biljka, košena najčešće u mlečnoj fazi zrelosti, koristi se kao voluminozna stočna hrana, u svežem stanju ili u vidu sena. Žetveni ostaci se mogu zaorati u cilju poboljšanja karakteristika zemljišta ili se koristiti kao slama.

Ovas se ubraja u strna žita i najčešće se koristi u kombinaciji sa leguminozama za proizvodnju kabaste hrane. Gajen kao krmni usev brzo raste i proizvodi zadovoljavajuće količine krme u kratkom roku od 60-70 dana (**Bilal i sar., 2015**). Posebna prednost ovasa, kao krmnog useva, nalazi se u njegovoj skromnosti prema uslovima gajenja. Dobro podnosi manje plodna zemljišta i tolerantan je na veću kiselost zemljišta (**Đalović i sar., 2010**). Zbog visoke tolerancije na različite uslove gajenja, ovas se često koristi kao test biljka i u eksperimentalnim uslovima daje najbolje rezultate na najkvalitetnijim zemljištima kao što je černozem (**Dželetović i Mihajlović, 2017**). Dosta se koristi za proizvodnju kabaste hrane putem združenih useva. Kao komponenta smeše ima veći uticaj na povećanje prinosa zelene i suve mase i poboljšava hemijska svojstva hraniva povećavajući mu energetska vrednost (**Blagojević, 2017**). Njegovo uspravno stablo pruža potporu i oslonac za biljke stočnog graška u združenom usevu i smanjuje njegovo poleganje. Silaža smeše strnog žita i stočnog graška je boljeg kvaliteta od silaže pravljenе samo od stočnog graška koji se kao i druge legumioze teže silira usled visokog pufnog kapaciteta (**Pursiainen i Touri, 2008**). Gajenjem stočnog graška sa ovsem proces siliranja se može znatno olakšati s obzirom da ovas, kao i druga strna žita, ima visok sadržaj fermentabilnih materija neophodne za procese fermentacije i siliranja.

### ***Agroekološki uslovi gajenja stočnog graška i ovasa***

Stočni grašak i ovas predstavljaju tolerantne vrste u pogledu kvaliteta zemljišta na kojima se gaje, ali se najbolji rezultati postižu na dubokim i plodnim zemljištima dobre strukture i vodno-vazdušnog kapaciteta (70% relativne vlažnosti). Njihove smeše se mogu sejati i na lakšim peskovitim zemljištima, uz uslov da imaju odgovarajuću vlagu. Kiselost zemljišta koja pogoduje grašku iznosi od 6 do 6,5 (**Lešić i sar., 2002**). **Stjepanović i sar. (2012)** navode da grašak za proizvodnju krme daje stabilne prinose u većem rasponu pH vrednosti (od kiselih do alkalnih sredina), dok grašak za zrno na neutralnom zemljištu.

Stočni grašak i ovas kao vrste zahtevaju dosta vode u toku rastenja i razvića. Grašak može da podnese kraće periode suše, a najveće potrebe za vodom ima u fazi butonizacije, cvetanja i oplodnje. Karakteriše ga koren dobre usisne moći i u stanju je da usvaja vodu sa većih dubina. Nedostatak vode kod ovasa može dovesti do usporenog rastenja i razvića, što se odražava na sam prinos. Nijednoj vrsti ne odgovara prevelika vlažnost, a pogotovo ne jake kiše i dugi kišni periodi, jer kod graška dolazi do izraženog poleganja, dok kod ovasa može doći do pojave gljivičnih oboljenja.

U pogledu temperature minimalna temperatura za klijanje ovasa je od 1-2 °C, a graška 2-4 °C. Previsoke temperature su nepovoljne za ove useve. Kod ovasa može doći do toplotnog udara, a kod graška se skraćuje vegetacioni period i dolazi do prekidanja procesa oplodnje. Najtopliji mesec

u godini je jul. Ovaj mesec može biti ekstremno u pogledu visokih temperatura i suše, međutim, usevi stočnog graška i ova su spremni za žetvu znatno ranije, zato je verovatnoća mala da će usevi ući u ovaj nepovoljan period. Period kada se stočni grašak najčešće kosi je kraj maja i početak juna. Mesec jun takođe može imati visoke temperature što se mora uzeti u obzir prilikom kosidbe stočnog graška u određenim fazama rastenja i razvića, jer visoke temperature znatno ubrzavaju proces zrenja.

### 1.3.2. Prednosti gajenja leguminoza sa strnim žitima

Leguminoze predstavljaju neizostavnu komponentu u savremenoj poljoprivredi i njihova direktna korist je višestruka. Pored važne uloge u ishrani domaćih životinja i čoveka, gajenjem leguminoza se ostvaruje i višestruka korist za zemljište, okolinu i samu poljoprivrednu proizvodnju.

Vrste iz porodice *Fabaceae* i *Poaceae* se prvenstveno združuju u cilju dobijanja visokih prinosa biomase balansirano hemijskog sastava, jer su *Fabaceae* bogatije proteinima, a *Poaceae* ugljenim hidratima. Jednogodišnje leguminoze gajene kao pojedinačni usevi za proizvodnju kabaste hrane ne mogu obezbediti dovoljne količine energije u ishrani, pa je neophodno koristiti dodatna hraniva. Da bi se korigovao ovaj aspekt jednogodišnjih leguminoza, najčešće im se dodaju strna žita. Ostale važne prednosti koje su vezane za gajenje travno-leguminoznih smeša su:

- 1) često veći prinos biomase i proteina u odnosu na pojedinačno gajene useve (**Rauber i sar., 2001; Iqbal i sar., 2006; Ahmad i sar., 2007; Dordas i sar., 2012; Sukhdev, 2012; Krga i sar., 2016a**),
- 2) stabilna proizvodnja i ujednačenost prinosa (**Lithourgidis i sar., 2006, 2007; Neugschwandtner i sar., 2021**),
- 3) efikasnije usvajanje azota zahvaljujući međusobnoj stimulaciji vrsta (**Hauggaard-Nielsen i sar., 2008; Nyfeler i sar., 2011**),
- 4) dobijanje stočne hrane sa izbalansiranim odnosom pojedinih grupa hranljivih materija, proteina, ugljenih hidrata, minerala i vitamina (**Chapko i sar., 2013**),
- 5) bolja iskorišćenost hraniva iz zemljišta (**Li i sar., 2001; Dhima i sar., 2007**),
- 6) veći sadržaj azota u žetvenim ostacima, u poređenju sa čistim usevima (**Neugschwandtner i Kaul, 2015**),
- 7) smanjenje štete nastale od strane bolesti, štetočina i smanjena zakorovljenost (**Banik i sar., 2006; Vasilakoglou i sar., 2008; Gronle i sar., 2014; Gronle i sar., 2015**),
- 8) pozitivno delovanje na zemljišne mikroorganizme (**Zhao i sar., 2015**) i
- 9) bolja dinamika ugljen-dioksida i azota u zemljištu (**Oelbermann i Echarte, 2011; Dyer i sar., 2012**),
- 10) efikasniji proces siliranja kod leguminoza (**Đorđević i sar., 2010**),
- 11) prevencija određenih oboljenja kod životinja, kao što je oboljenje tetanija koje često nastaje kao posledica konzumiranja hraniva sa niskim sadržajem magnezijuma, odnosno leguminoza (**Arnold i Lehmkuhler, 2014**).



Kabasta leguminozna hraniva predstavljaju značajan izvor proteina u ishrani preživara, međutim, ovi proteini se u procesu fermentacije intenzivno razgrađuju u buragu što znatno smanjuje njihovu iskorišćenost. **Stojanović i sar. (2020)** ističu da kombinovanje leguminoza i trava može imati pozitivan uticaj na ovaj proces, te smanjiti razgradljivost sirovih proteina poreklom od leguminoza.

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 jako je izražena prilikom primene azotnog đubriva i kada količine u zemljištu prevazilaze potrebe biljaka (**Smith i Conen, 2004**). Tako u slučaju useva stočnog graška sa minimalnom primenom azotnog hraniva, emisija azot-suboksida na godišnjem nivou iznosi  $0,65 \text{ kg ha}^{-1}$ . Vrednosti drugih leguminoza se nalaze u sličnom rasponu sa izuzetkom soje ( $1,58 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$ ) i lucerke ( $1,99 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$ ). Svakako da se najveća emisija ispoljava kod vrsta kod kojih se najviše koristi azotno hranivo i u proseku može iznositi od  $2,72 \text{ kg ha}^{-1}$  kod kukuruza do  $4,49 \text{ kg ha}^{-1}$  kod travnjaka sačinjenih od vrsta iz familije *Poaceae* (**Jensen i sar., 2012**). Niska emisija azot-suboksida zrnastih leguminoza u poređenju sa pšenicom i šećernom repom zabeležena je u istraživanju **Jeuffroy i sar. (2013)**. Gajenjem leguminoza može se znatno smanjiti emisija ovog gasa, jer je i sama potreba za azotnim hranivom snižena u odnosu na druge gajene vrste.

Transfer azota od strane leguminoza ka drugim vrstama u značajnoj meri doprinosi proizvodnji travno-leguminoznih smeša, jer se smanjuje potreba za primenom azotnog hraniva (**Purnamawati i Schmidtke, 2003; Chu i sar., 2004; Xiao i sar., 2004; Li i sar. 2009; Frankow-Lindberg i sar., 2013**). Posebno je združivanje trava i leguminoza pogodno na zemljištima sa niskim sadržajem azota (**Monti i sar., 2016**).

Prednosti združivanja stočnog graška i ovsa, pored prednosti koje su karakteristične za združeno gajenje leguminoza i trava ili strnih žita, ogledaju se i u tome što obe vrste dobro podnose ograničene uslove gajenja. Posebno je preporučljivo združivanje ovih useva na siromašnim zemljištima sa niskim sadržajem azota gde se najbolje ispoljava povećanje prinosa (**Carr i sar., 2004; Hauggaard-Nielsen i sar., 2009**). Stočni grašak gajen sa različitim strnim žitima efikasnije iskorišćava resurse potrebne za rastenje i razviće, i do 23-26%, u odnosu na pojedinačno gajene useve (**Pellicanò i sar., 2015**). Zbog kratkog vegetacionog perioda proizvodnja smeša stočnog graška i ovsa može biti dobra zamena za višegodišnje krmne useve onda kada uslovi za njihovu proizvodnju nisu odgovarajući. Prilikom njihove proizvodnje usevi su spremni za žetvu u relativno kratkom roku (dva do dva i po meseca) i nakon žetve ostaje dovoljan period povoljnih uslova za gajenje naknadnih useva. Pored gajenja smeša stočnog graška i ovsa za dobijanje kabastog hraniva, pokazalo se da ove smeše mogu biti i izvanredni pokrovni usevi sa višestrukim pozitivnim delovanjem u proizvodnji kukuruza (**Janošević i sar., 2017**).

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**). **Šarūnaite i sar. (2012)** ukazuju da su smeše stočnog graška i ovsa bolje u borbi protiv korova u odnosu na smeše gde je stočni grašak gajen sa pšenicom, tritikaleom ili ječmom.

Smeše stočnog graška i ovsa ostvarile su veći sadržaj proteina nego smeše stočnog graška ili grahorice sa tritikaleom, pšenicom, ječmom i raži (**Lauriault i Kirksey, 2004**). U istraživanjima **Carr i sar. (2004), Dordas i sar. (2012)** i **Vann i sar. (2019)** ustanovljeno je da smeše stočnog graška i ovsa ostvaruju više prinose suve materije i veću produktivnost u odnosu na smeše stočnog graška i drugih strnih žita, dok **Peltonen-Sainio i sar. (2017)** ističu da stočni grašak pozitivno utiče na parametre prinosa ovsa.

### 1.3.3. Sistemi združivanja useva (*intercropping*)

Plansko sastavljanje smeša je nastalo polovinom 20. veka i temelje ove metodologije postavili su **De Wit (1960)** i **De Wit i van der Bergh (1965)**. Od trenutka kada združivanje postaje deo naučnog interesovanja formiraju se dva osnovna modela, aditivni (*additive series*) i metod zamenjujućih serija (*replacement series*). Poslednjih decenija na značaju dobija i sistem suseda (*neighbour design*) (**Park i sar., 2003**). U proizvodnji kabaste stočne hrane od leguminoza i strnih žita ili trava najčešću primenu imaju aditivni i zamenski način združivanja.

Zamenski način združivanja podrazumeva sastavljanje smeša tako da je suma setvenih udela uvek konstantna (100%), a unutar sume setveni udeo se menja između samih useva (npr. A75%:B25%; A50%:B50%; A25:B75%) (**Jolliffe, 2000**). Prema **Dolijanović (2008)** ovaj način združivanja se primenjuje u cilju određivanja konkurentnije vrste u smeši kao i razumevanja prirode interakcija između vrsta u smeši. Kod ovog metoda otežano je ustanoviti intra- i interspecijske kompeticije kao i razlike između nulte i maksimalne kompeticije.

U slučaju aditivnog metoda gustina glavnog useva je uvek konstantna dok se drugi, potporni usev nalazi u manjem odnosu (npr. A100%:B15%; A100%:B25%; A100%:B35%). S obzirom da se promene kod useva „A“, koja ima konstantnu gustinu, mogu proučavati kao posledica u promeni gustine useva „B“, postoji i mogućnost proučavanja interspecijske kompeticije, ali ne i intraspecijske kompeticije (**Bybee-Finley i Ryan, 2018**). Sa aspekta proizvodnje združenih useva, aditivni način se primenjuje radi utvrđivanja najoptimalnijeg odnosa vrsta u smeši koji neće dovesti do interspecijske kompeticije. Glavni usev u smeši (100%) ne treba da trpi pritisak drugog useva, koji se dodaje u cilju poboljšanja prinosa i kvaliteta prvog useva (**Dolijanović, 2008**). Kao jedan od nedostataka ovog metoda navodi se potreba za većom količinom semena, jer je i gustina useva kod aditivnog metoda veća nego gustina kod zamenskog metoda. Međutim, postoji veliki broj modela i formula na osnovu kojih se može ustanoviti opravdanost većih količina semena kao i gajenja useva sastavljenih aditivnom metodom.

Obe metode imaju svoje prednosti i nedostatke, zato se njihovo korišćenje mora sprovesti u skladu sa ciljem gajenja. U ovom istraživanju proizvodnog tipa, stočni grašak predstavlja glavni usev gajenja, a ovas predstavlja potpornu vrstu koja ima za cilj da koriguje prinos, poveća energetska vrednost hraniva i mehaničkim putem smaji poleganje. Na osnovu tih razloga aditivni model se smatrao pogodnijim za sastavljanje smeša u našem istraživanju.

### 1.3.4. Prinos biomase i produktivnost smeša stočnog graška i ovasa

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 ovsem se najčešće gaji kao ozimi usev, međutim, zbog brojnih faktora setvu nije moguće izvesti u optimalnom roku, što odlaže setvu za rano proleće. Iz tog razloga važno je ustanoviti i potencijal ovih smeša u prolećnoj setvi.

Dosadašnja istraživanja ukazala su da prinosi smešta stočnog graška i strnih žita u ozimjoj setvi često nadmašuju prinose istih useva u prolećnoj setvi. Jare sorte stočnog graška koje se gaje na prostorima Srbije mogu proizvesti 30-31 t ha<sup>-1</sup> zelene krme, odnosno 7 t ha<sup>-1</sup> suve mase, dok ozime sorte mogu proizvesti 35 t ha<sup>-1</sup> zelene krme i 9 t ha<sup>-1</sup> suve mase (**Mikić i sar., 2012**). Autori navode da je uzrok razlika u prinosu veća otpornost na niske temperature u slučaju ozimih sorti. Usevi su

gajeni na karbonatnom černozeu, u uslovima kontinentalne klime ravničarskog područja i košeni u fazi između punog cvetanja i početka formiranja mahuna.

Prosečan prinos zelene i suve mase jarih linija i sorti stočnog graška u severoistočnoj Hrvatskoj iznosio je 27 i 28 t ha<sup>-1</sup>, odnosno 5,4 i 4,7 t ha<sup>-1</sup> (**Krizmanić i sar., 2017**). Usevi su gajeni na zemljištu tipa eutrični kambisol sa 1,8-2% humusa i blago kiselom reakcijom, i đubreni sa 250 kg đubriva NPK formulacije 7:20:30 i 100 kg ha<sup>-1</sup> uree. Košenje je izvedeno u fazi punog cvetanja.

Na severu Italije, prinos suve mase stočnog graška inokulisanog sa azotofiksatorima, na blago kiselom aluvijumu, bio je niži pri košenju u fazi završetka cvetanja (3,65 t ha<sup>-1</sup>) nego u fazi formiranja mahuna (5,07 t ha<sup>-1</sup>) (**Borreani i sar., 2006**).

U Turskoj su postignuti prinosi preko 26 t ha<sup>-1</sup> zelene mase i oko 5 t ha<sup>-1</sup> suve mase, uz minimalni utrošak đubriva (30 kg N ha<sup>-1</sup> i 50 kg ha<sup>-1</sup> P) (**Türk i sar., 2011**). Uslovi u kojima je izveden ogled obuhvataju mediteranski deo Turske sa glinovito ilovastim tipom zemljišta i prosečnom sumom padavina za period gajenja od 208 mm i prosečnom temperaturom 12,8 °C. U sličnim agro-meteorološkim uslovima gajenja, na drugom lokalitetu na području Turske, prinosi suve mase kreću se od 2 do 3 t ha<sup>-1</sup> u fazi formiranja mahuna, do preko 8 t ha<sup>-1</sup> suve mase u fazi formiranja zrna u zavisnosti od sorte ili tipa stočnog graška (afila ili standardan tip) (**Aşci i sar., 2015**).

Značajne razlike prinosa u navedenim istraživanjima svakako su posledica različitih uslova gajenja i drugih faktora proizvodnje. Iz toga proističe neophodnost proučavanja stočnog graška i ova za svaki novi lokalitet na kojem se gaje.

Prinos zelene i suve mase ova često nadmašuje prinose stočnog graška, što je zabeleženo i kada se stočni grašak gaji sa drugim strnim žitima (**Pereira-Crespo i sar., 2010; Dordas i sar., 2012; Uzun i Asik, 2012; Kocer i Albayrak, 2012; Pellicanò i sar., 2015; Vasiljević i sar., 2016; Vasiljević i sar., 2021**). Viši prinosi strnih žita mogu se kretati od 10 do 20%, a u određenim uslovima mogu biti i duplo viši u odnosu na prinos stočnog graška (**Kocer i Albayrak, 2012**). Ovo ukazuje na veliki potencijal strnih žita da koriguju prinose stočnog graška, povećaju iskorišćenost površine i resursa u proizvodnji ovog useva.

Smeše strnih žita sa stočnim graškom takođe nadmašuju prinose pojedinačno gajenog stočnog graška (**Rauber i sar., 2001; Carr i sar., 2004; Pereira-Crespo i sar., 2010; Dordas i sar., 2012; Sukhdev, 2012; Šarūnaite i sar., 2012; Uzun i Asik, 2012; Kocer i Albayrak, 2012; Pellicanò i sar., 2015; Krga i sar., 2016a; Vasiljević i sar., 2016; Vasiljević i sar., 2021**).

U istraživanju **Dordas i sar. (2012)**, prinos suve mase smeša stočnog graška i ova i stočnog graška i ječma iznosi 11,7 t ha<sup>-1</sup> i 11 t ha<sup>-1</sup>, dok prinos pojedinačno gajenog stočnog graška, ova i ječma iznosi 10,3 t ha<sup>-1</sup>, 11,3 t ha<sup>-1</sup> i 13 t ha<sup>-1</sup> po redu. U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)** prosečni prinosi suve mase smeša stočnog graška i ova i stočnog graška i ječma iznose 10,6 t ha<sup>-1</sup> i 9,9 t ha<sup>-1</sup>, dok prinos pojedinačno gajenog stočnog graška, ova i ječma 6,6 t ha<sup>-1</sup>, 13,5 t ha<sup>-1</sup> i 12,8 t ha<sup>-1</sup>.

### ***Uticao azotne prihrane na stočni grašak i njegov prinos***

U savremenoj poljoprivrednoj proizvodnji primena đubriva je neizostavna agrotehnička mera. Učestalim gajenjem biljaka na nekom zemljištu prinosom se iznose značajne količine hranljivih materija što nakon dužeg perioda dovodi do osiromašenja zemljišta. Radi očuvanja plodnosti zemljišta iznete hranljive materije je neophodno nadoknaditi, kako bi naredni usevi

ostvarili svoj pun potencijal. Sistemi đubrenja, količine i vrste đubriva koje će se primeniti zavise od tipa zemljišta i njegove prirodne plodnosti, gajene vrste, prethodno gajene vrste, planiranih prinosa i sredstava kojima raspolažemo.

Korišćenje azota u ishrani leguminoza i u okviru njih stočnog graška predstavlja kompleksnu problematiku. Ovo je naročito izraženo kod leguminoza koje se gaje sa strnim žitima zbog njihove izražene reakcije i visokih potreba prema ovom hranivu. Prekomerno korišćenje azota može imati višestruko negativno dejstvo na useve i proizvodnju zbog mogućeg negativnog delovanja na bakterije azotofiksatore, favorizovanja travne komponente u smeši, gubitaka azota, zagađenja okoline i povećanja troškova proizvodnje. U cilju zaštite okoline, čuvanja zemljišta kao resursa, racionalizacije sredstava kojima raspolažemo i postizanja najoptimalnijih rezultata, važno je ustanoviti optimalne količine azota u prihrani smeša stočnog graška i ovsa.

Primena azota u smešama zahteva posebnu pažnju i zbog sposobnosti azotofiksacije kod leguminoza. Stočni grašak simbiozom može obezbediti od 30 do 80 kg N ha<sup>-1</sup> (McCauley i sar., 2012; Hossain i sar., 2016), što predstavlja 30-80% njegovih potreba za ovim elementom. Prekomerna prihrana azotom može dovesti do toksičnog nivoa nitrata u biomasi (Chen i sar., 2004), što može izazvati oboljenja kod životinja. Strna žita su često kompetitivnija u odnosu na stočni grašak zbog veće potrebe za azotom i bržim rastom žiličastog korenovog sistema (Lithourgidis i sar., 2011). Kod nekih smeša leguminoza i strnih žita ili trava utvrđeno je da azotna prihrana više favorizuje travnu komponentu, povećavajući joj kompetitivnu moć (Naudin i sar., 2010; Bijelić i sar., 2017). Favorizacijom travne komponente u smeši značajno se može smanjiti učešće leguminoze u prinosu i na taj način indirektno menjati hemijski sastav hraniva.

Kod drugih leguminoza primena azotnog hraniva može smanjiti doprinos bakterija azotofiksatora. Samo u uslovima niske plodnosti bakterije azotofiksatori doprinose povećanju biomase useva soje, a doprinos se smanjuje sa povećanjem količine azotnog hraniva. Ovo je naročito izraženo kada biljke nisu dovoljno izložene svetlosti (Lau i sar., 2012).

Prema Ngeno i sar. (2012) srednje vrednosti suve mase korenskih kvržica na korenu povrtarskog graška imaju najviše vrednosti kada azotna prihrana nije primenjena, 66,8 mg po biljci (0 kg N ha<sup>-1</sup>), dok su niže vrednosti zabeležene pri prihrani sa 30 kg N ha<sup>-1</sup> (36,5 mg po biljci) i 60 kg N ha<sup>-1</sup> (33,7 mg po biljci). Najveća aktivnost azotofiksatora zabeležen je kada nije primenjeno azotno hranivo u odnosu na oba nivoa prihrane. Različite količine azotnog hraniva imaju različit uticaj na masu korenskih kvržica i njihovu aktivnost i u zavisnosti od gajene sorte.

Primena azota, kao i povećana plodnost zemljišta na kojem se gaje leguminoze može inhibirati stvaranje kvržica, njihovu brojnost i aktivnost. Međutim, najniže korišćene količine azota (50 kg N ha<sup>-1</sup>) kod soje mogu imati pozitivno dejstvo na brojnost kvržica po biljci (2,6) u odnosu na kontrolu (0 kg N ha<sup>-1</sup> – 2,45), dok se pri daljem povećanju azota brojnost značajno smanjuje (100 kg N ha<sup>-1</sup> – 2,04; 200 kg N ha<sup>-1</sup> – 1,79) (Ntambo i sar., 2017). Pozitivan uticaj manjih količina azotnog hraniva na simbiotske bakterije kod leguminoza potvrđen je i drugim istraživanjem (Brkić i sar., 2004), dok je negativno dejstvo većih količina azota na aktivnost kvržica ustanovljeno u istraživanju Milaković i sar. (2000).

Primena azota je dala negativne rezultate u poređenju sa tretmanom inokulacije; inokulacije i komposta; i čistog komposta, kada je u pitanju brojnost i suva masa korenskih kvržica kod graška (Solaiman i Rabbani, 2006).

Primena azotnog đubriva povećava prinose zelene i suve mase ovsa, stočnog graška i njihovih smeša. U ispitivanju Neugschwandtner i sar. (2021), korišćenjem KAN-a u količini od 60 kg ha<sup>-1</sup> došlo je do povećanja prinosa od 19% kod ovsa, 4% kod stočnog graška i 14% kod njihovih

smeša. Usevi su gajeni na zemljištu tipa černoziem aluvijalnog porekla sa blago alkalnom sredinom (pH - 7,6) i kontinentalnom klimom bez prisutnosti ekstrema.

Primenom 50 kg N ha<sup>-1</sup> u uslovima kontrolisanog gajenja u zatvorenom (staklenici), prinosi zelene i suve biomase smeša stočnog graška (var. Triffed) i ječma (var. Atem) su se povećali za 25%, odnosno 28% u odnosu na kontrolne useve (0 kg N ha<sup>-1</sup>) (Ayub i sar. 2008). U eksperimentu je primenjena fosforna i kalijumova prihrana.

U istraživanju izvedenom u Turskoj, na rastresitom zemljištu i oblasti koja je okarakterisana sušnim letom i nižim sadržajem padavina, azot ima značajan uticaj na prinos stočnog graška. Prinos suve mase pri količinama azota od 60, 90, 120 i 150 kg N ha<sup>-1</sup> iznosi 8,3 t ha<sup>-1</sup>, 9,3 t ha<sup>-1</sup>, 9,7 t ha<sup>-1</sup> i 9,5 t ha<sup>-1</sup> (Ates i sar., 2014).

Kod nekih zrnastih leguminoza je ustanovljeno da veće količine azota u prihrani neće dovesti do povećanja prinosa, a različite vrste leguminoza imaju svoje optimume obezbeđenosti ovim hranivom (Brkić i sar., 2004; Gahori i Niyaki, 2010).

U istraživanju Han i sar. (2012) ustanovljeno je da pri višim količinama primenjenog azota, ovas više akumulira biomasu u odnosu na stočni grašak. Pojedinačno gajen stočni grašak je negativno reagovao na prihranu azotom, ali kada se kombinovao sa ovsem negativan uticaj azota nije zabeležen. Autori su došli do zaključka da ovas umanjuje negativan efekat azota na stočni grašak.

Na zemljištima sa manjim sadržajem azota, smeše stočnog graška sa ovsem ili ječmom mogu uvećati prinose suve mase u odnosu na pojedinačno gajene useve (Carr i sar., 2004). Prethodna istraživanja ukazuju da se prinos suve materije smeša neće povećati, već se može i smanjiti na zemljištima sa visokim sadržajem azota (Carr i sar., 1998).

Pored uticaja azota na biomasu, pokazalo se da azot može uticati i na povećanje prinosa zrna, ali samo do određene granice (Clayton i sar., 2004), zatim na povećanje broja mahuna po hektaru, broja mahuna po biljci i prinos mahuna po hektaru (Achakzai i Bangulzai, 2006).

### ***Prinos smeša stočnog graška i ovasa pri različitom zasnivanju i košenju***

Strna žita najčešće ostvaruju više prinose zelene i suve mase u odnosu na stočni grašak, zato je jedna od glavnih prednosti združivanja upravo korekcija prinosa stočnog graška. Zbog takvog uticaja strnog žita, opravdano je očekivanje da će promene nejgovog udela u setvenoj normi dovesti i do promena u prinosu smeša.

Povećanjem setvenog udela ovasa u smeši sa stočnim graškom dolazi do povećanja prinosa zelene i suve mase smeša na glinovito ilovastom zemljištu sa niskim sadržajem organske materije (Uzun i Asik, 2012). U ovom istraživanju prinosi zelene i suve mase smeše iznose 40,7 t ha<sup>-1</sup> i 10,1 t ha<sup>-1</sup> (G75:O25%), 45,4 t ha<sup>-1</sup> i 12,7 t ha<sup>-1</sup> (G50:O50%) i 47,2 t ha<sup>-1</sup> i 13,6 t ha<sup>-1</sup> (G25:O75%). Padavinski i toplotni režim za vegetacioni period u toku ispitivanja bio je optimalan i u skladu sa prosekom za period gajenja ovih useva.

Kod zamenskog tipa smeša stočnog graška i ovasa i stočnog graška i ječma prinos suve materije se značajno povećavao sa povećanjem setvenog udela strnog žita (Kocer i Albayrak, 2012). Prosečan prinos smeša stočnog graška sa ovsem ili ječmom iznosio je 11 t ha<sup>-1</sup>, odnosno 10 t ha<sup>-1</sup> (55:45%). Prinos istih smeša u odnosu 65:35% iznosio je oko 10 t ha<sup>-1</sup> za smešu sa ovsem i 9 t

ha<sup>-1</sup> za smešu sa ječmom. Isti razlike između dva setvena odnosa zabeležene su u prethodnom istraživanju za smeše grahorice i tritikalea (**Albayrak i sar., 2004**).

Povećanje leguminoze u setvenoj normi, u smeši sa tritikaleom dovodi do smanjenja sadržaja suve materije u smeši (**Maxin i sar., 2016**). U smeši sa odnosom 80:10:10 (tritikale:grašak:grahorica) sadržaj suve materije u ranijim fazama košenja, iznosio je 156 g kg<sup>-1</sup>, dok u smeši sa višim udelom strnog žita u setvenoj normi 163 g kg<sup>-1</sup> (86:7:7) i 172 g kg<sup>-1</sup> (92:4:4). U kasnijim fazama košenja sadržaj suve materije je bio sličan (80:10:10 – 265 g kg<sup>-1</sup>, 86:7:7 – 296 g kg<sup>-1</sup>, 92:4:4 – 298 g kg<sup>-1</sup>).

Prinosi različitih smeša stočnog graška i ovsa ili tritikalea se značajno menjaju u zavisnosti od setvenog odnosa dve vrste u smeši (**Vasiljević i sar., 2016**). Prinosi iznose 5,8 t ha<sup>-1</sup> (G85:O15%), 5,15 t ha<sup>-1</sup> (G75:O25%) i 6,83 t ha<sup>-1</sup> (G50:O50%) za prvu fazu košenja i 8 t ha<sup>-1</sup> (G85:O15%), 7,1 t ha<sup>-1</sup> (G75:O25%) i 7,28 t ha<sup>-1</sup> (G50:O50%) za drugu fazu košenja. Slični rezultati dobijeni su u drugoj oglednoj godini i za smeše stočnog graška i tritikalea. Prva faza košenja bila je sredina cvetanja stočnog graška, dok je druga faza bila formiranje prvih mahuna. Klimatski uslovi u kojima su izvedeni ogledi karakteristični su za ravničarske predele sa umereno-kontinentalnom klimom, bez prisustva ekstrema za period gajenja, dok je zemljište po tipu bilo černozem.

Suva masa i suva materija kod vrsta iz porodice *Poaceae* i *Fabaceae* se po pravilu povećava sa odmicanjem vegetacionog perioda. U istraživanju **Vasiljević i sar. (2016)** u obe godine ispitivanja prinos suve mase pojedinačno gajenog stočnog graška se povećao od faze cvetanja do početka formiranja mahuna. Isto je primećeno i kod pojedinačnih useva ovsa i tritikalea i njihovih smeša sa stočnim graškom.

U uslovima umere kontinentalne klime bez primene hraniva i navodnjavanja dolazi do povećanja suve materije sa odmicanjem vegetacionog perioda polu-afila tipa sorte stočnog graška (**Cavallarini i sar., 2006**). Faze ispitivanja bile su I - kraj cvetanja, II - početak formiranja zrna, III - stadijum punog zrna, IV – stadijum zrenja zrna. Sadržaj suve materije po redu iznosio je 152 g kg<sup>-1</sup>, 170 g kg<sup>-1</sup>, 206 g kg<sup>-1</sup>, 223 g kg<sup>-1</sup>.

Prinos zelene i suve mase jarog stočnog graška gajenog u monokulturi iznosi 17,3 t ha<sup>-1</sup> i 2,84 t ha<sup>-1</sup> u fazi formiranja cvetova i 19,8 t ha<sup>-1</sup> i 4,56 t ha<sup>-1</sup> u fazi formiranja mahuna (**Krga i sar., 2016b**). U istom istraživanju prinosi zelene i suve mase jarih smeša stočnog graška i ovsa bili su 21,1 t ha<sup>-1</sup> i 5,25 t ha<sup>-1</sup> za smešu 100:10%, 21,7 t ha<sup>-1</sup> i 6,4 t ha<sup>-1</sup> za smešu 100:20% i 21,2 t ha<sup>-1</sup> i 6,32 t ha<sup>-1</sup> za smešu 100:30%. Proizvodni uslovi u pomenutom istraživanju okarakterisani su kao povoljni sa višim prosečnim padavinama, blago višom prosečnom temperaturom i srednjom plodnošću zemljišta.

Ozime smeše stočnog graška i ovsa ili grahorice i ovsa sa različitom setvenom normom ukazuju smanjenje prinosa sa odmicanjem vegetacionog perioda (**Blagojević, 2017**). Prosečni prinosi biomase u prvoj fazi (cvetanje leguminoza) za smeše stočnog graška i ovsa iznose 44 t ha<sup>-1</sup>, u drugoj fazi 42,9 t ha<sup>-1</sup> i 41 t ha<sup>-1</sup> u trećoj fazi. Isti odnos dobijen je i kod svih smeša grahorice sa ovsem. Područje Kruševca na kojem su izvedeni ogledi karakteriše se umereno-kontinentalnom klimom, sa srednjom prosečnom temperaturom od 10 °C i nižim ukupnim padavinama za period gajenja od 72,2 mm.

Pored prinosa zelene i suve mase kao glavnih parametara produktivnosti, u istraživanjima se mogu proučavati i visina biljaka i broj internodija. Visina biljaka kao parametar proučavanja važna je iz dva razloga. Gajenjem stočnog graška kao pojedinačnog useva poželjno je da biljke ne budu previsoke, jer ovo može dovesti do izraženog poleganja, otežanosti žetve i gubitka prinosa. Sa

druge strane, veći rast u visinu može biti povoljna osobina za samu biljku kada se gaji u združenom usevu, jer se različite vrste nalaze u međusobnoj kompeticiji za sunčevom svetlošću. Broj internodija je usko vezan sa brojem listova koji će se obrazovati, a ako je ova vrednost veća, veća je i fotosinteza i akumulacija hranljivih materija. Smeša može uticati na smanjenje visine stočnog graška u poređenju sa čistim usevima, kao što je dobijeno u istraživanjima **Šarūnaite i sar. (2012)**.

### ***Promene udela stočnog graška i ovsa u prinosu***

Udeo u prinosu je jedan od osnovnih pokazatelja dominantnosti vrsta u smeši. Iako ne predstavlja najprecizniji pokazatelj kompetitivnih odnosa, na osnovu njega se može ustanoviti koja od gajenih vrsta najviše utiče na povećanje prinosa smeša.

U prethodnom istraživanju se pokazalo da ovas ostvaruje veliki udeo u prinosu (40-49%) i kada je njegov udeo u setvenoj normi nizak (stočni grašak: ovas – 100:15%) (**Krga i sar., 2016a**). Veća kompetitivnost ovsa i pojedinih strnih žita u odnosu na stočni grašak zabeležena je i u istraživanjima **Han i sar. (2012)**, **Neugschwandtner i Kaul (2014)**, **Pellicanò i sar. (2015)**. Pored setvenog odnosa i vrste, udeo u prinosu može biti pod uticajem prihrane azotom, faze košenja, vremena zasnivanja useva, zemljišno-klimatskih uslova itd.

U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)** utvrđeno je da prilikom povećanja setvenog udela stočnog graška u smeši sa ovsem ili ječmom, dolazi do povećanja udela stočnog graška u prinosu. Udeo u smeši stočnog graška i ovsa sa odnosom 55:45% iznosi 42%, dok udeo u smeši sa odnosom 65:35% iznosi 51%. Isti odnos dobijen je i u smeši stočnog graška sa ječmom. Međutim, autori preporučuju smešu sa većim udelom stočnog graška (65:35%) zbog većeg sadržaja proteina.

U smešama stočnog graška i tritikalea dolazi do povećanja udela stočnog graška u prinosu sa povećanjem njegovog setvenog udela i obrnuto (**Aşci i sar., 2015**). Za dve godine ispitivanja prosečan udeo stočnog graška (sorta Ürünlü) u prinosu iznosio je 52% (G75:T25%), 32% (G50:T50%) i 18% (G25:T75%) (faza intenzivnog porasta tritikalea). Sličan odnos zabeležen je i u fazi mlečne zrelosti tritikalea za sva tri tipa smeša, kao i za drugu sortu stočnog graška (Ulubatli). Udeo stočnog graška u prinosu značajno je varirao između dva vremena košenja, međutim, ove varijacije zavise od smeše i godine gajenja. U prvoj godini udeo stočnog graška u prinosu smeše G75:T25% bio je veći u prvoj fazi košenja (52%) u odnosu na drugu (36%). U narednoj godini ispitivanja ovaj odnos je suprotan i u prvoj fazi košenja udeo je bio 51%, a u drugoj 63%. Slične razlike primećene su i kod ostalih tipova smeša i smeše sa drugom sortom stočnog graška.

U istraživanju stočnog graška i ovsa, stočni grašak povećava udeo u prinosu sa njegovim povećanjem u setvenom odnosu (**Uzun i Asik, 2012**). U smeši prosečan udeo stočnog graška u prinosu iznosi 55% (G75:O25%), 32% (G50:O50%) i 18% (G25:O75%). U cilju postizanja viših prinosa preporučen je odnos G25:O75%, a za postizanje hraniva boljeg kvaliteta preporučen je odnos G50:O50%. U istom istraživanju ustanovljena je značajna promena udela stočnog graška u prinosu biomase u zavisnosti od vremena košenja. Tako u prvoj fazi košenja udeo iznosi 44% (intenzivan rast ovsa), u drugoj 41% (formiranje metlice), a u trećoj 39% (mlečna zrelost zrna).

U dvogodišnjem istraživanju sprovedenom na Institutu za stočarstvo odnos je drugačiji i uočava se povećanje udela stočnog graška u prinosu sa odmicanjem vegetacionog perioda (**Krga i sar., 2016a**). U prvoj godini (2015) udeo stočnog graška je iznosio 54% u prvoj fazi košenja (faza formiranja cvetova) i 62% u drugoj fazi (faza formiranja mahuna). U drugoj godini (2016) odnos je zadržan i udeo stočnog graška iznosi 63% za prvu fazu košenja i 68,5% za drugu fazu košenja.

U smešama stočnog graška i ovsu i stočnog graška i ječma dolazi do povećanja udela stočnog graška u prinosu kada se povećava njegov setveni udeo (**Dordas i sar., 2012**). U smeši sa setvenim odnosom 60:40% udeo u prinosu iznosi 42% (smeša sa ovsem) i 48% (smeša sa ječmom). U smešama sa odnosom 80:20% udeo je bio 77%. Prinosi suve mase kod smeše stočnog graška i ovsu bili su bez značajnih razlika u pogledu različitog setvenog odnosa (60:40% - 11,6 t ha<sup>-1</sup>; 80:20% - 11,7 t ha<sup>-1</sup>), dok je prinos kod smeša sa ječmom bio nešto viši u smeši 60:40% (11,4 t ha<sup>-1</sup>) u odnosu na smešu 80:20% (10,7 t ha<sup>-1</sup>).

Iako postoje izvesne razlike između istraživanja, povećanje udela u setvenoj normi jedne vrste najčešće je ispraćeno povećanjem udela u prinosu te iste vrste i ovo je zabeleženo kod različitih smeša leguminoza i trava ili strnih žita (**Kusvuran i sar., 2014; Javanmard i sar., 2014a; Yilmaz i sar., 2015**).

Promene udela u prinosu zavise i od azotne prihrane, jer ovo hranivo značajno favorizuje ovas u odnosu na stočni grašak. U istraživanju **Naudin i sar. (2010)** ustanovljeno je da rana prihrana azotom više favorizuje strno žito u odnosu na leguminozu u smeši. Zemljišta sa nižim sadržajem azota više favorizuju stočni grašak u poređenju sa ovsem, dok se na zemljištima sa višim sadržajem azota ovas bolje razvija (**Baxevanos i sar., 2017**).

### ***LER indeks i indeks kompeticije pri združivanju stočnog graška i ovsu***

Prilikom proučavanja združenih useva neophodno je proučavati i njihove kompetitivne odnose. Matematički formulisani indeksi se koriste radi lakšeg sagledavanja, interpretiranja i predstavljanja rezultata dobijenih u ogledima sa združenim usevima (**Weigelt i Jolliffe, 2003**). Postoji nekoliko indeksa koji se najčešće koriste u ove svrhe, a najznačajniji su indeks iskorišćenosti zemljišta (eng. *land equivalent ratio* - LER), koeficijent združenosti (eng. *relative crowding coefficient* - K), kompetitivni odnos (eng. *competitive ratio* - CR), agresivnost (eng. *aggressivity* - A), pravi gubitak prinosa (eng. *actual yield loss* - AYL) i prednost združivanja (*inter-cropping advantage* - IA) (**Banik i sar., 2000; Ghosh, 2004; Midya i sar., 2005**). Izbor indeksa zavisi od cilja istraživanja, vrste združenih useva i načina sastavljanja smeša.

Združivanje useva u opštem smislu vrši se najpre zbog ekoloških aspekata. Međutim, prethodna istraživanja ukazuju da smeše strnih žita i leguminoza mogu značajno nadmašiti prinose pojedinačno gajenih useva. Najznačajniji indeks za izračunavanje produktivnosti smeša u odnosu na čiste useve je indeks iskorišćenosti površine, odnosno LER indeks.

Bez obzira da li se stočni grašak gajio sa ovsem ili ječmom, LER indeks je uvek bio iznad jedan kod smeša sastavljenih po tipu zamenjujućih serija i dva setvena udela (65:35%; 55:45%) (**Kocer i Albayrak, 2012**). U ovom istraživanju više vrednosti zabeležene su za smeše stočnog graška i ovsu (65:35% - 1,12; 55:45% - 1,2) u odnosu na smeše sa ječmom (65:35% - 1,07; 55:45% - 1,15).

U smeši stočnog graška i ovsu LER se povećava sa povećanjem udela stočnog graška u setvenom odnosu, ali ovo povećanje nije značajno (**Dordas i sar., 2012**). U smeši stočnog graška i ovsu sa odnosom G60:O40% LER iznosi 1,07, dok u smeši G80:O20% iznosi 1,11. Vrednosti kod različitih smeša stočnog graška i ječma se nisu značajno razlikovale (G60:J40% - 0,99; G80:J20% - 0,98). Bolja iskorišćenost površine ostvarena je u smešama stočnog graška i ovsu u odnosu na smeše stočnog graška i ječma.



Posmatrajući LER indeks kod smeše lupine ili grahorice sa pšenicom ili ječmom, iskorišćenost površine je značajno veća u pređenju sa pojedinačno gajenim usevima i ove vrednosti iznose od 1,39 (grahorica i pšenica) do 1,61 (lupina i ječam) (**Mariotti i sar., 2006**). Rezultati ukazuju da smeše strnih žita i drugih zrnastih leguminoza imaju opštu tendenciju da bolje iskorišćavaju površinu u odnosu na pojedinačno gajene useve.

U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)** se pokazalo da povećanje udela strnog žita u setvenom odnosu, za smeše zamenskog tipa, dovodi do povećanja produktivnosti smeša. Ovo je utvrđeno i za kombinaciju stočnog graška sa ovsem (LER 65:35% = 1,12; LER 55:45% = 1,21) i za kombinaciju stočnog graška sa ječmom (LER 65:35% = 1,07; 55:45% = 1,15). Bolja iskorišćenost površine zabeležena je kod smeša stočnog graška i ovsa (1,16) u odnosu na smeše stočnog graška i ječma (1,09).

Sa povećanjem udela stočnog graška u smeši dolazi do povećanja produktivnosti smeša, bez obzira da li se stočni grašak gajio u smeši sa ovsem ili tritikaleom (**Vasiljević i sar., 2016**). Prosečne vrednosti za LER u dve godine istraživanja iznose 0,87 (G50:O50%), 0,96 (G75:O25%) i 1,25 (G85:O15%). Sličan odnos dobijen je i za smeše stočnog graška i tritikalea i vrednosti iznose 0,92 (G50:T50%), 1,06 (G75:T25%) i 1,11 (G85:T15%). Neophodno je istaći da postoje varijacije i u zavisnosti od godine gajenja i uslova gajenja za tu godinu. Tako je u prvoj godini kod svih tipova smeša stočnog graška i ovsa iskorišćenost bila značajno viša u odnosu na drugu. Varijacije su zabeležene i za smeše stočnog graška sa tritikaleom, ali su vrednosti bile više u drugoj godini u odnosu na prvu.

U istraživanju stočnog graška i ovsa različiti udeo ovsa u setvenom odnosu nije imao uticaj na varijacije indeksa LER i vrednosti iznose 1,06 (G75:O25%), 1,07 (G50:O50%) i 1,09 (G25:O75%) (**Neugschwandtner i Kaul, 2014**). U istom istraživanju azot nije imao značajnog uticaja na iskorišćenost površine kada se posmatra zelena masa. Međutim, azot jeste doveo do različite iskorišćenosti površine kada se posmatra prinos semena, pa se pokazalo da veće količine hraniva (120 kg N ha<sup>-1</sup>) snižavaju produktivnost smeša (0,79) u odnosu na manje količine (60 kg N ha<sup>-1</sup> = 0,92) i kontrolu (0 kg N ha<sup>-1</sup> = 0,98).

Povećanje indeksa LER sa povećanjem strnog žita u setvenom odnosu zabeleženo je kod drugih travno-leguminoznih smeša. Tako su **Javanmard i sar. (2014b)** u smeši grahorice i ječma dobili vrednost za LER 1,21 (G75:J25%), 1,13 (G50:J50%) i 1,12 (G25:J75%). Slične vrednosti za LER dobili su i u smeši sastrice i ječma, 1,16 (S75:J25%), 1,01 (S50:J50%) i 0,96 (S25:J75%).

U istraživanju **Chen i sar. (2004)** smeše stočnog graška i ječma bolje iskorišćavaju proizvodnu površinu u odnosu na pojedinačno gajene useve (LER = 1,23). Najviša LER vrednost zabeležena je kod smeše bez primene azota na dve ispitane lokacije. Prilikom primene 67 kg N ha<sup>-1</sup> vrednosti su bile iste kao i kad smeša nije đubrena, ali samo na prvoj lokaciji, dok je prilikom primene 134 kg N ha<sup>-1</sup> ostvarena niža iskorišćenost površine u odnosu na kontrolu i 67 kg N ha<sup>-1</sup>, na obe ispitane lokacije.

Prikazana istraživanja ne ukazuju na pravilne promene indeksa LER u zavisnosti od udela leguminoze ili strnog žita u setvenom odnosu. Zato je važno ustanoviti kako se ovaj indeks menja u zavisnosti od udela stočnog graška ili ovsa u setvi za svaki lokalitet ispitivanja i uslove gajenja.

U poređenju sa indeksom LER koji ukazuje na produktivnost dve vrste u smeši, indeks agresivnosti ukazuje na međusobnu kompeticiju između vrsta i pored indeksa LER smatra se jednim od najčešće korišćenih indeksa za izračunavanje produktivnosti i kompeticije smeša (**Yilmaz i sar., 2015**). Indeks agresivnosti može biti dobar pokazatelj dominantnosti i na osnovu

njega možemo korigovati odnos vrsta u setvenom odnosu, ukoliko se ispostavi da jedna vrsta trpi preveliki pritisak druge vrste u smeši.

U radu **Pellicanò i sar. (2015)** je zabeležena veća agresivnost ovsa i drugih strnih žita u odnosu na stočni grašak. Vrednosti za ovas iznose od 0,29 do 1,3 u zavisnosti od setvenog odnosa i godine, dok za druga strna žita iznosi od 0,24 do 1,54.

**Dordas i sar. (2012)** ukazuju na veću agresivnost ovsa u odnosu na stočni grašak. U smeši stočnog graška i ovsa sa setvenim odnosom 60:40% agresivnost ovsa iznosila je 0,71, dok u smeši sa odnosom 80:20% 0,12. U smešama stočnog graška i ječma sa odnosom 60:40%, agresivnost ječma iznosila je 0,23, a u smeši 80:20% 0,27. Slični rezultati zabeleženi su i kod smeša tritikalea i stočnog graška, gde tritikale ostvaruje veću dominantnost nezavisno od sorte stočnog graška ili setvenog odnosa (**Aşci i sar., 2015**).

Kao i agresivnost, koeficijent združenosti i kompetitivni odnos predstavljaju matematički formulisane indekse za izračunavanje kompeticije. Kod ovih indeksa vrednosti preko jedan ukazuju na dominantnost jedne vrste u odnosu na drugu, vrednosti jednako jedan ukazuju da dominantnost ne postoji, dok vrednosti ispod jedan ukazuju da taj usev ima nižu kompetitivnu sposobnost u odnosu na drugi.

Koeficijent združenosti za ovas i ječam u smeši sa stočnim graškom iznosi 2,32 (G60:O40%), 1,28 (G80:O20%), 1,27 (G60:J40%) i 1,21 (G80:J20%) (**Dordas i sar., 2012**). Samo u smeši sa odnosom G80:O20%, koeficijent združenosti stočnog graška je nadmašio koeficijent združenosti ovsa i iznosi 1,7. U ostalim smešama koeficijent za stočni grašak je značajno niži 0,59 (G60:O40%), 0,74 (G60:J40%) i 0,74 (G80:J20%). U istom istraživanju kompetitivni odnos ukazuje na veću dominantnost oba strna žita u odnosu na stočni grašak i vrednosti za ovas i ječam u smeši su iznosile 1,91 (G60:O40%), 1,1 (G80:O20%), 1,3 (G60:J40%) i 1,23 (G80:J20%), dok su vrednosti za stočni grašak značajno niže, 0,52, 0,91, 0,77 i 0,81 po redu.

### 1.3.5. Kvalitet biomase smeša stočnog graška sa strnim žitima

Proizvodnja kvalitetne kabaste stočne hrane je ključna za uspešnu stočarsku proizvodnju jer predstavlja većinski deo ishrane kod preživara. Proizvodnjom voluminozne hrane važno je da se obezbede dovoljne količine energije, proteina, vitamina, minerala i vlakana, kao i njihov balansiran odnos, kako bi se obezbedilo pravilno rastenje i razviće životinja koje gajimo.

Za dobijanje kvalitetnih kabastih hraniva najčešće se gaje vrste iz porodice *Poaceae* i *Fabaceae*, a često i njihove kombinacije kao združeni usevi. 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.

Najbolji način da se ustanovi kvalitet kabastog hraniva je putem hemijske analize i ispitivanja učešća pojedinih organskih frakcija u tom hranivu. Osnovni pokazatelji kvaliteta kod voluminozne hrane su: sadržaj proteina, sirovih vlakana (ADF, NDF), masti, lako rastvorljivih šećera, procenat svarljivosti itd. Pored navedenih, proučavaju se i njihove različite frakcije, kao i drugi pokazatelji u zavisnosti od vrste i namene hraniva i vrste istraživanja.

#### *Sadržaj i prinos proteina*

Sirovi proteini u biomasi predstavljaju sve grupe jedinjenja koje u sebi sadrže azot i smatraju se osnovnim pokazateljem kvaliteta kabastog hraniva zbog njihove nezamenjive uloge u organizmu životinja. Sadržaj proteina u biomasi zavisi od gajene vrste i sorte, uslova gajenja, primenjenog đubriva, fenofaze u kojoj se usev nalazi, kompozicije i strukture smeše ako je biomasa dobijena iz travno-leguminoznih smeša.

Stočni grašak kao leguminoza ima znatno viši procenat sirovih proteina nego strno žito sa kojim se gaji. Sadržaj sirovih proteina kod čistog stočnog graška se mogu kretati od 16% za kasnije faze košenja (formiranje mahuna) do 29% kod najranijih faza košenja (početak cvetanja) (**Maxin i sar., 2016**). U istraživanju **Tan i sar. (2013)** prosečan sadržaj sirovih proteina bio je 16,7% za 18 ekotipova stočnog graška košenih u fazi 50% cvetanja. Prosečan sadržaj sirovih proteina kod 5 različitih linija stočnog graška košenih u fazi punog cvetanja prema **Tekeli i Ates (2003)** bio je 17,4%. **Aasen i sar. (2004)** dobili su veći sadržaj sirovih proteina (18,1%) u istoj fazi košenja stočnog graška. U istraživanju **Arslan i Ates (2007)** sadržaj sirovih proteina je bio 19,8% u fazi punog cvetanja. **Kocer i Albayrak (2012)** su zabeležili sadržaj sirovih proteina 16,1% (1071 kg ha<sup>-1</sup>) kod stočnog graška košenog u fazi 50% cvetanja, a kod ovsa 10,9% (1469 kg ha<sup>-1</sup>). Na osnovu prikazanih rezultata uočava se da sadržaj sirovih proteina u istoj fazi košenja znatno varira od sorte, načina i uslova gajenja. Kod stočnog graška vrednosti za fazu cvetanja se najčešće kreću od 15-20%.

Vrste koje čine smeše imaju najveći uticaj na sadržaj proteina u biomasi, a posebno je značaj njihov setveni odnos. U istraživanju **Tsialtas i sar. (2018)** od faze punog formiranja mahuna do formiranja zrna sadržaj proteina stočnog graška kretao se 16,7 do 17,9% u zavisnosti od sorte. Kod ovsa ove vrednosti su iznosile od 5,3 do 6,6%, dok kod njihovih smeša od 7,2 do 11,4%.

Za useve košene u fazi pojave prvih mahuna, sadržaj proteina kod pojedinačno gajenog stočnog graška iznosio je 16,6%. Sadržaj kod smeša stočnog graška i ovsa u istoj fazi košenja je bio

10%, dok je kod ovsa 6,1% (Carr i sar., 2004). Dordas i sar. (2012) su dobili da je sadržaj proteina kod stočnog graška u fazi formiranja mahuna 13,7%, a kod ovsa 8,9%.

Sadržaj sirovih proteina stočnog graška je često viši nego sadržaj proteina njegovih smeša sa strnim žitima, ali takve razlike su posledica učešća strnog žita u biomasi (Carr i sar., 2004; Aasen i sar., 2004; Pereira-Crespo i sar., 2010; Uzun i Asik, 2012; Dordas i sar., 2012; Kocer i Albayrak, 2012; Ates i sar., 2014; Maxin i sar., 2016; Marković i sar., 2018). Stočni grašak ostvaruje manje prinose biomase u odnosu na njegove smeše sa strnim žitima, zato je i prinos sirovih proteina manji kod njega u odnosu na prinos proteina kod njegovih smeša.

Pojedinačno gajen stočni grašak imao je veći procenat proteina (16,9%) u odnosu na njegove smeše sa ovsem (G75:O25% - 15,5%; G50:O50% - 14%; G25:O75% - 11,8%) (Uzun i Asik, 2012). Međutim, ukupan prinos proteina bio je veći u smešama (G75:O25% - 1,53 t ha<sup>-1</sup>; G50:O50% - 1,73 t ha<sup>-1</sup>; G25:O75% - 1,57 t ha<sup>-1</sup>) u odnosu na pojedinačno gajen stočni grašak (1,46 t ha<sup>-1</sup>).

U istraživanju Kocer i Albayrak (2012) procentualni sadržaj proteina za pojedinačno gajen stočni grašak iznosio je 16,1%, dok za njegove smeše sa ovsem 13,9% (55:45%) i 15,3% (65:35%), a sa ječmom 15% (55:45%) i 15,1% (65:35%). U poređenju sa sadržajem proteina, prinos proteina bio je niži kod stočnog graška (1071 kg ha<sup>-1</sup>) u odnosu na smeše sa ovsem (55:45% - 1574 kg ha<sup>-1</sup> i 65:35% - 1516 kg ha<sup>-1</sup>) i ječmom (55:45% - 1579 kg ha<sup>-1</sup> i 65:45% - 1409 kg ha<sup>-1</sup>).

U istraživanju smeša stočnog graška i ovsa sprovedenom na području Kruševca (Srbija), stočni grašak kao pojedinačno gajen usev, u proseku za dve faze košenja (10% procvetalog stočnog graška i početak formiranja semena), ostvario je veći sadržaj proteina (204 g kg<sup>-1</sup>) nego ovas (99,6 g kg<sup>-1</sup>), (Marković i sar., 2018). U istom istraživanju, sadržaj proteina u smešama se povećavao sa povećanjem stočnog graška u setvenoj normi (G25:O75% - 146 g kg<sup>-1</sup>; G50:O50% - 156 g kg<sup>-1</sup>; G75:O25% - 180 g kg<sup>-1</sup>).

### ***Sadržaj i prinos proteina pri združivanju stočnog graška i ovsa***

Pravilan odnos dve vrste u setvenoj normi je od izuzetne važnosti za dobijanje kvalitetne i balansirane kabaste hrane. Povećanje jedne vrste u setvenom odnosu dovodi do povećanja hranljivih materija koje su karakteristične za tu vrstu u biomasi i obrnuto. Važno je istaći da je ovas, kao i druga strna žita kompetitivnija vrsta u odnosu na stočni grašak (Hauggaard-Nielsen i Jensen 2001; Banik i sar., 2006; Pellicanò i sar., 2015), kako se prilikom određivanja setvenog odnosa ne bi narušio povoljan sadržaj hranljivih komponenti u kabastoj hrani.

Sadržaj proteina u smeši 80:20% stočnog graška i ovsa (132 g kg<sup>-1</sup>) i stočnog graška i ječma (130 g kg<sup>-1</sup>) bio je značajno veći u odnosu na smeše istih vrsta sa odnosom 60:40% (115 g kg<sup>-1</sup> i 111 g kg<sup>-1</sup>) Dordas i sar. (2012). Isti odnos zabeležen je i u slučaju prinosa sirovih proteina.

Ayub i sar. (2008) ukazuju da je sadržaj proteina u smeši stočnog graška i ječma u odnosu 50:50% bio značajno veći (7,95%) u odnosu na smešu sa odnosom 75:50% (6,29%). Primena 50 kg N ha<sup>-1</sup> nije imala značajnog uticaja na sadržaj proteina kod smeša (6,23%) u odnosu na kontrolu (0 kg N ha<sup>-1</sup> - 6,1%). U istom istraživanju, u zavisnosti od različitog vremena košenja, sadržaj proteina se menjao prema sledećem rasporedu, 6,47% nakon 57 dana od momenta setve, 5,66% nakon 75 dana od momenta setve i 6,35% nakon 92 dana od momenta setve.

Smanjenje sadržaja proteina u smeši sa povećanjem strnog žita u setvenom udelu zabeleženo je i u istraživanju Pereira-Crespo i sar. (2010). U usevu stočnog graška košenom u

prvoj fazi sadržaj sirovih proteina bio je 18,3% (200 zrna m<sup>2</sup>), dok je u smeši sa odnosom G150:O75 zrna m<sup>2</sup> bio 15,7%. Vrednosti za smeše dalje iznose 14,2% (100:150 zrna m<sup>2</sup>), 12,2% (50:225 zrna m<sup>2</sup>), dok je sadržaj u čistom usevu ovsa 7,4% (300 zrna m<sup>2</sup>).

U istraživanju **Uzun i Asik (2012)** sadržaj proteina se značajno povećavao sa povećanjem setvenog udela stočnog graška kod zamenskog tipa smeše. Prosečan sadržaj i prinos proteina za tri perioda košenja, za smešu stočnog graška i ovsa sa odnosom G75:O25% iznosili su 15,5% i 1,53 t ha<sup>-1</sup>, za smešu G50:O50%, 14% i 1,73 t ha<sup>-1</sup>, a za smešu 25:75% 11,8% i 1,57 t ha<sup>-1</sup>.

Povećanje primenjenog azota u usevu stočnog graška dovodi do određenog povećanja sadržaja sirovih proteina u biomasi (**Ates i sar., 2014**). Sadržaj proteina u kontrolnom usevu stočnog graška bio je niži (15,4%), nego kod primene 30 kg N ha<sup>-1</sup> (15,5%), 60 kg N ha<sup>-1</sup> (16,3%), 90 kg N ha<sup>-1</sup> (16,6%), 120 kg N ha<sup>-1</sup> (16,4%) i 150 kg N ha<sup>-1</sup> (16,7%).

Prihrana azotom dovela je do povećanja sadržaja sirovih proteina kod smeša stočnog graška i ječma i čistog ječma, dok povećanje nije zabeleženo kod čistog stočnog graška (**Chen i sar., 2004**). Sadržaj proteina kod smeša bez primene azota na dve lokacije bio je 11,2% i 12,4%. Prilikom primene 67 kg N ha<sup>-1</sup> sadržaj proteina se povećao za 1,8% na drugoj lokaciji. Najznačajnije povećanje zabeleženo je pri prihrani sa 134 kg N ha<sup>-1</sup> gde je sadržaj proteina u smešama bio 14% i 15,9%. Sadržaj proteina po lokacijama kod čistog ječma bio je 8,8 i 9,4% (0 kg N ha<sup>-1</sup>), 9,8% i 12,5% (67 kg N ha<sup>-1</sup>) i 11% i 14% (134 kg N ha<sup>-1</sup>). Prema tome, prihrana azotom može dovesti do povećanja sadržaja proteina kod smeša stočnog graška i strnog žita, ali to pre svega zavisi od strnog žita u smeši.

Veliki uticaj na kvalitet kabaste hrane ima i vreme košenja. Kod leguminoza početne faze košenja (butonizacija, početak cvetanja) su okarakterisane višim sadržajem sirovih proteina i višom svarljivošću, a nižim sadržajem sirovih vlakana, odnosno suve materije. Međutim, sa odmicanjem vegetacionog perioda i kasnijim fazama košenja (formiranje mahuna, početak formiranja semena) ovaj odnos se menja. Kosidba u ranijim fazama doprinosi povećanju sadržaja proteina uz niži prinos suve mase. U suprotnom, sa kosidbom u kasnijim fazama mogu se obezbediti viši prinosi i povećanje suve materije, ali dolazi do smanjenja sadržaja proteina, svarljivosti hraniva i povećanja sadržaja sirovih vlakana.

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<sup>-1</sup>, u fazi punog cvetanja 18,5% i 375 kg ha<sup>-1</sup> i u fazi formiranja semena 16,3% i 455 kg ha<sup>-1</sup>.

U istraživanju smeša stočnog graška i ovsa sadržaj sirovih proteina u biomasi stočnog graška se značajno smanjivao kroz faze košenja (faza vlatanja ovsa – 19,7%, faza formiranja metlice – 17,3% i faza mlečne zrelosti ovsa – 13,6%) (**Uzun i Asik, 2012**). Isto je zabeleženo i za ovas i njihove različite smeše. Međutim, prinos proteina kod stočnog graška se povećavao kroz faze košenja (I faza – 1,34 t ha<sup>-1</sup>; II faza – 1,47 t ha<sup>-1</sup>; III faza – 1,56 t ha<sup>-1</sup>) kao i kod smeša sa ovsem.

U istraživanju **Aşci i sar. (2015)** veći prinosi proteina ostvareni su u fazi formiranja mahuna u odnosu na fazu formiranja zrna. Ovo je ustanovljeno za smeše stočnog graška i tritikalea i u pojedinačno gajenim usevima. Prosečan prinos sirovih proteina kod smeša za dve godine ispitivanja iznosio je 582 kg ha<sup>-1</sup> (I faza košenja) i 1081 kg ha<sup>-1</sup> (II faza košenja).

Sadržaj proteina veći je u prvoj fazi košenja (kraj intenzivnog porasta tritikalea) u odnosu na drugu (mlečno-voštana zrelost tritikalea) kod smeše stočnog graška, grahorice i tritikalea (**Maxin i sar., 2016**). U prvoj i u drugoj fazi košenja sadržaji proteina za frakciju stočnog graška bili su 281 g

kg<sup>-1</sup> i 163 g kg<sup>-1</sup>, grahorice 303 g kg<sup>-1</sup> i 196 g kg<sup>-1</sup>, tritikala 97 g kg<sup>-1</sup> i 69 g kg<sup>-1</sup> i njihove smeše 141 g kg<sup>-1</sup> i 72 g kg<sup>-1</sup>.

Sadržaj ukupnog azota u biomasi stočnog graška se smanjuje sa odmicanjem vegetacionog perioda (**Cavallarini i sar., 2006**) i on znosi 38,6 g kg<sup>-1</sup> suve materije u fazi kraj cvetanja, 32,9 g kg<sup>-1</sup> u fazi početak formiranja semena, 31,9 g kg<sup>-1</sup> u fazi punog formiranja semena i 32,8 g kg<sup>-1</sup> u fazi početak zrenja semena.

U istraživanju **Marković i sar. (2018)**, sadržaj proteina između dve faze je drugačiji u odnosu na prethodna istraživanja, te je veći sadržaj zabeležen u fazi formiranja semena (213 g kg<sup>-1</sup>) u odnosu na fazu početak cvetanja (196 g kg<sup>-1</sup>). Autori navode da se kod jednogodišnjih leguminoza za razliku od višegodišnjih sadržaj proteina drugačije menja kroz fenofaze, zbog obrazovanja mahuna i semena, koji značajno doprinose sadržaju proteina u biomasi.

Ukupni sirovi proteini se dele na dve osnovne frakcije, prave proteine i azot koji nije vezan u proteinima i nalazi se u drugim organskim jedinjenjima (urea, amonijak, biuret). Pravi proteini predstavljaju važniju komponentu u ishrani preživara jer su sačinjeni od aminokiselina. Nепroteinske azotne materije se odnose na sav azot koji nije vezan u proteinima, a može biti preveden u aminokiseline putem mikroorganizama koji se nalaze u organima za varenje preživara. Ovaj azot može povećati hranljivu vrednost hraniva, ali u prevelikim količinama može biti i toksičan.

U istraživanju **Blagojević i sar. (2017)** procentualni sadržaj pravih proteina kod stočnog graška iznosi 41,7%, dok su kod ovsa i njihovih ozimih smeša zabeležene više vrednosti (44,3%; 44,4% po redu). U istom istraživanju značajne varijacije sadržaja pravih proteina nisu zabeležene u zavisnosti od setvenog odnosa, a isto je zabeleženo i za neproteinske azotne materije.

### ***Sadržaj sirovih vlakana (ADF/NDF)***

Sirova vlakna u ishrani preživara pomažu prilikom žvakanja, preživanja, lučenja pljuvačke, održavanja odgovarajuće pH vrednosti u stomaku kao i opšteg zdravlja stomaka (**Ahmed i sar., 2014**). Ova organska jedinjenja predstavljaju važnu komponentu u izračunavanju i razumevanju kvaliteta kabastog hraniva. Vlakna nerastvorljiva u neutralnom rastvaraču (NDF - *neutral detergent fiber*), predstavljaju grupu građivnih komponenata biljnih ćelija u koju spadaju lignin, celuloza i hemiceluloza. Vlakna nerastvorljiva u kiselom rastvaraču (ADF - *acid detergent fiber*) predstavljaju najteže rastvorljivi deo biljaka i u najvećem delu obuhvataju celulozu i lignin.

Procentualno učešće NDF-a utiče na količinu hraniva koju će životinja uneti prilikom ishrane. Što je sadržaj NDF-a veći, manja je energetska vrednost hraniva. **Ahmed i sar. (2014)** navode da se sadržaj NDF koristi za određivanje granica unosa suve materije u ishrani preživara i ujedno predstavlja najbolji pokazatelj unosa suve materije.

Prosečan sadržaj ADF-a i NDF-a za 18 ekotipova stočnog graška košenih u fazi 50% procvetlosti, za tri godine ispitivanja iznosio je 23,8% i 37,2% (**Tan i sar., 2013**). U istraživanju **Arslan i Ates (2007)** ove vrednosti bile su 29,4% - ADF i 38,0% - NDF.

Sadržaj ADF-a i NDF-a varira u zavisnosti od vrste i od setvenog odnosa (**Kocer i Albayrak, 2012**). Veći sadržaj oba tipa vlakana je kod ovsa nego kod stočnog graška, pa je samim tim i veći sadržaj zabeležen u smeši sa većim setvenim udelom ovsa. U istraživanju **Carr i sar. (2004)** vrednosti za NDF su bile očekivano veće u čistom usevu ovsa, potom u smeši ovsa i stočnog

graška, a najmanje u čistom stočnom grašku košenom u fazi pojave prvih mahuna, dok se ADF između ova tri useva nije značajno menjao.

U smeši stočnog graška i tritikalea sadržaj NDF-a se povećava sa povećanjem setvenog udela tritikalea (**Pereira-Crespo i sar., 2010**). Sadržaj u čistom usevu stočnog graška iznosio je 45,7% (200 zrna m<sup>2</sup>), sadržaj u smešama stočnog graška i tritikalea 51,9% (150:75 zrna m<sup>2</sup>), 53,8% (100:150 zrna m<sup>2</sup>) i 57,2% (50:225 zrna m<sup>2</sup>) i u čistom tritikaleu 65,1% (300 zrna m<sup>2</sup>). Sadržaj ADF frakcije vlakana se nije značajno menjao u zavisnosti od useva ili setvenog odnosa i kretao se od 38,3 do 39,9%.

Povećanje azota u prihrani stočnog graška utiče na povećanje NDF frakcije vlakana (**Ates i sar., 2014**). Najniži sadržaj zabeležen je pri prihrani sa 0, 30 i 60 kg N ha<sup>-1</sup> (40,7%; 39,9%; 40,9% po redu), dok su više vrednosti zabeležene pri prihrani sa 90, 120 i 150 kg N ha<sup>-1</sup> (42,2%; 42,7%; 43,8% po redu). Sadržaj ADF grupe bio je najveći pri prihrani sa 120 kg N ha<sup>-1</sup> (31%), a najniži pri prihrani sa 30 kg N ha<sup>-1</sup> (28,9%).

Sa odmicanjem vegetacionog perioda dolazi do značajnog povećanja ADF-a i NDF-a u smešama stočnog graška sa tritikaleom i grahoricom (**Maxin i sar., 2016**). U istom istraživanju može se uočiti da je sadržaj vlakana kod strnog žita daleko veći nego kod leguminoze. Procentualno povećanje ADF-a i NDF-a sa odmicanjem vegetacionog perioda zabeleženo je i za grahoricu (**Çetin i Turk, 2016**). U istraživanjima **Rebolé i sar. (2004)** NDF sadržaj se kod grahorice povećava sa odmicanjem vegetacionog perioda, dok ADF sadržaj ostaje nepromenjen.

### *Ostali parametri kvaliteta*

Sirove masti predstavljaju organske supstance koje sadrže dosta energije. Ova grupa jedinjenja nije toliko zastupljena u kabastim hranivima, ali je svakako značajna za ishranu domaćih životinja, jer predstavlja značajan izvor energije i učestvuje u brojnim biohemijskim procesima u organizmu.

Sadržaj sirovih masti u biomasi stočnog graška, košenom u fazi punog cvetanja do formiranja mahuna je iznosio 3,7%, dok je kod drugih jednogodišnjih leguminoza iznosio 2,7% do 3,3% (**Lingorski, 2011**). Sadržaj sirovih masti prema **Saleem i sar. (2015)** je iznosio 3,4% do 4,5% u zavisnosti od sorte ovsa. U istraživanju **Tsialtas i sar. (2018)** su zabeležene niže vrednosti sirovih masti kod stočnog graška, i u zavisnosti od sorte iznose 1,4 do 1,6%. Sličan sadržaj beleži se kod različitih sorti ovsa i iznosi 1,4 do 1,5%, dok kod smeša stočnog graška i ovsa iznosi 1,4 do 1,7%.

Sadržaj masti se ne menja kod pojedinačnih useva stočnog graška i strnog žita i njihovih smeša (**Carr i sar., 2004**). Smeše su košene u fazi mlečne zrelosti strnog žita, odnosno faze formiranja cvetova do formiranja mahuna kod stočnog graška. U usevima nije korišćeno đubrivo.

Sličan trend u pogledu sadržaja sirovih masti u zavisnosti od smeše zabeležen je i u istraživanju **Baxevanos i sar. (2017)**. Sadržaj masti kod tri sorte ovsa kretao se od 1,43 do 1,63%, kod tri sorte stočnog graška od 1,37% do 1,69%, dok kod njihovih smeša od 1,41% do 1,75%. Međutim, ove razlike nisu bile značajne. Merenja su vršena u fazi formiranja cvetova, a usevi su gajeni bez primene đubriva i navodnjavanja. Sadržaj masti u zavisnosti od smeše stočnog graška i ovsa nije varirao ni u istraživanju **Tsialtas i sar. (2018)** koji su ga merili u fazi punog formiranja mahuna stočnog graška (BBCH - 77).

Pepeo predstavlja ukupan mineralni deo hraniva nakon što se na visokoj temperaturi ukloni sav organski deo. Ovaj parametar je važan za prikaz količine minerala sadržane u hranivu i može se

podeliti u dve osnovne frakcije. Prva frakcija predstavlja minerale vezane u biljnoj materiji i oni imaju važnu ulogu u ishrani domaćih životinja. Druga frakcija predstavlja deo minerala koji su poreklom od mehaničkih nečistoća, a u prvom redu zemljišta koje ostaje na usevima nakon berbe. Ova frakcija se smatra nepoželjnom.

Sadržaj pepela kod jednogodišnjih leguminoza kreće se oko 8-9 %. U slučaju stočnog graška sadržaj iznosi 8,3% (**Lingorski, 2011**), 7-7,8% (**Tsialtas i sar., 2018**), a kod višegodišnjih leguminoza i znatno više. Prema **Liu (2019)**, sadržaj pepela ovsa u fazi pre cvetanja iznosio je 11-11,5%. U drugom istraživanju sadržaj pepela može iznositi 9,4% do 13,3% u zavisnosti od sorte ovsa (**Saleem i sar., 2015**).

Sadržaj pepela ne varira značajno u smešama stočnog graška i ovsa (**Baxevanos i sar., 2017; Tsialtas i sar., 2018**), kao i u smešama stočnog graška i ječma (**Carr i sar., 2004**). U istraživanju **Maxin i sar. (2016)** uočavaju se promene u pogledu pepela kroz različite faze košenja. U prvoj fazi intenzivnog rastenja tritikalea, sadržaj pepela za smeše tritikalea sa stočnim graškom i grahoricom bio je veći za 2% nego u fazi mlečne do voštane zrelosti (7,2%).

Svarljivost hraniva predstavlja onaj deo hraniva koji je životinja u mogućnosti da absorbuje nakon varenja. Nivo svarljivosti kabaste hrane zavisi od brojnih faktora, najpre od vrste gajenja, starosti useva, a u slučaju smeša, i procentualnog udela različitih vrsta u smeši. U istraživanju **Kocer i Albayrak i sar. (2012)** svarljivost stočnog graška iznosi 71,9%, a svarljivost ovsa 56,7%. Slično je zabeleženo u istraživanju **Maxin i sar. (2016)**, gde je stočni grašak ostvario veću svarljivost (78,8%) u odnosu na tritikale (51,7%) pri košenju u fazi formiranja mahuna do početka formiranja zrna.

Bezazotne ekstraktivne materije (BEM) se najviše sastoje od ugljenih hidrata, skroba, hemiceluloze i predstavljaju energetske deo hraniva. Sadržaj ovih materija dobija se kada se od hraniva oduzme i sadržaj sirovih proteina, sirovih vlakana, masti, sirovog pepela i vode.

Sadržaj BEM kod stočnog graška varira u zavisnosti od sorte, a može iznositi od 39,5% do 56%, za tri ispitane sorte, košene u fazi punog formiranja mahuna (BBCH 77) (**Tsialtas i sar., 2018**). U istraživanju **Baxevanos i sar (2017)** dobijeni su slični rezultati i sadržaj u istoj fazi (BBCH 77) kretao se od 40,5% do 53,7%.

U istraživanju **Kadam i sar. (2019)** sadržaj BEM kod ovsa iznosi približno 50%. Pri različitim periodima košenja nije došlo do značajnih razlika u sadržaju ovih materija. U istraživanju **Tsialtas i sar. (2018)** zabeležen je sličan sadržaj (48,5% do 52,3%) u zavisnosti od sorte ovsa. Različite smeše stočnog graška sa ovsem u istom istraživanju imale su sadržaj koji se kretao od 47,5% do 56,4%.

### 1.3.6. Odnos morfoloških parametara, parametara prinosa i kvaliteta

Odnos pojedinih parametara prinosa i kvaliteta može jasnije ukazati na opšti kvalitet kabastog hraniva i pomoći u predviđanju promena kvaliteta na osnovu promena tih parametara.

U istraživanju sprovedenom u uslovima suve klime za 8 sorti stočnog graška, visina biljaka stočnog graška je bila u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa prinosom zelene i suve mase, sadržajem ADF i NDF vlakana (**Cacan i sar., 2019**). Nasuprot tome visina je bila u slaboj negativnoj korelaciji sa sadržajem proteina i svarljivosti (-0,26\*, -0,24\*). Prinos zelene mase je bio u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa prinosom suve mase (0,83\*\*) i prinosom proteina (0,5\*\*), a u negativnoj



korelaciji sa NDF vlaknima (-0,21\*). Visoka pozitivna korelacija zabeležena je i između prinosa suve mase i prinosa proteina (0,45\*). U istom istraživanju zabeležena je značajna korelacija između sadržaja sirovih proteina i prinosa proteina, pepela i svarljivosti, dok je značajna negativna korelacija zabeležena sa sadržajem ADF i NDF grupom vlakana. Prinos proteina bio je u veoma značajnoj pozitivnoj korelaciji sa pepelom (0,49\*\*), svarljivosti hraniva (0,48\*\*) i značajnom negativnom korelacijom sa ADF i NDF vlaknima (-0,48\*\*, -0,49\*\*). Sadržaj pepela bio je u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa procentom svarljivosti i značajnoj negativnoj korelaciji sa sadržajem ADF vlakana, dok su ADF vlakna bila u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa sadržajem NDF vlakana i negativnoj korelaciji sa procentom svarljivosti.

Kod useva grahorice zabeležena je visoka značajna korelacija između prinosa zelene i suve mase, za usev košen u fazi punog cvetanja u uslovima suvog ratarenja (Sayar, 2014). U istom istraživanju zabeležena je značajna korelacija između visine stočnog graška i prinosa zelene (0,62\*\*) i suve mase (0,5\*\*).

Kod brojnih smeša višegodišnjih leguminoza i trava (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Medicago sativa*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*) ustanovljena je visoka pozitivna korelacija između sadržaja proteina smeša i udela leguminoze u prinosu, dok je visoka negativna korelacija zabeležena između sadržaja proteina i udela trave u prinosu (Bozhanska i Churkova, 2020). Udeo trave u prinosu ima najveći uticaj na promene sadržaja celuloze, dok je korelacija između udela leguminoze i celuloze izraženo negativna (-0,811). Visoka pozitivna korelacija ustanovljena je između sadržaja ADF i NDF vlakana (0,933) i sadržaja ADF vlakana i celuloze (0,873). Svarljivost suve materije nalazila se u srednjoj pozitivnoj korelaciji sa udelom leguminoza u prinosu (0,446) i sadržajem proteina (0,437). Nasuprot tome, svarljivost se nalazila u potpuno negativnoj korelaciji sa ADF vlaknima (-1), negativnoj korelaciji sa NDF vlaknima (-0,933), visinom trave (-0,884), sadržajem sirovih vlakana (-0,827), visinom leguminoza (-0,569) i udelom trave u prinosu (-0,508). Smeše su gajene u odnosu 50:50%, bez navodnjavanja i primene đubriva i košene u fazi cvetanja leguminoza.

## 2. MATERIJAL I METOD RADA

### 2.1. Lokacija i vreme izvođenja oglada

Poljski ogledi postavljeni su na oglednim poljima Instituta za stočarstvo u Zemunu, Beograd, Srbija (44° 50' 18,9" SGŠ i 20° 17' 0,6" IGD, 66 mnv.). Oglad je izveden u tri uzastopne godine (2016, 2017, 2018). Priprema zemljišta je izvedena dubokim oranjem u jesen na dubini od 25 cm, a fina predsetvena priprema nekoliko dana pre setve. Setva je obavljena ručno u trake sa međurednim rastojanjem od 15 cm. Nakon setve izvršeno je valjanje ogledne parcele. Uklanjanje korova vršeno je mehaničkim putem u fazi nicanja biljaka.

Vreme izvođenja pojedinih operacija prikazano je u tabeli 1. Prihranjivanje azotom izvršeno je u fazi pojave 2-3 prava lista stočnog graška. Žetva useva je izvršena u dve faze: faza punog cvetanja i faza formiranja mahuna.

Tabela 1. Vreme izvođenja pojedinih operacija u toku eksperimenta

Godina	Primena P i K đubriva	Vreme setve	Prihrana azotom	Vreme I otkosa	Vreme II otkosa
2016	15.03.2016.	27.03.2016.	28.04.2016.	11.06.2016.	15.06.2016.
2017	14.03.2017.	24.03.2017.	25.04.2017.	09.06.2017.	13.06.2017.
2018	-	15.03.2018.	16.04.2018.	29.05.2018.	03.06.2018.

### 2.2. Postavka oglada

Trofaktorijalni ogled postavljen je po tipu slučajnog blok sistema u četiri ponavljanja sa elementarnim parcelama veličine 12 m<sup>2</sup>. Kao prvi faktor ispitivane su proizvodne karakteristike različitih smeša stočnog graška sorte NS Junior i ovsasorte Dunav.

NS Junior je najraširenija sorta jarog graška u proizvodnji, namenjena za kombinovanu upotrebu – i za zelenu masu i za zrno sa visokim sadržajem proteina (28%). Odlikuje se visokim genetskim potencijalom: 30-50 t/ha zelene mase i 2,5-5,0 t ha<sup>-1</sup> zrna. Sadržaj antinutritivnih materija u zrnu je minimalan, što znači da korišćenje zrna u ishrani domaćih životinja ne zahteva prethodnu termičku obradu. Zbog svoje raširenosti ova sorta se smatra dobrim modelom za predviđanje ponašanja u smeši sa strnim žitima.

Dunav je srednje rana jara sorta ovsasorte otporna na poleganje. Pogodan je za smeše jer pruža dobru potporu za biljke stočnog graška. Stvaranje ove sorte išlo je u smeru dobijanja sorte pogodne za proizvodnju zrna koja se prvenstveno koristi u ishrani konja, a potom i za združeno gajenje sa stočnim graškom i grahoricom.

Na osnovu prinosa zelene i suve mase, prinosa sirovih proteina, udela dve vrste u prinosu, LER (*land equivalent ratio*) indeksa, indeksa agresivnosti, visine biljaka, broja internodija, hemijskog sastava (sadržaj sirovih proteina i njegovih frakcija, sadržaja sirovih vlakana (ADF,

NDF, celuloza), sirove masti, pepela) i svarljivosti, ocenjene su proizvodne vrednosti useva, uticaj faktora i njihovih interakcija na čiste useve i njihove smeše.

Kvalitativni parametri sadržaj proteina, sadržaj ADF i NDF vlakana, sadržaj pepela, rađeni su za tri godine ispitivanja (2016., 2017. i 2018.), dok su frakcije sirovih proteina (pravi proteini, neproteinske azotne materije), celuloza, sirove masti i svarljivost rađene za dve ogledne godine (2017. i 2018.).

## 2.3. Ogledni tretmani

**1. Vreme žetve:** Žetva biomase je izvršena za vreme dve fenofaze, fenofaza punog cvetanja i fenofaza formiranja mahuna. Faze razvića određene su ocenom biljaka na 1 m<sup>2</sup>. Za prvu fazu košenja uzet je momenat kada je oko 50% cvetova na biljci bilo potpuno otvoreno do punog cvetanja (BBCH-scale, 65-70). Za drugu fazu košenja uzet je momenat kada je oko 50% mahuna dostiglo svoju krajnju dužinu (BBCH-scale, 75-76) (Meier, 2001) (tabela 2).

Tabela 2. Fenološke faze razvića i BBCH identifikacija za grašak (*Pisum sativum* L.) (Meier, 2001).

Šifra	Opis		
<b>Osnovne faze razvića 1: Kljanje i nicanje</b>		<b>Osnovne faze razvića 7: Formiranje ploda</b>	
00	Suve seme	71	10% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
01	Početak bubrenja semena	72	20% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
03	Bubrenje semena završeno	73	30% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
05	Klica izbija iz semena	74	40% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
07	Klica izbija kroz semeni omotač	75	50% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
08	Klijanac raste ka površini zemljišta	76	60% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
09	Izbijanje na površinu: klica izbija kroz površinu zemljišta	77	70% mahuna dostiglo punu dužinu, sepp.
<b>Osnovne faze razvića 2: Razvoj prvih listova</b>		79	Mahune su dostigle tipičnu dužinu, seme potpuno formirano
10	Vidljivi klicini listići	<b>Osnovne faze razvića 8: Zrenje ploda i semena</b>	
11	Prvi pravi listić ili rašljika razvijeni	81	10% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
12	Dva prava lista ili 2 rašljike razvijene	82	20% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
13	Tri prava lista ili 3 rašljike razvijene	83	30% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
14	Faze nastavljaju istim redom	84	40% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
19	Devet pravih listova ili 9 rašljika razvijениh	85	50% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
<b>Osnovne faze razvića 3: Izduživanje stabla</b>		86	60% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
30	Početak izduživanja stabla	87	70% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
31	Jedna vidljiva izdužena internodija	88	80% mahuna zrelo, krajnja boja semena, sit.
32	Dve vidljive izdužene internodije	89	Potpuno zrelo: sve mahune suve i braon, sit.
33	Tri vidljive izdužene internodije	<b>Osnovne faze razvića 9: Izumiranje biljaka</b>	
34	Faze nastavljaju istim redom	97	Biljke mrtve i suve
39	Devet vidljivih izduženih internodija	99	Završena žetva
<b>Osnovne faze razvića 5: Izbijanje cvetnih pupoljaka</b>			
51	Prvi cvetni pupoljci vidljivi izvan listova		
55	Prvi pojedinačni cvetni pupoljci vidljivi izvan listova, ali i dalje zatvoreni		
59	Prvi krunični listići vidljivi, cvet i dalje zatvoren		
<b>Osnovne faze razvića 6: Cvetanje</b>			
60	Prvi cvetovi otvoreni		
61	Početak cvetanja: 10% cvetova otvoreno		
62	20% cvetova otvoreno		
63	30% cvetova otvoreno		
64	40% cvetova otvoreno		
65	Puno cvetanje: 50% cvetova otvoreno		
67	Cvetanje usporava		
69	Kraj cvetanja		

Sepp. – sočni eksudati prilikom pritiska mahune; sit. – suvo i tvrdo.

Faza cvetanja odabrana je na osnovu istraživanja koja ukazuju da se u ranijim fazama košenja kod leguminoza (butonizacija, cvetanje), dobija hranivo boljeg kvaliteta. Period faze cvetanja je praćen nižim prinosima suve mase u odnosu na kasnije faze, zato je kao drugi nivo ovog faktora odabrana faza formiranja mahuna, koja se karakteriše višim prinosima suve mase.

**2. Setveni odnos:** Za sastavljanje smeša korišćen je aditivni metod, a setveni odnos smeša je bio grašak:ovas – 100:15% i 100:30%. Pored smeša pojedinačno je gajen stočni grašak i ovas, kao kontrola (100%). Puna setvena norma (100%) iznosila je 150 kg ha<sup>-1</sup> za obe vrste. Ove vrednosti odabrane su zahvaljujući prethodnim iskustvima i istraživanju koja ukazuju na veliku kompetitivnost ovasa.

**3. Prihranjivanje azotom:** Ispitivana su tri tretmana: kontrola (0 kg N ha<sup>-1</sup>), 40 i 80 kg N ha<sup>-1</sup>.

## 2.4. Prikupljanje uzoraka i hemijska analiza biomase

Prinos zelene mase ustanovljen je merenjem pokošene mase sa polovine elementarne parcele (6 m<sup>2</sup>) i merenjem digitalnom vagom. Prinos suve mase izvršen je sušenjem 1 kg zelene mase u sušnici na temperaturi od 65 °C (24h). Udeo dve vrste u prinosu izvršen je merenjem procentualnog udela dve vrste u masi koja je uzorkovana na 1 m<sup>2</sup> za svaki tretman. Za visinu biljaka i broj internodija uzeto je po deset biljaka obe vrste, sa svake elementarne parcele, tako da je za svaki nivo ispitivanja mereno 40 biljaka. Merenje stabla biljaka izvršeno je od mesta preseka do poslednjeg kolenca. Košenje biljaka vršeno je ručnom kosačicom na visini od 5-7 cm. U okviru Weende sistema analiza određen je sadržaj sirovog pepela, sirovih proteina, sirove celuloze, sirovih masti i bezazotnih ekstraktivnih materija (AOAC, 1990).

Količina sirovih proteina je izračunata indirektno, preko količine ukupnog azota koji je određen metodom po Kjeldahl-u na aparatu TECATOR Kjeltex Auto Analyzer 1030 (AOAC, 984.13).

Količina sirove celuloze je određena sukcesivnom hidrolizom uzoraka razblaženim rastvorom H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> i NaOH (AOAC, 978.10).

Količina sirovih masti je određena ekstrakcijom po Soxhlet-u, modifikacija po Ruškovskom, sa anhidrovanim etrom kao rastvaračem (AOAC, 954.02).

Količina bezazotnih ekstraktivnih materija – BEM je određena računskim putem, oduzimanjem ukupne količine sirovih proteina, sirove celuloze, sirovih masti i sirovog pepela od 100% suve materije (SM).

Sadržaj NDF vlakana je određen bez korišćenja Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> prema metodi Van Soest i Robertson (1976).

Sadržaj ADF vlakana je određen kao frakcija hrane nerastvorljiva u rastvoru kiselog deterdženta (AOAC, 973.18).

Količina sirovog pepela je određena suvim spaljivanjem uzorka na 550 °C i merenjem pepela (AOAC, 942.05).

Sadržaj pravih proteina i neproteinskih azotnih materija određeni su po metodi Licitra i sar. (1996).

*In vitro* svarljivost suve materije određena je merenjem ostatka nakon sukcesivne hidrolize pomoću enzima pepsina i celulaze (**De Boever i sar., 1986**)

## 2.5. Statističke metode i izračunavanja

Indeks LER (eng. *Land equivalent ratio* - LER) je standardizovan indeks koji se definiše kao površina koju zahtevaju čisti usevi da bi proizveli isti prinos kao i usevi u smeši (**Mead i Willey, 1980**). Izračunava se pomoću sledeće formule:

$$\text{LER} = \text{LER}_g + \text{LER}_o$$

$$\text{LER}_g = \text{Pgs}/\text{Pgč}$$

$$\text{LER}_o = \text{Pos}/\text{Poč}$$

Pgs - prinos stočnog graška u smeši

Pgč - prinos stočnog graška u čistom usevu

Pos - prinos ovsa u smeši

Poč - prinos ovsa u čistom usevu

Dobijene vrednosti mogu biti veće, manje ili jednako 1. Veće vrednosti od jedan ukazuju da smeše ostvaruju više prinose za istu jedinicu površine u odnosu na pojedinačno gajene useve. Manje vrednosti od jedan ukazuju da smeše ostvaruju niže prinose za istu jedinicu površine u odnosu na pojedinačno gajene useve, dok 1 ukazuje da smeše i čisti usevi ostvaruju isti prinos po istoj jedinici površine.

Indeks agresivnosti (eng. *aggressivity value* - A) predložen od strane **McGilchrist i Trenbath (1971)**, a prema **Pellicanò i sar. (2015)**, predstavlja konkurentsku sposobnost vrste u smeši u odnosu na drugu vrstu sa kojom se gaji, a izračunava se prema formuli,

$$\text{Ag} = \text{Pgs}/(\text{Pgč} \times \text{Sng}) - \text{Pos}/(\text{Poč} \times \text{Sno})$$

Ag - Agresivnost stočnog graška

Sug - Setveni udeo graška u smeši

Suo - Setveni udeo ovsa u smeši

Skraćenice Pgs, Pgč, Pos, Poč imaju isto značenje kao i kod LER indeksa.

Vrednosti sa negativnim predznakom ukazuju na veću agresivnost ovsa prema stočnom grašku, a pozitivne na veću agresivnost stočnog graška u odnosu na ovas.

Dobijeni rezultati za prinos zelene i suve mase, udeo vrsta u prinosu, sadržaj proteina, visinu biljaka i broj internodija, indeks kompeticije i kvalitativne karakteristike obrađeni su metodom analize varijanse (*ANOVA*) za trofaktorijalni ogled po tipu slučajnog blok sistema, a ocena značajnosti razlika sredina odrađena je *Fisher LSD* testom. Obrada hemijskih rezultata izvršena je analizom varijanse za glavne efekte ispitivanih faktora, dok interakcije između faktora nisu ispitane i predstavljene. Za statističku obradu podataka korišćen je program Statistica Version 8.0.

## 2.6. Agroekološki uslovi tokom izvođenja ogleda

### *Zemljišni činioci*

Zemljište na kome su izvođeni ogledi je černoze. Černoze je karakterističan za ove predele, a nastaje pod uticajem stepske i kontinentalne klime. Predstavlja jedno od najplodnijih zemljišta u Srbiji, karakteriše se dobrom mrvičastom strukturom i većim sadržajem humusa. Ogledi su postavljeni na različitim parcelama Instituta za stočarstvo i u skladu sa tim je rađena hemijska analiza zemljišta za svaku oglednu parcelu (tabela 3).

Tabela 3. Hemijski sastav zemljišta u toku izviđenja ogleda (0-30 cm)

Godina	Humus %	pH vrednost (KCl)	pH vrednost (H <sub>2</sub> O)	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg 100 g <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg 100 g <sup>-1</sup>
2016	2,16	6,32	7,05	0,06	0,20	12,3
2017	3,14	4,90	5,91	0,14	4,97	19,8
2018	2,77	6,43	7,36	0,20	42,6	21,6

Za svaku oglednu godinu primenjeno je kalijumovo i fosforno đubrivo u količinama koje bi sadržaj ovih elemenata u zemljištu dovele na zadovoljavajući nivo za gajenje stočnog graška i ovsu i njihovih smeša. Za startno đubrenje korišćen je fosfor i kalijum u obliku monokalijum-fosfata (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), kalijum-sulfata (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) i kalijum-hlorida (KCl). Na osnovu hemijske analize zemljišta i potrebe gajenih useva izračunate su potrebne količine fosfora i kalijuma i ravnomerno primenjene po oglednoj površini.

U prvoj godini primenjeno je 75 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (monokalijum-fosfat – KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) i 55 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (kalijum-sulfat – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). U drugoj oglednoj godini primenjeno je 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (monokalijum fosfat – KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) i 50 kg ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (kalijum sulfat – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). U trećoj godini nije primenjen fosfor, jer su na osnovu hemijskih analiza ovaj element i njegovi pristupačni oblici bili u dovoljnim količinama na oglednoj parceli. Kalijum je primenjen u količini od 50 kg ha<sup>-1</sup> (kalijum sulfat – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

U sve tri godine primenjena je prihrana azotom u količini od 40 i 80 kg ha<sup>-1</sup>, dok u kontrolnom usevu nije primenjen azot (0 kg ha<sup>-1</sup>). Za prihranu je korišćen 27% KAN (krečni amonijum nitrat).

### *Meteorološki činioci*

U toku izvođenja ogleda, praćeni su i zabeleženi raspored padavina po mesecima i mesečne temperature vazduha za godine gajenja ovih useva (tabela 4). Područje Beograda karakteriše umereno-kontinentalna klima sa ne tako oštrom zimom, kao i umerenim prolećem koje je dosta kišovito. Ovo pogoduje ranim prolećnim usevima, jer dolazi do akumulacije vode u oraničnom sloju koja može predstavljati značajne rezerve vlage u sušnim periodima početkom leta.

Tabela 4. Ukupne padavine i prosečne temperature za godine gajenja i referentni period – područje Beograda (RHMZ, 2020).

Godina	Mesec												I-XII
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Količine padavina (mm)													
1991-2020	47,9	43,5	48,7	51,5	72,3	95,6	66,5	55,1	58,6	54,8	49,6	54,8	698,9
2016	46,3	38,5	103	53,9	71,3	152	35,0	60,8	47,8	76,8	71,8	2,60	759,8
2017	23,4	23,5	27,0	51,8	86,1	53,0	26,4	19,5	45,8	65,9	41,2	45,2	508,8
2018	39,3	58,1	64,8	39,7	56,2	122	53,0	44,8	11,2	18,6	35,3	60,7	603,7
Temperatura (C°)													
1991-2020	1,9	3,8	8,3	13,6	18,2	21,9	23,8	23,8	18,5	13,3	8,1	3,0	13,2
2016	2,5	9,0	9,1	15,5	17,5	22,5	24,4	22,3	19,7	11,1	7,7	0,9	13,5
2017	-3,3	5,4	11,5	12,7	18,4	24,3	25,9	26,1	18,4	13,9	8,4	5,1	13,9
2018	5,3	2,3	6,9	18,2	21,5	22,3	23,2	25,5	20,3	16,4	8,8	3,3	14,5

1991-2020 – referentni period

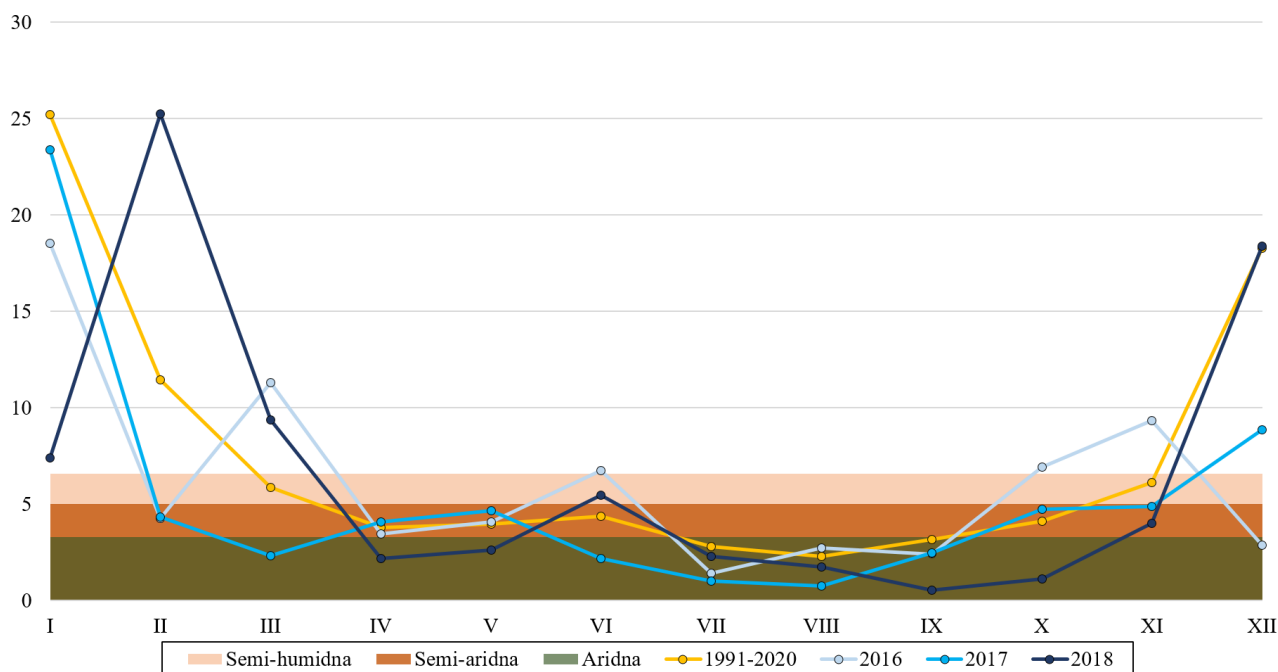
Precizniji pokazatelj odnosa padavina i temperatura za vegetacioni period jeste *Gračaninov kišni faktor* (Milentijević i sar., 2018), a izražava se preko formule:

$$KF = \frac{SMP}{PMT}$$

SMP - suma mesečnih padavina;

PMT - prosek mesečnih temperatura vazduha.

Meseci se prema ovom pokazatelju mogu svrstati u sušne – aridne do 3,3; semiaridne 3,3 – 5,0 i semihumidne 5,0 – 6,6. Meseci sa kišnim faktorom preko 6,6 imaju vlažnu ili humidnu klimu.



Grafikon 1. Gračaninov kišni faktor za godine istraživanja i referentni period.

Na osnovu hemijske analize zemljišta za tri godine ispitivanja ustanovljen je niži kvalitet u odnosu na optimalne vrednosti koje karakterišu zemljišta u tipu černozem. Kiselost zemljišta bila je od slabo kisele do neutralne. Takav raspon pH pogodan je za gajenje stočnog graška i ovs, kao i njihovih smeša. Karakteriše ga nizak sadržaj humusa te je klasifikovano u slabo humusno. U prvj

godini zemljište je bilo nisko obezbeđeno azotom, jako nisko obezbeđeno fosforom i srednje obezbeđeno kalijumom. U drugoj godini zemljište je bilo srednje obezbeđeno azotom i jako nisko obezbeđeno fosforom, dok je obezbeđenost kalijumom bila optimalna. U trećoj godini zemljište je bilo dobro obezbeđeno azotom i jako obezbeđeno fosforom, dok se kalijum nalazio u optimalnim količinama. Da bi se izbegli toksični nivoi fosfora u zemljištu, prihrana fosforom je izostavljena u trećoj oglednoj godini.

Posmatrajući raspored padavina za prvu oglednu godinu uočavaju se više prosečne padavine za 60,9 mm u odnosu na referentni period. U drugoj oglednoj godini padavine su bile niže za 190 mm, a u trećoj za 95,2 mm u odnosu na referentni period (698,9). U toku vegetacionog perioda zabeležen je očekivan porast prosečnih temperatura, što usevima obezbeđuje uslove za pravilno rastenje i razviće. Prosečne temperature za vegetacioni period ne ukazuju na pojavu ekstrema i vrednosti su oko proseka referentnog perioda. Prema tome, usevu su imali optimalne temperaturne uslove za pravilno rastenje i razviće.

Posmatrajući vrednosti Gračaninovog koeficijenta (grafikon 1) uočava se drugačija situacija u odnosu na prosečne vrednosti padavina i temperatura. Predvegetacioni period za useve u prvoj i trećoj oglednoj godini je bio povoljan. U obe godine dva meseca su bila humidna, što je obezbedilo dovoljne količine vlage u zemljištu. U drugoj godini januar je bio humidan, februar semiaridan, a mart aridan mesec. U pogledu obezbeđenosti vodom, najvažniji meseci za proizvodnju stočnog graška i ovska kao krmnih useva jesu april i maj. Usevi se tada nalaze u fazi intenzivnog porasta nadzemne biomase te su potrebne veće količine vode. Nedostatak vode u ovom periodu može znatno smanjiti prinos. Na osnovu Gračaninovog koeficijenta područje Beograda u aprilu i maju okarakterisano je sušnom klimom (1991-2020). Isto je zabeleženo i za svaku oglednu godinu, pa je klima u aprilu i maju u 2018. bila aridna, a u 2016. i 2017. semi-aridna.

Na osnovu postojećih podataka za klimu i zemljište u toku tri godine izvođenja oglada, zaključeno je da su usevi imali pogodne uslove za pravilno rastenje i razviće, jer nije primećen zaostatak u rastu i oštećenja biljaka. Međutim, sezone gajenja bile su sušne, pa je i obezbeđenost useva vodom bila niža.



## 2.7. Postavljanje i izvođenje ogleda

Na slici 1 i 2 prikazan je postupak setve, dok je na slikama 3-6 prikazan izgled useva na oglednoj površini.



Slika 1. Formiranje brazdi i setva, Institut za stočarstvo, Beograd, 2018.



Slika 2. Završetak setve treće ogledne godine, Institut za stočarstvo, Beograd, 2018.





Slika 3. Usevi u početnim stadijumima razvoja, Institut za stočarstvo, Beograd, 2018.



Slika 4. Usevi u fazi intenzivnog porasta, Institut za stočarstvo, Beograd, 2018.





Slika 5. Smeša stočnog graška i ovsa, Institut za stočarstvo, Beograd, 2018.



Slika 6. Usevi u završnim stadijumima razvoja za dobijanje kabastog hraniva, Institut za stočarstvo, Beograd, 2018.



### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Združeno gajenje stočnog graška i ovsa pruža niz prednosti u poređenju sa pojedinačnim gajenjem ovih vrsta. Smeše bolje iskorišćavaju površinu na kojoj se gaje, hraniva, zemljišnu vlagu i sunčevu svetlost, zatim daju više prinose biomase u odnosu na stočni grašak sa izbalansiranim odnosom osnovnih hranljivih materija. Da bi gajenje ovih useva bilo što uspešnije, neophodno je ispitati najvažnije aspekte u njihovoj proizvodnji, a to je primena azotnog đubriva, odnos vrsta useva u smeši i vreme košenja.

#### 3.1. Parametri prinosa i kompeticije smeša stočnog graška i ovsa

U cilju boljeg razumevanja uticaja ispitivanih tretmana na produktivnost smeša stočnog graška i ovsa, svi kvantitativni parametri se mogu podeliti u tri osnovne grupe. Visine biljaka i broja internodija gajenih vrsta čine prvu grupu i ovi parametri mogu indirektno ukazivati na uticaj ispitivanih tretmana na prinos i njihovu ulogu u prinosu. Drugu grupu čine standardizovani indeksi koji ukazuju na perspektivnost združenog gajenja u odnosu na pojedinačno gajene useve (LER indeks) ili mogu ukazivati na prirodu odnosa dve vrste u smeši (udeo u prinosu; indeks agresivnosti). Treću grupu čine prinos zelene i suve mase smeša stočnog graška i ovsa kao najvažniji pokazatelji produktivnosti useva.

##### 3.1.1. Visina stočnog graška

Visina biljaka stočnog graška je značajno varirala u toku tri godine ispitivanja, prvensteno u zavisnosti od faze košenja, a u drugoj i trećoj godini je značajno varirala i u zavisnosti od načina združivanja. Prihrana azotom je imala značajan uticaj samo u proizvodnim uslovima druge godine. U drugoj godini zabeležene su i značajne interakcije između useva i azota (99%) i između faze, useva i azota (95%).

Kod interakcija useva i azota u drugoj godini ustanovljen je značajan uticaj azotne prihrane kod smeše 100:15%, pri količini od 40 i 80 kg N ha<sup>-1</sup>, koje su dovele do povećanja visine u odnosu na kontrolni usev. Značajan uticaj azota (40 kg N ha<sup>-1</sup>) ispoljen je i u trećoj oglednoj godini kod smeše 100:15%, u odnosu na kontrolni usev (0 kg N ha<sup>-1</sup>) i prihranu od 80 kg N ha<sup>-1</sup>.

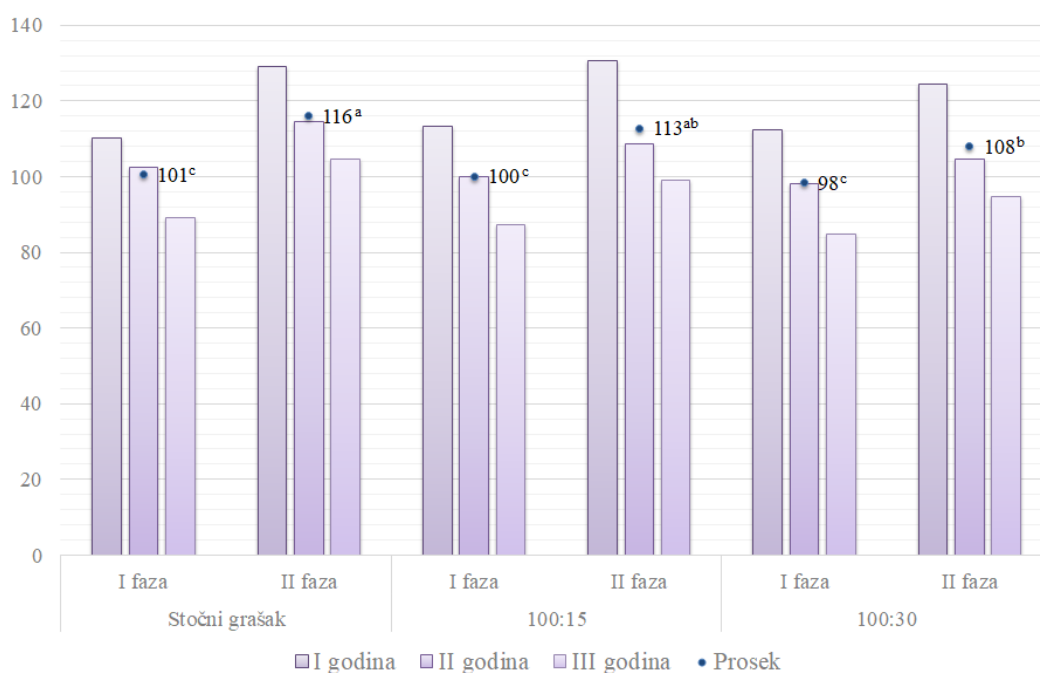
Visina biljke stočnog graška se povećavala, slično kao kod **Krga i sar. (2016b)**, sa odmicanjem vegetacionog perioda. Prosečna visina za tri godine ispitivanja bila je 100 cm u prvoj fazi i 113 cm u drugoj fazi košenja. Više biljke u drugoj fazi košenja zabeležene su kako za pojedinačno gajen stočni grašak, tako i za stočni grašak gajen u smeši (grafikon 2).

Visina je varirala i u zavisnosti od useva, a najznačajnije razlike zabeležene su u drugoj i trećoj godini ispitivanja. Najviše biljke u obe godine zabeležene su kod pojedinačno gajenog stočnog graška. Biljke su bile više u smeši 100:15% (106 cm) u odnosu na smešu 100:30% (103 cm). Varijacije u pogledu visine biljaka za različite tipove useva nisu bile značajne u prvoj fazi košenja dok se značajnost ispoljila u drugoj fazi (stočni grašak – 116 cm; 100:15% - 113 cm; 100:30% - 108 cm). U istraživanju **Šarūnaite i sar. (2012)**, takođe su zabeležene više biljke u pojedinačno gajenom stočnom grašku u odnosu na njegovu smešu sa žitima.

Tabela 5. Visina biljaka stočnog graška u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori		Visina (cm)			
Faza košenja	2016	2017	2018	Prosek	
I	112 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>	87 <sup>b</sup>	100	
II	128 <sup>a</sup>	109 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	112	
Usev (%)					
G100	120	108 <sup>a</sup>	97 <sup>a</sup>	108	
G100:O15	122	104 <sup>b</sup>	93 <sup>ab</sup>	106	
G100:O30	118	101 <sup>b</sup>	90 <sup>b</sup>	103	
N (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	120	102 <sup>b</sup>	93	105	
40	120	106 <sup>a</sup>	93	106	
80	119	106 <sup>a</sup>	94	106	
Prosek	120	105	93	106	
F test					
Faza	**	**	**	-	
Usev	nz	**	**	-	
N	nz	*	nz	-	
Faza x Usev	nz	nz	nz	-	
Faza x N	nz	nz	nz	-	
Usev x N	nz	**	nz	-	
Faza x Usev x N	nz	*	nz	-	

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75); <sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).



Grafikon 2. Visina stočnog graška (cm) u čistom usevu i u smeši u dve faze košenja.

U pogledu vegetacionih sezona, najviše biljke bile su u prvoj godini (120 cm), zatim drugoj (105 cm), a najniže u trećoj godini (93,2 cm).

Visina biljke je korisna za stočni grašak u smeši, jer mu povećava kompetitivne sposobnosti za sunčevom radijacijom. Iako su više biljke uočene u pojedinačno gajenom stočnom grašku, i to prvenstveno u drugoj fazi košenja, značajnih razlika između samih smeša nije bilo.

### 3.1.2. Broj internodija stočnog graška

Broj internodija je značajno varirao između dve faze košenja. U sve tri godine zabeležen je veći broj u drugoj fazi, ali samo u okviru prve ( $p < 0,01$ ) i druge ( $p < 0,05$ ) ogledne godine ove razlike su bile značajne (tabela 6). Interakcije između ispitivanih faktora nije bilo.

Iste varijacije u pogledu broja internodija dobijene su i u prethodnom istraživanju **Krga i sar. (2016b)**. Može se zaključiti da postoji određeni uticaj kada posmatramo vreme košenja kao faktor, ali sa određenim odstupanjem u zavisnosti od agro-klimatskih uslova pojedinih godina gajenja.

Tabela 6. Broj internodija stočnog graška u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori	Broj internodija			
	2016	2017	2018	Prosek
Faza košenja				
I	15,2 <sup>b</sup>	14,5 <sup>b</sup>	14,3	14,7
II	16,4 <sup>a</sup>	16,0 <sup>a</sup>	14,6	15,5
Usev (%)				
G100	15,2 <sup>b</sup>	15,2	13,7 <sup>b</sup>	14,5
G100:O15	16,3 <sup>a</sup>	15,2	14,8 <sup>a</sup>	15,4
G100:O30	15,8 <sup>ab</sup>	15,4	14,8 <sup>a</sup>	15,3
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	15,7	14,9	14,5	14,8
40	15,7	15,8	14,4	15,3
80	15,9	15,2	14,5	15,2
Prosek				
F test	15,8	15,1	14,5	15,1
Faza	**	**	nz	-
Usev	*	nz	**	-
N	nz	nz	nz	-
Faza x Usev	nz	nz	nz	-
Faza x N	nz	nz	nz	-
Usev x N	nz	nz	nz	-
Faza x Usev x N	nz	nz	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

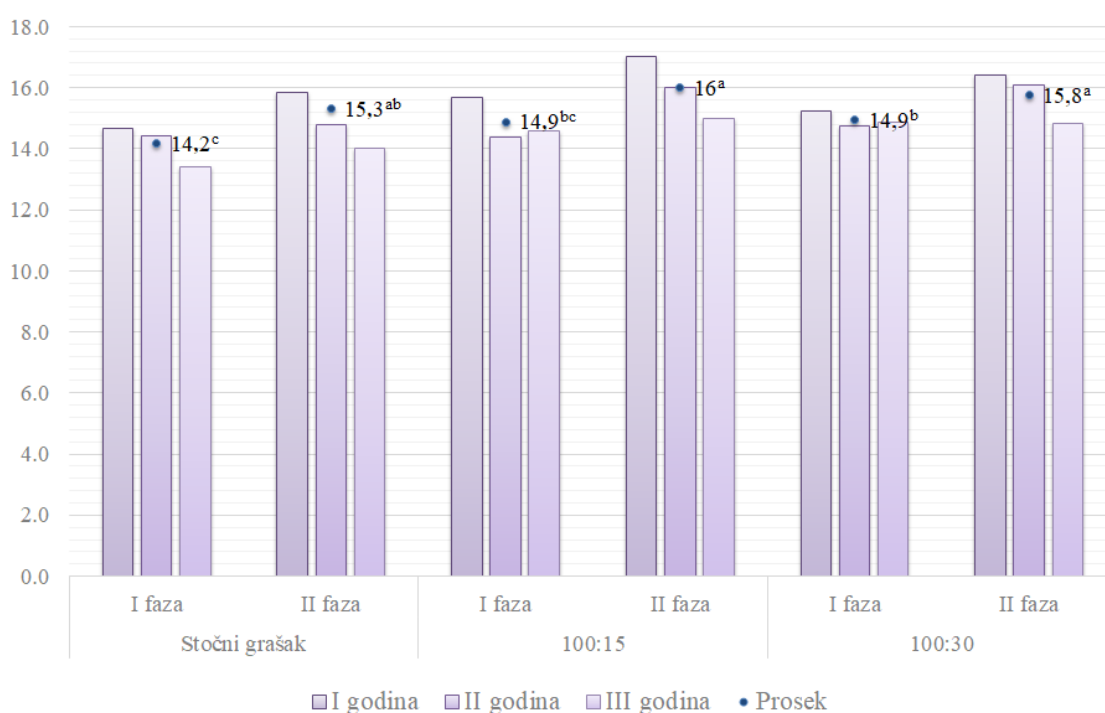
U pogledu samih useva, ustanovljeno je da su razlike između prve i druge faze najznačajnije ( $p > 0,01$ ) u smeši 100:15%. Broj internodija je bio veći u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu

(grafikon 3). Slični rezultati zabeleženi su i za smešu 100:30%, ali razlike nisu bile značajne ( $p = 0,055$ ).

Statistički značajno veći broj internodija kod stočnog graška bio je u smeši u odnosu na čist usev u prvoj i trećoj godini istraživanja (stočni grašak – 14,5; 100:15% - 15,4; 100:30% - 15,3). Ovo ukazuje da samo gajenje stočnog graška u smeši ima određeni uticaj na povećanje broja internodija, a da udeo ovasa u setvenom odnosu nema značajnog uticaja.

Azotna prihrana imala je značajni uticaj samo u drugoj godini, slično kao i za visinu biljaka graška. Najveći broj internodija zabeležen je pri prihrani sa  $40 \text{ kg ha}^{-1}$ , a najmanji u kontroli.

U pogledu broja internodija, pokazalo se da je gajenje stočnog graška u smeši povoljniji vid gajenja nego gajenje u čistom usevu. Stočni grašak u smeši obrazuje veći broj članaka, samim tim i listova čime poveća svoju fotosintetsku moć i asimilaciju sunčeve energije.



Grafikon 3. Broj internodija stočnog graška u čistom usevu i u smeši u dve faze košenja.

### 3.1.3. Visina biljaka ovasa

Analizom rezultata za visinu ovasa ustanovljen je značajan uticaj azota u godinama istraživanja (tabela 7). Značajne varijacije u zavisnosti od faze košenja zabeležene su drugoj i trećoj godini, a od useva, u prvoj godini ispitivanja. U prvoj godini zabeležene su značajne interakcije između faze i smeše (95%) i smeše i azota (99%), a u drugoj između faze košenja i azota (99%).

U godinama istraživanja oba nivoa prihrane azotom su značajno povećala visinu biljaka u odnosu na kontrolu ( $0 \text{ kg N ha}^{-1}$ ). Međutim, razlika nije bilo između  $40$  i  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Reakcija ovasa na prihranu je očekivana, jer ovas kao i većina strnih žita zahteva veće količine azota u ishrani. Azot je doveo do povećanja visine ovasa i kada se gajio u smeši i kao čist usev.

Visina ovsa bila je značajno veća kod pojedinačno gajenog ovsa (76 cm) u odnosu na biljke ovsa u smeši (100:15 - 71 cm, 100:30 - 71 cm) u prvoj godini istraživanja.

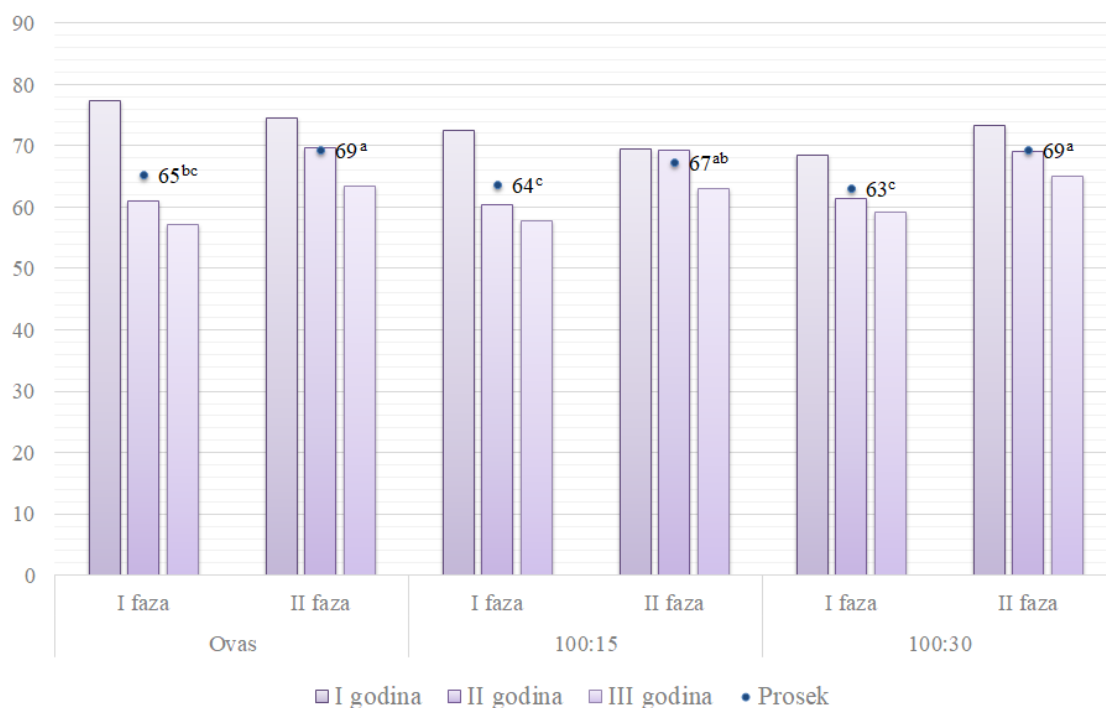
Tabela 7. Visina biljaka ovsa u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori		Visina (cm)			
Faza košenja	2016	2017	2018	<i>Prosek</i>	
I	73	61 <sup>b</sup>	58 <sup>b</sup>	64	
II	72	69 <sup>a</sup>	64 <sup>a</sup>	68	
<i>Usev (%)</i>					
O100	76 <sup>a</sup>	65	60	67	
G100:O15	71 <sup>b</sup>	65	60	65	
G100:O30	71 <sup>b</sup>	65	62	66	
<i>N (kg ha<sup>-1</sup>)</i>					
0	70 <sup>b</sup>	61 <sup>b</sup>	59 <sup>b</sup>	63	
40	73 <sup>a</sup>	66 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	67	
80	75 <sup>a</sup>	68 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	68	
<i>Prosek</i>	73	65	61	66	
<i>F test</i>					
Faza	nz	**	**	-	
Usev	**	nz	nz	-	
N	*	**	**	-	
Faza x Usev	*	nz	nz	-	
Faza x N	nz	**	nz	-	
Usev x N	**	nz	nz	-	
Faza x Usev x N	nz	nz	nz	-	

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Visina biljaka je statistički značajno veća u drugoj fazi košenja u drugoj i trećoj godini ispitivanja. Međutim, značajno povećanje visine ovsa u prvoj godini zabeleženo je kod smeše 100:30% i kod ove smeše je došlo do povećanja visine u svakoj godini. Razlike između prve i druge faze su prikazane na grafikonu 4.





Grafikon 4. Visina ovsa (cm) u čistom usevu i u smeši u dve faze košenja.

### 3.1.4. Broj internodija ovsa

Na osnovu rezultata za tri godine istraživanja ustanovljeno je da azot ima najveći uticaj na broj internodija ovsa. Sa povećanjem količine azota došlo je do statistički značajnog povećanja broja internodija. U prvoj i drugoj godini zabeležene su značajne razlike između dve faze košenja za ovaj parametar, ali je raspored varirao u zavisnosti od godine (tabela 8). Kombinovanje stočnog graška i ovsa nema značajnog uticaja na broj internodija kod ovsa, a najveći broj internodija zabeležen je kod čistog ovsa samo u proizvodnim uslovima druge godine. U drugoj godini zabeležene su interakcije između vremena košenja i združivanja (95%) i smeše useva i prihrane azotom (99%), dok je u trećoj godini zabeležena interakcija između faze košenja, useva i primenjenog azota (99%).

Najveći broj internodija zabeležen je prilikom primene 80 kg N ha<sup>-1</sup> (3,7) i 40 kg N ha<sup>-1</sup> (3,7), a najmanji u kontrolnom usevu (3,5). U prvoj i drugoj godini ove razlike su bile veoma značajne (99%). U trećoj godini je zabeležen najviši nivo mineralnog azota u zemljištu, što je moglo uticati na smanjeno dejstvo primenjenog azota. Uzimajući u obzir i visinu ovsa, uočava se da azot ima veliki uticaj na ove parametre i da utiče na njihovo povećanje.

Visina i broj internodija stočnog graška i ovsa varirali su značajno u zavisnosti od svih ispitivanih faktora, ali je njihov uticaj dosta zavisio od samog parametra i godine gajenja. Kod stočnog graška najznačajnije varijacije zabeležene su u okviru faktora faze, gde su izmerene biljke značajno više u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu za sve tri godine gajenja. Gajenjem stočnog graška u smeši došlo je do smanjenja visine u odnosu na čist usev u drugoj i trećoj godini, dok je azot imao određenog uticaja na visinu samo u drugoj godini gajenja. Znatno veći broj internodija zabeležen je u drugoj fazi u odnosu na prvu fazu za sve tri godine, ali u trećoj godini razlike nisu bile statistički značajne. Veći broj internodija zabeležen je u smeši u odnosu na čist stočni grašak u prvoj i drugoj godini.

Tabela 8. Broj internodija ovsa u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori	Broj internodija			
	2016	2017	2018	<i>Prosek</i>
Faza košenja				
I	3,8 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>	3,3	3,6
II	3,6 <sup>b</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,3	3,7
Usev (%)				
O100	3,6	4,1 <sup>a</sup>	3,3	3,7
G100:O15	3,8	3,8 <sup>b</sup>	3,3	3,6
G100:O30	3,6	3,7 <sup>b</sup>	3,4	3,6
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	3,5 <sup>b</sup>	3,7 <sup>b</sup>	3,3 <sup>b</sup>	3,5
40	3,7 <sup>b</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,7
80	3,9 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	3,3 <sup>ab</sup>	3,7
<i>Prosek</i>	3,7	3,9	3,3	3,6
F test				
Faza	**	**	nz	-
Usev	nz	**	nz	-
N	**	**	nz	-
Faza x Usev	nz	*	nz	-
Faza x N	nz	nz	nz	-
Usev x N	nz	**	nz	-
Faza x Usev x N	nz	nz	**	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Azot je imao znatno izraženiji uticaj na visinu i broj internodija kod ovsa, gde dolazi do povećanja prilikom primene oba nivoa prihrane u odnosu na kontrolni usev. Faza je imala značajnog uticaja u drugoj i trećoj godini i više biljke zabeležene su u drugoj fazi košenja. Smeša je imala značajnog uticaja samo u prvoj godini i niže biljke zabeležene su u smeši u odnosu na čist usev. Značajan uticaj smeše zabeležen je samo u drugoj godini, gde je veći broj internodija zabeležen u čistom ovsu.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da faza košenja i smeša kao faktor gajenja imaju podjednak uticaj na oba useva u pogledu njihove visine i broja internodija, dok azot ima znatno izraženiji uticaj na ovas u odnosu na stočni grašak. Interakcije ispitivanih faktora nisu ispoljile konstantnu učestalost da bi se mogli izvući konkretni zaključci o njihovom značaju.

### 3.1.5. Udeo stočnog graška u prinosu

Udeo vrsta u prinosu smeše predstavlja osnovni pokazatelj potencijala pojedinih vrsta za formiranje prinosa. Ukoliko procentualno učešće jedne vrste u prinosu nadmašuje njeno procentualno učešće u setvenom odnosu, onda se za tu vrstu može smatrati da više doprinosi formiranju ukupnih prinosa biomase.

U toku trogodišnjeg istraživanja najznačajniji uticaj na udeo stočnog graška u prinosu imala je kombinacija useva (tabela 9). Vreme košenja uticalo je na smanjenje udela stočnog graška u

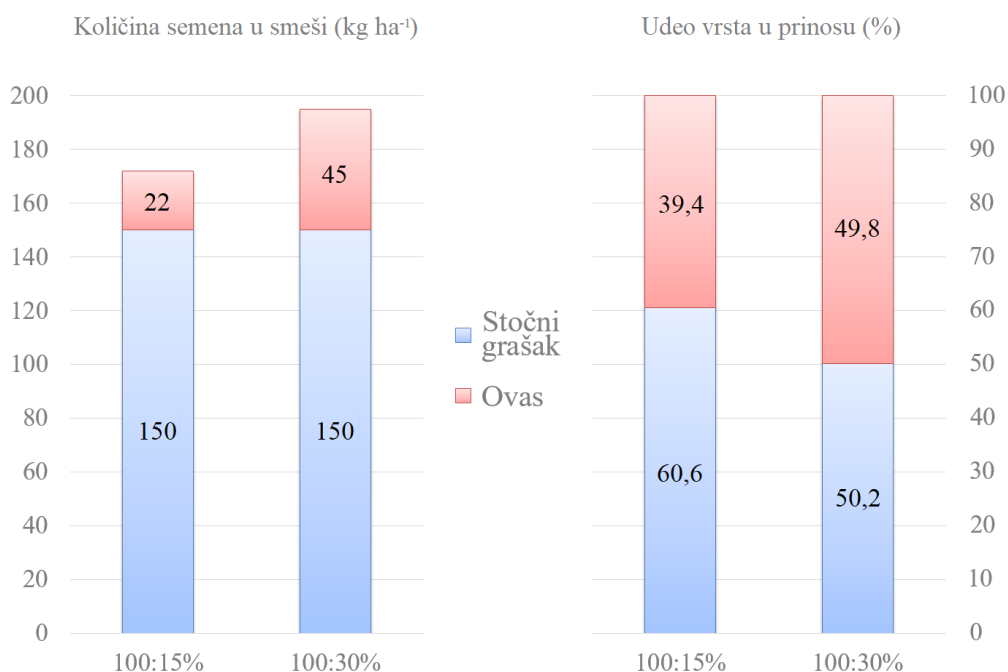
drugoj eksperimentalnoj godini, odnosno na povećanje u trećoj eksperimentalnoj godini. Sa povećanjem količine azota došlo je do smanjenja udela stočnog graška u smeši u prvoj i drugoj eksperimentalnoj godini. Značajne interakcije zabeležene su u prvoj godini između smeše i azota (95%), i u trećoj godini između faze košenja i smeše (95%).

Tabela 9. Udeo stočnog graška u prinosu u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori	Udeo (%)			
	2016	2017	2018	<i>Prosek</i>
Faza košenja				
I	58,3	57,3 <sup>a</sup>	47,9 <sup>b</sup>	54,5
II	61,7	51,2 <sup>b</sup>	56,1 <sup>a</sup>	56,4
Usev (%)				
G100:O15	66,3 <sup>a</sup>	56,9 <sup>a</sup>	58,7 <sup>a</sup>	60,6
G100:O30	53,7 <sup>b</sup>	51,7 <sup>b</sup>	45,3 <sup>b</sup>	50,2
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	65,9 <sup>a</sup>	57,6 <sup>a</sup>	54,9	59,5
40	62,3 <sup>a</sup>	53,7 <sup>ab</sup>	50,8	55,6
80	51,9 <sup>b</sup>	51,5 <sup>b</sup>	50,2	51,2
<i>Prosek</i>	60,0	54,3	52,0	55,4
F test				
Faza	nz	**	**	-
Usev	**	**	**	-
N	**	*	nz	-
Faza x Usev	nz	nz	*	-
Faza x N	nz	nz	nz	-
Usev x N	*	nz	nz	-
Faza x Usev x N	nz	nz	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Udeo stočnog graška u prinosu kod smeše 100:15% bio je veći za 10,5% u odnosu na smešu 100:30% (50,2%) (grafikon 5). Prosečan udeo nije najprecizniji parametar kompetitivnosti, ali se može uočiti veća dominantnost ovsa u odnosu na stočni grašak. U smeši 100:15% ovas ostvaruje približno 40% udela u prinosu, a u smeši 100:30% ima podjednak prinos kao i stočni grašak (49,8%).



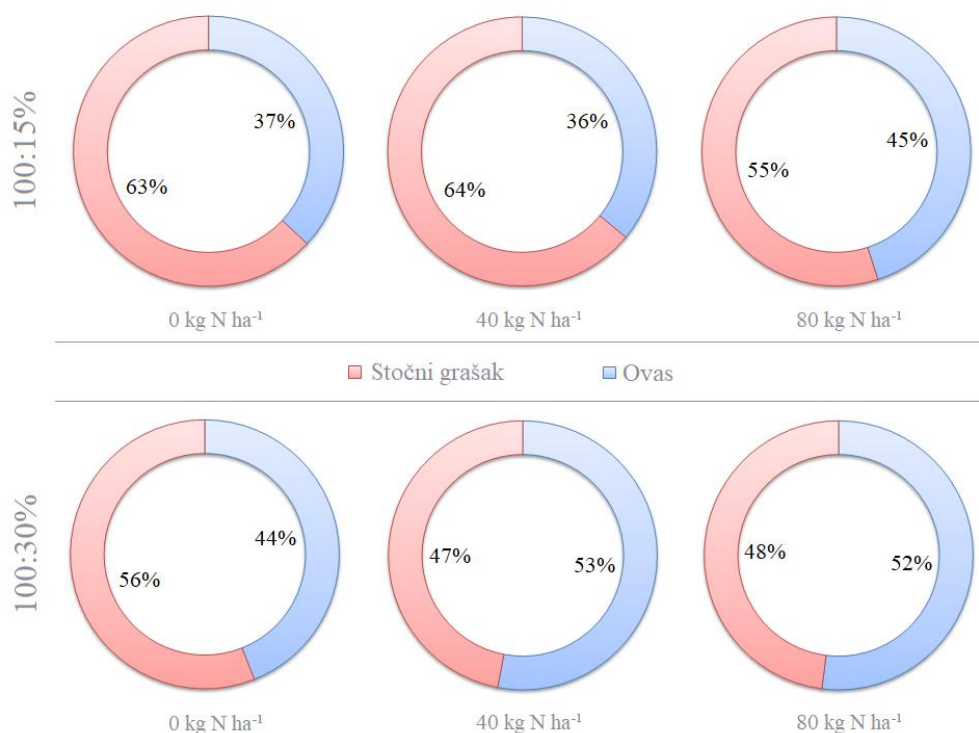
Grafikon 5. Količina semena korišćena u setvi i udeo stočnog graška i ovsa u prinosu zelene mase.

U smeši stočnog graška i ovsa sa setvenim odnosom 60:40%, udeo stočnog graška u prinosu bio je niži (47%), nego u smeši 80:20% (77%) (**Dordas i sar., 2012**). Isti odnos je dobijen i kada je stočni grašak gajen sa ječmom. Udeo stočnog graška u smeši G60:J40% iznosio je 48%, a u smeši G80:J20% - 77%.

U istraživanju smeša stočnog graška i tritikalea **Aşci i sar. (2015)** su uočili istu pravilnost. Prosečan udeo stočnog graška u smeši T25:G75% bio je 50,7%, kroz različite faze košenja i dve godine istraživanja. Za smešu sa odnosom T50:G50%, udeo graška je bio 32,5%, a u smeši T75:G25% 21,8% (sorta Ürünlü). Takođe, sorta stočnog graška Ulubatli združena sa tritikaleom je pokazala isti trend smanjenja udela u prinosu sa smanjenjem udela u setvenoj normi.

Prikazan odnos vrsta u združenom usevu zabeležen je i u drugim istraživanjima stočnog graška i strnih žita ili drugih travno-leguminoznih smeša (**Uzun i Asik, 2012; Kocer i Albayrak, 2012; Kusvuran i sar., 2014; Javanmard i sar., 2014a; Yilmaz i sar., 2015**). Na osnovu brojnih istraživanja i našeg istraživanja, može se zaključiti da je karakteristika većine strnih žita i u okviru njih ovsa, da ostvaruje više prinose i sa manjim procentualnim udelom u setvenoj normi kada se gaje u smeši sa stočnim graškom.

Značajan uticaj azota ispoljio se u prvoj i drugoj godini, a kombinovanom analizom varijanse za tri godine ustanovljen je njegov visok uticaj na udeo stočnog graška u prinosu. Ogljedna površina u trećoj godini je imala viši sadržaj azota u zemljištu u odnosu na prethodne dve, kao i izrazito visok sadržaj fosfora, što je u najvećoj meri doprinelo smanjenom uticaju prihrane azotom na udeo u prinosu u trećoj godini. Udeo stočnog graška u zavisnosti od primenjenog azota je prikazan na grafikonu 6.



Grafikon 6. Udeo stočnog graška (%) u prinosu u zavisnosti od smeše i azotne prihrane (kg ha<sup>-1</sup>) za tri godine ispitivanja.

Za tri godine ispitivanja procentualni udeo stočnog graška u prinosu bio je 59,5% za smeše bez prihrane, 55,6% za smeše prihranjene sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> i 51,2% za smeše prihranjene sa 80 kg N ha<sup>-1</sup>. U istraživanju **Baxevanos i sar. (2017)** se pokazalo da zemljišta sa nižim sadržajem azota favorizuju stočni grašak, dok zemljišta obezbeđena azotom više favorizuju ovas. Na osnovu prikazanih rezultata i referentnog istraživanja može se zaključiti da prihrana azotom smanjuje udeo stočnog graška u prinosu, a povećava udeo ovsa.

Primena azota favorizuje ovas koji je kao i druga strna žita konkurentniji i bolje reaguje na ovo hranivo u odnosu na stočni grašak (**Dordas i sar., 2012; Aşci i sar., 2015; Han i sar., 2012; Neugschwandtner i Kaul, 2014; Pellicanò i sar., 2015**). Na osnovu analize za tri godine, takođe je ustanovljena i značajna interakcija između azotne prihrane i smeše, što više pogoduje ovsu nego stočnom grašku. Prilikom povećanja setvenog udela ovsa i količine primenjenog azota dolazi do značajne favorizacije ovsa u smeši. Najniži prosečan udeo stočnog graška u prinosu (44,7%) zabeležen je kod smeše 100:30% u prvoj fazi košenja prihranjene sa 80 kg N ha<sup>-1</sup>.

Promene udela stočnog graška u prinosu u zavisnosti od vremena košenja varirale su zavisno od godine izvođenja ogleđa. U prvoj godini viši udeo stočnog graška zabeležen je u drugoj fazi, ali ove razlike nisu bile statistički značajne (I – 58,3%; II – 61,7%). U drugoj godini veći udeo stočnog graška ostvaren je u prvoj fazi (I – 57,3%; II – 51,2%), dok je u trećoj godini značajno veći udeo u prinosu ostvaren u drugoj fazi (I – 47,9%; II – 56,1%). Istraživanja **Uzun i Asik (2012)** ukazuju da udeo stočnog graška u prinosu opada kroz faze košenja (I – 43,8%; II – 40,7%; III – 38,6%). U ovom istraživanju druga i treća faza košenja predstavljaju fazu formiranja metlice i fazu mlečne zrelosti ovsa.

U dvogodišnjem istraživanju **Krga i sar. (2016a)** su ustanovili povećanje udela stočnog graška u prinosu u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu. Udeo stočnog graška u prinosu u prvoj godini iznosio je 54% u prvoj fazi košenja i 62% u drugoj fazi, dok je u drugoj godini isti odnos

zadržan (I faza - 63,2%, II faza - 68,5%). Prikazani rezultati pokazuju da se udeo stočnog graška značajno razlikuje između različitih faza košenja, ali da razlike zavise od uslova gajenja po godinama, pa se ne može doneti konkretan zaključak o uticaju faze na ovaj parametar.

### 3.1.6. LER indeks za smeše stočnog graška i ovs

Iskorišćenost površine na osnovu LER indeksa predstavlja jedan od standardnih načina za izračunavanje produktivnosti smeša. Prosečna vrednost indeksa LER, za tri godine ispitivanja i u okviru svih ispitivanih faktora iznosila je 1,18 (tabela 10), odnosno, da bi čisti usevi postigli isti prinos proizvodnu površinu trebalo bi povećati za 18%. U drugoj i trećoj godini zabeležene su interakcije između vremena košenja, useva i azotne prihrane (95%). U trećoj godini takođe je zabeležena interakcija između vremena košenja i azota (99%).

Tabela 10. LER indeks smeša stočnog graška i ovs u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori		LER			
Faza košenja	2016	2017	2018	Prosek	
I	1,03 <sup>b</sup>	1,36	1,08	1,16	
II	1,27 <sup>a</sup>	1,30	1,05	1,21	
Usev (%)					
G100:O15	1,17	1,29	1,05	1,17	
G100:O30	1,14	1,37	1,07	1,19	
N (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	1,13	1,39 <sup>a</sup>	0,98 <sup>b</sup>	1,17	
40	1,19	1,42 <sup>a</sup>	1,10 <sup>a</sup>	1,24	
80	1,14	1,19 <sup>b</sup>	1,11 <sup>a</sup>	1,15	
Prosek	1,15	1,33	1,06	1,18	
F test					
Faza	**	nZ	nZ	-	
Usev	nZ	nZ	nZ	-	
N	nZ	**	**	-	
Faza x Usev	nZ	nZ	nZ	-	
Faza x N	nZ	nZ	**	-	
Usev x N	nZ	nZ	nZ	-	
Faza x Usev x N	nZ	*	*	-	

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nZ – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Veća produktivnost smeša stočnog graška i ovs beleži se i kod zamenskog tipa smeša gde vrednosti indeksa LER iznose 1,12 - 65:35% i 1,2 - 55:45%, što je zabeleženo i za smeše stočnog graška i ječma (Kocer i Albayrak, 2012). U istom istraživanju smeše stočnog graška i ovs su ostvarile bolju produktivnost (1,16) u odnosu na smeše stočnog graška i ječma (1,09).

Dordas i sar. (2012) ukazuju na veću produktivnost smeša stočnog graška i ovs u odnosu na pojedinačno gajene useve (60:40% - 1,07; 80:20% - 1,11). Takođe je zabeležena veća

produktivnost smeša stočnog graška i ovsa u odnosu na smeše stočnog graška i ječma (60:40% – 0,99, 80:20% – 0,98). Stočni grašak ostvaruje veću produktivnost u smeši i kada se gaji sa ječmom (LER = 1,23) (Chen i sar., 2004).

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 i sar., 2006). Veća produktivnost zabeležena je i za smeše grahorice i ječma i sastrice i ječma (Javanmard i sar., 2014b).

Nije uvek slučaj da smeše ostvaruju bolju produktivnost u odnosu na pojedinačno gajene useve. U istraživanju Vasiljević i sar. (2016) LER vrednosti za smeše stočnog graška i ovsa iznose 0,87 (G50:O50%), 0,96 (G75:O25%) i 1,25 (G85:O15%), što ukazuje da produktivnost smeša može zavistiti i od odnosa dve vrse u smeši. Međutim, u istraživanju Neugschwandtner i Kaul (2014) različit setveni odnos nije doveo do značajnih razlika u pogledu produktivnosti (G75:O25% = 1,06, G50:O50% = 1,07, G25:O75% = 1,09.).

Iako setveni odnos dve vrste u smeši utiče na iskorišćenost površine u određenoj meri, smeše strnih žita i drugih zrnastih leguminoza imaju opštu tendenciju da bolje iskorišćavaju površinu u odnosu na pojedinačno gajene useve, što je potvrđeno za agro-meteorološke uslove u kome su izvedena naša istraživanja.

Najveći uticaj na indeks LER ima prihrana azotom. U sve tri godine najveće vrednosti zabeležene su prilikom primene 40 kg N ha<sup>-1</sup>. U istraživanju Chen i sar. (2004) najviša vrednost za indeks LER zabeležena je kod smeše stočnog graška i ječma gde nije primenjen azot, na dve lokacije. Samo u slučaju primene 67 kg N ha<sup>-1</sup> vrednosti su bile iste kao i kad smeša nije đubrena, ali samo na prvoj lokaciji. Prilikom primene količine 134 kg N ha<sup>-1</sup> ostvarena je najniža iskorišćenost površine. Prema tome veće količine primenjenog azota ili neće dovesti ili će smanjiti produktivnost u odnosu na manje količine primenjenog azota.

Iako su smeše u proseku imale sličnu iskorišćenost površine, najbolji rezultati u okviru svih faktora ostvareni su setvom smeše 100:15%, košenjoj u prvoj fazi i prihranjenjoj sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> (LER = 1,28).

### **3.1.7. Indeks agresivnosti stočnog graška u smeši**

Agresivnost useva predstavlja njegovu sposobnost da efikasnije iskorišćava resurse u odnosu na drugu vrstu sa kojom se gaji. U toku tri godine ispitivanja, u okviru svih ispitivanih faktora i njihovih nivoa, zabeležena je niža konkurentnost stočnog graška u odnosu na ovas. Prosečna agresivnost ovsa u okviru svih ispitivanih tretmana za tri godine iznosi -1,6. Prihrana azotom imala je značajan uticaj samo u drugoj godini (99%) gde se konkurentnost ovsa smanjuje sa povećanjem azota u prihrani. U drugoj godini zabeležena je značajna interakcija (95%) između vremena košenja, setvenog odnosa i prihrane azotom, dok je u trećoj godini ispitivanja zabeležena interakcija između faze košenja i setvenog odnosa (95%).

Najznačajnije promene zabeležene su u zavisnosti od udela vrsta u smeši gde se kompetitivnost ovsa značajno smanjuje sa povećanjem setvenog udela ovsa. Prosečna agresivnost stočnog graška u smeši 100:15% iznosi -2,03, a u smeši 100:30% iznosi -1,17. Ovi rezultati potvrđeni su i analizom udela stočnog graška u prinosu gde ovas ostvaruje 39,38% udela sa samo 15% od svoje ukupne setvene norme. Daljim povećanjem setvenog udela ovsa (100:30%) udeo u

prinosu se povećava za približno 10% (49,75%). Dobijeni rezultati ukazuju da se konkuretnost ovsa povećava kada nije izložen intraspecijskoj kompeticiji u većoj meri.

Tabela 11. Indeks agresivnosti stočnog graška u zavisnosti od ispitivanih faktora u tri godine ispitivanja.

Ispitani faktori	Agresivnost			
	2016	2017	2018	<i>Prosek</i>
Faza košenja				
I	-1,18	-2,11	-1,74	-1,68
II	-0,97	-2,13	-1,47	-1,52
Usev (%)				
G100:O15	-1,28	-2,84 <sup>a</sup>	-1,97 <sup>a</sup>	-2,03
G100:O30	-0,87	-1,39 <sup>b</sup>	-1,25 <sup>b</sup>	-1,17
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	-1,47	-2,38 <sup>b</sup>	-1,38	-1,74
40	-0,96	-2,22 <sup>b</sup>	-1,72	-1,63
80	-0,80	-1,76 <sup>a</sup>	-1,72	-1,43
<i>Prosek</i>	-1,07	-2,12	-1,61	-1,60
F test				
Faza	nz	nz	nz	-
Usev	nz	**	**	-
N	nz	**	nz	-
Faza x Usev	nz	nz	*	-
Faza x N	nz	nz	nz	-
Usev x N	nz	nz	nz	-
Faza x Usev x N	nz	*	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a,b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Rezultati ispitivanja smeša ovsa i stočnog graška zamenskog i aditivnog tipa ukazuju na iste varijacije. **Pellicanò i sar. (2015)** ukazuju da je ovas dominantnija vrsta u smeši i da se kompetitivnost ovsa smanjuje sa povećanjem ovsa u setvenom odnosu. Kompetitivnost ovsa iznosi 1,3 za smešu O50:G50% i 0,75 za smešu O100:G50%, za prvu godinu, dok u drugoj godini vrednosti iznose 0,61 za smešu 50:50% i 0,29 za smešu 100:50. Dobijen je isti odnos agresivnosti i kada se stočni grašak gaji sa pšenicom, ječmom i tritikaleom. U istraživanju je takođe ustanovljeno da veća agresivnost strnih žita može dovesti do smanjenja prinosa biomase stočnog graška.

U istraživanju **Dordas i sar. (2012)** ustanovljena je veća kompetitivnost ovsa u odnosu na stočni grašak, međutim kompetitivnost ovsa raste sa povećanjem njegovog setvenog udela u smeši. Agresivnost ovsa u smeši G60:O40% iznosila je 0,71, dok u smeši 80:20% 0,12. Drugačiji odnos zabeležen je u smeši stočnog graška i ječma (G60:J40% - 0,23 i G80:O20% - 0,27).

Analizom rezultata za indeks agresivnosti stočnog graška i ovsa može se zaključiti da ovas predstavlja agresivniju komponentu u smeši. Najveći uticaj na nivo agresivnosti imala je smeša slično **Pellicanò i sar. (2015)**, gde agresivnost ovsa opada kada se povećava njegov setveni udeo. Međutim, drugačiji rezultati zabeleženi su u istraživanju **Dordas i sar. (2012)**, što ukazuje da nivo agresivnosti ovsa zavisi i od drugih faktora proizvodnje.



Na osnovu analize indeksa kompeticije i produktivnosti može se zaključiti da ovas predstavlja znatno kompetitivniju vrstu u odnosu na stočni grašak. Smeše stočnog graška i ovasa su u proseku postigle veću produktivnost od pojedinačno gajenih useva (100:15% - 17%, 100:30% - 19%). Ovas sa znatno nižim setvenim udelom postiže isti udeo u prinosu kao i stočni grašak (100:15% - 39,4%, 100:30% - 49,8%), a njegova konkurentnost u smeši se dalje povećava sa primenom azotnog hraniva.

### 3.1.8. Prinos zelene mase smeša stočnog graška i ovasa

Za tri godine ispitivanja prinos zelene mase značajno se menjao u zavisnosti od faze košenja, setvenog odnosa i azotne prihrane. U prvoj godini zabeležene su značajne interakcije između vremena košenja, setvenog odnosa i prihrane azotom (95%). U drugoj godini ispitivanja zabeležene su interakcije između vremena košenja i prihrane azotom i setvenog odnosa i prihrane azotom (99%), a takođe je zabeležena i interakcija između sva tri ispitivana faktora (99%). U trećoj godini zabeležene su interakcije između setvenog odnosa i prihrane azotom (95%), kao i vremena košenja, setvenog odnosa i prihrane azotom (95%).

Tabela 12. Prinos zelene mase stočnog graška, ovasa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

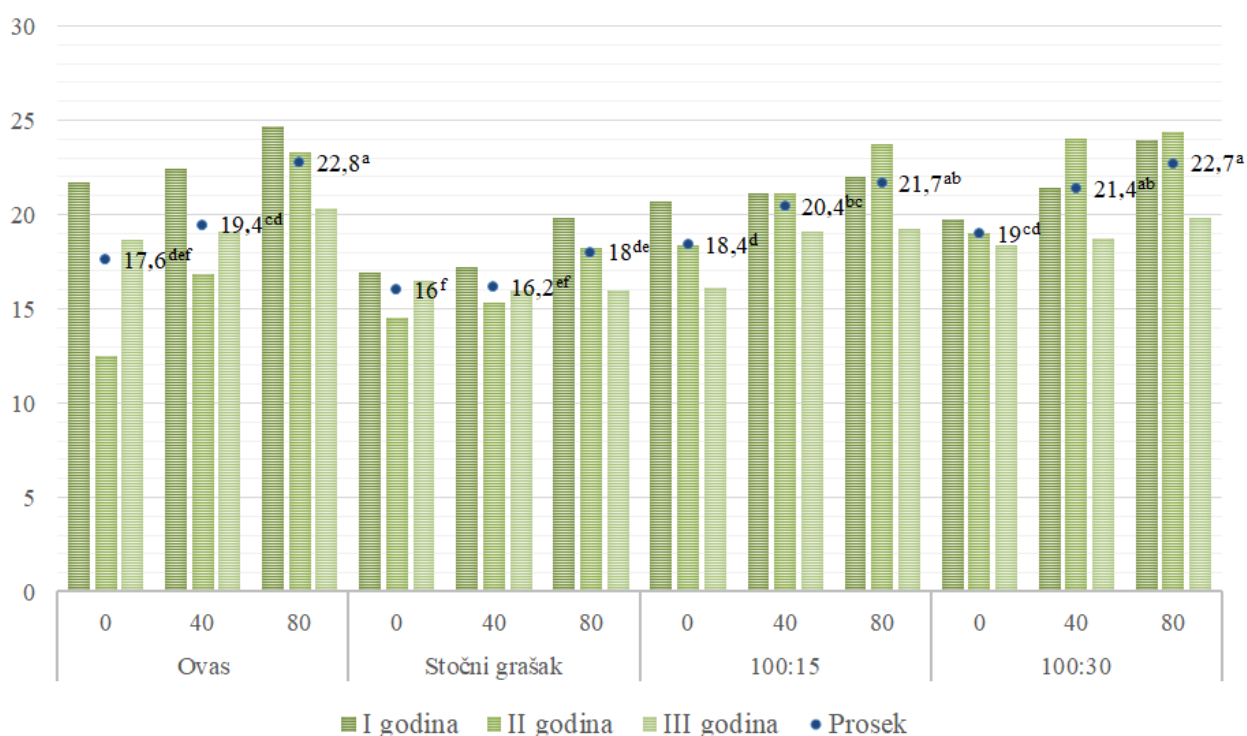
Ispitani faktori	Prinos (t ha <sup>-1</sup> )			
	2016	2017	2018	Prosek
Faza košenja				
I	22,8 <sup>a</sup>	20,6 <sup>a</sup>	18,7 <sup>a</sup>	20,7
II	19,1 <sup>b</sup>	18,0 <sup>b</sup>	17,6 <sup>b</sup>	18,2
Usev (%)				
O100	22,9 <sup>a</sup>	17,5 <sup>d</sup>	19,3 <sup>a</sup>	19,9
G100	18,0 <sup>b</sup>	16,0 <sup>c</sup>	16,1 <sup>c</sup>	16,7
G100:O15	21,2 <sup>a</sup>	21,1 <sup>b</sup>	18,2 <sup>b</sup>	20,2
G100:O30	21,7 <sup>a</sup>	22,4 <sup>a</sup>	19,0 <sup>ab</sup>	21,0
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	19,7 <sup>b</sup>	16,1 <sup>c</sup>	17,4 <sup>b</sup>	17,7
40	20,5 <sup>b</sup>	19,3 <sup>b</sup>	18,2 <sup>a</sup>	19,3
80	22,6 <sup>a</sup>	22,4 <sup>a</sup>	18,8 <sup>a</sup>	21,3
Prosek	21,0	19,3	18,1	19,5
F test				
Faza	**	**	**	-
Usev	**	**	**	-
N	**	**	**	-
Faza x Usev	nz	nz	nz	-
Faza x N	nz	**	nz	-
Usev x N	nz	**	*	-
Faza x Usev x N	*	**	**	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Gajenjem stočnog graška i ovsa u smeši ostvaruju se značajno viši prinosi zelene mase u odnosu na pojedinačno gajen stočni grašak. Najviši prosečni prinosi ostvareni su u smeši 100:30% (21 t ha<sup>-1</sup>) i smeši 100:15% (20,2 t ha<sup>-1</sup>), potom ovsu (19,9 t ha<sup>-1</sup>), a najniži u pojedinačno gajenom stočnom grašku (16,7 t ha<sup>-1</sup>). Analizom najznačajnijih interakcija za tri godine ustanovljeno je da je najveći prinos zelene mase ostvaren kod ovsa (25,1 t ha<sup>-1</sup>), smeše 100:30% (24,4 t ha<sup>-1</sup>) i smeše 100:15% (23,1 t ha<sup>-1</sup>) kada su usevi košeni u prvoj fazi i prihranjeni sa 80 kg N ha<sup>-1</sup>. Kod ostalih tretmana prinosi su bili znatno niži.

Veći prinosi zelene mase kod smeša u odnosu na pojedinačno gajene useve zabeleženi su i u prethodnom istraživanju na istom lokalitetu i sličnim uslovima gajenja (**Krga i sar., 2016b**). Prosečan prinos za smešu G100:O10% bio je 22 t ha<sup>-1</sup>, G100:O20% 23,2 t ha<sup>-1</sup> i G100:O30% 22,1 t ha<sup>-1</sup>. Prinosi zelene mase u kontrolnim usevima bili su 19,8 t ha<sup>-1</sup> za ovas i 14,4 t ha<sup>-1</sup> za stočni grašak.

Prihrana dovodi do povećanja prinosa zelene mase i kod kontrolnih useva i kod njihovih smeša (grafikon 7). U proseku najveći prinosi ostvareni su pri prihrani sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> (21,3 t ha<sup>-1</sup>), potom prihrani sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> (19,3 t ha<sup>-1</sup>), a najmanji bez prihrane (17,7 t ha<sup>-1</sup>). Bolji učinak prihranjenih useva u odnosu na kontrolne useve zabeležen je za oba momenta žetve. Posmatrajući vrednosti za sve tri godine, azot je imao najveći uticaj na prinos ovsa, gde razlika između kontrole i prihrane sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> iznosi 5,15 t ha<sup>-1</sup> zelene mase. Kod stočnog graška razlike između kontrole i iste prihrane iznose 2,02 t ha<sup>-1</sup>, kod smeša 100:15% 3,29 t ha<sup>-1</sup> i smeše 100:30% 3,67 t ha<sup>-1</sup>. Na osnovu prikazanih rezultata uočava se da ovas izraženije reaguje na prihranu azotom u poređenju sa stočnim graškom, što je takođe potvrđeno i analizom udela u prinosu ove dve vrste.



Grafikon 7. Prinos zelene mase (t ha<sup>-1</sup>) useva stočnog graška i ovsa u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>).

Zbog brzine rastanja korena i veće potrebe za azotom strna žita uspešnije usvajaju azot u odnosu na leguminoze, jer za razliku od leguminoza nemaju sposobnost azotofiksacije (**Lithourgidis i sar., 2011**).

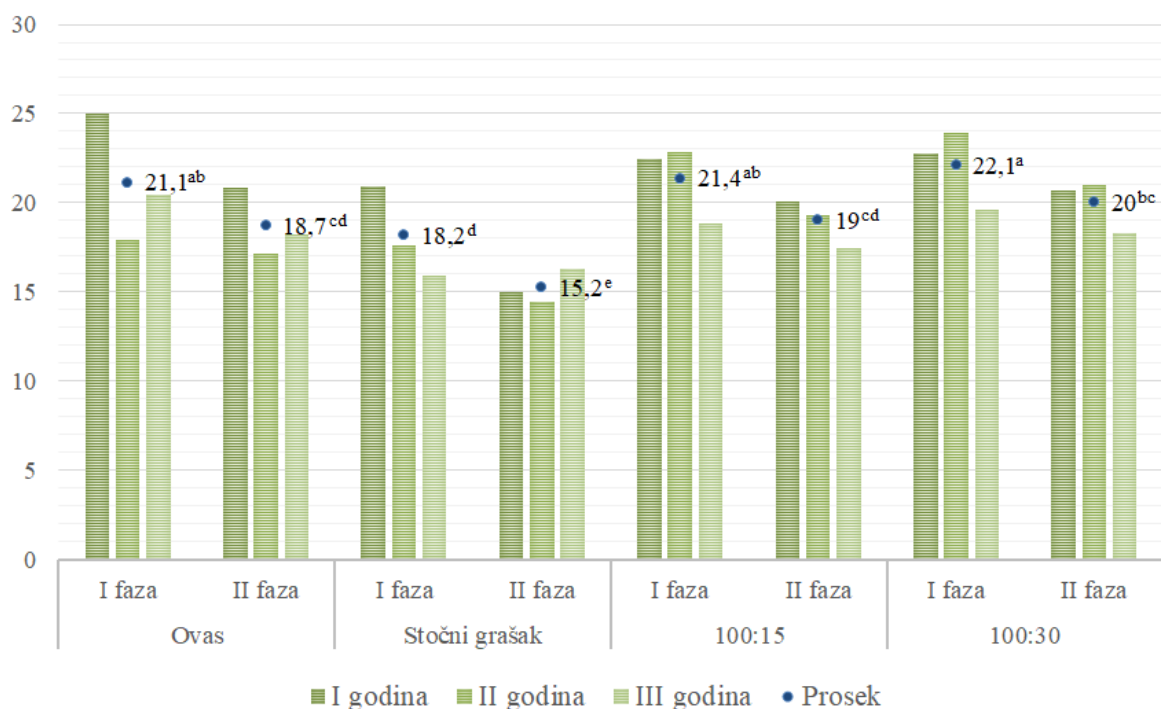
Pokazalo se da ovas bolje reaguje na prihranu u odnosu na stočni grašak u kontrolisanim uslovima (**Han i sar., 2012**). U ovom ispitivanju pozitivan efekat azota zabeležen je i kod ovsa i kod stočnog graška u smeši, dok stočni grašak kao pojedinačni usev ili ne reaguje na veće količine azota ili azot deluje inhibirajuće na njega. Autori ističu da dalje povećanje azota u prihrani smeša dovodi do veće akumulacije biomase kod ovsa nego kod stočnog graška.

U istraživanju u poljskim uslovima, zabeleženo je povećanje zelene mase stočnog graška sa povećanjem primenjenog azotnog hraniva (**Ates i sar., 2014**). Količina od 90 kg N ha<sup>-1</sup> dovela je do znatno većih prinosa (35,1 t ha<sup>-1</sup>) u poređenju sa kontrolom (30,1 t ha<sup>-1</sup>).

Povećanje zelene mase za oko 25% pod uticajem 50 kg N ha<sup>-1</sup> zabeleženo je i u smešama stočnog graška sa drugim strnim žitima (**Ayub i sar., 2008**). U istraživanju stočnog graška i ovsa sprovedenom na Institutu za stočarstvo, prihrana od 40 kg N ha<sup>-1</sup> povećala je prinose za približno 9%, dok od 80 kg N ha<sup>-1</sup> za 20% u odnosu na kontrolu (0 kg N ha<sup>-1</sup>).

Prema tome, azot ima važnu ulogu u povećanju prinosa smeša stočnog graška sa ovsem ili drugim strnim žitima, ali ima veći efekat na strno žito, odnosno ovas nego na stočni grašak.

U našem istraživanju takođe je zabeleženo da ovas ostvaruje veće prinose zelene mase u odnosu na stočni grašak, bez obzira koji nivo faktora posmatramo. Veći prinosi zelene mase ovsa u odnosu na stočni grašak zabeleženi su i u istraživanju **Uzun i Asik (2012)**. Karakteristika ovsa da ostvaruje znatno više prinose u odnosu na stočni grašak važna je jer ovas ne samo da može povećati prinos po jedinici površine, već može korigovati i energetska vrednost hraniva.



Grafikon 8. Prinos zelene mase (t ha<sup>-1</sup>) useva stočnog graška i ovsa u dve faze košenja.

Rezultati ukazuju na značajno veći prinos zelene biomase u prvoj fazi košenja ( $20,7 \text{ t ha}^{-1}$ ) u odnosu na drugu ( $18,2 \text{ t ha}^{-1}$ ). Priakzane promene između dve faze košenja zabeležene su za svaki tip smeše, odnosno useva (grafikon 8).

Slične razlike u biomasi u različitim fazama košenja uočavaju se i u istraživanju **Blagojević (2017)** za ozime smeše stočnog graška, grahorice i ovsa. Prinos zelene mase pojedinačno gajenog ovsa, ozime grahorice, smeše stočnog graška i ovsa i smeše grahorice i ovsa smanjivao se kroz tri fenofaze košenja (cvetanje leguminoza, stvaranje 2/3 mahuna i nalivanje zrna).

U istraživanju **Vasiljević i sar. (2021)** prinosi zelene mase čistih useva stočnog graška, ovsa, tritikalea i njihovih smeša u prvoj fazi košenja (puno cvetanje stočnog graška), takođe značajno nadmašuju prinose istih useva u drugoj fazi košenja (početak formiranja mahuna stočnog graška).

Promene zabeležene u našem i drugim istraživanjima pokazuju da kod stočnog graška, ovsa i njihovih smeše dolazi do smanjenja prinosa zelene mase od faze formiranja cvetova stočnog graška do faze formiranja mahuna. Međutim, prinos zelene mase nije uvek najpouzdaniji pokazatelj produktivnosti s obzirom da najveći deo samih prinosa predstavlja voda koja se nalazi u vezanom ili nevezanom obliku i koja može imati znatne varijacije u kratkom vremenskom roku (agroklimatski faktori). Iz tog razloga prinos suve mase se uzima kao pouzdaniji pokazatelj jer je kod nje najveći deo vlage odstranjen sušenjem.

### **3.1.9. Prinos suve mase smeša stočnog graška i ovsa**

U toku tri godine ispitivanja, značajan uticaj na prinos suve mase imala su sva tri faktora. U drugoj godini ispitivanja zabeležene su sve interakcije prvog reda (smeša/azot; vreme košenja/smeša; vreme košenja/azotna prihrana) sa visokom značajnošću (99%), kao i interakcija između svih ispitivanih faktora (smeša/azotna prihrana/vreme košenja) (95%). U trećoj godini zabeležene su interakcije između smeše i azotne prihrane, vremena košenja i azotne prihrane (95%), kao i interakcije drugog reda između vremena košenja, smeše i azotne prihrane.

Ovas kao čist usev ostvaruje znatno veće prinose suve mase u odnosu na stočni grašak što je zabeleženo i u istraživanjima **Dordas i sar. (2012)**, **Uzun i Asik (2012)**, **Kocer i Albayrak (2012)** i **Vasiljević i sar. (2016)**. Sa njegovim povećanjem u setvenoj normi značajno se povećava prinos suve mase. Uzimajući u obzir takav učinak, ovas ima veliki potencijal da koriguje prinose stočnog graška kada se gaje u smeši, što je zabeleženo i kod zelene mase.

Smeša 100:30% ostvarila je značajno veće prinose suve mase u odnosu na smešu 100:15% u drugoj i trećoj godini. Prosečni prinosi suve mase za tri godine ispitivanja bili su  $4,99 \text{ t ha}^{-1}$  (čist ovas),  $4,82 \text{ t ha}^{-1}$  (100:30%),  $4,44 \text{ t ha}^{-1}$  (100:15%) i  $3,17 \text{ t ha}^{-1}$  (čist stočni grašak). Povećanje prinosa suve mase sa povećanjem ovsa ili drugih strnih žita u setvenom odnosu zabeleženo je i u istraživanjima **Pereira-Crespo i sar. (2010)**, **Uzun i Asik (2012)**, **Kocer i Albayrak (2012)** i **Maxin i sar. (2016)**. U istraživanju **Uzun i Asik (2012)** prosečni prinosi suve mase za različite smeše stočnog graška i ovsa iznosili su  $10,15 \text{ t ha}^{-1}$  (75G+25O),  $12,7 \text{ t ha}^{-1}$  (50G+50O) i  $13,58 \text{ t ha}^{-1}$  (25G+75O) što dokazuje povećanje prinosa sa povećanjem setvenog udela ovsa. U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)**, vrednosti prinosa suve mase iznosile su  $9,89 \text{ t ha}^{-1}$  za smešu 65G+35O i  $11,3 \text{ t ha}^{-1}$  za smešu 55G:45O. U istom istraživanju prinos za smešu stočnog graška i ječma iznosi  $9,34 \text{ t ha}^{-1}$  (65G+35J) i  $10,5 \text{ t ha}^{-1}$  (55G+45J).

Tabela 13. Prinos suve mase stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori		Prinos (t ha <sup>-1</sup> )			
Faza košenja	2016	2017	2018	<i>Prosek</i>	
I	4,51	4,64 <sup>a</sup>	3,41 <sup>b</sup>	4,19	
II	4,64	4,43 <sup>b</sup>	4,48 <sup>a</sup>	4,52	
<b>Usev (%)</b>					
O100	5,63 <sup>a</sup>	4,8 <sup>b</sup>	4,53 <sup>a</sup>	4,99	
G100	3,16 <sup>c</sup>	3,37 <sup>c</sup>	2,98 <sup>c</sup>	3,17	
G100:O15	4,65 <sup>b</sup>	4,75 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	4,44	
G100:O30	4,88 <sup>b</sup>	5,23 <sup>a</sup>	4,34 <sup>a</sup>	4,82	
<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					
0	4,31 <sup>b</sup>	3,45 <sup>c</sup>	3,71 <sup>c</sup>	3,82	
40	4,38 <sup>b</sup>	4,50 <sup>b</sup>	3,93 <sup>b</sup>	4,27	
80	5,04 <sup>a</sup>	5,66 <sup>a</sup>	4,19 <sup>a</sup>	4,96	
<i>Prosek</i>	4,58	4,53	3,94	4,35	
<b>F test</b>					
Faza	nz	*	**	-	
Usev	**	**	**	-	
N	**	**	**	-	
Faza x Usev	nz	nz	nz	-	
Faza x N	nz	**	*	-	
Usev x N	nz	**	*	-	
Faza x Usev x N	nz	*	**	-	

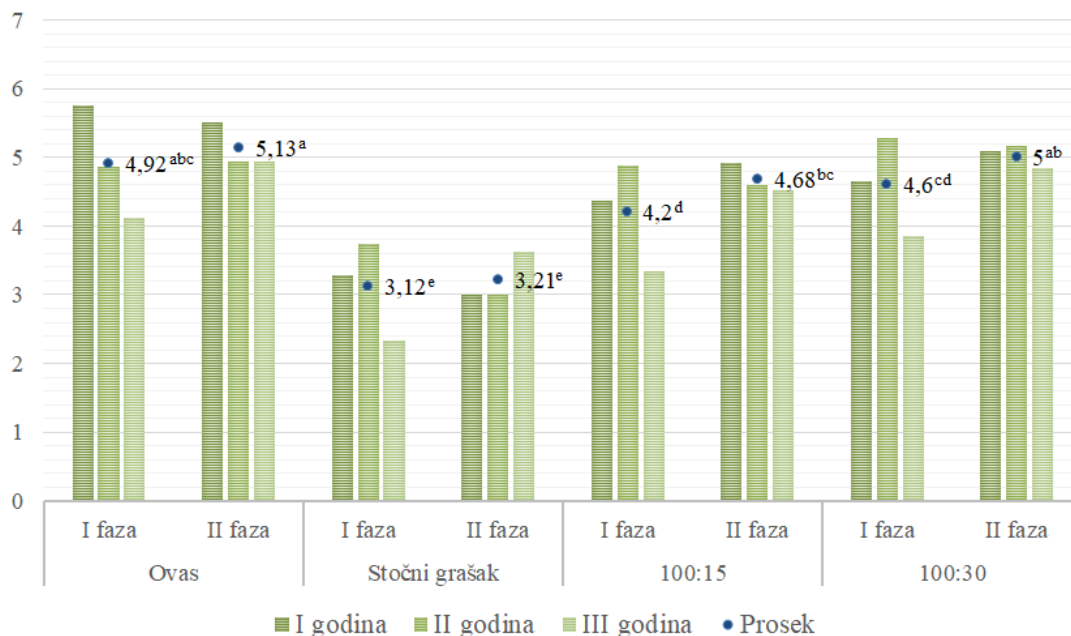
I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Obe smeše su ostvarile značajno veće prinose suve mase u odnosu na pojedinačno gajen stočni grašak. Ovo povećanje kod smeše 100:15% bilo je 40%, a kod smeše 100:30%, 52%. Viši prinosi smeša u odnosu na stočni grašak zabeleženi su i u drugim istraživanjima (**Dordas i sar., 2012; Šarūnaite i sar., 2012; Uzun i Asik, 2012; Kocer i Albayrak, 2012; Krga i sar., 2016a; Pellicanò i sar., 2015; Vasiljević i sar., 2016**), gde povećanje može iznositi od 10% do nekoliko stotina procenata zavisno od setvenog odnosa dve vrste.

Prinos suve mase značajno je varirao između dva momenta košenja. Veći prinosi ostvareni su u drugoj fazi (4,52 t ha<sup>-1</sup>) u odnosu na prvu (4,21 t ha<sup>-1</sup>), ali su prisutne varijacije između godina i samih useva. Najznačajnije promene uočavaju se kod smeša koje su u prvoj i trećoj godini ostvarile veće prinose suve mase u odnosu na prvu, dok u drugoj godini razlike između prve i druge faze nisu bile značajne. Druga ogledna godina imala je niže padavine u odnosu na prvu i drugu, a period kosidbe bio je ispraćen izraženom aridnom klimom, što može biti posledica odstupanja rezultata u drugoj oglednoj godini.

Rezultati **Cavallarini i sar. (2006)** ukazala su na povećanje suve materije kod stočnog graška sa odmicanjem vegetacionog perioda. Tako je po fazama sadržaj iznosio 152 g kg<sup>-1</sup> (kraj cvetanja), 170 g kg<sup>-1</sup> (početak formiranja zrna), 206 g kg<sup>-1</sup> (stadijum punog zrna) i 223 g kg<sup>-1</sup> (stadijum zrenja zrna). Povećanje prinosa suve mase u kasnijoj fazi košenja zabeleženo je i u istraživanju **Vasiljević i sar. (2016)**. Prosečni prinosi ozimih smeša stočnog graška i ovsa (85:15) iznosili su 8,3 t ha<sup>-1</sup> u fazi cvetanja i 10 t ha<sup>-1</sup> u fazi formiranja mahuna. U radu **Uzun i Asik (2012)**

prinos suve mase smeša stočnog graška i ovsa značajno se povećava kroz tri faze košenja ovsa (faza vlatanja 9,42 t ha<sup>-1</sup>, faza formiranja metlice 11,7 t ha<sup>-1</sup> i mlečna faza zrelosti 15,4 t ha<sup>-1</sup>). Navedeni rezultati našeg i drugih istraživanja ukazuju da se prinos suve mase smeša povećava sa odmicanjem fenofaze.

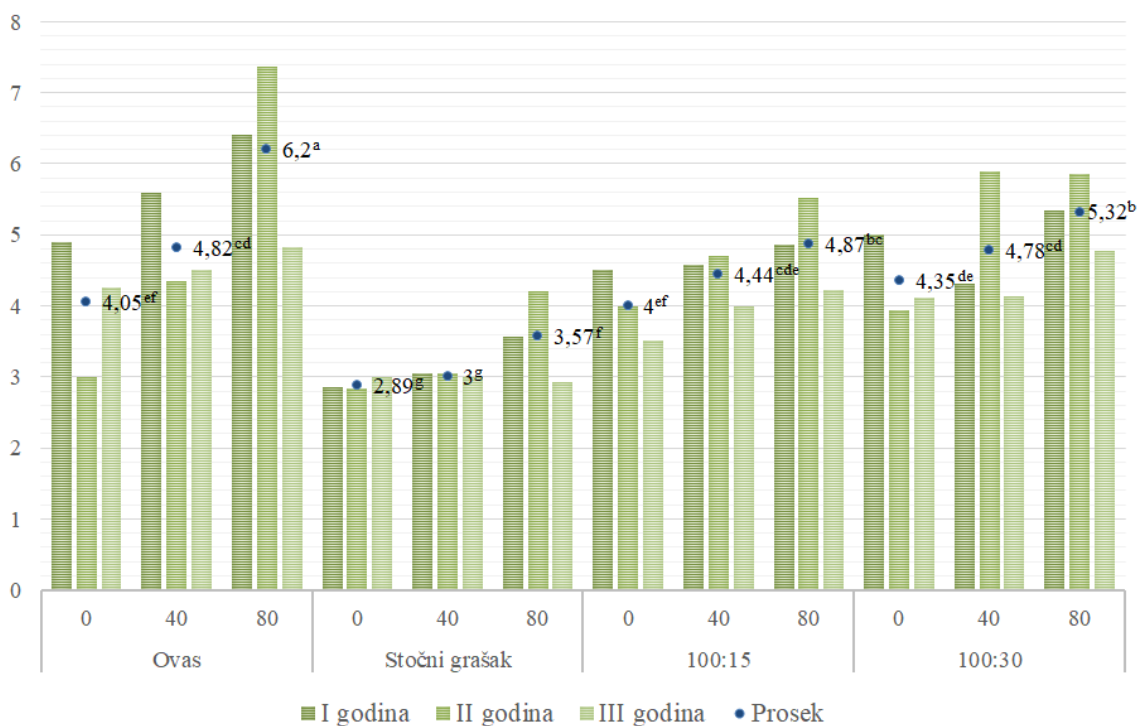


Grafikon 9. Prinos suve mase (t ha<sup>-1</sup>) useva stočnog graška i ovsa u dve faze košenja.

Prihrana azotom povećava prinos suve mase kako pojedinačno gajenih useva, tako i njihovih smeša i ovo je zabeleženo za sve tri godine proizvodnje (grafikon 10). U proseku, najviši prinosi suve mase ostvareni su primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup> (4,99 t ha<sup>-1</sup>), zatim primenom 40 kg N ha<sup>-1</sup> (4,27 t ha<sup>-1</sup>), a najniži u kontroli (3,82 t ha<sup>-1</sup>). Količina od 40 kg N ha<sup>-1</sup> uvećava prosečne prinose suve mase useva za 12%, dok količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> za 31% u odnosu na kontrolu (0 kg N ha<sup>-1</sup>). Međutim, azot ne deluje u istoj meri kod svih useva. Kao i kod prinosa zelene mase, najveći uticaj zabeležen je kod pojedinačno gajenog ovsa. Prinos suve mase ovsa se povećao za 19% primenom 40 kg N ha<sup>-1</sup> i za 50% primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup>. U smeši 100:30% ovo povećanje je iznosilo 10% (40 kg N ha<sup>-1</sup>) i 22% (80 kg N ha<sup>-1</sup>), a u smeši 100:15% 11% (40 kg N ha<sup>-1</sup>) i 22% (80 kg N ha<sup>-1</sup>) u odnosu na kontrolu. Kod stočnog graška količina od 40 kg N ha<sup>-1</sup> povećala je prinos za 5%, a količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> za 24%.

Sličan uticaj azotnog hraniva zabeležen je u istraživanju **Neugschwandtner i sar. (2021)** gde je povećanje prinosa suve mase u odnosu na kontrolne useve kod stočnog graška bilo 4%, kod smeša stočnog graška i ovsa 14%, a kod ovsa 19%.

Primena azota dovodi do povećanja prinosa i kada se stočni grašak gaji sa ječmom (**Ayub i sar., 2008**) ili pšenicom (**Ghaley i sar., 2005**). Količina od 50 kg N ha<sup>-1</sup> dovela je do povećanja od 28% kada se stočni grašak gajio sa pšenicom (**Ayub i sar., 2008**). Kao i u slučaju zelene mase, pozitivan učinak prihrane azotom zabeležen je u oba momenta košenja za sve tri godine.



Grafikon 10. Prinos suve mase (t ha<sup>-1</sup>) useva stočnog graška i ovasa u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>).

Azot ima važnu ulogu u povećanju prinosa suve mase. Njegova primena se može smatrati neophodnom na zemljištima slabije i srednje plodnosti radi postizanja većih prinosa. Oba ispitivana nivoa dala su pozitivne rezultate u odnosu na kontrolne useve za sve tipove useva i smeša, dok je količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> dala bolje rezultate u odnosu na količinu od 40 kg N ha<sup>-1</sup>.

Količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> nije maksimum koji se može koristiti u ishrani ovih useva, na šta ukazuju istraživanja **Ates i sar. (2014)**. U ovom istraživanju najbolja učinkovitost azota postiže se pri primeni 120 kg ha<sup>-1</sup> azota (9,7 t ha<sup>-1</sup>), ali visoki prinosi su dobijeni i primenom 90 kg N ha<sup>-1</sup> (9,3 t ha<sup>-1</sup>), što dovodi u pitanje ekološku i ekonomsku opravdanost viših količina azotnog hraniva. Kada je u pitanju prinos, postojanje određenog praga delovanja i ekonomičnosti hraniva sreće se i kod drugih zrnastih leguminoza (**Brkić i sar., 2004; Gahori i Niyaki, 2010**), što svakako zavisi od brojnih faktora proizvodnje. Prema prikazanim rezultatima količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> može se smatrati opravdanom u prihrani združenih useva stočnog graška i ovasa za dat lokalitet i date klimatsko-zemljišne uslove.

U toku trogodišnjeg istraživanja prinos zelene i suve mase je značajno varirao u zavisnosti od svih ispitivanih tretmana. Prinos zelene mase bio je značajno veći u prvoj fazi u odnosu na drugu. Prinos suve mase za smešu 100:15% i 100:30% bio je značajno veći u drugoj fazi košenja za prvu i treću godinu gajenja, dok u drugoj godini prinosi nisu bili značajno različiti. Primena azota značajno je povećala prinose zelene i suve mase kod svih useva, a viši prinosi postignuti su primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup> u odnosu na količinu od 40 kg N ha<sup>-1</sup>. Kombinovanjem stočnog graška i ovasa u smeši dobijeni su značajno veći prinosi u odnosu na stočni grašak, a veći prinosi ostvareni su u smeši 100:30% nego u smeši 100:15%. Posmatrajući učinak smeša kroz faze košenja i različite količine azotnog hraniva, najviši prinosi ostvareni su u smeši 100:30%, prihranjenoj sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> i košenoj u drugoj fazi sa prosečnim prinosom od 5,58 t ha<sup>-1</sup> suve mase. Druga kombinacija tretmana po redu bila je smeša 100:30% košena u prvoj fazi i prihranjena sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> (5,07 t ha<sup>-1</sup>) i smeša 100:15% košena u drugoj fazi i prihranjena sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> (5,06 t ha<sup>-1</sup>).



## 3.2. Parametri kvaliteta suve materija smeša stočnog graška i ovs

Svrha svakog kvalitetnog hraniva je da podmiri potrebe gajenih životinja u pogledu osnovnih hranljivih materija, proteina, ugljenih hidrata, minerala i vitamina. Stočni grašak i ovas kao predstavnici dve različite porodice karakterišu se različitim hemijskim sastavom. Dok kod stočnog graška kao leguminoze dominiraju sirovi proteini, kod ovs kao strnog žita dominiraju ugljeni hidrati, odnosno biljna vlakna. Njihovim združivanjem dobija se kompletnije hranivo u pogledu sastava hranljivih materija, nego kad se ove vrste gaje i koriste u ishrani pojedinačno. Brojni faktori utiču na promene hemijskog sastava biomase od stočnog graška i ovs, a najveći uticaj ima odnos dve vrste u setvi, vreme košenja, primena đubriva, zatim združeno dejstvo ovih faktora i klimatski i zemljišni činioci.

### 3.2.1. Sadržaj sirovih proteina

Sirovi proteini kao frakcija suve materije obuhvataju sva azotna jedinjenja i dele se na prave proteine i neproteinske azotne materije. Cilj gajenja smeša stočnog graška i ovs jeste da se preživarima obezbedi kabasto hranivo bogato vlaknima, ugljenim hidratima i proteinima koji često mogu biti deficitarni. S obzirom da ova esencijalna jedinjenja ne zauzimaju većinski deo suve materije kod kabastih hraniva, težnja je da njihov sadržaj bude što veći. Važno je naglasiti da povećanje jedne grupe organskih jedinjenja u biomasi prati smanjenje druge grupe, zato je neophodno ustanoviti uticaj pojedinih faktora na hemijski sastav u cilju dobijanja hraniva najoptimalnijih karakteristika.

Tabela 14. Procentualni sadržaj sirovih proteina stočnog graška, ovs i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori		Sadržaj (%)			
Faza košenja	2016	2017	2018	Prosek	
I	13,5 <sup>a</sup>	14,1	19,5	15,7	
II	10,7 <sup>b</sup>	14,6	18,8	14,7	
Usev (%)					
O100	7,3 <sup>c</sup>	8,1 <sup>c</sup>	12,6 <sup>d</sup>	9,3	
G100	16,6 <sup>a</sup>	18,8 <sup>a</sup>	25,4 <sup>a</sup>	20,3	
G100:O15	13,2 <sup>b</sup>	15,9 <sup>b</sup>	20,4 <sup>b</sup>	16,5	
G100:O30	11,5 <sup>b</sup>	14,7 <sup>b</sup>	18,2 <sup>c</sup>	14,8	
N (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	11,5	14,5	18,5	14,8	
40	13,0	14,6	20,2	15,9	
80	11,8	14,0	18,8	14,9	
Prosek	12,1	14,4	19,2	15,2	
F test					
Faza	**	nz	nz	-	
Usev	**	**	**	-	
N	nz	nz	nz	-	

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75); <sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).



U trogodišnjem ispitivanju smeša stočnog graška i ovsa, sadržaj proteina je značajno ( $p < 0,01$ ) varirao u zavisnosti od gajene smeše. Najveći sadržaj sirovih proteina zabeležen je u kontrolnom usevu stočnog graška i prosek za tri godine iznosio je 21,02% (tabela 14). Veći sadržaj u pogledu smeša ostvaren je u smeši 100:15% (17,2%) nego u smeši 100:30% (15,4%). Najniži sadržaj proteina zabeležen je kod čistog ovsa (9,72%).

Navedene promene sadržaja sirovih proteina između čistih useva i smeša zabeležene su za sve tri godine ispitivanja. Slična variranja između kontrolnih useva i smeša zabeležena su i u istraživanjima **Uzun i Asik (2012)**, **Kocer i Albayrak (2012)**, **Dordas i sar. (2012)**; **Blagojević i sar. (2017)**, **Tsialtas i sar. (2018)** i **Marković i sar. (2018)**.

Prema **Blagojević i sar. (2017)**, sadržaj sirovih proteina kod pojedinačno gajenih useva i njihovih smeša iznosio je 19 % (stočni grašak), 11,4% (ovas), 12,7% (G25%+O75%), 15,3% (G50%+O50%) i 16,7% (G25%+O75%), što ukazuje da sa povećanjem setvenog udela ovsa dolazi do smanjenja sadržaja proteina u smeši.

Prosečan sadržaj proteina stočnog graška u istraživanju **Uzun i Asik (2012)** iznosio je 16,9% za tri različite faze košenja. Kod ovsa ova vrednost je bila 7%, dok kod smeša G75%+O25% 15,5% i G25%+O75% 11,8%.

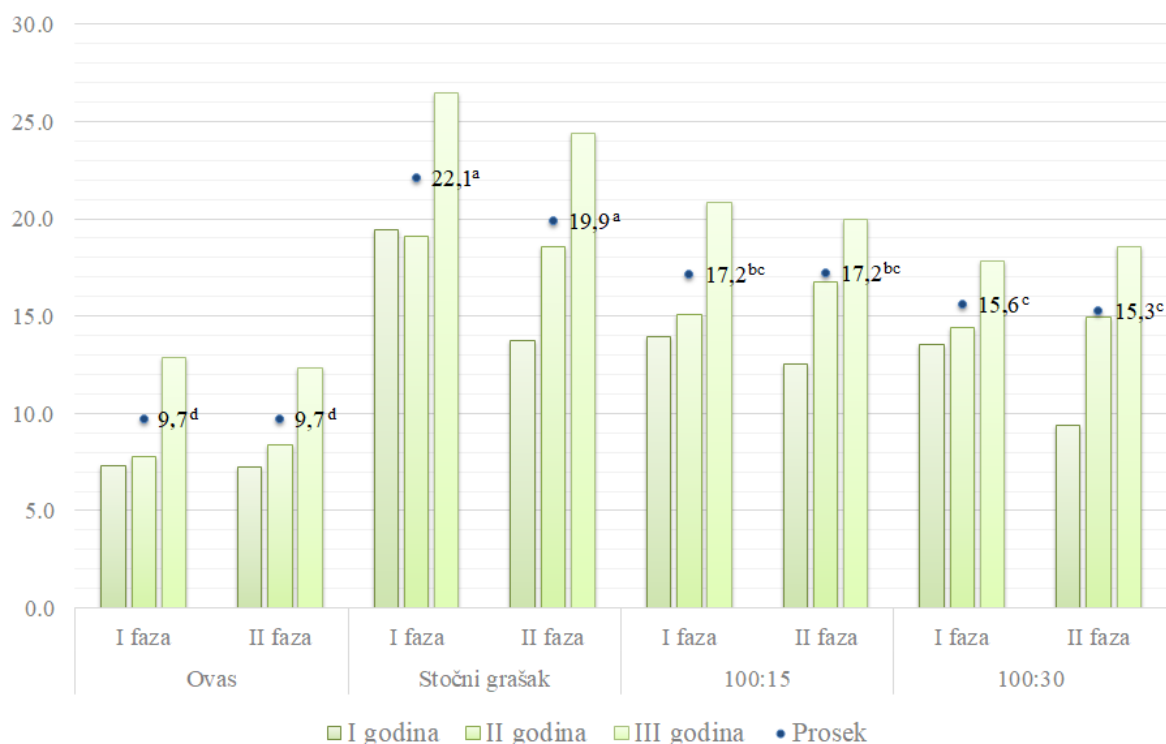
U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)** sadržaj proteina kod stočnog graška bio je 16,1% košen u fazi 50% cvetanja stočnog graška, što se poklapa sa prvom fazom košenja u našem istraživanju. Sadržaj proteina kod ovsa bio je 10,9%, dok kod smeša 13,9% (G55%+O45%) i 15,3% (G65%+O35%).

U navedenim istraživanjima primećuju se slične razlike u pogledu sadržaja sirovih proteina između strnog žita, leguminoze i njihovih smeša. Prikazani rezultati (grafikon 11) i referentna istraživanja ukazuju da procentualno povećanje ili smanjenje setvenog udela ovsa dovodi do smanjenja ili povećanja sadržaja sirovih proteina u smeši.

U pogledu uticaja vremena košenja, najprimetnije su razlike kod stočnog graška i prosek je u prvoj fazi košenja iznosio 22,1%, a u drugoj fazi 19,9%. Kod ovsa, smeše 100:15% i smeše 100:30% ove razlike nisu bile značajne.

Sadržaj proteina se značajno menja u zavisnosti od vremena košenja (**Begna i sar., 2011**). Sadržaj proteina u fazi cvetanja kod stočnog graška sorte Carneval iznosio je 17,6%, a sorte Orb 19,7%, dok u fazi formiranja mahuna 14% i 17%. Isto je zabeleženo i kod smeša stočnog graška sa ovsem.

Sličan odnos zabeležen je u istraživanju **Turk i Albayrak (2012)** gde je sadržaj proteina u prvoj fazi košenja iznosio 21,8% (početak cvetanja stočnog graška), 18,5% (puno cvetanje) i 16,3% (formiranje semena).

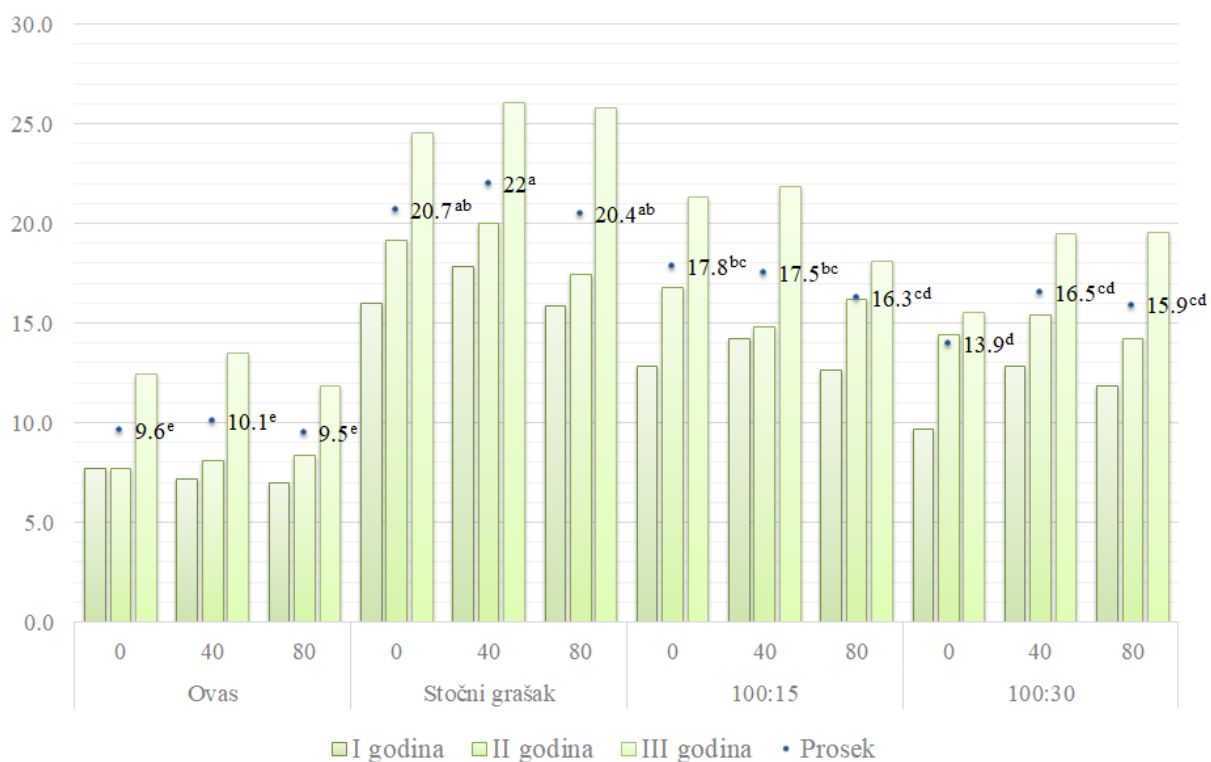


Grafikon 11. Sadržaj sirovih proteina (%) u biomasi stočnog graška i ovasa u dve faze košenja.

Povećanje sadržaja sirovih proteina sa odmicanjem vegetacionog perioda, za stočni grašak i njegove smeše sa ovsem, zabeleženo je i u istraživanjima **Kocer i Albayrak (2012)** i **Uzun i Asik (2012)**, međutim, ove promene u našem istraživanju zabeležene su samo za pojedinačno gajen stočni grašak.

Analiza rezultata kod stočnog graška pokazuje da količina od 40 kg N ha<sup>-1</sup> dovodi do određenog povećanja sadržaja sirovih proteina (22%), u odnosu na kontrolu (20,7%) i prihranu od 80 kg N ha<sup>-1</sup> (20,4%). Kod smeše 100:15% veći procenat sirovih proteina ostvaren je u kontroli, 0 kg N ha<sup>-1</sup> (17,8%) i pri prihrani sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> (17,5%) u odnosu na prihranu od 80 kg N ha<sup>-1</sup> (16,2%) (grafikon 12). Kod smeše 100:30% najveći sadržaj proteina ostvaren je primenom 40 kg N ha<sup>-1</sup> (16,5%) i 80 kg N ha<sup>-1</sup> (15,9%), a najniži u kontroli (0 kg N ha<sup>-1</sup> - 13,9%).

U istraživanju **Ayub i sar. (2008)** količina od 50 kg N ha<sup>-1</sup> nije dovela do značajnog povećanja sadržaja proteina kod smeša stočnog graška i ječma (6,23%) u odnosu na kontrolu (6,1%). U drugom istraživanju povećanje azota u prihrani dovelo je do povećanja procentualnog sadržaja proteina u biomasi prema sledećem odnosu, 15,5% (30 kg N ha<sup>-1</sup>), 16,3% (60 kg N ha<sup>-1</sup>), 16,6% (90 kg N ha<sup>-1</sup>), 16,4% (120 kg N ha<sup>-1</sup>), 16,7% (150 kg N ha<sup>-1</sup>) (**Ates i sar., 2014**). **Chen i sar. (2004)** su zaključili da primena azota utiče samo na povećanje sadržaja sirovog proteina kod pojedinačno gajenog ječma, ali ne i kod pojedinačno gajenog stočnog graška. Predstavljeni rezultati ukazuju na specifičnu prirodu delovanja azotnog hraniva kada je u pitanju sadržaj proteina i da može uticati na sadržaj sirovih proteina kako kod smeša leguminoza i strnih žita, tako i pojedinačno gajenih useva. Međutim, njegov uticaj na ove vrste i njihove smeše značajno varira između istraživanja i zavisi od drugih uslova gajenja.



Grafikon 12. Sadržaj sirovih proteina (%) u biomasi stočnog graška i ovsa u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>).

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da sadržaj proteina najviše varira u zavisnosti od setvenog odnosa, tako se sa povećanjem setvenog udela ovsa u smeši smanjuje i sadržaj proteina u biomasi. Azotna prihrana nije imala značajnog uticaja na sadržaj sirovih proteina, ali se određeno povećanje beleži pri prihrani sa 40 kg N ha<sup>-1</sup>. Promene sadržaja proteina u zavisnosti od vremena košenja zabeležene su kod stočnog graška i u smeši sa nižim setvenim udelom ovsa (100:15%). Kod stočnog graška sadržaj proteina bio je veći u prvoj fazi košenja za sve tri godine, dok je u smeši 100:15% ovo zabeleženo u prvoj i trećoj godini. Promene sadržaja proteina kroz feno faze su očekivane za ove useve i smeše i sadržaj po pravilu opada sa odmicanjem vegetacionog perioda (Turk i Albayrak, 2012, Uzun i Asik, 2012). Međutim, ovo nije zabeleženo za čist usev ovsa i smešu 100:30% gde razlike nisu bile značajne.

### 3.2.2. Prinos sirovih proteina

Na osnovu analize rezultata prinos sirovih proteina je značajno varirao u zavisnosti od svih ispitivanih tretmana. Za sve tri godine ustanovljena je značajna interakcije između vremena košenja i gajenih useva (99%). U drugoj i trećoj godini došlo je do značajne interakcije između vremena košenja i azota, kao i gajenog useva i azota (99%), a ustanovljena je i značajna interakcija između vremena košenja, gajenih useva i azotne prihrane za sve tri godine. Analizom najznačajnijih interakcija za tri godine, pokazalo se da su najviši prinosi dobijeni u obe smeše kod kojih je primenjeno azotno hranivo, dok faza košenja nije imala značajnog uticaja na promene prinosa proteina. U proseku najznačajniji prinosi sirovih proteina ostvareni su u smeši 100:30% 798 kg ha<sup>-1</sup> (80 kg N ha<sup>-1</sup>) i 723 kg ha<sup>-1</sup> (40 kg N ha<sup>-1</sup>), kao i smeši 100:15% 790 kg ha<sup>-1</sup> (80 kg N ha<sup>-1</sup>) i 740 kg ha<sup>-1</sup> (40 kg N ha<sup>-1</sup>).

Tabela 15. Prinos sirovih proteina stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori	Prinos (kg ha <sup>-1</sup> )			
	2016	2017	2018	Prosek
Faza košenja				
I	572 <sup>a</sup>	645 <sup>a</sup>	642 <sup>b</sup>	620
II	474 <sup>b</sup>	612 <sup>b</sup>	822 <sup>a</sup>	636
Usev (%)				
O100	409 <sup>c</sup>	391 <sup>c</sup>	568 <sup>c</sup>	456
G100	524 <sup>b</sup>	629 <sup>b</sup>	747 <sup>b</sup>	633
G100:O15	611 <sup>a</sup>	755 <sup>a</sup>	824 <sup>a</sup>	730
G100:O30	549 <sup>b</sup>	739 <sup>a</sup>	789 <sup>a</sup>	693
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	468 <sup>b</sup>	503 <sup>c</sup>	657 <sup>b</sup>	543
40	534 <sup>a</sup>	618 <sup>b</sup>	760 <sup>a</sup>	638
80	567 <sup>a</sup>	765 <sup>a</sup>	779 <sup>a</sup>	704
<i>Prosek</i>	<i>523</i>	<i>629</i>	<i>732</i>	<i>628</i>
F test				
Faza	**	*	**	-
Usev	**	**	**	-
N	**	**	**	-
Faza x Usev	**	**	**	-
Faza x N	nz	**	**	-
Usev x N	nz	**	**	-
Faza x Usev x N	*	**	**	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

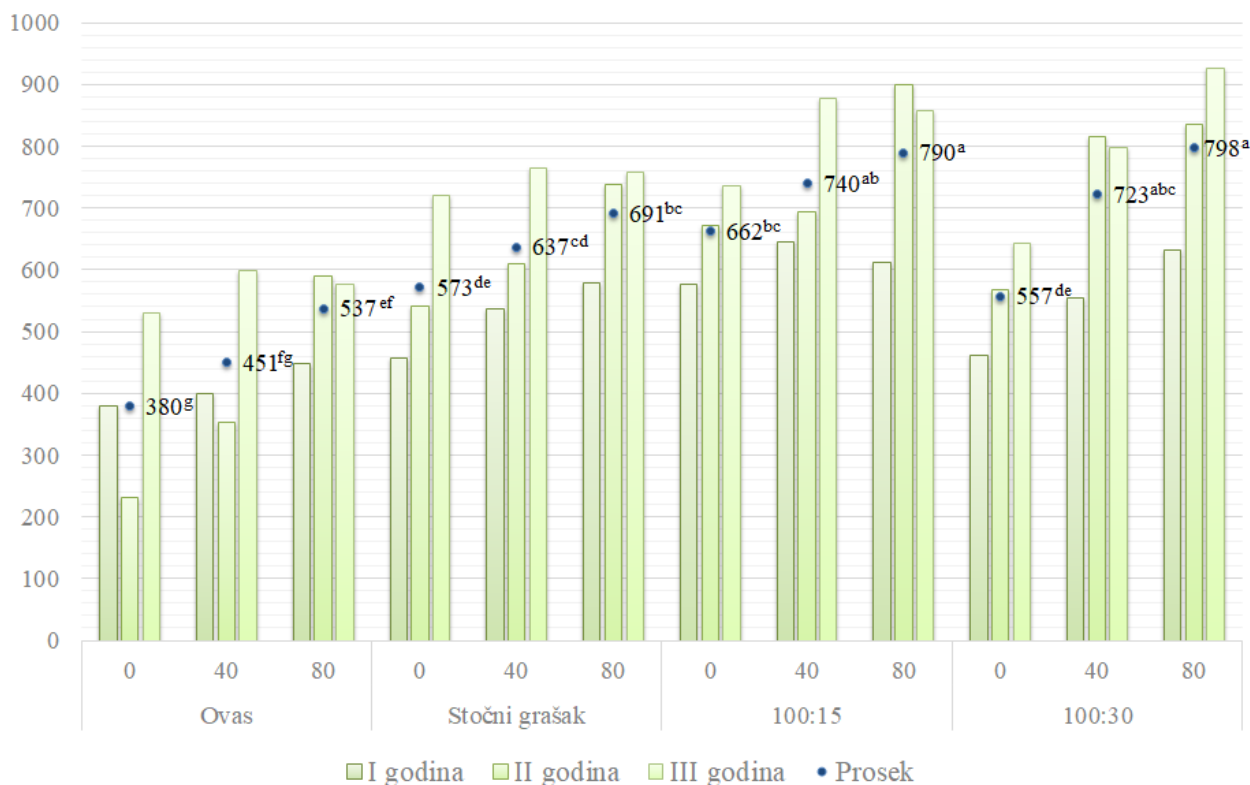
Procentualni sadržaj sirovih proteina pojedinačno gajenog stočnog graška često nadmašuje sadržaj proteina njegovih smeša. Ovakav trend zabeležen je i u drugim istraživanjima (**Carr i sar., 2004; Aasen i sar., 2004; Pereira-Crespo i sar., 2010; Uzun i Asik, 2012; Dordas i sar., 2012; Kocer i Albayrak, 2012; Ates i sar., 2014; Maxin i sar., 2016**). Međutim, stočni grašak najčešće ostvaruje manje prinose biomase u odnosu na smeše. Iz tog razloga ukupan prinos sirovih proteina po jedinici površine kod čistog stočnog graška može biti manji u odnosu na prinos proteina njegovih smeša sa strnim žitima, što je i zabeleženo. Ova pravilnost ustanovljena je i u istraživanjima **Uzun i Asik (2012), Kocer i Albayrak (2012) i Dordas i sar. (2012)**.

U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)** procentualni sadržaj proteina kod stočnog graška iznosio je 16,1%, dok kod smeša 13,9% (G55:O45) i 15,3% (G65:O35). U istom istraživanju prinos proteina za pojedinačno gajen stočni grašak iznosio je 1071 kg ha<sup>-1</sup>, a za smeše 1574 kg ha<sup>-1</sup> (G55:O45) i 1516 kg ha<sup>-1</sup> (G65:O35). Isto je utvrđeno i za smeše stočnog graška sa ječmom.

U našem istraživanju najviši prinos sirovih proteina dobijen je kod smeše 100:15% (730 kg ha<sup>-1</sup>), zatim smeše 100:30% (693 kg ha<sup>-1</sup>), čistog stočnog graška (634 kg ha<sup>-1</sup>), dok je najniži ostvaren kod čistog ovsa (456 kg ha<sup>-1</sup>). Smeše su dominantne u pogledu prinosa sirovih proteina u odnosu na pojedinačno gajene useve i u istraživanju **Uzun i Asik (2012)**.

Značajan uticaj azota na prinos smeša zabeležen je za sve tri godine i svaki usev, odnosno smešu (grafikon 13). Prosečno najviši prinosi sirovih proteina ostvareni su primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup>

(704 kg ha<sup>-1</sup>), zatim primenom 40 kg N ha<sup>-1</sup> (638 kg N ha<sup>-1</sup>), a najniži bez primene azota (543 kg ha<sup>-1</sup>). Veći uticaj azota na prinos proteina zabeležen je kod smeše 100:30%, sa povećanjem od 30% (40 kg N ha<sup>-1</sup>) i 43% (80 kg N ha<sup>-1</sup>) u odnosu na kontrolu, nego kod smeše 100:15% gde je utvrđeno povećanje od 12% (40 kg N ha<sup>-1</sup>) i 20% (80 kg N ha<sup>-1</sup>) u odnosu na kontrolu. Međutim, ovakvo procentualno povećanje je posledica relativno nižih prinosa proteina u kontrolnom usevu smeše 100:30% (557 kg ha<sup>-1</sup>) u odnosu na kontrolni usev smeše 100:15% (662 kg ha<sup>-1</sup>).



Grafikon 13. Prinos sirovih proteina (kg ha<sup>-1</sup>) stočnog graška i ovasa u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>).

U pogledu vremena košenja i prinosa sirovih proteina, promene su dosta zavisile od gajenog useva, odnosno smeše. U slučaju stočnog graška, veći prinos ostvaren je u prvoj fazi košenja, dok je kod ovasa i smeše 100:15% prinos proteina bio viši u drugoj fazi. Kod smeše 100:30% nije bilo značajnijih varijacija (grafikon 14).



Grafikon 14. Prinos sirovih proteina ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) stočnog graška i ovsa u dve faze košenja.

Na osnovu analize dobijenih rezultata može se zaključiti da smeše ostvaruju veće prinose sirovih proteina u odnosu na pojedinačno gajene useve. Najbolji rezultati ostvareni su u smeši 100:15%, košenoj u drugoj fazi i prihranjennoj sa  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Pored ovog nivoa smeše i drugi tretmani su postigli zadovoljavajuće rezultate, ali prvenstveno oni tretmani kod kojih je primenjena azotna prihrana. Smeše bez primenjenog azota u proseku ostvaruju značajno niže prinose proteina.

Prinosi zelene i suve mase kod ovsa bili su podjednaki ili viši u odnosu na prinose smeša, ali je prinos proteina bio znatno niži u odnosu na smeše. Potencijalnim gajenjem čistog ovsa ostvarili bi se prinosi zelene i suve mase koji su u ravni ili viši u odnosu na prinose smeša, ali bi prinosi proteina bili niži i do 40%.

U cilju dobijanja viših prinosa sirovih proteina, gajenje smeša stočnog graška i ovsa predstavlja produktivniji vid gajenja u odnosu na pojedinačno gajene useve. Primena azota se može smatrati obaveznom, jer su prinosi bili znatno veći prilikom prihrane u odnosu na kontrolne useve, dok su bolji rezultati postignuti pri prihrani sa  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  u odnosu na  $40 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Prinosi proteina zavisili su od me smeše i čistih useva, a najbolji rezultati ostvareni su u smeši 100:15% košenoj u drugoj fazi.

### 3.2.3. Sadržaj pravih proteina

Pravi proteini predstavljaju frakciju sirovih proteina koja se sastoji od aminokiselina. Ovo je najvažniji deo sirovih proteina i poželjno je da njihov sadržaj bude veći u odnosu na ostala azotna jedinjenja. Sadržaj pravih proteina se smanjuje sa povećanjem sadržaja neproteinskih azotnih materija i obrnuto, pa će faktori koji dovode do povećanja jedne frakcije posledično dovesti do smanjenja druge frakcije. U tabeli 16 prikazan je uticaj ispitivanih tretmana na promene pravih

proteina od ukupnih sirovih proteina, dok su na grafikonu 15 prikazane promene pravih proteina od ukupnog hemijskog sastava hraniva.

Analizom rezultata za drugu i treću godinu ispitivanja (2017-2018) pokazalo se da vreme košenja i prihrana azotom nemaju značajnog uticaja na ovaj parametar, kada se posmatra učešće ove frakcije u ukupnim sirovim proteinima (tabela 16). Značajne varijacije u okviru smeše, zabeležene su samo u 2018. godini, a najviše vrednosti ostvarene su kod čistog ovsa. Sadržaj se nije značajno menjao ni prilikom promena setvenog odnosa dve vrste.

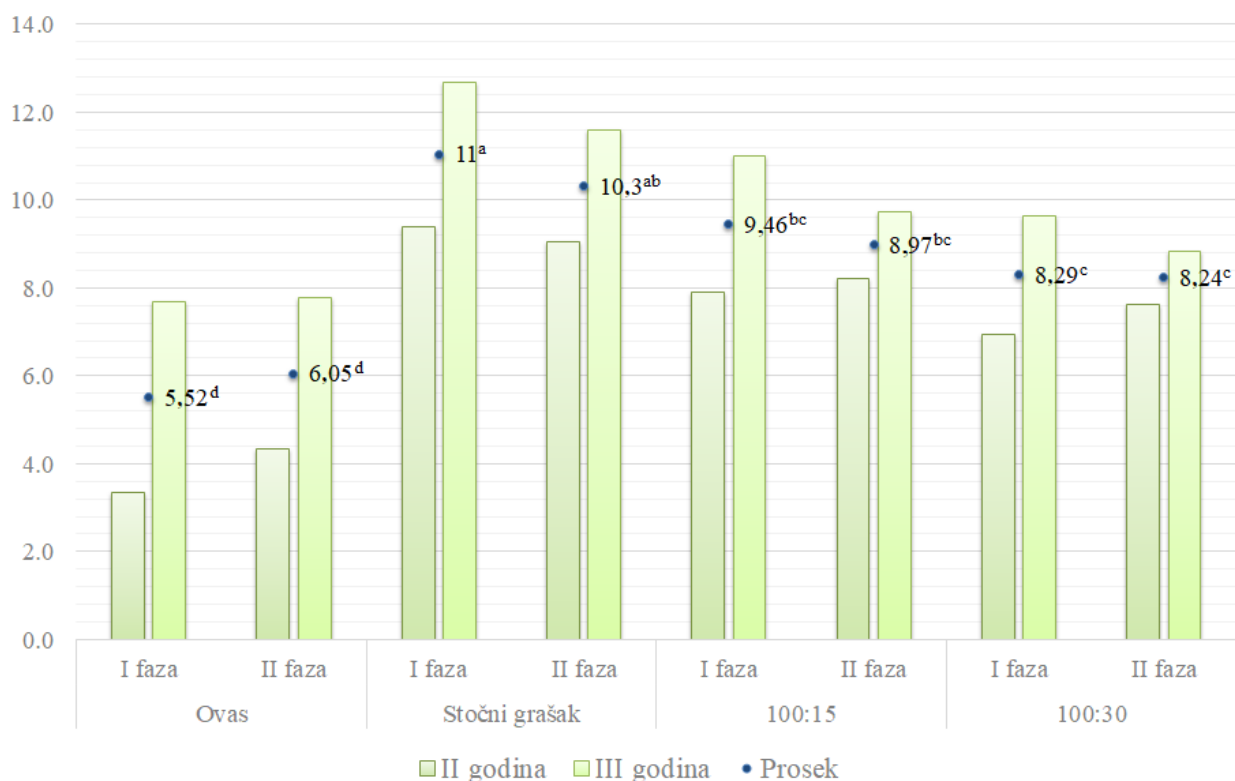
Tabela 16. Sadržaj pravih proteina u ukupnom proteinu stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori	Sadržaj (%)		
	2017	2018	<i>Prosek</i>
Faza košenja			
I	48,3	56,0	52,1
II	50,2	51,9	51,0
Usev (%)			
O100	47,4	62,2 <sup>a</sup>	54,8
G100	49,1	48,1 <sup>b</sup>	48,6
G100:O15	50,7	52,1 <sup>b</sup>	51,4
G100:O30	49,7	53,4 <sup>b</sup>	51,6
N (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	48,7	55,2	51,9
40	49,3	50,8	50,1
80	49,7	55,8	52,7
<i>Prosek</i>	49,2	54,0	51,6
F test			
Faza	nz	nz	-
Usev	nz	**	-
N	nz	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

U istraživanju **Blagojević i sar. (2017)**, procentualno učešće pravih proteina u sirovom proteinu iznosio je 41,7% za čist stočni grašak, 44,3% za ovas i za smeše 44,4% (G25%+O75%), 44,9% (G50%+O50%) i 44 % (G75%+O25%). Ovi rezultati pokazuju da sadržaj pravih proteina ne varira značajno između različitih setvenih normi smeša stočnog graška i ovsa. Usevi su gajeni kao ozimi i košeni u fazi formiranja prvih mahuna na 2/3 biljaka u toku proleća. Sadržaj pravih proteina je relativno niži u odnosu na sadržaj u našem istraživanju, ali nisu uočena značajnija variranja u okviru smeša u oba istraživanja. U našem istraživanju prosek za dve godine (2017, 2018) bio je 48,6% za stočni grašak, 54,8% za ovas, 51,7% za smešu 100:30% i 51,4% za smešu 100:15%.

Sadržaj pravih proteina zadržao je isti odnos kao i sadržaj sirovih proteina u pogledu procentualnog učešća od ukupnog hemijskog sastava (grafikon 15). Najveći sadržaj zabeležen je u pojedinačno gajenom stočnom grašku, a sa povećanjem setvenog udela ovsa, smanjivao se sadržaj pravih proteina. Sadržaj pravih proteina bio je niži u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu kod stočnog graška i smeše 100:15%. Kod ovsa je zabeleženo i povećanje sadržaja pravih proteina u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu.



Grafikon 15. Sadržaj pravih proteina (%) u biomasi stočnog graška i ovasa u dve faze košenja (2017, 2018).

Uticaj primenjenog azota na sadržaj pravih proteina ustanovljen je samo kod ovasa. Najviše vrednosti zabeležene su prilikom primene 80 kg N ha<sup>-1</sup> (6,08%), zatim 40 kg N ha<sup>-1</sup> (5,87%), a najniže u kontroli (5,41%).

Sadržaj pravih proteina menja se u zavisnosti od smeše, odnosno gajenog useva, kao i vremena košenja, ali samo kada se posmatra njegov sadržaj od ukupnog sadržaja suve materije. Istraženi tretmani nemaju signifikantan uticaj na ovu frakciju od ukupnog sadržaja sirovih proteina. Sadržaj ove frakcije bio je relativno veći u odnosu na slična istraživanja (Blagojević i sar., 2017) što se smatra povoljnom karakteristikom, s obzirom da životinje najbolje usvajaju aminokiseline iz ove frakcije u odnosu na druga azotna jedinjenja.

### 3.2.4. Sadržaj neproteinskih azotnih materija

Neproteinske azotne materije predstavljaju grupu azotnih jedinjenja koja ne čine aminokiseline i u najvećoj meri čine je urea, amonijak i biuret. Neproteinske azotne materije u manjoj meri mogu biti od koristi preživarima jer se aktivnošću ruminalnih mikroorganizama mogu prevesti u aminokiseline i mikrobijalni protein, ali smanjuju biološku vrednost ukupnog proteina i poželjno je da njihov sadržaj bude niži u odnosu na prave proteine.

Kao i u slučaju pravih proteina, sadržaj neproteinskih azotnih materija nije značajno varirao u zavisnosti od vremena košenja i primenjenog azota. U pogledu razlika između samih smeša i useva, značajne razlike zabeležene su samo u 2018. godini. Najniži sadržaj neproteinskih azotnih materija u sirovom proteinu zabeležen je kod pojedinačno gajenog ovasa (37,8%). Značajnih razlika nije bilo između smeša (100:15% - 47,9%; 100:30% - 46,5%) i čistog stočnog graška (46,5%).



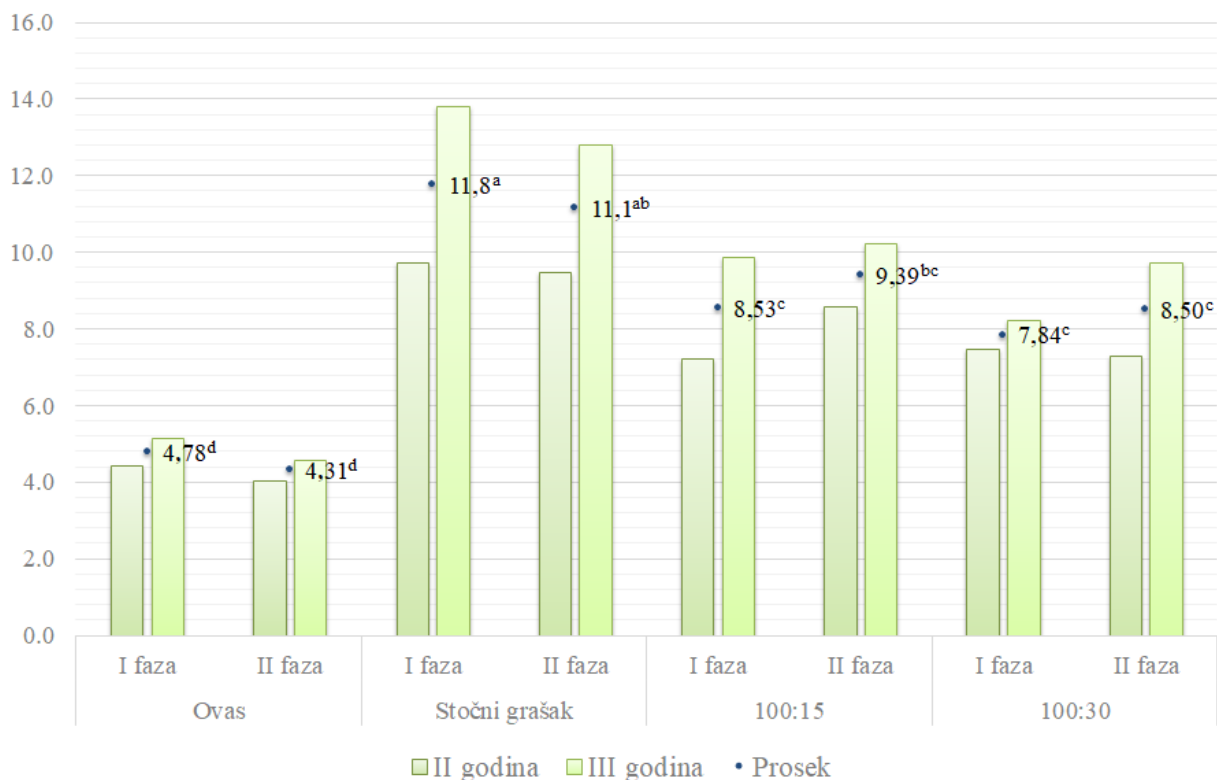
Tabela 17. Sadržaj neproteinskih azotnih materija u sirovom proteinu stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori	Sadržaj (%)		
	2017	2018	<i>Prosek</i>
Faza košenja			
I	51,7	44,0	47,9
II	49,8	48,1	48,9
Usev (%)			
O100	52,6	37,8 <sup>b</sup>	45,2
G100	50,9	51,9 <sup>a</sup>	51,4
G100:O15	49,3	47,9 <sup>a</sup>	48,6
G100:O30	50,3	46,5 <sup>a</sup>	48,4
N (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	51,3	44,8	48,0
40	50,7	49,2	49,9
80	50,3	44,2	47,2
<i>Prosek</i>	50,8	46,0	48,4
F test			
Faza	nz	nz	-
Usev	nz	**	-
N	nz	nz	-

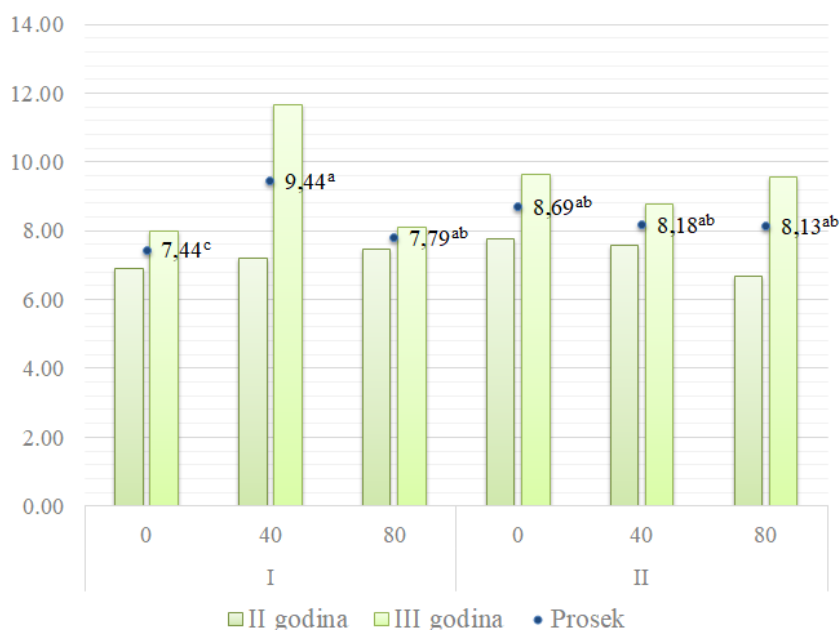
I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Posmatrajući sadržaj neproteinskih azotnih materija u odnosu na ukupan hemijski sastav (grafikon 16), najveći sadržaj je zabeležen kod pojedinačnog stočnog graška, kao i u slučaju sirovih proteina i pravih proteina, a vrednosti iznose 11,8% u prvoj i 11,4% u drugoj fazi košenja. Niži sadržaj u odnosu na čist grašak zabeležen je u smeši 100:15%, zatim u smeši 100:30%, dok je najniži sadržaj zabeležen kod čistog ovsa. Uočava se da je sadržaj neproteinskih azotnih materija veći u prvoj fazi košenja kod pojedinačno gajenih useva, dok je kod smeša veći u drugoj fazi. Ovo pokazuje da kombinovanjem stočnog graška i ovsa dolazi do smanjenja ove frakcije proteina u kasnijoj fazi košenja (faza formiranja mahuna) u odnosu na raniju fazu (faza formiranja cvetova).

Smeša sa manjim udelom ovsa imala je viši sadržaj neproteinskog azota. Kod smeša je zabeležen drugačiji raspored u odnosu na stočni grašak u zavisnosti od vremena košenja. Kod stočnog graška beleži se blagi pad sadržaja neproteinskih azotnih materija, dok je kod smeša ovaj sadržaj bio veći u odnosu na smeše košene u prvoj fazi. Najznačajniji uticaj azota zabeležen je u prvoj fazi i pri prihrani sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> za oba kontrolna useva i obe smeše u 2017. godini. Azot nije imao uticaj na ovaj parametar u okviru ostalih nivoa ispitivanih tretmana.



Grafikon 16. Sadržaj neproteinskih azotnih materija (%) u biomasi stočnog graška i ovasa u dve faze košenja (2017 i 2018).



Grafikon 17. Sadržaj neproteinskih azotnih materija (%) u dve faze košenja u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>) (2017 i 2018).

Na osnovu analize rezultata za prave proteine i neproteinske azotne materije, može se zaključiti da ispitivani faktori nemaju značajniji uticaj na varijacije između ove dve frakcije. S obzirom da pravi proteini i neproteinske azotne materije predstavljaju dve osnovne frakcije sirovih

proteina, njihov sadržaj u odnosu na ukupan hemijski sastav pratiće isti odnos kao i slučaj sirovih proteina. Tako je u proseku najviši sadržaj pravih proteina i neproteinskih azotnih materija zabeležen kod pojedinačno gajenog stočnog graška (10,7% i 11,4%), zatim smeše 100:15% (9,21% i 8,96%) i smeše 100:30% (8,27 i 8,17%), a najniži kod pojedinačno gajenog ovsa (5,79% i 4,54%).

Posmatrajući promene sadržaja i prinos proteina, zatim sadržaj pravih proteina i neproteinskih azotnih materija pokazalo se da vreme košenja ima najmanji uticaj. Značajan uticaj faze košenja zabeležen je samo u okviru prinosa proteina, međutim, ove promene razlikovale su se u godinama istraživanja i od useva. Azot je pozitivno uticao na povećanje prinosa sirovih proteina u sve tri godine istraživanja kod svih gajenih useva. S druge strane, azot nije imao uticaja na sadržaj pravih proteina i neproteinskih azotnih materija u okviru frakcije sirovih proteina.

Sadržaj i prinos proteina značajno variraju u zavisnosti od gajenog useva, odnosno smeše. Ovi parametri najniži su kod čistog useva ovsa. Kod stočnog graška sadržaj sirovih proteina je najviši, ali je prinos niži u odnosu na smeše, što je posledica nižih prinosa biomase stočnog graška. Smeše su ostvarile najviše prinose sirovih proteina kombinujući pozitivne aspekte oba useva, odnosno visoke prinose biomase ovsa i viši sadržaj sirovih proteina stočnog graška. Sadržaj pravih proteina i neproteinskog azota nije značajno varirao u zavisnosti od setvenih normi.

### 3.2.5. Sadržaj sirove celuloze

Tabela 20. Sadržaj celuloze u suvoj materiji stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

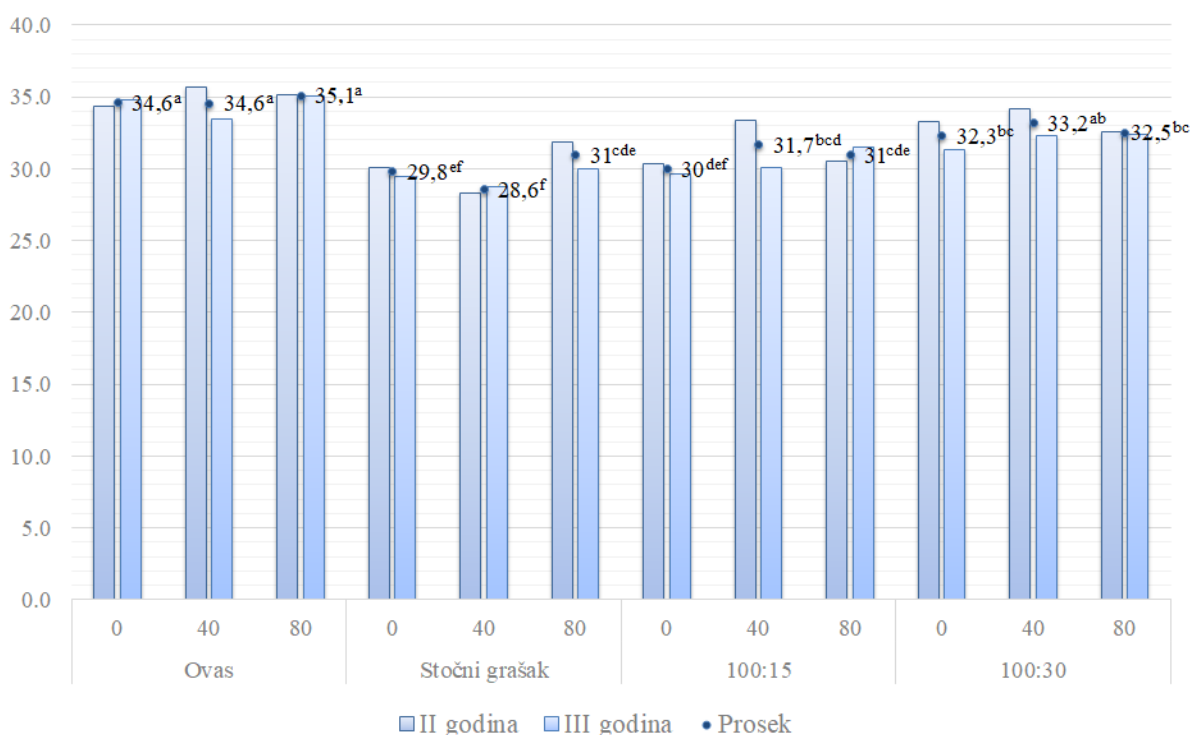
Ispitani faktori	Sadržaj (%)		
	2017	2018	Prosek
Faza košenja			
I	32,4	31,5	31,9
II	32,6	31,7	32,1
Usev (%)			
O100	35,0 <sup>a</sup>	34,4 <sup>a</sup>	34,5
G100	30,1 <sup>c</sup>	29,4 <sup>c</sup>	29,8
G100:O15	31,4 <sup>bc</sup>	30,4 <sup>c</sup>	30,9
G100:O30	33,3 <sup>ab</sup>	32,0 <sup>b</sup>	32,7
N (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	32,0	31,3 <sup>b</sup>	31,7
40	32,9	31,1 <sup>b</sup>	32,0
80	32,5	32,2 <sup>a</sup>	32,4
Prosek	32,5	31,6	32,0
F test			
Faza	nz	nz	-
Usev	**	**	-
N	nz	*	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Celuloza je deo sirovih vlakana koja spada u grupu hranljivih materija koja se teško vare. Njeno razlaganje je moguće zahvaljujući prisustvu celulolitičke ruminalne mikroflore preživara. Sirova celuloza predstavlja značajan izvor hranljivih materija za preživare, ali preveliki sadržaj u hranivu može biti i negativna karakteristika usled sporijeg ruminalnog razlaganja i pasaže i utiče na količinu hrane koju životinja može da konzumira u toku dana.

Analizom rezultata za drugu i treću oglednu godinu, sadržaj celuloze je značajno varirao u zavisnosti od uslova gajenja (tabela 20). Očekivano je najveći sadržaj celuloze dobijen u čistom ovsu (34,7%), a potom smeši sa većim setvenim udelom ovsu (100:30 – 32,7%). Najniži sadržaj zabeležen je kod pojedinačno gajenog stočnog graška (29,8%) i u smeši 100:15% (30,9%).

Prihrana azotom imala je manji uticaj na povećanje sadržaja celuloze kod useva. U 2017. godini azot je doveo do određenog povećanja sadržaja celuloze kod svih useva, ali su postojale razlike između količine od 40 i 80 kg N ha<sup>-1</sup> u zavisnosti od useva (grafikon 18). Prema tome, azot nema značajnijeg uticaja na sadržaj celuloze kod smeša stočnog graška i ovsu. Značajne razlike nisu zabeležene ni u okviru vremena košenja.



Grafikon 18. Sadržaj celuloze (%) u biomasi stočnog graška i ovsu u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>) (2017, 2018).

### 3.2.6. Sadržaj ADF frakcije vlakana

Kiselo-deterdžentska vlakna predstavljaju frakciju strukturnih ugljenih hidrata koja se najslabije razlaže u buragu preživara i u najvećoj meri obuhvataju lignin, celulozu, a u manjoj meri hemicelulozu, pektin itd. (Cardona i Cruz, 2019). Kabasta hraniva koja imaju povećan sadržaj ADF vlakana se slabije vare i imaju nižu energetska vrednost. Na osnovu tri godine ispitivanja, ADF vlakna najviše variraju u zavisnosti od faktora smeše. Najveći sadržaj za sve tri godine zabeležen je u čistom ovsu (40,9%), zatim smeši 100:30% (38,2%), a najniži u smeši 100:15% (36,5%) i usevu stočnog graška (35,7%).

U istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)** sadržaj ADF-a varira u zavisnosti od vrste i setvenog odnosa. Veći sadržaj ovih vlakana ustanovljen je za ovas (34,6%) nego stočni grašak (25,8%), te je veći sadržaj bio u smeši sa većim udelom ovsa u setvi (G55:O45 – 30,7%; G65:O35 – 28,5%). Na osnovu činjenice da se ovas karakteriše većim sadržajem ADF-a u odnosu na stočni grašak, može se zaključiti da će njegovo povećanje u setvenoj normi dovesti i do povećanja ADF vlakana u smeši.

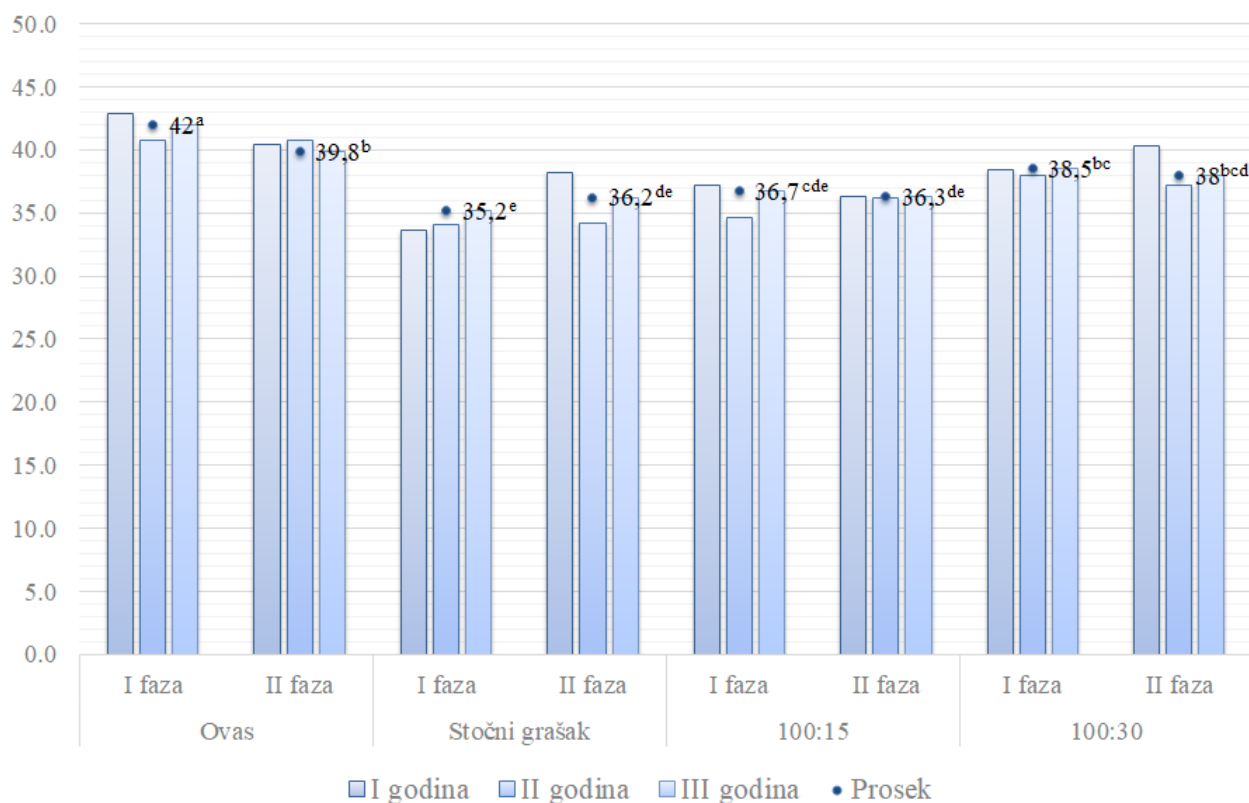
Tabela 18. Sadržaj ADF-a u suvoj materiji kod stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori		Sadržaj (%)			
Faza košenja	2016	2017	2018	Prosek	
I	40,7 <sup>a</sup>	38,0	36,8	38,5	
II	36,2 <sup>b</sup>	38,8	37,1	37,3	
Usev (%)					
O100	39,6 <sup>a</sup>	41,6 <sup>a</sup>	40,8 <sup>a</sup>	40,7	
G100	38,5 <sup>b</sup>	35,9 <sup>c</sup>	34,1 <sup>c</sup>	36,2	
G100:O15	38,2 <sup>ab</sup>	36,7 <sup>bc</sup>	35,4 <sup>c</sup>	36,8	
G100:O30	37,4 <sup>ab</sup>	39,3 <sup>ab</sup>	37,5 <sup>b</sup>	38,1	
N (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	38,3	37,6	36,6 <sup>b</sup>	37,5	
40	38,4	39,4	36,4 <sup>b</sup>	38,1	
80	38,6	38,3	37,8 <sup>a</sup>	38,2	
Prosek	38,4	38,4	36,9	37,9	
F test					
Faza	**	nz	nz	-	
Usev	*	**	**	-	
N	nz	nz	*	-	

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

U okviru vremena košenja, sadržaj ADF-a je imao značajnije varijacije kod useva ovsa i u prvoj fazi košenja bio je viši (41,9%) nego u drugoj (39,8%) (grafikon 19). Sadržaj ADF-a je bio veći u prvoj fazi i kod smeše 100:30% (38,5%) i smeše 100:15% (36,7%), ali ove vrednosti nisu bile značajno veće u odnosu na drugu fazu (100:30% - 38%; 100:15% - 36,3%). Kod stočnog graška vrednosti imaju drugačiji odnos i viši sadržaj zabeležen je u drugoj fazi košenja.

U pojedinačnim usevima stočnog graška, grahorice i tritikalea i njihovim smešama ustanovljeno je povećanje ADF grupe sa odmicanjem vegetacionog perioda (**Maxin i sar., 2016**). U ovom istraživanju se takođe može uočiti da strna žita ostvaruju veći sadržaj ovih vlakana u odnosu na stočni grašak i grahoricu. Povećanje sadržaja ADF vlakana od prve do druge faze košenja je najviše kod tritikalea i iznosi u proseku 35%, dok kod smeša stočnog graška, tritikalea i grahorice 19%. Za isti vremenski period ADF se kod stočnog graška povećao za 14%, a kod grahorice za 15%.



Grafikon 19. Sadržaj ADF-a (%) u biomasi stočnog graška i ovsa u dve faze košenja.

Uticaj azota na sadržaj ove frakcije vlakana bio je niži. Značajan uticaj zabeležen je samo u uslovima treće godine, gde je prihrana sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> dovela do povećanja. U istraživanju **Ates i sar. (2014)** povećanje primenjenog azota ispraćeno je blagim povećanjem sadržaja ADF-a i najveće vrednosti zabeležene su primenom 120 i 150 kg N ha<sup>-1</sup>. Na osnovu dobijenih rezultata i referentnog istraživanja, uticaj azota na ovu frakciju je nizak i značajna povećanja beleže se samo pri visokim količinama azotne prihrane.

### 3.2.7. Sadržaj NDF frakcije vlakana

Neutralno-deterdžentska vlakna obuhvataju sve strukturne ugljene hidrate u biomasi i njihov sadržaj u obroku direktno utiče na količinski unos hraniva kod životinja. Frakciju vlakana nerastvorljivu u neutralnom deterdžentu čine hemiceluloza, celuloza i lignin. Njihov sadržaj se najčešće koristi za izračunavanje svarljivosti i količine svarljive materije u hranivu.

Kao i u slučaju ADF-a, NDF vlakna najviše variraju u zavisnosti od useva, odnosno smeše, pa se značajan uticaj ovog tretmana ispoljio u sve tri godine. Značajane promene u zavisnosti od vremena košenja zabeležene su samo u prvoj godini, dok prihrana azotom nije imala značajan uticaj.

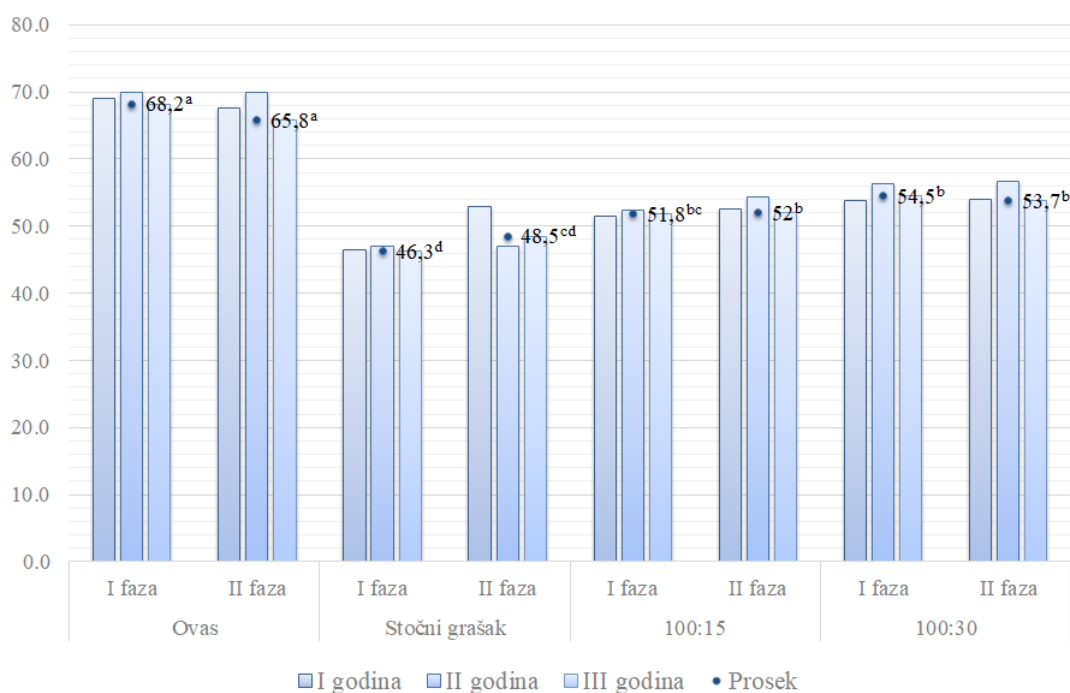
Najveći sadržaj zabeležen je kod ovsa (67%), zatim smeše 100:30% (54,1%) i smeše 100:15% (51,9%), a najniži kod pojedinačno gajenog stočnog graška (47,4%) (tabela 19). Ovas očekivano ostvaruje veći sadržaj ovih vlakana u odnosu na stočni grašak i njegovo povećanje u setvenoj normi povećava njihov sadržaj u smeši. Slične rezultate dobili su **Kocer i Albayrak (2012)**.

Tabela 19. Sadržaj NDF-a u suvoj materiji kod stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori		Sadržaj (%)			
Faza košenja	2016	2017	2018	Prosek	
I	52,9 <sup>a</sup>	55,2	56,4	54,8	
II	47,7 <sup>b</sup>	56,7	57,0	53,8	
Usev (%)					
O100	58,6 <sup>a</sup>	68,3 <sup>a</sup>	70,0 <sup>a</sup>	65,6	
G100	43,7 <sup>c</sup>	49,7 <sup>c</sup>	47,0 <sup>d</sup>	46,8	
G100:O15	48,9 <sup>b</sup>	52,0 <sup>bc</sup>	53,4 <sup>c</sup>	51,4	
G100:O30	50,0 <sup>b</sup>	53,8 <sup>b</sup>	56,4 <sup>b</sup>	53,4	
N (kg ha <sup>-1</sup> )					
0	50,4	56,3	56,3	54,3	
40	49,9	54,9	56,5	53,8	
80	50,6	56,7	57,2	54,8	
Prosek	50,3	55,9	56,7	54,3	
F test					
Faza	**	nz	nz	-	
Usev	**	**	**	-	
N	nz	nz	nz	-	

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-d</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

U istraživanju **Carr i sar. (2004)** vrednosti za NDF su očekivano veće u čistom usevu ovsa (61,8%), zatim u smeši ovsa i stočnog graška (55,2%), a najmanje u čistom usevu graška (48,1%) košenom u fazi pojave prvih mahuna. Niže vrednosti ostvarene su u smeši stočnog graška i ječma (50,8%) u odnosu na smešu graška i ovsa, što su zaključili i **Pereira-Crespo i sar. (2010)**. Prihrana azotom nije imala značajnog uticaja na ovaj parametar. Suprotno, u istraživanju **Ates i sar. (2014)** došlo je do povećanja sadržaja ADF i NDF frakcija sa povećanjem količine azota.



Grafikon 20. Sadržaj NDF-a (%) u biomasi stočnog graška i ovasa u dve faze košenja.

Na osnovu dobijenih rezultata za različite frakcije vlakana u biomasi stočnog graška i ovasa može se zaključiti da su promene bile pod najvećim uticajem smeše, odnosno gajenih useva. Ovo je očekivano s obzirom da biljna vlakna preovlađuju kod ovasa pa je zato i njihov sadržaj veći kod smeše sa višim udelom ovasa u setvenoj normi (100:30%). Sirova vlakna nisu značajno varirala između dva vremena košenja. Niske varijacije između dva momenta žetve mogu se objasniti time da je period između dve odabrane fenofaze (faza punog formiranja cvetova i faza formiranja mahuna) bio znatno kraći zbog visokih temperatura koje su ubrzale procese zrenja kod leguminoza (Farooq i sar., 2016). Uticaj azotne prihrane zavisio je od godine. U trećoj oglednoj godini količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> je dovela do određenog povećanja celuloze i ADF frakcije vlakana, dok u ostalim godinama ove razlike nisu bile statistički značajne.

### 3.2.8. Sadržaj sirovih masti

Sirove masti se ne nalaze u velikoj meri u kabastim hranivima stočnog graška i ovasa. Iako su malog sadržaja one mogu biti značajne u ishrani životinja, jer predstavljaju značajan izvor energije i deo su brojnih procesa u organizmu. Na osnovu dobijenih rezultata primetan je nizak uticaj vremena košenja, smeše i azota na sadržaj sirovih masti.

Carr i sar. (2004) su u svom istraživanju naveli da se sadržaj sirovih masti nije značajno menjao između pojedinačnih useva i njihovih smeša. Do istih zaključaka došli su i Baxevanos i sar. (2017) kod kojih se sadržaj masti u smešama kretao 1,41 do 1,75%, dok kod Tsialtas i sar. (2018) od 1,43 do 1,72%. Međutim, sadržaj sirovih masti može biti i znatno veći kod stočnog graška u fazi punog cvetanja do formiranja prvih mahuna (3,7%) (Lingorski, 2011), odnosno 3,4% do 4,5% (Saleem i sar., 2015).

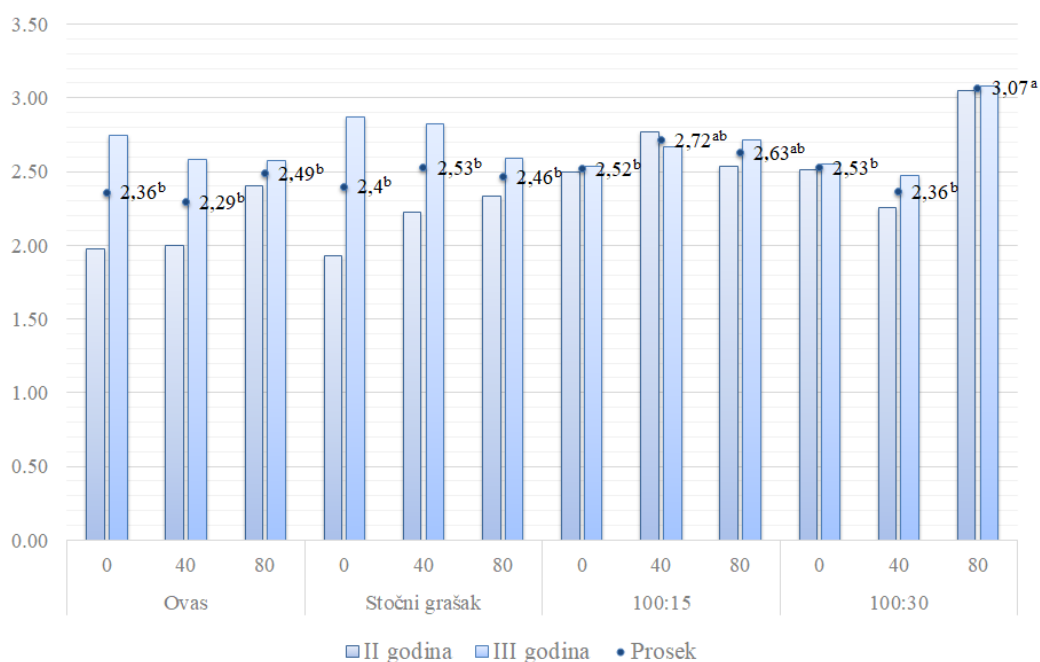


Tabela 21. Sadržaj sirovih masti u suvoj materiji stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori	Sadržaj (%)			
	Faza košenja	2017	2018	Prosek
I		2,49	2,68	2,58
II		2,26	2,69	2,47
Usev (%)				
O100		2,12	2,63	2,37
G100		2,16	2,76	2,46
G100:O15		2,60	2,64	2,62
G100:O30		2,60	2,70	2,65
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0		2,23	2,68	2,45
40		2,31	2,64	2,47
80		2,58	2,74	2,66
Prosek		2,37	2,68	2,53
F test				
Faza		nz	nz	-
Usev		nz	nz	-
N		nz	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75); nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ).

Značajan uticaj azota na sadržaj sirovih masti zabeležen je samo kod smeše 100:30% gde je u obe godine najveći sadržaj ostvaren u smeši 100:30% pri prihrani sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> (3,08%). Sadržaj u kontroli (0 kg N ha<sup>-1</sup>) bio je 2,53%, a kod primene 40 kg N ha<sup>-1</sup> 2,36% (grafikon 21).



Grafikon 21. Sadržaj sirovih masti (%) u biomasi stočnog graška i ovsa u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>) (2017, 2018).

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da ispitivani faktori imaju nizak uticaj na sadržaj sirovih masti i dosta zavise od meteorološko-zemljišnih uslova gajenja ili interakcija između pomenutih uslova i ispitivanih faktora.

### 3.2.9. Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM)

Bezazotne ekstraktivne materije obuhvataju grupu jedinjenja u hranivu koja obezbeđuje energiju životinjama i u najvećoj meri su sačinjene od skroba i drugih nestrukturnih ugljenih hidrata. Za dve godine ispitivanja najznačajnije promene kod BEM zabeležene su u okviru različitih setvenih normi i kontrolnih useva. U 2017. i 2018. godini najviši sadržaj BEM zabeležen je u pojedinačno gajenom ovsu (44,2%), zatim smeši 100:30 (40,5%) i smeši 100:15 (40,2%), a najniži kod čistog stočnog graška (37,7%).

Prihrana azotom dovela je do određenog smanjenja sadržaja BEM u 2018. godini i najviši sadržaj je bio u kontroli (0 kg N ha<sup>-1</sup> – 39,5%), zatim u tretmanu 80 kg N ha<sup>-1</sup> (38,3%), pa u tretmanu 40 kg N ha<sup>-1</sup> (37,9%).

Tabela 22. Sadržaj BEM stočnog graška, ovsu i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

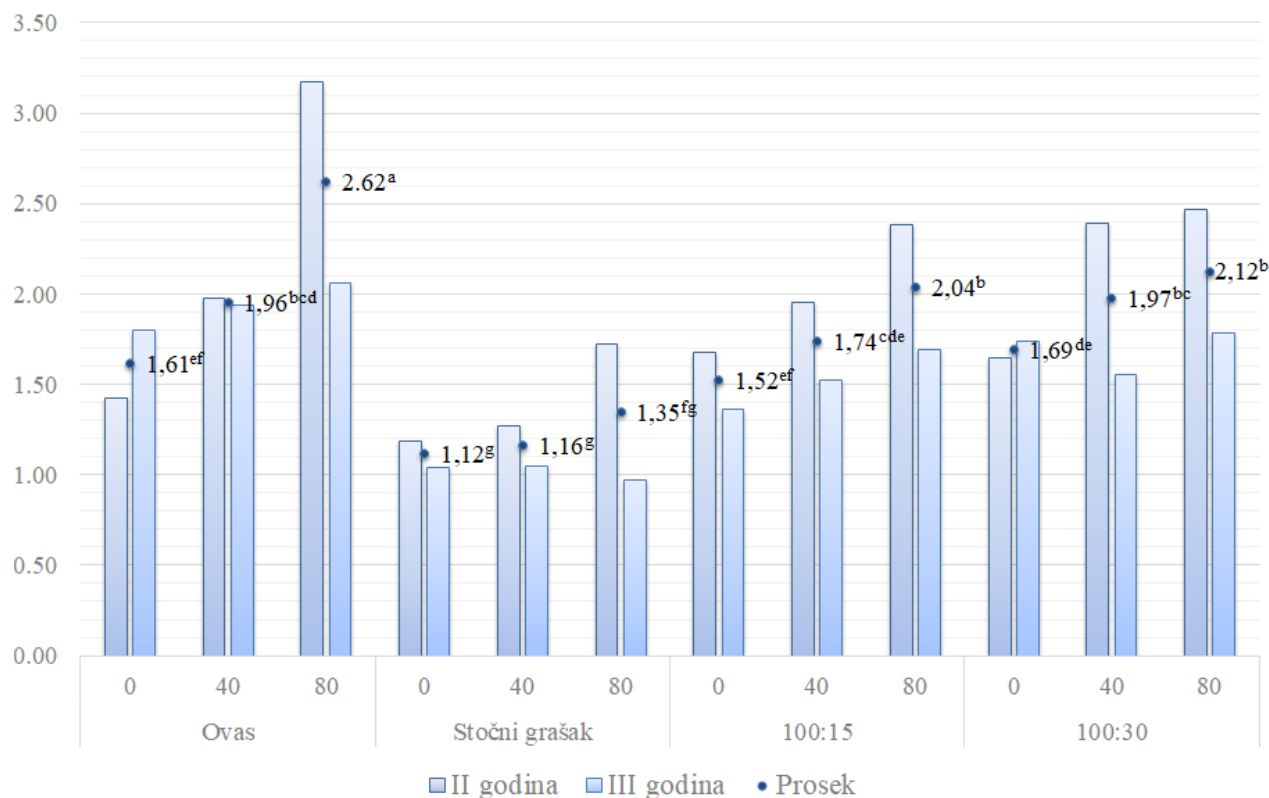
Ispitani faktori	Sadržaj (%)		
	2017	2018	Prosek
Faza košenja			
I	43,2	38,2	40,7
II	42,2	39,0	40,6
Usev (%)			
O100	45,8 <sup>a</sup>	42,6 <sup>a</sup>	44,2
G100	41,3 <sup>b</sup>	34,0 <sup>c</sup>	37,7
G100:O15	42,2 <sup>b</sup>	38,8 <sup>b</sup>	40,5
G100:O30	41,6 <sup>b</sup>	38,9 <sup>b</sup>	40,2
N (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	43,2	39,5 <sup>a</sup>	41,4
40	42,3	37,9 <sup>b</sup>	40,1
80	42,7	38,3 <sup>ab</sup>	40,5
Prosek	42,7	38,6	40,7
F test			
Faza	nz	nz	-
Usev	**	**	-
N	nz	*	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-c</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Sadržaj BEM je bio niži u našem istraživanju u odnosu na istraživanje **Baxevanos i sar. (2017)**, gde su vrednosti kod pojedinačno gajenog stočnog graška iznosile od 49,4 do 57,0% u zavisnosti od sorte. Vrednosti kod ovsu kretale su se od 49,4 do 53,7%, a za njihove smeše od 47,8 do 56,6%. Same smeše nisu značajno povećale sadržaj BEM, što je zabeleženo i u istraživanju **Tsialtas i sar. (2018)**. Na osnovu analize za drugu i treću oglednu godinu, sadržaj BEM se nije značajno promenio između dva vremena košenja. Značajan uticaj prihrane azotom zabeležen je

samo u trećoj oglednoj godini. Promena nije bilo ni u zavisnosti od različitih smeša. Ovi nalazi sugerišu da ispitivani faktori nemaju značajan uticaj na sadržaj BEM.

Pored sadržaja, dosta važniji pokazatelj jeste i prinos BEM, uzimajući u obzir da je usko vezan sa energijom koju obezbeđuje životinjama kroz ishranu (grafikon 22).



Grafikon 22. Prinos BEM (t ha<sup>-1</sup>) u biomasi stočnog graška i ovsa u zavisnosti od različite količine azota (kg ha<sup>-1</sup>) (2017, 2018).

Posmatrajući gajene useve, najviši prinos BEM ostvaren je kod ovsa (2,06 t ha<sup>-1</sup>) i smeše 100:30% (1,93 t ha<sup>-1</sup>), zatim smeše 100:15% (1,77 t ha<sup>-1</sup>) i čistog stočnog graška (1,21 t ha<sup>-1</sup>). Ovas ima najveći uticaj na prinos BEM i predstavlja komponentu koja najviše doprinosi promenama ovog parametra u smeši, pa se njegov dodatak stočnom grašku smatra opravdanim i sa ovog aspekta.

Azot ima visok uticaj na prinos BEM. Kod pojedinačno gajenih useva i njihovih smeša, najviše vrednosti zabeležene su primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup> (2,03 t ha<sup>-1</sup>). Primenom 40 kg N ha<sup>-1</sup> (1,71 t ha<sup>-1</sup>) takođe su ostvareni viši prinosu u odnosu na kontrolu (0 kg N ha<sup>-1</sup> – 1,49 t ha<sup>-1</sup>). Posmatrajući ovaj faktor može se zaključiti da je azot izuzetno važan u proizvodnji smeša stočnog graška i ovsa jer prihrana sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> povećava prinos BEM za 15%, a prihrana sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> za 36%.

### 3.2.10. Sadržaj pepela

Pepeo je u najvećoj meri sačinjen od minerala koji ostaju nakon što se postupkom žarenja odstrani organski deo suve materije. Jedan deo tih minerala značajan je u ishrani životinja, ali ukupan sadržaj pepela ne bi trebalo da bude preveliki jer ukazuje na veću prisutnost primesa u samom hranivu.

Analizom rezultata za tri godine ispitivanja značajne promene sadržaja pepela zabeležene su samo u okviru useva. U prvoj i drugoj godini najveći sadržaj pepela bio je kod ovsa. U trećoj godini razlike su imale drugačiji odnos i najveći sadržaj je ostvaren u pojedinačno gajenom stočnom grašku i smeši 100:30%. U proseku za faze košenja i tretmane đubrenja, malo veći sadržaj pepela je zabeležen u smeši 100:30% (7,39%) u odnosu na smešu 100:15% (7,2%).

Tabela 23. Sadržaj pepela u biomasi stočnog graška, ovsa i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

Ispitani faktori	Sadržaj (%)			
	2016	2017	2018	Prosek
Faza košenja				
I	6,49	7,81	8,10	7,47
II	6,30	8,27	7,87	7,48
Usev (%)				
O100	7,34 <sup>a</sup>	8,92 <sup>a</sup>	7,74 <sup>b</sup>	8
G100	6,03 <sup>b</sup>	7,60 <sup>b</sup>	8,32 <sup>a</sup>	7,32
G100:O15	6,00 <sup>b</sup>	7,86 <sup>b</sup>	7,73 <sup>b</sup>	7,20
G100:O30	6,20 <sup>b</sup>	7,80 <sup>b</sup>	8,16 <sup>a</sup>	7,39
N (kg ha <sup>-1</sup> )				
0	6,45	8,02	7,99	7,49
40	6,32	7,97	8,10	7,46
80	6,41	8,14	7,88	7,48
Prosek	6,39	8,04	7,99	7,47
F test				
Faza	nz	nz	nz	-
Usev	**	**	*	-
N	nz	nz	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

U istraživanju **Carr i sar. (2004)** nisu ustanovili razliku u sadržaju pepela između pojedinačno gajenih useva ovsa, ječma, stočnog graška i njihovih smeša. Takođe, razlike nisu zabeležene ni u istraživanjima **Baxevanos i sar. (2017)** i **Tsialtas i sar. (2018)**.

Posmatrano kroz vreme košenja i različite setvene odnose svi usevi osim ovsa ostvarili su veći sadržaj pepela u drugoj fazi košenja. U godinama istraživanja nije bilo značajnog uticaja azota na sadržaj pepela.

### 3.2.11. Svarljivost suve materije biomase

Svarljivost kao parametar kvaliteta ukazuje na deo suve materije koji životinje mogu da usvoje i važan je za izračunavanje količine kabastog hraniva koju životinja treba da unese kako bi podmirila svoje potrebe. Na nivo svarljivosti u većoj ili manjoj meri mogu uticati vrste gajenja, odnos dve vrste u smeši, vreme košenja, primena đubriva, prisustvo korova, spoljašnji faktori itd. Pravilnom agrotehnikom većina negativnih faktora se može kontrolisati, dok je uticaj pojedinih faktora proizvodnje neophodno ispitati da bi se obezbedilo hranivo sa najvećim procentom svarljivosti.

Na osnovu analize za drugu i treću oglednu godinu (2017, 2018) ustanovljen je značajan uticaj faktora smeše na svarljivost biomase. U proseku za faze košenja i primenu azota, najveća svarljivost ustanovljena je kod useva stočnog graška (70,6%), zatim smeše 100:15% (64,3%), smeše 100:30% (60,7%), a najniža kod ovsu (46,7%).

Sličan odnos se uočava i u istraživanju **Kocer i Albayrak (2012)**. Biomasa ovsu ima svarljivost od 56,7%, dok biomasa stočnog graška ima svarljivost od 68,3%. Takođe, svarljivost se značajno menjala i u zavisnosti od smeše. Smeša sa većim setvenim udelom ovsu (G55:O45) imala je nižu svarljivost (61,8%) u odnosu na smešu sa manjim udelom ovsu G65:O35 (64,5%).

Tabela 24. Svarljivost biomase stočnog graška, ovsu i njihovih smeša, pri različitim količinama azotnog hraniva u dve faze košenja.

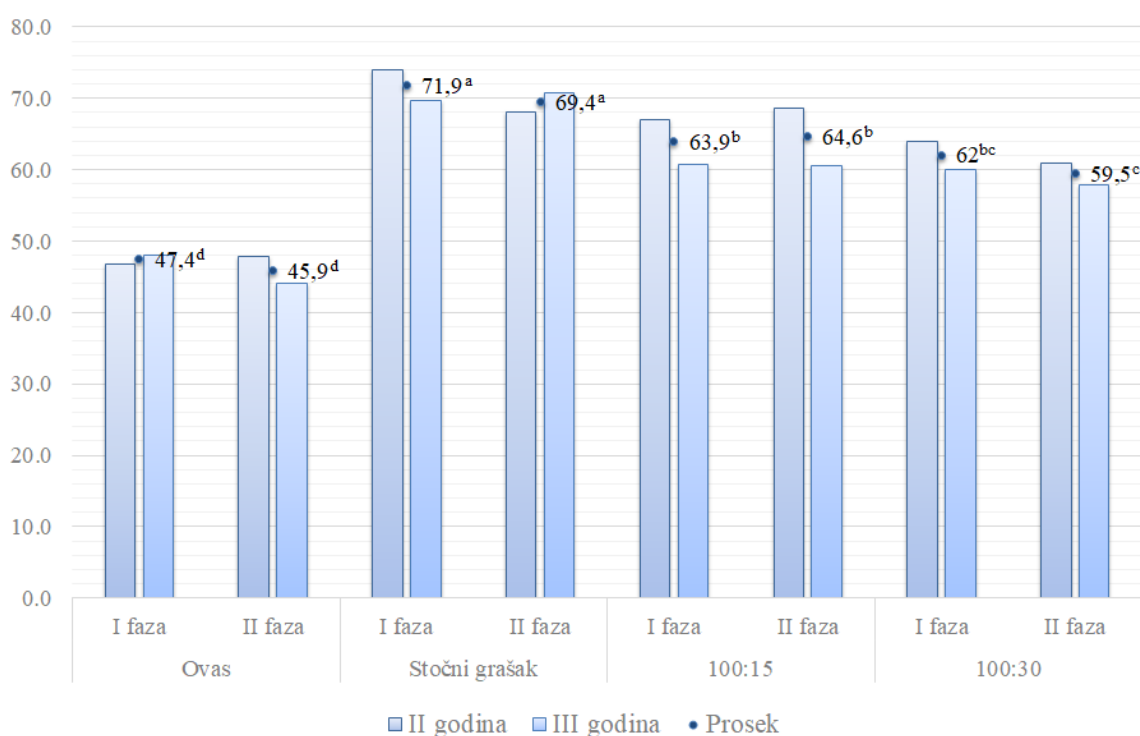
Ispitani faktori	Sadržaj (%)		
	2017	2018	Prosek
Faza košenja			
I	62,9	59,7	59,8
II	61,4	58,3	59,8
Usev (%)			
O100	47,3 <sup>c</sup>	46,1 <sup>c</sup>	46,7
G100	71,0 <sup>a</sup>	70,3 <sup>a</sup>	70,6
G100:O15	67,8 <sup>a</sup>	60,7 <sup>b</sup>	64,3
G100:O30	62,5 <sup>b</sup>	59,0 <sup>b</sup>	60,7
N (kg ha <sup>-1</sup> )			
0	62,3	58,7	60,5
40	62,7	59,1	60,9
80	61,6	59,2	60,4
Prosek			
F test	62,2	58,7	60,4
Faza	nz	nz	-
Usev	**	**	-
N	nz	nz	-

I faza košenja – formiranje cvetova (BBCH 65-70); II faza košenja – formiranje mahuna (BBCH 75);  
<sup>a-b</sup> – značajne razlike između različitih tretmana; nz – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

U istraživanju **Maxin i sar. (2016)** tritikale je imao nižu svarljivost u odnosu na stočni grašak i grahoricu, dok se svarljivost smeše se smanjivala sa povećanjem udela strnog žita u setvenom odnosu.

Na osnovu prikazanih vrednosti i drugih istraživanja može se zaključiti da je strno žito, odnosno ovas vrsta koja ima veći uticaj na svarljivost smeše te će njegovo povećanje u setvenom udelu posledično dovesti do smanjenja svarljivosti biomase.

Posmatrajući uticaj prihrane azotom primećuje se različito delovanje ovog faktora na kontrolne useve i smeše. Kod smeše 100:15% veća svarljivost uočena je u usevu bez prihrane (65%) i pri prihrani sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> (64,5%) nego u prihrani sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> (63,2%). Kod smeše 100:30% veća svarljivost zabeležena je u usevu koji nije prihranjen (61,5%) i usevu prihranjenom sa 40 kg N ha<sup>-1</sup> (60,7%) nego u usevu prihranjenim sa 80 kg N ha<sup>-1</sup> (60,1%). Sa druge strane, azot kod ovsa ima tendenciju da poveća svarljivost (0 kg – 45 %; 40 kg – 46,9 %; 80 kg – 48 %). Azot u količini od 40 kg ha<sup>-1</sup> povećava svarljivost stočnog graška (71,5%) u poređenju sa kontrolom (70,3%) i primenom 80 kg ha<sup>-1</sup> (70,1%).



Grafikon 23. Svarljivost (%) biomase stočnog graška i ovsa u dve faze košenja (2017, 2018).

**Maxin i sar. (2016)** ustanovili su da sa odmicanjem vegetacionog perioda, od kraja intenzivnog porasta strnog žita do mlečno-voštane zrelosti, opada svarljivost hraniva kod stočnog graška, tritikalea, grahorice i njihovih smeša. U našem istraživanju takođe je zabeležena niža svarljivost u drugoj fazi košenja, međutim razlike nisu bile značajne. Manje razlike između prve i druge faze, iako postoje, posledica su kratkog perioda između dva košenja. Skraćeno vreme između dva košenja prouzrokovano je ubrzanim sazrevanjem useva u periodima sa visokom temperaturom. Ubrzano sazrevanje predstavlja evolutivni mehanizam biljaka kako bi izbegle periode sa ekstremnim temperaturama koje mogu sprečiti pravilno formiranje generativnih organa, odnosno semena i ovaj fenomen je registrovan kod leguminoza (**Farooq i sar., 2016**).

### 3.3. Odnos morfoloških parametara, parametara prinosa i kvaliteta

U tabelama 25 i 26 predstavljeni su korelacioni koeficijenti između parametara prinosa i kvaliteta biomase stočnog graška i ovsa. Na osnovu analize ustanovljena je visoka pozitivna korelacija između prinosa zelene mase i prinosa suve mase (0,73\*\*), broja internodija ovsa (0,38\*\*) i svarljivosti (0,32\*) (tabela 25). Regresionom analizom rezultata ustanovljeno je da se 56.6% promena suve mase mogu objasniti promenama zelene mase (tabela 27). Pozitivna korelacija između prinosa zelene i suve mase je očekivana i zabeležena u drugim istraživanjima stočnog graška, grahorice i travno-leguminoznih smeša (Sayar, 2014; Cacani i sar., 2019; Bozhanska i Churkova, 2020).

Zelena masa je u značajnoj negativnoj korelaciji srednje jačine sa NDF grupom vlakana (-0,38\*\*) i pepelom (-0,39\*\*). Negativna korelacija srednje jačine zabeležena je između suve mase i NDF vlakana (-0,52\*\*) i suve mase i pepela (-0,32\*\*). Regresionom analizom ustanovljeno je da je odnos zelene i suve mase u određenoj meri ( $R^2 = 0,145$ ;  $R^2 = 0,289$ ) uzročno posledičan sa parametrom NDF (tabela 27). Slaba negativna korelacija (-0,21\*) između prinosa zelene mase i NDF vlakana zabeležena je u istraživanju Cacani i sar. (2019).

Tabela 25. Korelacioni koeficijent između parametara prinosa, kompeticije i parametara kvaliteta stočnog graška i ovsa.

P	ZM	SM	UG	LER	AG	VG	IG	VO	IO
SM	0,73**								
UG	-0,20 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>							
LER	0,32 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>						
AG	-0,04 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>					
VG	0,23 <sup>ns</sup>	0,44**	0,28 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>				
IG	0,00 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,64**			
VO	0,25 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,79**	0,56**		
IO	0,38**	0,28*	-0,20 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>	0,55**	0,44**	0,62**	
PP	0,17 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,267 <sup>ns</sup>	-0,37**	-0,14 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>
SP	0,13 <sup>ns</sup>	0,24*	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,57**	-0,57**	-0,38**	-0,23 <sup>ns</sup>
PPR	-0,10 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,03 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,33 <sup>ns</sup>
NPN	0,15 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
SC	-0,11 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,46*	0,40 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
ADF	0,05 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,31*
NDF	-0,38**	-0,52**	-0,41*	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	-0,38**	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,26 <sup>ns</sup>	-0,11 <sup>ns</sup>
SMA	0,26 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	-0,04 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	-0,27 <sup>ns</sup>	-0,31 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>
BEM	-0,24 <sup>ns</sup>	-0,25 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	-0,28 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,42*	0,01 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>
PE	-0,39**	-0,32**	-0,33*	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>	-0,65**	-0,32*	-0,39**	-0,05 <sup>ns</sup>
SV	0,32*	0,43**	0,18 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	-0,47*	0,31 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>

P – ispitivani parametri; ZM – prinos zelene mase; SM – prinos suve mase; UG – udeo graška u prinosu; LER – indeks iskorišćenosti zemljišta; AG – agresivnost stočnog graška; VG – visina graška; IG – broj internodija graška; VO – visina ovsa; IO – broj internodija ovsa; PP – prinos proteina; SP – sadržaj proteina; PPR – pravi proteini; NPN – neproteinske azotne materije; SC – sirova celuloza; ADF – ADF frakcija vlakana; NDF – NDF frakcija vlakana; SMA – sirove masti; BEM – bezazotne ekstraktivne materije; PE – pepeo; SV – svarljivost; ns – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Suva masa se nalazi u pozitivnoj korelaciji sa visinom stočnog graška (0,44\*\*), brojem internodija ovsa (0,28\*), sadržajem proteina (0,24\*) i procentom svarljivosti (0,43\*\*). U istraživanjima Cacani i sar. (2019), Bozhanska i Churkova (2020) i Sayar (2014) zabeležena je

pozitivna korelacija srednje jačine između prinosa suve mase i visine biljaka stočnog graška (0,45), grahorice (0,5\*\*) ili drugih leguminoza (0,46\*\*).

Analizom kompetitivnih parametara smeša stočnog graška i ovsa ustanovljena je srednja negativna korelacija udela stočnog graška sa sirovom celulozom (-0,46\*), NDF vlaknima (-0,41\*) i pepelom (-0,33\*), odnosno pozitivna korelacija srednje jačine između udela ovsa u prinosu i celuloze, NDF vlakana i pepelom. Daljom analizom pokazano je da se promene udela stočnog graška u prinosu odražavaju na promene sadržaja sirove celuloze i NDF vlakana, odnosno da pored korelacione veze postoji i uzročno posledična veza između pomenutih parametara ( $R^2 = 0,194$ ;  $R^2 = 0,196$ ). Agresivnost stočnog graška je bila u srednjoj negativnoj korelaciji sa procentom svarljivosti hraniva (-0,47\*). U istraživanju **Bozhanska i Churkova (2020)** takođe je ustanovljena značajna negativna korelacija udela stočnog graška u prinosu sa sirovom celulozom (-0,81) i NDF grupom vlakana (-0,28), odnosno jaka korelacija između udela ovsa u prinosu i celuloze (0,83), ADF (0,51) i NDF (0,38) frakcije vlakana. Ovi rezultati su očekivani uzimajući u obzir da stočni grašak predstavlja proteinsku komponentu smeše, zato povećanje njegovog udela u prinosu dovodi do smanjenja sadržaja sirovih vlakana u biomasi i obrnuto.

Visina stočnog graška je u značajnoj negativnoj korelaciji sa prinosom proteina (-0,37\*\*), sadržajem proteina (-0,57\*\*), NDF grupom vlakana (-0,38\*\*) i pepelom (-0,65\*\*). Značajna negativna korelacija između visine i sadržaja proteina zabeležena je za brojne leguminoze i trave (-0,76) i stočni grašak (-0,26\*) (**Bozhanska i Churkova, 2020; Cacan i sar., 2019**). Broj internodija stočnog graška je u negativnoj korelaciji sa sadržajem proteina (-0,57\*\*) i sadržajem pepela (-0,32\*). Visina ovsa je takođe ispoljila nižu negativnu korelaciju sa sadržajem proteina (-0,38\*\*) i sadržajem pepela (-0,39\*\*), dok je broj internodija ovsa u pozitivnoj korelaciji slabije jačine sa NDF vlaknima (0,31\*).

Visina stočnog graška je u značajnoj pozitivnoj korelaciji sa brojem internodija stočnog graška (0,64\*\*), visinom ovsa (0,79\*\*) i brojem internodija ovsa (0,55\*\*). Broj internodija stočnog graška je bio u pozitivnoj korelaciji srednje jačine sa visinom ovsa (0,56\*\*), brojem internodija ovsa (0,44\*\*) i bezazotnim ekstraktivnim materijama (0,42\*\*), dok je visina ovsa u značajnoj korelaciji sa brojem internodija ovsa (0,62\*\*). Analizom varijanse je ustanovljen određeni uticaj smeše na smanjenje visine kod stočnog graška (druga i treća godina) i ovsa (prva godina), kao i smanjenja broja internodija kod stočnog graška (prva i treća godina) i ovsa (druga godina). Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je korelacija visine i broja internodija stočnog graška i ovsa u određenoj meri pod uticajem gajenja u smeši, ali i pod uticajem drugih faktora gajenja.

Visina graška predstavlja parametar koji je najviše povezan sa promenama drugih parametara. Regresionom analizom ustanovljeno je da se promenom visine stočnog graška može objasniti 41,3% promena broja internodija stočnog graška, 60,1% promena visine ovsa i 24,8% promena broja internodija ovsa. Značajna povezanost visine stočnog graška zabeležena je i sa parametrima kvaliteta (tabela 27.), pa se u određenoj meri promene prinosa proteina mogu objasniti promenama visine stočnog graška (15,1%), što je zabeleženo i između visine stočnog graška i sadržaja proteina (33,7%), visine stočnog graška i NDF vlakana (14,9%) i visine stočnog graška i prinosa suve mase (13%). Pored visine i broj internodija stočnog graška ispoljava određeni uticaj na promene pojedinih parametara kvaliteta. Tako se 31% promena sadržaja proteina i 38,8% promena bezazotnih ekstraktivnih materija može objasniti promenama broja internodija stočnog graška.

Analizom rezultata kvaliteta za drugu i treću eksperimentalnu godinu (tabela 26), ustanovljena je jaka, negativna korelacija između sadržaj proteina i sirove celuloze (-0,82\*\*), sadržaja proteina i bezazotnih ekstraktivnih materija (-0,89\*\*), kao i srednje jaka, negativna



korelacija između sadržaja sirovih proteina i ADF (-0,52\*\*) i NDF vlakana (-0,42\*\*). Regresionom analizom je ustanovljeno da se 64,6% promena sadržaja sirove celuloze može objasniti promenama u sadržaju sirovih proteina, dok se varijacije kod BEM parametara mogu objasniti sa 81,8% promena u sadržaju sirovih proteina (tabela 27). Negativna korelacija sadržaja proteina sa različitim frakcijama biljnih vlakana je očekivana, jer se proteini po pravilu smanjuju sa povećanjem sadržaja biljnih vlakana i obrnuto. Negativna korelacija sadržaja proteina sa ADF i NDF vlaknima potvrđena je i u drugim istraživanjima stočnog graška (ADF = -0,53\*\*, NDF = -0,47\*\*) (**Cacan i sar., 2019**) i travno leguminoznih smeša (ADF = -0,44, NDF = -0,25, sirova celuloza = -0,68) (**Bozhanska i Churkova, 2020**).

Tabela 26. Korelacioni koeficijent između parametara kvaliteta stočnog graška i ovsa.

P	PP	SP	PPR	NPN	SC	ADF	NDF	SMA	BEM	PE
SP	0,13 <sup>ns</sup>									
PPR	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,30*								
NPN	-0,01 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,91**							
SC	0,23 <sup>ns</sup>	-0,82**	0,18 <sup>ns</sup>	-0,19 <sup>ns</sup>						
ADF	0,18 <sup>ns</sup>	-0,52**	0,19 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	0,96**					
NDF	0,42**	-0,42**	0,24 <sup>ns</sup>	-0,24 <sup>ns</sup>	0,82**	0,61**				
SMA	0,31*	0,22 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>	-0,15 <sup>ns</sup>			
BEM	-0,12 <sup>ns</sup>	-0,89**	0,25 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>	0,51**	0,51**	0,49**	-0,31*		
PE	0,24*	0,17 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,46**	-0,29*	-0,10 <sup>ns</sup>	
SV	-0,29*	0,64**	-0,20 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	-0,75**	-0,72**	-0,90**	0,12 <sup>ns</sup>	-0,39**	-0,25 <sup>ns</sup>

P – ispitivani parametri; PP – prinos proteina; SP – sadržaj proteina; PPR – pravi proteini; NPN – neproteinske azotne materije; SC – sirova celuloza; ADF – ADF frakcija vlakana; NDF – NDF frakcija vlakana; SMA – sirove masti; BEM – bezazotne ekstraktivne materije; PE – pepeo; SV – svarljivost; ns – razlike nisu statistički značajne ( $p > 0,05$ ); \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0,05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0,01$ ).

Sadržaj proteina nalazio se u pozitivnoj korelaciji samo sa procentom svarljivosti hraniva (0,64\*\*). Slični rezultati dobijeni su i u istraživanjima za stočni grašak (0,53\*\*) i travno-leguminozne smeše (0,44) (**Cacan i sar., 2019; Bozhanska i Churkova, 2020**). Prinos proteina bio je u negativnoj korelaciji sa procentom svarljivosti hraniva (-0,29\*\*) i sadržajem sirovih masti (0,31\*) i pozitivnoj korelaciji sa NDF vlaknima (0,42\*\*) i pepelom (0,24\*). Očekivano, sadržaj pravih proteina je u jakoj negativnoj korelaciji sa udelom neproteinskih azotnih materija u sirovim proteinima (-0,91\*\*).

Sirova celuloza nalazi se u jakoj pozitivnoj korelaciji sa ADF i NDF grupom vlakana (0,96\*\* i 0,82\*\*), što je u saglasnosti sa istraživanjem **Bozhanska i Churkova (2020)** kod travno-leguminoznih smeša (ADF = 0,87, NDF = 0,73). U našem istraživanju je ustanovljena značajna pozitivna korelacija između sadržaja ADF i NDF vlakana (0,61\*\*), kao i u istraživanjima **Cacan i sar. (2019)** i **Bozhanska i Churkova (2020)** kod stočnog graška (0,58\*\*) i travno leguminoznih smeša (0,93\*\*). Sirova celuloza, ADF i NDF frakcije vlakana nalaze se u pozitivnoj korelaciji srednje jačine sa BEM parametrom (0,51\*\*, 0,51\*\*, 0,49\*\*), što je očekivano jer biljna vlakna predstavljaju značajan izvor energije u ishrani preživara. NDF vlakna nalaze se i u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem pepela u biomasi (0,46\*\*).

Sirova celuloza, ADF i NDF parametri se nalaze u jakoj negativnoj korelaciji sa procentom svarljivosti hraniva (-0,75\*\*, -0,72\*\*, -0,90\*\*). Visoka negativna korelacija zabeležena je i u istraživanju **Bozhanska i Churkova (2020)** (ADF = -1,00, NDF = -0,93). Uzimajući u obzir da se

sadržaj proteina nalazi u pozitivnoj korelaciji sa procentom svarljivosti (0,64\*\*), težnja da se poveća njegov sadržaj se smatra opravdanom i sa aspekta povećanja svarljivosti samog hraniva.

Tabela 27. Regresiona analiza između pojedinih parametara prinosa i kvaliteta smeša stočnog graška i ovs

Nezavisni pokazatelj (y)	Zavisni pokazatelj (x)	Regresiona jednačina	R <sup>2</sup>	p
SP	SC	$y = 37,89 - 0,35x$	0,646	**
SP	BEM	$y = 51,52 - 0,65x$	0,818	**
PP	SMA	$y = 2+7,73e - 4x$	0,151	**
ZM	NDF	$y = 71,39 - 0,88x$	0,145	**
SM	NDF	$y = 71,09 - 3,85x$	0,289	**
SM	SV	$y = 44,5 + 3,79x$	0,215	**
UG	SC	$y = 36,39 - 0,09x$	0,194	*
UG	NDF	$y = 62,86 - 0,19x$	0,196	**
VG	IG	$y = 9,5 + 0,05x$	0,413	*
VG	VO	$y = 10,14 + 0,05x$	0,601	*
VG	IO	$y = 2,48 + 0,01x$	0,248	*
VG	PP	$y = 1,18e3 - 4,52x$	0,151	**
VG	SP	$y = 37,45 - 0,19x$	0,337	*
VG	NDF	$y = 64,35 - 0,13x$	0,149	*
VG	SM	$y = 2,02 + 0,03x$	0,130	*
IG	IO	$y = 1,5 + 0,14x$	0,171	**
IG	SP	$y = 50,59 + 2,2x$	0,310	**
IG	BEM	$y = 5,11 + 2,28x$	0,388	**
VO	IG	$y = 10,54 + 0,07x$	0,260	**

ZM – prinos zelene mase; SM – prinos suve mase; UG – udeo graška u prinosu; VG – visina graška; IG – broj internodija graška; VO – visina ovs; IO – broj internodija ovs; PP – prinos proteina; SP – sadržaj proteina; SC – sirova celuloza; NDF – NDF frakcija vlakana; SMA – sirove masti; BEM – bezazotne ekstraktivne materije; SV – svarljivost; R<sup>2</sup> – koeficijent determinacije; \* – razlike su statistički značajne na nivou  $p < 0;05$ ; \*\* – razlike su statistički vrlo značajne ( $p < 0;01$ ).

Sirove masti nalaze se u slaboj negativnoj korelaciji sa sadržajem BEM (-0,31\*) i sadržajem pepela (-0,29\*), dok su se BEM parametar i sirova vlakna, nalazila u negativnoj korelaciji sa procentom svarljivosti suve materije (-0,39\*\*).

Na osnovu analize korelacije kao najznačajnije mogu se istaći korelacije između parametra prinosa (ZM, SV, UG, VG, VO) koji su u negativnoj korelaciju sa NDF vlakanima i pepelom. Visina i broj internodija stočnog graška i ovs su bili u negativnoj korelaciji i sa sadržajem proteina, dok je prinos suve mase bio u slaboj pozitivnoj korelaciji sa sadržajem proteina (0,24\*).

Sadržaj i prinos proteina su u najvećoj meri u negativnoj korelaciji sa biljnim vlaknima (ADF, NDF i sirova celuloza) i BEM. Regresionom analizom potvrđena je uzročno-posledična veza između navedenih parametara, te se može zaključiti da će faktori proizvodnje koji povećavaju sadržaj proteina u biomasi dovesti do smanjenja sadržaja biljnih vlakana i obrnuto.

## 4. ZAKLJUČAK

Na osnovu trogodišnjeg istraživanja smeša stočnog graška i ovsa za proizvodnju kabaste stočne hrane i merenja njihovih proizvodnih karakteristika u toku i nakon vegetacionog perioda, došlo se do sledećih zaključaka:

- Kombinovanje stočnog graška i ovsa se pozitivno odrazilo na bolju iskorišćenost zemljišta, povećanje prinosa zelene i suve mase u odnosu na stočni grašak i povećanje prinosa proteina u odnosu na oba pojedinačno gajena useva. U pogledu hemijskog sastava, kombinovanjem se postigao balans između pojedinih grupa hemijskih jedinjenja, a u prvom redu proteina i biljnih vlakana i procenta svarljivosti. Uzimajući u obzir bolje delovanje na samo zemljište, sigurnost proizvodnje i povećanu otpornost na abiotičke i biotičke stresove, združivanje stočnog graška i ovsa se može smatrati boljim načinom gajenja u odnosu na njihovo pojedinačno gajenje.
- Gajenje stočnog graška i ovsa u smeši je pozitivno delovalo na broj internodija kod graška, a negativno na njegovu visinu. Ovakvo delovanje združenog gajenja može se odraziti pozitivno na stočni grašak jer dovodi do povećanja broja listova i povećanja njegove fotosintetske moći. Međutim, gajenjem u smeši došlo je do smanjenja visine stočnog graška u drugoj i trećoj godini ispitivanja. Visina i broj internodija stočnog graška i ovsa bili su značajno veće u drugoj fazi košenja. Azot je doveo do značajnog povećanja visine i broja internodija ovsa, ali ne i kod stočnog graška. Na osnovu korelacione analize ustanovljeno je da se povećanje visine stočnog graška i ovsa negativno odražava na sadržaj proteina, ali se putem združivanja visina smanjuje, što se pozitivno odražava na sadržaj proteina kod smeša.
- Analizom kompetitivnih odnosa ovsa i stočnog graška ustanovljeno je da ovas predstavlja kompetitivniju vrstu. Sa 15% od svoje setvene norme, ovas u smeši 100:15% ostvaruje 39,38% prinosa, a sa 30% od pune setvene norme ostvaruje 49,75% prinosa u smeši. Primena azota dalje povećava njegovu konkurentnost. Različit setveni odnos nije doveo do značajnih razlika kod indeksa LER, a obe smeše postigle su znatno veću produktivnost u odnosu na pojedinačne useve stočnog graška i ovsa (100:15% - 17%, 100:30% - 19%).
- Povećanje udela ovsa pri setvi povećalo je prinos zelene mase (100:30% - 21,04 t ha<sup>-1</sup>; 100:15% - 20,16 t ha<sup>-1</sup>) i prinos suve mase (100:30% - 4,82 t ha<sup>-1</sup>; 100:15% - 4,44 t ha<sup>-1</sup>). Na osnovu prosečnih vrednosti za tri godine pokazalo se da povećanje ovsa u setvenom odnosu dovodi do smanjenja prinosa sirovih proteina u smeši (100:15% - 730,4 kg ha<sup>-1</sup>; 100:30% - 692,7,8 kg ha<sup>-1</sup>). Povećanje ovsa u setvenom odnosu dovelo je i do povećanja sadržaja ADF-a, NDF-a, celuloze i smanjenja svarljivosti hraniva (100:15% - 64,26%; 100:30% - 60,75%). U cilju dobijanja kabaste hrane boljeg kvaliteta i veće svarljivosti, preporučena optimalna smeša je 100:15%. U cilju povećanja prinosa zelene ili suve mase, preporučeno je povećati ovas u setvenom odnosu, ali ovo će za posledicu imati određeno smanjenje kvaliteta voluminozne hrane.
- Primena azota se pokazala kao značajan faktor u proizvodnji ovih smeša. U pogledu samih vrsta, azot u prihrani ima veći uticaj na ovas jer dovodi do povećanja visine i broja internodija što mu daje veću kompetitivnu sposobnost u smeši i povećanja njegovog udela u prinosu (0 kg N ha<sup>-1</sup> - 40,53%; 40 kg N ha<sup>-1</sup> - 44,37%; 80 kg N ha<sup>-1</sup> - 48,79%). Povećanje prinosa zelene i suve mase pod uticajem azota je izraženije kod ovsa. Međutim, azot ima pozitivno dejstvo i na stočni grašak jer povećava prinos zelene i suve mase i prinos proteina.

Količina od 40 kg N ha<sup>-1</sup> je uvećala sadržaj proteina u stočnom grašku, dok u manjoj meri i u ovsu. U pogledu uticaja azota na smeše, zabeleženo je pozitivno dejstvo količine od 40 kg N ha<sup>-1</sup> na iskorišćenost površine (LER), međutim, značajnost ovog nivoa prihrane je bila uslovljena godinom gajenja.

- Azot ima izraženo pozitivno dejstvo na prinos zelene i suve mase smeša i prinos proteina. Za sve tri godine količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> je dala bolje rezultate u odnosu na količinu od 40 kg kod prinosa zelene i suve mase, ali oba nivoa su dala bolje rezultate u poređenju sa kontrolnim usevom bez prihrane. Količina od 80 kg povećala je prinos sirovih proteina u odnosu na količinu od 40 kg, dok su obe količine dale bolje rezultate u odnosu na kontrolne useve (0 kg N ha<sup>-1</sup>). U proseku 40 kg N ha<sup>-1</sup> obezbeđuje 638 kg ha<sup>-1</sup> sirovih proteina, što predstavlja povećanje od 17% u odnosu na kontrolu, dok se primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup> obezbeđuje 704 kg ha<sup>-1</sup> sirovih proteina, što predstavlja povećanje od 30% u odnosu na kontrolu. U cilju najboljeg iskorišćavanja površine i uloženi resursa, optimalnije je primeniti 80 kg N ha<sup>-1</sup> za prihranu smeša stočnog graška i ovsa, iako su oba nivoa azota dala značajno bolje rezultate u odnosu na kontrolu.
- U pogledu hemijskog sastava, azot je imao nizak uticaj na varijacije ispitivanih parametara. Određeni efekat primećen je samo kod sadržaja proteina stočnog graška i smeša, gde je došlo do povećanja pri količini od 40 kg N ha<sup>-1</sup>, dok je kod smeše 100:30% došlo do povećanja sadržaja pri količini od 80 kg N ha<sup>-1</sup>. Značajno povećanje sadržaja sirovih masti zabeleženo je kod smeše 100:30% prilikom primene 80 kg N ha<sup>-1</sup> za obe ispitivane godine.
- Sa odmicanjem vegetacionog perioda došlo je do akumulacije suve mase, a povećanje je bilo najznačajnije kod smeše 100:15% i smeše 100:30% što ukazuje na stabilizirajući efekat smeša u odnosu na pojedinačno gajene useve. U pogledu prinosa sirovih proteina, vreme košenja je bio značajan faktor kod smeše 100:15% i veći prinos zabeležen je u drugoj fazi (I faza – 700,2 kg ha<sup>-1</sup>; II faza – 760,5 kg ha<sup>-1</sup>), dok kod smeše 100:30% nije bilo značajnih promena (I faza – 693,6 kg ha<sup>-1</sup>; II faza – 691,9 kg ha<sup>-1</sup>). U prvoj fazi košenja zabeležen je veći sadržaj ADF i NDF vlakana kod pojedinačno gajenog ovsa i smeše 100:30%, dok ostali parametri nisu značajno varirali u zavisnosti od faze košenja.
- Ukoliko bi proizvodnja ovih useva bila izvođena u uslovima suvog ratarenja bez primene azotnog hraniva, optimalna bi bila smeša 100:15% košena u drugoj fazi, jer je imala najviši prinos sirovih proteina. Najviši prinosi biomase i proteina postignuti su kombinacijom stočnog graška i ovsa u odnosu 100:30% (819,4 kg ha<sup>-1</sup>) i 100:15% (796,8 kg ha<sup>-1</sup>) primenom 80 kg N ha<sup>-1</sup> i košenoj u prvoj fazi (faza punog cvetanja stočnog graška).
- Primena azota se može smatrati neophodnom u proizvodnji smeša stočnog graška i ovsa posebno na zemljištima niže plodnosti. Količina od 80 kg N ha<sup>-1</sup> u proseku daje veće prinose zelene i suve mase, kao i sirovih proteina na ispitanom lokalitetu, koje se karakteriše nižom prirodnom plodnošću. Iz tog razloga, količine od 80 kg N ha<sup>-1</sup> se mogu smatrati opravdanim na zemljištima sa niskim sadržajem ovog elementa. U prvoj i trećoj godini kod obe smeše ostvareni su viši prinosi suve mase u drugoj fazi košenja u odnosu na prvu. Prinosi proteina nisu značajno varirali između prve i druge faze košenja kod smeše 100:30%, dok su kod smeše 100:15% bili viši u drugoj fazi. Prema dobijenim rezultatima košenje je poželjno izvesti u drugoj fazi sa rizikom niže svarljivosti, što je opravdano postizanjem viših i stabilnijih prinosa suve mase za obe smeše i prinosom sirovih proteina kod smeše 100:15%.

## 5. LITERATURA

- Aasen, A., Baron, V. S., Clayton, G. W., Dick, A. C., McCartney, D. H. (2004): Swath grazing potential of spring cereals, field pea and mixtures with other species. *Can. J. Plant Sci.* 84(4): 1051-1058.
- AOAC. (1990): Official methods of analysis of the AOAC, 15th ed. Methods 932.06, 925.09, 985.29, 923.03. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA.
- Achakzai, A. K. K., Bangulzai, M. I. (2006): Effect of various levels of nitrogen fertilizer on the yield and yield attributes of pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. *Pak. J. Bot.* 38(2): 331-340.
- Ahmad, A.H., Ahmad, R., Mahmood, N., Tanveer, A. (2007): Performance of forage sorghum intercropped with forage legumes under different planting patterns. *Pak. J. Bot.* 39: 431-439.
- Ahmed, S., Jabbar, M., Khalique, A., Javed, K., Naveed, S., Ahmed, N., Shahzad., F., Fiaz, M. (2014): Effect of varying NDF levels on productive performance in lactating Nili Ravi Buffaloes. *J. Anim. Plant. Sci.* 24(4): 1008-1011.
- Albayrak, S., Güler, M., Tongel, M. O. (2004): Effects of seed rates on forage production and hay quality of vetch-triticale mixtures. *Asian J. Plant Sci.* 3(6): 752-756.
- Arslan, B., Ates, E., Tekeli, A. S., Esendal, E. (2007): Feeding and agronomic value of field pea (*Pisum arvense* L.) – safflower (*Charthamus tinctorius* L.) mixtures. 7<sup>th</sup> International Safflower Conference. Wagga Wagga Australia. 16: 1-6.
- Arnold, M., Lehmkuhler, J. (2014): Hypomagnesemic tetany or “Grass tetany”. *Agric. Nat. Resour.* p. 173.
- Aşci, O. O., Acar, Z., Arici, Y. K. (2015): Hay yield, quality traits and interspecies competition of forage pea – triticale mixtures harvested at different stages. *Turk. J. Field Crops.* 20(2): 166-173.
- Ates, E., Tekeli, A. S., Boznukara, B. (2014): Performance of fodder pea (*Pisum arvense* L.) – Fiddleneck (*Phacelia Tanacetifolia* Benth.) mixture under different nitrogen doses. *Rom. Agric. Res.* 31: 213-218.
- Ayub, M., Tanveer, A., Nadeem, M. A., Tahir, M., Ibrahim, M. (2008): Effect of seed proportion and nitrogen application on forage yield and nutritive value of barley-pea mixture harvested at different times. *Pak. J. Life Soc. Sci.* 6(2): 135-139.
- Bakels, C. (1999): Archaeobotanical investigations in the Aisne valley, Northern France, from the Neolithic up to the early Middle Ages. *Veget. Hist. Archaeobot.* 8: 71-77.
- Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P. K., Bagchi, D. K., (2000): Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. *Toria*) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 rowreplacement series systems. *J. Agron. Crop Sci.* 185: 9-14.
- Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K., Ghose, S. S. (2006): Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weed smothering. *Eur. J. Agron.* 24: 325-332.
- Baxevanos, D., Tsialtas, T. I., Vlachostergios, N. D., Hadjigeorgiou, I., Dordas, C., Lithourgidis, A. (2017): Cultivar competitiveness in pea-oat intercrops under Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 214: 94-103.
- Beckie, H. J., Brandt, S. A., Schoenau, J. J., Campbell, C. A., Henry, J. L., Janzen, H. H. (1997): Nitrogen contribution of field pea in annual cropping systems. 2. Total Nitrogen benefit. *Can. J. Plant Sci.* 77(3): 323-331.

- Bedoussac, L., Journet, E., Hauggaard-Nielsen, H., Naudin, C., Corre-Hellou, G., Jensen, S. E., Prieur, L., Justes, E. (2015): Ecological principles underlying the increase of productivity achieved by cereal-grain legume intercrops in organic farming. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35: 911-935.
- Begna, S. H., Fielding, D. J., Tsegaye, T., Van Veldhuizen, R., Angadi, S., Smith, D. L. (2011): Intercropping of oat and field pea in Alaska: An alternative approach to quality forage production and weed control. *Acta Agric. Scand. B.* 61: 235-244.
- Bijelić, Z., Mandić, V., Krnjaja, V., Ružić-Muslić, D., Simić, A., Cekić, B., Petrović, C. V. (2017): The performance of perennial ryegrass in binary mixtures with lucerne and red clover under N fertilization. *Biotechnol. Anim. Husb.* 33(3): 349-360.
- Bilal, M., Ayub, M., Tariq, M., Tahir, M. M., Nadeem, A. M. (2015): Dry matter yield and forage quality traits of oat (*Avena sativa* L.) under integrative use of microbial and synthetic source of nitrogen. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 16(3): 236-241.
- Blagojević, M. B. (2017): Uticaj međusobnog odnosa, faze razvića i inokulacije na kvalitet silaže jednogodišnjih leguminoza i žita. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu. Doktorska disertacija. str. 41.
- Blagojević, M., Đorđević, N., Dinić, B., Vasić, T., Milenković, J., Petrović, M., Marković, J. (2017): Determination of green forage and silage protein degradability of some pea (*Pisum sativum* L.) + oat (*Avena sativa* L.) mixtures grown in Serbia. *Tar. Bil. Der. – J. Agric. Sci.* 23: 415-422.
- Borreani, G., Cavallarin, L., Antoniazzi, S., Tabacco, E. (2006): Effect of the stage of growth, wilting and inoculation in field pea (*Pisum sativum* L.) silages. I. Herbage composition and silage fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 86(9): 1377-1382.
- Bozhanska, T., Churkova, B. (2020): Correlation and regression relationships between quantitative and qualitative indicators of perennial grass and legume mixtures. *Bulg. J. Agric. Sci.* 26(3): 567-573.
- Brkić, S., Milaković, Z., Kristek, A., Antunović, M. (2004): Pea yield and its quality depending on inoculation, nitrogen and molybdenum fertilization. *Plant Soil Environ.* 50(1): 39-45.
- Brombacher, C. (1997): Archaeobotanical investigations of Late Neolithic Lakeshore settlements (Lake Biel, Switzerland). *Veget. Hist. Archaeobot.* 6: 167-186.
- Bybee-Finley, A. K., Ryan, R. M. (2018): Advancing intercropping research and practices in industrialized agricultural landscapes. *Agriculture.* 8(6): 80.
- Cacan, E., Kokten, K., Bakoglu, A., Kaplan, M., Bozkurt, A. (2019): Evaluation of some forage pea (*Pisum arvense* L.) lines and cultivars in terms of herbage yield and quality. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg.* 23(3): 254-262.
- Cardona, J. C. H., Cruz, J. J. L. (2019): What is the acid detergent fiber (ADF) made of. *Livest. Res. Rural. Dev.* 31(3): 42.
- Carr, M. P., Glenn, B. M., Joel, M. C., Poland, W. W. (1998): Forage and nitrogen yield of barley-pea and oat-pea intercrops. *J. Agron.* 90(1): 79-84.
- Carr, P.M., Horsley, R.D., Woodrow, W. (2004): Barley, oat, and cereal-pea mixtures as dryland forages in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal.* 96(3): 677-684.
- Cavallarin, L., Antoniazzi, S., Tabacco, E., Borreani, G. (2006): Effect of the stage of growth, wilting and inoculation in field pea (*Pisum sativum* L.) silages. II. Nitrogen fractions and amino acid compositions of herbage and silage. *J. Sci. Food Agric.* 86(9): 1383-1390.

- Chapagain, T., Riseman, A. (2014): Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. *Field Crops Res.* 166: 18-25.
- Chapko, L. B., Brinkman, M. A., Albrecht, K. A. (2013): Oat, oat-pea, barley, and barley-pea for forage yield, forage quality, and alfalfa establishment. *J. Prod. Agric.* 4(4): 486-491.
- Chen, C., Westcott, M., Neill, K., Wichman, D., Knox, M. (2004): Row configuration and nitrogen application for barley–pea intercropping in Montana. *J. Agron.* 96(6): 1730-1738.
- Chu, G., Shen, Q., Cao, J. (2004): Nitrogen fixation and N transfer from peanut to rice cultivated in aerobic soil in an intercropping system and its effect on soil N fertility. *Plant Soil.* 263(1): 17-27.
- Clayton, G. W., Rice, W. A., Lupwayi, N. Z., Johnston, A. M., Lafond, G. P., Grant, C. A., Walley, F. (2004): Inoculant formulation and fertilizer nitrogen effects on field pea: Crop yield and seed quality. *Can. J. Plant Sci.* 84(1): 89-96.
- Cousin, R. (1997): Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Res.* 53: 111-130.
- De Boever, J. L., Cottyn, B. G., Buysse, F. X., Wainman, F. W., Vanacker, J. M. (1986): The use of enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim. Feed Sci. Technol.* 14: 203-214.
- Deveikyte, I., Kadziulienė, Z., Šarūnaite, L. (2009): Weed suppression ability of spring cereal crops and peas in pure and mixed stands. *Agron. Res.* 7(Special issue I): 239-244.
- De Wit, C. T. (1960): On competition. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 66: 1-82.
- De Wit, C. T., van den Bergh, J. P. (1965): Competition between herbage plants. *Netherlands J. Agric. Sci.* 13(2): 212-221.
- Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A. (2007): Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Res.* 100: 249-256.
- Dolijanović, Ž. (2008): Doktorska disertacija – Produktivnost združenog useva kukuruza i soje u zavisnosti od hibrida, prostornog rasporeda i režima vlaženja. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakulter, Beograd, Srbija. str. 127.
- Dolijanović, Ž., Oljača, S., Kovačević, S., Simić, D., Dragičević, V. (2015): Združeni usevi: alternativni put za održivu poljoprivredu. *Zbornik naučnih radova sa XXIX Savetovanja agronoma, veterinar, tehnologa i agroekonomista, Institut PKB Agroekonomik.* 21(1-2): 33-44.
- Dordas, A., Vlachostergios, D. N., Lithourgidis, A. (2012): Growth dynamics and agronomic-economic benefits of pea–oat and pea–barley intercrops. *Crop Pasture Sci.* 63(1): 45-52.
- Dyer, L., Oelbermann, M., Echarte, L., (2012): Soil carbon dioxide and nitrous oxide emissions during the growing season from temperate maize–soybean intercrops. *J. Plant. Nutr. Soil Sci.* 175: 394-400.
- Dželetović, Ž. S., Mihailović, N. Lj: (2017): Available nitrogen in the surface mineral layer of natural meadows. *Acta Univ. Agric. et Silv. Mendelianae Brun.* 65(5): 1483-1492.
- Erskine, W., Smartt, J., Muehlbauer, F., (1994): Mimicry of lentil and the domestication of Common Vetch and Grass Pea. *Econ. Bot.* 48(3): 326-332.
- FAO. Food and Agriculture Organisation of the United Nations. 2020. Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (accessed on 22 March 2022).
- Frankow-Lindberg, B. E., Dahlin, A. S. (2013): N<sub>2</sub> fixation, N transfer, and yield in grassland communities including a deep-rooted legume or non-legume species. *Plant Soil.* 370(1-2): 567-581.

- Farooq, M., Gogoi, N., Barthakur, S., Baroowa, B., Bharadwaj, N., Alghamdi, S. S., Siddique, K. H. M. (2016): Drought stress in grain legumes during reproduction and grain filling. *J. Agro. Crop. Sci.* 203(2): 81-102.
- Gahori, A. A., Niyaki, S. A. N. (2010): Effects of iron and nitrogen fertilizers on yield and yield components of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in astaneh ashrafiyeh, Iran. *Am.-Eurasian J. Agric. Environ. Sci.* 9(3): 256-262.
- Geijerstam, L. A., Mårtensson, A. (2007): Nitrogen fixation and residual effects of field pea intercropped with oats. *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.* 56(3): 186-196.
- Ghaley, B. B., Hauggaard-Nielsen, H., Høgh-Jensen, H., Jensen, E. S. (2005): Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 73: 201-212.
- Ghosh, P. K. (2004): Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. *Field Crops Res.* 88: 227-237.
- Glamočlija, Đ. (2012). Posebno ratarstvo – Žita i zrnene mahunarke, Poljoprivredni fakultet Univerzitet u Beogradu, Beograd. str. 369.
- Gronle, A., Böhm, H., Heß, J. (2014): Effect of intercropping winter peas of differing leaf type and time of flowering on annual weed infestation in deep and shallow ploughed soils and on pea pests. *Landbauforsch Volk.* 64(1): 31-44.
- Gronle, A.; Böhm, H.; Heß, J. (2015): Weed suppressive ability in sole and intercrops of pea and oat and its interaction with ploughing depth and crop interference in organic farming. *Org. Agric.* 5: 39-51.
- Hauggaard-Nielsen, H., Jensen, E. S. (2001): Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil N availability. *Field Crop Res.* 72: 185-196.
- Hauggaard-Nielsen, H., Jørnsgaard, B., Kinane, J., Jensen, E. S. (2008): Grain legume–cereal intercropping: the practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renew. Agric. Food Syst.* 23: 3-12.
- Hauggaard-Nielsen, H., Gooding, M., Ambus, P., Corre-Hellou, G., Crozat, Y., Dahlmann, C., Dibet, A., Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M., Jensen, E. S. (2009): Pea–barley intercropping for efficient symbiotic N<sub>2</sub>-fixation, soil N acquisition and use of other nutrients in European organic cropping systems. *Field Crop Res.* 113: 64-71.
- Han, Ch., Borman, C., Osantowski, D., Wagnitz, J., Koehler-Cole, K., Korus, K., Sonderegger, E., Werle, R., Wood, T., Lindquist, J. L. (2012): Productivity of field pea (*Pisum sativum* L.) and spring oat (*Avena sativa* L.) grown as sole and intercrops under different nitrogen levels. *J. Agric. Sci.* 4: 136-143.
- Henseler, M., Piot-Lepetit, I., Ferrari, E., Mellado, A. D., Banse, M., Grethe, H., Parisi, C., Helaine, S. (2013): On the asynchronous approvals of GM crops: Potential market impacts of a trade disruption of EU soy imports. *Food Policy.* 41: 166-176.
- Hossain, Z., Wang, X., Hamel, C., Knight, J. D., Morrison, M.J., Gan, Y. (2016) Biological nitrogen fixation by pulse crops on semiarid Canadian prairies. *Can. J. Plant Sci.* 97(1): 119-131.
- Iqbal, A., Ayub, M., Zaman, H., Ahmad, R. (2006): Impact of nutrient management and legume association on agro-qualitative traits of legume fodder. *Pak. J. Bot.*, 38: 1079-1084.
- Janošević, B., Dolijanović, Ž., Dragičević, V., Simić, M., Dodevska, M., Đorđević, S., Moravčević, Đ., Miodragović, R. (2017): Cover crop effects on the fate of N in sweet maize (*Zea mays* L. *saccharata* Sturt.) production in a semiarid region. *Int. J. Plant Prod.* 11(2): 285-294.



- Javanmard, A., Shekari, F., Dehghanian, H. (2014a): Evaluation of forage yield and competition indices for intercropped barley and legumes. *Int. J. Agric. Biol.* 8(2).
- Javanmard, A., Nasiri, F., Shekari, F. (2014b): Competition and dry matter yield in intercrops of barley and legume for forage. *Albanian J. Agric. Sci.* 13(1): 22-32.
- Jensen, E. S., Peoples, M. B., Boddey, R. M., Gresshoff, P. M., Hauggaard-Nielsen, H., Alves, B. J., Morrison, M. J. (2012): Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and bio refineries. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 32: 334.
- Jeuffroy, M. H., Baranger, E., Carrouée, B., Chezelles, E. D., Gosme, M., Hénault, C. (2013): Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, oilseed rape and dry peas. *Biogeosciences.* 10: 1787-1797.
- Jolliffe, P. (2000): The replacement series. *J. Ecol.* 88: 371-385.
- Kadam, S. S., Solanki, N. S., Arif, M., Dashora, L. N., Mundra, S. L., Upadhyay B. (2019): Productivity and quality of fodder oats (*Avena sativa* L.) as influenced by sowing time, cutting schedules and nitrogen levels. *Indian J. Anim. Nutr.* 36(2): 179-186.
- Kadžiuoliene, Ž., Šarunaite, L., Dveikyte, I. (2011): Effect of pea and spring cereals intercropping on grain yield and crude protein content. *Field. Veg. Crop Res.* 48: 183-188.
- Kamalongo, D. M., Cannon, N. D. (2020): Advantages of bicropping field beans (*Vicia faba*) and wheat (*Triticum aestivum*) on cereal forage yield and quality. *Biol. Agric. Hortic.* (36): 213–229.
- Karagić, Đ., Jevtić, G., Terzić, D. (2010): Forage legumes seed production in Serbia. *Biotechnol. Anim. Husb.* 25: 133-149.
- Karagić, Đ., Vasiljević, S., Katić, S., Mikić, A., Milić, D., Milošević, B., Dušanić, N. (2011): Yield and quality of winter common vetch (*Vicia sativa* L.) haylage depending on sowing method. *Biotechnol. Anim. Husb.* 27(4): 1585-1594.
- Kocer, A., Albayrak, S. (2012): Determination of forage yield and quality of pea (*Pisum sativum* L.) mixtures with oat and barley. *J. Field Crop.* 17(1): 96-99.
- Kontturi, M., Laine, A., Niskanen, M., Hurme, T., Hyövelä, M., Peltonen-Sainio, P. (2011): Pea-oat intercrops to sustain lodging resistance and yield formation in northern European conditions. *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.* 61(7): 612-621.
- Kovačević, D. (2003): Opšte ratarstvo. Udžbenik, Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun. str. 771.
- Krga, I., Simić, A., Bijelić, Z., Mandić, V., Vasiljević, S., Karagić, Đ., Milić, D. (2016a): Interspecies relations and yield of different field pea/oats mixtures. *Analele Universitatii din Craiova, seria Agricultura – Montanologie – Cadastru (Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology, Cadastre Sercies).* XLVI: 199-205.
- Krga, I., Simić, A., Bijelić, Z., Mandić, V., Vasiljević, S., Veljević, N. (2016b): Interspecijski odnosi smeša stočnog graška i ovsa u različitim fazama košenja. *Zbornik naučnih radova Instituta PKB Agroekonomik.* 22 (1-2): 181-189.
- Krizmanić, G., Čupić, T., Tucak, M., Popović, S. (2017): Agronomic value of spring field pea breeding lines and varieties for green forage production (*Pisum sativum* L.), *Poljoprivreda.* 23(1): 17-21.
- Kusvuran, A., Kaplan, M., Nazli, R. I. (2014): Effects of mixture ratio and row spacing in hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) and annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) intercropping system on yield and quality under semiarid climate conditions. *Turkish J. Field Crop.* 19 (1): 118-128.

- Lau, J. A., Bowling, E. J., Gentry, L. E., Glasser, P. A., Monarch, E. A., Olesen, W. M., Waxmonsky, J., Young, R. T. (2012): Direct and interactive effects of light and nutrients on the legume-rhizobia mutualism. *Acta Oecol.* 39: 80-86.
- Lauriault, L. M., Kirksey, R. E. (2004): Yield and nutritive value of irrigated winter cereal forage grass–legume intercrops in the Southern High Plains. *Agron. J.* 96(2): 352-358.
- Lešić, R., Borošić, J., Butorac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. (2002): *Povrćarstvo, Zrinski, Čakovac.* str. 15.
- Li, L., Sun, J. H., Zhang, F. S., Li, X. L., Yang, S. C., Rengel, Z. (2001): Wheat/maize or wheat/soybean strip intercropping. I. Yield advantage and interspecific inter-action on nutrients. *Field Crops Res.* 71: 123-137.
- Licitra, G., Hernandez, T. M., Van Soest, P. J. (1996): Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* (57): 347-358.
- Lingorski, V. (2011): Study of forage productive and qualitative indicators of some annual spring legumes in foothill regions of central northern bulgaria. *Biotechnol. Anim. Husb.* 27(3): 1279-1285.
- Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., Dhima, K. V., Dordas, C. A., Yiakoulaki, M. D. (2006): Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Res.* 99: 106-113.
- Lithourgidis, A. S., Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A., Yiakoulaki, M. D. (2007): Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agron. Sustain. Dev.* 27: 95-99.
- Lithourgidis, A. S., Vlachosterigos, D. N., Dordas, C. A., Damalas, C. A. (2011): Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *Europ. J. Agronomy.* 34: 287-294.
- Liu, K. (2019): Effects of sample size, dry ashing temperature and duration on determination of ash content in algae and other biomass. *Algal Res.* 40: 101486.
- Li, Y. F., Ran, W., Zhang, R. P., Sun, S. B., Xu, G. H. (2009): Facilitated legume nodulation, phosphate uptake and nitrogen transfer by arbuscular inoculation in an upland rice and mung bean intercropping system. *Plant Soil.* 315(1-2): 285-296.
- Mandić, V., Bijelić, Z., Krnjaja, V., Petričević, M., Simić, A., Krga, I. (2019): Trend analysis of harvested area, total production and yield of alfalfa in Vojvodina. *Biotechnol. Anim. Husb.* 35(4): 409-416.
- Marinova, E., Popova, Tz. (2008): *Cicer arietinum* (chick pea) in the Neolithic and Chalcolithic of Bulgaria: Implications for cultural contacts with the neighbouring regions? *Veget. Hist. Archaeobot.* 17: 73-80.
- Mariotti, M., Masoni, A., Ercoli, L., Arduini, I. (2006): Forage potential of winter cereal/legume intercrops in organic farming. *Ital. J. Agron.* 3: 403-412.
- Marković, J., Terzić, D., Vasić, T., Blagojević, M., Petrović, M., Đokić, D., Milenković, J. (2018): Forage quality and *in vitro* dry matter digestibility of pea:oat mixtures depending on stage of growth. IX International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2018", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 4-7 October 2018. *Book of Proceedings.* pp. 320-325.
- Maxin, G., Andueza, D., Le Morvan, A., Baumont, R. (2016): Effect of intercropping vetch (*Vicia sativa* L.), field pea (*Pisum sativum* L.) and triticale (X *Triticosecale*) on dry-matter yield, nutritive and ensiling characteristics when harvested at two growth stages. *Grass Forage Sci.* 72(4): 777-784.

- McCauley, A. M., Jones, C. A., Miller, P. R., Burgess, M. H., Zabinski, C. A. (2012): Nitrogen fixation by pea and lentil green manures in a semi-arid agroecoregion: effect of planting and termination timing. *Nutr Cycl Agroecosyst.* 92: 305-314.
- McGilchrist, C. A., Trenbath, B. R. (1971): A revised analysis of plant competition experiments. In: Pellicanò A., Romeo M., Pristeri A., Preiti G., Monti M. (2015): Cereal-pea intercrops to improve sustainability in bioethanol production. *Agron. Sustain. Dev.* 35(2): 827-835.
- Mead, R., Willey, R.W., (1980): The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. *Exp. Agric.* 16: 217-228.
- Meier, U. (2001): Growth stages of mono-and dicotyledonous plants. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Quedlinburg. p. 139.
- Midya, A., Bhattacharjee, K., Ghose, S. S., Banik, P. (2005): Deferred seeding of black-gram (*Phaseolus mungo* L.) in rice (*Oryza sativa* L.) field on yield advantages and smothering of weeds. *J. Agron. Crop Sci.* 191: 195-201.
- Mihailović, V., Mikić, A., Katić, S., Karagić, Đ., Milošević, B., (2010): Potential of field pea for forage and grain protein yields. *Field and Vegetable Crops Research.* 47(1): 43-48.
- Mikić, A., Mihailović, V., Katić, S., Karagić, Đ., Milić, D. (2003): Protein pea grain - a quality fodder. *Biotehnologija u stočarstvu.* 19: 465-471.
- Mikić, A., Mihailović, V., Milić, D., Karagić, Đ., Đorđević, V., Taški-Ajduković, K. (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, 10-11 November 2005. 4-25.
- Mikić, A., Čupina, B., Katić, S., Karagić, Đ., (2006): Importance of annual forage legumes in supplying plant proteins. *Proceedings of the Institute of Field and Vegetable Crops, 2006.* 42(1): 91-104.
- Mikić, A., Mihailović, V., Duc, G., Čupina, B., Eteve, G., Lejeune-Henaut, I., Mikić, V (2007): Evaluation of winter protein pea cultivars in the conditions of Serbia. *Zbornik radova Inistuta za ratarstvo i povrtarstvo/A periodical of scientific research on field and vegetable crops.* 44: 107-112.
- Mikić, A., Ljuština, M., Kenicer, G., Smýkal, P. (2009): A brief historical review on Lathyrus in Europe. *Grain Legume.* 54: 33.
- Mikić, A., Mihailović, V., Čupina, B., Lejeune-Hénaut, I., Hanocq, E., Duc, G., Mcphee, K., Stoddard, F. L., Kosev, I. V., Kristić, O., Antanasovi, S., Jovanović, Ž. (2012): Developing fall-sown pea cultivars as an answer to the challenges of climatic changes. In book: *Peas: Cultivation, Varieties and Nutritional Uses.* Nova Science. Chapter: 4.
- Milaković, Z., Brkić, S., Bukvić, Ž., Bogut, I., Horvat, D. (2000): Efficiency of inoculation and different nitrogen fertilization on small-grained bean quality and yield. *Rostl. Vým.* 46: 361-366.
- Milentijević, N., Dragojlović, J., Ristić, D., Cimbalević, M., Bajrami, D. D., Valjarević, A. D. (2018): The assessment of aridity in Leskovac basin, Serbia (1981-2010). *J. Geogr. Inst. Cvijic.* 68(2): 249-264.
- Monti, M., Pellicanò, A., Santonoceto, C., Preiti, G., Pristeri, A. (2016): Yield components and nitrogen use in cereal-pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crops Res.* 196: 379-388.
- Naudin, C., Corre-Hellou, G., Pineau, S., Crozat, Y., Jeuffroy, M.-H. (2010): The effect of various dynamics of N availability on winter pea/wheat intercrops: crop growth, N partitioning and symbiotic N<sub>2</sub>fixation. *Field Crops Res.* 119: 2-11.

- Neugschwandtner, R. W., Kaul, H. P. (2014): Sowing ratio and N fertilization affect yield and yield components of oat and pea in intercrops. *Field Crops Res.* 155: 159-163.
- Neugschwandtner, R. W., Kaul, H. P. (2015): Nitrogen uptake, use and utilization efficiency by oat–pea intercrops. *Field Crops Res.* 179: 113-119.
- Neugschwandtner, R. W., Kaul, H. P., Moitzi, G., Klimek-Kopyra, A., Lošák, T., Wagentristsl, H. (2021): A low nitrogen fertiliser rate in oat–pea intercrops does not impair N<sub>2</sub> fixation. *Acta Agric. Scand. - B Soil Plant Sci.* 71(3): 182-190.
- Ngeno, J., Chemining'wa, G. N., Muthomi J. W., Shibairo S. I. (2012): Effect of rhizobium inoculation and nitrogen fertilizer application on growth, nodulation and yield of two garden pea genotypes. *J. Anim. Plant. Sci.* 15(2): 2147-2156.
- Ntambo, M. S., Chilinda, I. S., Taruvingra, A., Hafeez, S., Anwar, T., Sharif, R., Chambi, C., Kies, L. (2017): The effect of rhizobium inoculation with nitrogen fertilizer on growth and yield of soybeans (*Glycine max* L.). *Int. J. Biosci.* 10(3): 163-172.
- Nyfeler, D, Huguenin-Elie, O, Suter, M, Frossard, E, Lüscher, A. 2011. Grass–legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agric. Ecosyst. Environ.* 140: 155-163.
- Oelbermann, M., Echarte, L., (2011): Evaluating soil carbon and nitrogen dynamics in recently established maize–soybean intercropping systems. *Eur. J. Soil Sci.* 62: 35-41.
- Oljača, S. (1998): Produktivnost kukuruza i pasulja u združenom usevu u uslovima prirodnog i irigacionog vodnog režima. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Zemun. 1-138.
- Park, S. E., Benjamin, L. R., Watkinson, A. R. (2003): The theory and application of plant competition models: an agronomic perspective. *Ann. Bot.* 92: 1-8.
- Pellicanò, A., Romeo, M., Pristeri, A., Preiti, G., Monti, M. (2015): Cereal-pea intercrops to improve sustainability in bioethanol production. *Agron. Sustain. Dev.* 35(2): 827-835.
- Peltonen-Sainio, P., Konturri, M., Laine, A., Niskanen, M., Hurme, T., Jauhiainen, L. (2017): Characterizing an outperforming pea cultivar for intercropping with oat at high latitudes. *Agric. Food Sci.* 26(3): 138.
- Pereira-Crespo, S., Fernández-Lorenzo, B., Valladares, J., González-Arráez, A., Flores, G. (2010): Effects of seeding rates and harvest date on forage yield and nutritive value of pea-triticale intercropping. In: Porqueddu C. (ed.), Ríos S. (ed.). *The contributions of grasslands to the conservation of Mediterranean biodiversity.* Zaragoza: CIHEAM / CIBIO / FAO / SEEP, 2010. pp. 215-218.
- Podgórska-Lesiak, M., Sobkowcz, P. (2013): Prevention of pea lodging by intercropping barley with peas at different nitrogen fertilization levels. *Field Crops Res.* 149: 95-104.
- Poggio, S. (2005): Structure of weed communities occurring in monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agric. Ecosyst. Environ.* 109(1-2): 48-58.
- Prusiński, J. (2016): Overwintering and yield of winter cultivars of field pea assas and white lupine orus. *Electron. J. Pol. Agric. Univ.* 19(4): 1-17.
- Purnamawati, H., Schmidtke, K. (2003): Nitrogen transfer of two cultivar faba bean (*Vicia faba* L.) to oat (*Avena sativa* L.). *Bul. Agron.* 31(1): 31-36.
- Pursiainen, P., Tuori, M. (2008): Effect of ensiling field bean, field pea and common vetch in different proportions with whole-crop wheat using formic acid or an inoculant on fermentation characteristics. *Grass Forage Sci.* 63: 60-78.

- Rauber, R., Schmidtke, K., Kimpel-Freund, H. (2001): The performance of pea (*Pisum sativum* L.) and its role in determining yield advantages in mixed stands of pea and oat (*Avena sativa* L.). *J. Agron. Crop. Sci.* 187(2): 69-144.
- Rebolé, A., Alzueta, C., Ortiz, L. T., Barro, C., Rodríguez, M. L., Caballero R. (2004): Yields and chemical composition of different parts of the common vetch at flowering and at two seed filling stages. *2(4): 550-557.*
- Republički Hidrometeorološki Zavod Srbije. 2020. Dostupno na internetu: [https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija\\_srednjaci.php](https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_srednjaci.php) (pristupljeno 18. 02. 2022.).
- Rösch, M. (1998): The history of crops and crop weeds in south-western Germany from the Neolithic period to modern times, as shown by archaeobotanical evidence. *Veget. Hist. Archaeobot.* 7: 109-125.
- Sayar, M. S. (2014): Path coefficient and correlation analysis between forage yield and its affecting components in common vetch (*Vicia sativa* L.). *Legume Res.* 37(5): 445-452.
- Saleem, M., Shahid Ibni Zamir, M., Haq, I., Irshad, M. Z., Khan, M. K., Asim, M., Zaman, Q., Ali, I., Khan, A., Rehman, S. (2015): Yield and quality of forage oat (*Avena sativa* L.) cultivars as affected by seed inoculation with nitrogenous strains. *Am. J. Plant Sci.* 6(19): 3251-3259.
- Sekulić, P., Ninkov, J., Hristov, N., Vasin, J., Šeremešić, S., Zeremski-Škorić, T. (2010): Sadržaj organske materije u zemljištima AP Vojvodine i mogućnost korišćenja žetvenih ostataka kao obnovljivog izvora energije. *Field Veg. Crop Res.* 47: 591-598.
- Simić, A., Dželetović, Ž., Vučković, S., Krga, I., Andrejić, G. (2016): Soil fertility of meadows and pastures in Western Serbia. In: *Proceedings of 51st Croatian and 11th International Symposium on Agriculture.* pp. 251-255.
- Simić, A., Krga, I., Simić, M., Brankov, M., Vučković, S., Bijelić, Z., Mandić V. (2018): Mogućnost suzbijanja korova združenim gajenjem jarog stočnog graška sa ovsem. *Acta Herbologica.* 27(2):109-119.
- Shao, Z.; Wang, X.; Gao, Q.; Zhang, H.; Yu, H.; Wang, Y.; Zhang, J.; Nasar, J.; Gao, Y. (2020): Root contact between maize and alfalfa facilitates nitrogen transfer and uptake using techniques of foliar <sup>15</sup>N-labeling. *Agronomy.* 10: 360.
- Shereena, J., Salim, N. (2006): Effect of temperature on protein profile of *Pisum sativum* L. seeds during germination. *Sci. J. Biol. Sci.* 6(6): 1153-1155.
- Smartt, J. (1976): *Tropical pulses.* Longman London. p. 348.
- Smartt, J. (1990): *Grain legumes: Evolution and genetic resources.* Cambridge University Press, Cambridge, UK. p. 379.
- Smith, K. A., Conen, F. (2004): Impacts of land management on fluxes of trace greenhouse gases. *Soil Use Manag.* 20: 255-263.
- Solaiman, A. R. M., Rabbani, M. G. (2006): Effects of rhizobium inoculant, compost, and nitrogen on nodulation, growth, and yield of pea. *Korean J. Crop Sci.* 51(6): 534-538.
- Statistički godišnjak SR Srbije. (1970-2020): <https://www.stat.gov.rs/sr-cyrl/publikacije/?d=2&r=>
- Stevenson, F.C., van Kessel, C., (1997): Nitrogen contribution of pea residue in a hummocky terrain. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61(2): 494-503.
- Stjepanović, M., Čupić, T., Gantner, R. (2012): Grašak. *Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.* str. 6.

- Stojanović, B., Đorđević, N., Simić, A., Božičković, A., Davidović, V., Ivetić, A. (2020): The *in vitro* protein degradability of legume and sudan grass forage types and ensiled mixtures. Ankara Univ. Vet. Fak. Derg. 67: 419-425.
- Sukhdev, S. M. (2012): Improving crop yield, N uptake and economic returns by intercropping barley or canola with pea. J. Agric. Sci. 3(8): 1023-1033.
- Tan, M., Koç, A., GüL, Z. D., Elkoca, E., Gül, I. (2013): Determination of dry matter yield and yield components of local forage pea (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) ecotypes. Tarim Bilim. Derg. 19(4): 289-296.
- Tekeli, A. S.; Ates, E. (2003): Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines. Journal of Central European Agriculture. 4(4): 313-318.
- Thilakarathna, M. S.; McElroy, M. S.; Chapagain, T.; Papadopoulos, Y. A.; Raizada, M. N. (2016): Belowground nitrogen transfer from legumes to non-legumes under managed herbaceous cropping systems. A review. Agron. Sustain. Dev. pp. 36, 58.
- Tsialtas, I. T., Baxevanos, D., Vlachostergios, D. N., Dordas, C., Lithourgidis, A. (2018): Cultivar complementarity for symbiotic nitrogen fixation and water use efficiency in pea-oat intercrops and its effect on forage yield and quality. Field Crops Res. 226: 28-37.
- Türk, M., Albayrak, S., Yüksel, O. (2011): Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types. Turkish J. Field Crop. 16(2): 137-141.
- Uzun, A., Asik, F. (2012): The effect of Mixture rates and cutting stages on some yield and quality characters of pea (*Pisum sativum* L.) + Oat (*Avena sativa* L.) mixture. Turkish J. Field Crop. 17(1): 62-66.
- Vann, R. A.; Reberg-Horton, S. C.; Castillo, M. S.; McGee, R. J.; Mirsky, S. B. (2019): Winter pea, crimson clover, and hairy vetch planted in mixture with small grains in the Southeast United States. Agron. J. 111: 805-815.
- Van Soest, P. J., Robertson J. B. (1976): Chemical and physical properties of dietary fibre. Proc. Miles Symp. Nub. Soc. Can. Halifax, NS, Can. p. 13.
- Van Soest, J., Robertson, J. B., Lewis, B. A. (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74(10): 3583-3597.
- Vasilakoglou, I., Dhima, K., Lithourgidis, A., Eleftherohorinos, I., (2008): Competitive ability of winter cereal-common vetch intercrops against sterile oat. Exp. Agric. 44: 509-520.
- Vasiljević, S., Milić, D., Kragić, Đ., Mihailović, V., Mikić, D., Živanov, D., Milošević, B., Katanski S. (2016): Yield of forage pea-cereal intercropping using three seed ratios at two maturity stages. Breeding in a World of Scarcity. pp. 215-218.
- Vasiljević, S., Đalović, I., Miladinović, J., Xu, N., Sui, X., Wang, Q., Prasad, P. V. V. (2021): Winter pea mixtures with triticale and oat for biogas and methane production in semiarid conditions of the south Pannonian basin. Agronomy. 11(9): 1800.
- Vitro, I., Imaz, M. J., Fernández-Ugalde, O., Gartzia-Bengoetxea, N., Enrique, A., Bescansa, P. (2015): Soil degradation and soil quality in western Europe: Current situation and future perspectives. Sustainability. 7(1): 313-365.
- Weigelt, A., Jolliffe, P. (2003): Indices of plant competition. J. Ecol. 91. 707–720. In: Lithourgidis A. S., Vlachostergios D. N., Dordas C. A., Damalas C. A. (2011): Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. Europ. J. Agronomy. 34: 287-294.

- Willey, R. W., Rao, M. R. (1980): A competitive ratio for quantifying competition between intercrops. *Exp. Agric.* 16: 117-125.
- Xiao, Y., Li, L., Zhang, F. (2004): Effect of root contact on interspecific competition and N transfer between wheat and faba bean using direct and indirect <sup>15</sup>N techniques. *Plant Soil.* 262(1-2): 45-54.
- Yilmaz, S., Özel, A., Atak, M., Erayman, M. (2015): Effects of seeding rates on competition indices of barley and vetch intercropping systems in the Eastern Mediterranean. *Turk. J. Agric. For.* 39: 135-143.
- Zeven, A C., Zhukovsky, P M. (1975): Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity. Centre for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen. p. 86.
- Zhao, J., Zeng, Z., He, X., Chen, H., Wang, K. (2015): Effects of monoculture and mixed culture of grass and legume forage species on soil microbial community structure under different levels of nitrogen fertilization. *Eur. J. Soil Biol.* 68: 61-68.
- Zohary, D., Hopf, M., (2000): Domestication of plants in the Old World: the origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. Oxford University Press, Oxford, UK. p. 243.
- Çetin, I., Turk, M. (2016): The effects of different harvest times on forage yield and quality of some vetch (*Vicia spp.*) species. *Scientific Papers - Series A, Agronomy.* 59: 251-256.
- Đalović, I., Maksimović, I., Kastori, R., Jelić, M. (2010): Mehanizmi adaptacije strnih žita na kiselost zemljišta. *Proceedings -Mat. Sr. Nat. Sci.* 118: 107-120.
- Đorđević, N., Dinić, B., Grubić, G., Stojanović, B., Božičković, A., Damjanović, M. (2010): Domaći rezultati siliranja združenih useva jednogodišnjih leguminoza i žita. *Zbornik naučnih radova. Institut PKB Agroekonomik.* 16: 3-4.
- Šarūnaite, L., Deveikyte, I., Arlauskienė, A., Kadžiulienė, Ž., Maikštenienė, S. (2012): Pea and spring cereal intercropping systems: advantages and suppression of broad-leaved weeds. *Pol. J. Environ. Study.* 22: 541-551.

## Biografija

Ivan Krga rođen je 04. avgusta 1990. godine u Smederevskoj Palanci. Završio je Poljoprivredno-veterinarsku školu sa domom učenika „Svilajnac“ u Svilajncu, opštini ratarski smer, godine 2009.

Školske 2009/2010. godine upisao je Poljoprivredni fakultet, Univerziteta u Beogradu, odsek Ratarstvo i povrtarstvo. Diplomirao je 2014. godine, odbranivši diplomski rad sa nazivom „Uticaj azotnog hraniva na kvalitet kukuruza i kukuruzne silaže“. Školske 2014/2015. godine upisao je master na istom odseku. Sve ispite master studija položio je iste godine sa prosečnom ocenom 10,00 i odbranio master rad na temu „Prinos i morfološke karakteristike smeše stočnog graška i ovsu u različitim fazama košenja“.

Doktorske studije na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, upisao je 2015/2016. godine, naučna oblast: Biotehničke nauke, uža naučna oblast: Ratarstvo i povrtarstvo.

U istom periodu stekao je kvalitetno praktično iskustvo na Institutu za primenu nuklearne energije, Odeljenje za radioekologiju i agrohemiju, Beograd, Srbija, gde je bio u prilici da saraduje i vrši privremene poslove i istraživanja na polju proizvodnje bioenergetskih useva. U istom periodu, na Institutu za stočarstvo, Beograd, Srbija, obavlja istraživanja vezana za master i doktorski rad, kao i istraživanja vezana za druge krmne kulture.

Prvo zaposlenje Ivan stiče 2018. godine u firmi Kuehne + Nagel, kao IT operater za pomorski sektor, nakon čega se zapošljava u firmi MDPI Belgrade, na poziciji asistenta glavnog urednika, gde je obavljao poslove tehničke obrade i komunikacije sa urednicima i autorima načnih radova u časopisima „Agronomy“, „Agriculture“, „Forestry“.

Godine 2019. Ivan se zapošljava na Institutu za povrtarstvo, Odeljenje za genetiku i oplemenjivanje biljaka, kao istraživač pripravnik, i u kratkom roku stiče zvanje istraživača saradnika. Na ovoj poziciji Ivan obavlja poslove selekcije i oplemenjivanja povrtarskog pasulja, kao i gajenja drugih povrtarskih vrsta.

U dosadašnjem istraživačkom radu Ivan je objavio 7 načnih radova i bio koautor 12 načnih radova, objavljenim i prezentovanim na domaćim i inostranim naučnim skupovima. Tečno govori engleski jezik i služi se nekolicinom kompjuterskih programa vezanih za obradu naučnih podataka.



## Izjava o autorstvu

Potpisani-a Ivan Krga

Broj indeksa RA 150002

### Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom:

PRINOS I KVALITET SMEŠA STOČNOG GRAŠKA I OVSA U ZAVISNOSTI OD FAZE KORIŠĆENJA I PRIHRANE AZOTOM

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

POTPIS AUTORA

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Ivan Krga

Broj indeksa RA 150002

Studijski program Poljoprivredne nauke

Naslov rada Prinos i kvalitet smeša stočnog graška i ovsa u zavisnosti od faze korišćenja i prihrane azotom

Mentor prof. dr Aleksandar Simić, redovni profesor,

Mentorka dr Violeta Mandić, naučni savetnik

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao/la radi podhranjivanja u **Digitalnom repozitorijumu 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 AUTORA

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Izjava o korišćenju

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

PRINOS I KVALITET SMEŠA STOČNOG GRAŠKA I OVSA U ZAVISNOSTI OD FAZE KORIŠĆENJA I PRIHRANE AZOTOM

koja je moje autorsko delo.

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

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

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

POTPIS AUTORA

U Beogradu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без** звољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.