



UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET NOVI SAD

**Kvantitativne i kvalitativne promene proteinskog graška
(*Pisum sativum* L.) od formiranja do žetvene zrelosti semena**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: Prof. dr Branko Čupina

Kandidat: mast. inž. Branko Milošević

NoviSad, 2017. godine

UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada: VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Branko Milošević
Mentor: MN	Prof. dr Branko Ćupina
Naslov rada: NR	Kvantitativne i kvalitativne promene proteinskog graška (<i>Pisum sativum</i> L.) od formiranja do žetvene zrelosti semena
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina
Godina: GO	2017.
Izdavač: IZ	Autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Fizički opis rada: FO	broj poglavlja 9/ stranica 105/ tabela 22/ grafikona 14/ slika 6/ referenci 184
Naučna oblast: NO	Biotehničke nauke
Naučna disciplina: ND	Ratarstvo
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Proteinski grašak, rokovi žetve, sadržaj vlage, prinos, kvalitet semena
UDK	582.736.3(043.3)
Čuva se: ČU	Biblioteka Poljoprivrednog fakulteta, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ	<p>U cilju utvrđivanja kvantitativnih i kvalitativnih promena proteinskog graška od formiranja do žetvene zrelosti semena, postavljen je poljski ogled na eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na Rimskim Šančevima. Ispitivanja u poljskim uslovima obavljena su tokom tri vegetacione sezone, od 2010. do 2012. godine.</p> <p>Poljski ogled postavljen je po randomiziranom blok sistemu u četiri ponavljanja sa slučajnim rasporedom parcela. Veličina osnovne parcele bila je 18 metara kvadratih (6 x 3 m). Razmak između redova u parcelama bio je 20 cm, tako da je svaka parcela imala 15 redova, a razmak između parcela iznosio je 1 m.</p> <p>Ispitivanja su izvršena na deset najrasprostranjenijih sorti proteinskog graška u Srbiji: NS Junior, Jantar, Timo, Trezor, Javor, Dukat, Jezero, Kristal, Angela i Partner. Ispitivane sorte svrstane su u 5 grupa. Po dve sorte pripadale su jednoj grupi, a grupe su formirane na osnovu: tipa porasta stabla (indeterminantan i determinantan), tipa lista (običan i afile), dužine vegetacije, krupnoće semena, načinu korišćenja biljke (kombinovano ili isključivo za zrno).</p> <p>Masa semena linearno se povećavala od prvog do trećeg roka žetve, kada je iznosila 7,55 g. Dnevno povećanje mase semena po biljci u ovom periodu iznosio je 0,5 do 0,6 g. Povećanje mase semena nastavilo se do četvrtog roka žetve, ali je intenzitet povećanja bio značajno manji. U četvrtom roku žetve prosečna masa semena iznosila je 8,42 g, a dnevni prirast iznosio je oko 0,2 g. U petom roku žetve prosečna masa semena iznosila je 8,54 g, a u poslednjem, šestom roku iznosila je 8,40 g.</p>

Sadržaj vlage u semenu proteinskog graška bio je najviši u prvom roku žetve, prosečno je iznosio 64,6%. Sadržaj vlage u semenu eksponencijalno se smanjivao sve do poslednjeg roka žetve, kada je prosečno iznosio 12,3%. Pri tome, intenzitet smanjenja sadržaja vlage u semenu značajno se razlikovao između rokova žetve. Najmanje smanjenje u sadržaju vlage u semenu bilo je između prvog i drugog roka žetve od 6,3%, kao i između petog i šestog roka, kada je iznosilo 8,2%. Prosečan dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenim intervalima, iznosio je 1,6%, odnosno 2,0%. Intenzitet odavanja vlage iz semena između drugog i trećeg roka (10,1%) bio je vrlo sličan kao i između četvrtog i petog roka žetve (10,2%). Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u ovim intervalima, iznosio je 2,5%. Najintenzivnije smanjenje sadržaja vlage u semenu bilo je između trećeg i četvrtog roka žetve 17,5%. Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenom intervalu, iznosio je 4,4%.

Najveći prosečan prinos zrna ostvaren je kod srednje ranih sorti determinantnog porasta stabla, bez obzira na tip lista. Prosečan prinos semena sorte Kristal (afila tip lista) iznosio je 5078 kg/ha, a kod sorti običnog tipa lista, Javor i Dukat 4989 kg/ha, odnosno 4846 kg/ha. Najmanji prinos semena ostvaren je kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla, namenjenih kombinovanom iskorištavanju (krma-zrno), NS Junior (2717 kg/ha) i Jantar (2690 kg/ha).

Energija klijanja semena, na nivou ogleđa, povećavala se sa kasnijim rokovima žetve, od 39,2% (u prvom roku žetve) do 77,7% (poslednji, šesti rok). Međutim, intenzivno povećanje energije klijanja semena utvrđeno je do četvrtog roka žetve, odnosno do sadržaja vlage u semenu od oko 30%.

Prosečna klijavost semena takođe se povećavala sa odlaganjem roka žetve, od 53,5% u prvom roku žetve do 93,7% u poslednjem roku. Slično kao i kod energije klijavosti, najintenzivnije povećanje klijavosti bilo je do četvrtog roka žetve i sadržaja vlage u semenu od oko 30%. Međutim, pri ovakvom sadržaju vlage nemoguće je obaviti mehanizovanu žetvu graška. Između četvrtog i petog roka žetve, klijavost semena povećavala se za oko 10%, a vlaga semena iznosila je 20%. Zbog toga se ovaj rok može preporučiti kao optimalni rok za žetvu sorti determinantnog porasta stabla. Optimalni rok žetve za kasnostasne sorte indeterminantnog porasta stabla je na sredini između petog i šestog roka žetve pri sadržaju vlage semena od oko 15%.

Datum prihvatanja teme
od strane NN veća:

10.04.2013.

DP	
Datum odbrane: DO	
Članovi komisije: KO	<hr/> <p>Dr Branko Čupina, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, mentor</p> <hr/> <p>Dr Pero Erić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, član</p> <hr/> <p>Dr Ljiljana Nikolić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, član</p> <hr/> <p>Dr Đura Karagić, viši naučni saradnik, Institut za ratarstvo povrtarstvo, Novi Sad, član</p> <hr/> <p>Dr Vojislav Mihailović, naučni savetnik, Institut za ratarstvo povrtarstvo, Novi Sad, član</p>

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE**

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Branko Milošević
Mentor: MN	Branko Ćupina, PhD, Full Professor
Title: TI	Quantitative and qualitative changes in field pea (<i>Pisum sativum</i> L.) from seed formation to maturity
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / serb.
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	Province of Vojvodina
Publication year: PY	2017.
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Faculty of Agriculture, Sq. D. Obradović 8, 21000 Novi Sad

Physical description: PD	9 chapters/ 105 pages/ 22 tables/ 14 figures/ 6 images/ 184 references
Scientific field: SF	Biotechnical sciences
Scientific discipline: SD	Field crops
Subject, Key words: SKW	Field peas, terms of harvest, moisture content, yield, quality of seeds
UDC	582.736.3(043.3)
Holding data: HD	Library of the Faculty of Agriculture, University of Novi Sad
Note: N	None
<p>Abstract:</p> <p>AB</p> <p>Field trials were established at experimental fields Rimski Šančevi, Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad, with the aim to determine the quantitative and qualitative changes in field pea (<i>Pisum sativum</i> L.) from seed formation stage to harvest stage. Trials were carried out under field conditions during three growing seasons: 2010, 2011, and 2012. Field trials were set as a randomized block design with four replications on randomly distributed plots. Size of the elementary plot was 18 m² (6 x 3 m) using inter-row spacing of 20 cm.</p> <p>The trial included ten most widespread field pea cultivars in Serbia: NS Junior, Jantar, Timo, Trezor, Javor, Dukat, Jezero, Kristal, Angela and Partner. The tested cultivars were distributed into five groups, each group consisting of two cultivars. The groups were formed according to stem grow habit (indeterminate and determinate), leaf type (conventional and afila type), vegetation period, seed size, and plant use (mixed forage-grain or grain only).</p> <p>Linear increase in seed weight was observed from the first until the third harvesting period, amounting to 7.55 g. Daily increase in seed mass was 0.5 - 0.6 g per plant in this period. Seed mass increase continued until the fourth harvesting period, with significantly lower intensity. During the fourth harvesting period, average seed mass was 8.42 g, with daily increase of about 0.2 g. During the fifth and the sixth harvesting period, average seed mass was 8.54 g and 8.40 g, respectively.</p> <p>Seed moisture content was the highest in the first harvesting period, on average 64.6%.</p>	

Seed moisture content decreased exponentially until the last harvesting period, amounting to 12.3% on average. Meanwhile, the intensity of decrease in seed moisture content significantly varied between harvesting periods. The lowest decrease of 6.3% occurred between the first and the second harvesting period, and 8.2% in the fifth and the sixth harvesting period. Average daily loss of field pea seed moisture was 1.6%, i.e. 2.0% in the abovementioned intervals. Intensity of seed moisture loss between the second and the third harvesting period (10.1%) was very similar to that of the fourth and the fifth (10.2%). Daily loss of seed moisture amounted to 2.5% during these intervals. The highest decrease of seed moisture content (17.5%) occurred between the third and the fourth harvesting period. Daily loss of seed moisture was 4.4% in that interval.

The highest average seed yield was obtained from the medium early cultivars with determinate stem growth, regardless of the leaf type. Average seed yield obtained from the cultivar Kristal (afila type) was 5078 kg/ha, whereas seed yield obtained from the conventional-leaf type cultivars Javor and Dukat was 4989 kg/ha and 4846 kg/ha, respectively. The lowest seed yield was obtained from the late maturity cultivars with indeterminate stem growth intended for mixed use (forage-grain), namely NS Junior (2717 kg/ha) and Jantar (2690 kg/ha).

Seed germination energy obtained in the trial increased during the latter harvesting periods, from 39.2% (the first period) to 77.7% (the sixth period). However, intensive increase in germination energy was observed until the fourth harvesting period, i.e. below the seed moisture content of 30%.

Average seed germination also increased gradually, from 53.5% in the first harvesting period to 93.7% in the last. Similarly to the germination energy, the highest increase in germination occurred until the fourth harvesting period, at seed moisture content of about 30%. However, mechanical pea harvesting is impossible at this level of seed moisture. Seed germination increased between the fourth and the fifth harvesting period by about 10%, at 20% seed moisture content. This period can therefore be recommended as the optimum harvesting period of cultivars with determinate stem growth. Optimum harvesting period for late maturity cultivars with indeterminate stem growth is halfway between the fifth and the sixth harvesting period, at seed moisture content of about 15%.

Accepted by the Scientific Board on: ASB	April 10 st 2013.
Defended: DE	
Thesis Defend Board: DB	<hr/> <p>Branko Ćupina, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, Novi Sad, mentor</p> <hr/> <p>Pero Erić, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, Novi Sad, member</p> <hr/> <p>Ljiljana Nikolić, PhD, Full Professor, Faculty of Agriculture, Novi Sad, member</p> <hr/> <p>Đura Karagić, PhD, Senior Research Associate, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, member</p> <hr/> <p>Vojislav Mihailović, PhD, Principal Research Fellow, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, member</p>

Zahvalnica

Zahvaljujem se mentoru prof. dr Branku Ćupini na pomoći i korisnim savetima u izradi doktorske disertacije.

Veliku zahvalnost dugujem svim članovima komisije, dr Đuri Karagiću, dr Vojislavu Mihailoviću, prof. dr Peri Eriću i prof. dr Ljiljani Nikolić, koji su mi pružili podršku tokom izrade doktorske disertacije, kao i dr Sanji Vasiljević na velikoj pomoći i podršci tokom izrade disertacije. Takođe se zahvaljujem dr Draganu Miliću, kao i ostalim zaposlenim iz Odeljenja za krmno bilje Instituta za ratarstvo i povrtarstvo na pomoći u izvođenju oglada i izradi doktorske disertacije.

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj porodici na strpljenju i razumevanju.

Istraživanja u disertaciji izvedena su u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (TR 31024): „Povećanje tržišnog značaja krmnih biljaka oplemenjivanjem i optimizacijom tehnologije proizvodnje semena.“

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	5
3. PREGLED LITERATURE	6
3.1. Dinamika prinosa suve materije	8
3.2. Komponente prinosa i prinos semena	9
3.3. Kvalitet semena	13
3.4. Hemijski sastav semena	16
4. RADNA HIPOTEZA	19
5. MATERIJAL I METODE RADA	20
5.1. Agroekološki uslovi	27
5.1.1. Zemljišni uslovi	27
5.1.2. Klimatski uslovi	29
5.1.2.1. Padavine	29
5.1.2.2. Temperatura	31
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	32
6.1. Dinamika nakupljanja suve materije	32
6.1.1. Dinamika nakupljanja suve materije u celoj biljci	32
6.1.2. Dinamika nakupljanja suve materije u vegetativnom nadzemnom delu biljke	34
6.1.3. Dinamika nakupljanja suve materije u mahunama	36
6.1.4. Dinamika nakupljanja suve materije u semenu	37
6.2. Dinamika sadržaja vlage u semenu	40
6.3. Komponente prinosa, prinos i kvalitet semena	43
6.3.1. Broj biljaka	43
6.3.2. Visina biljaka	44
6.3.3. Broj bazalnih grana	46
6.3.4. Broj internodija	48
6.3.5. Visina do prve mahune	49
6.3.6. Broj mahuna po biljci	50
6.3.7. Broj semena po mahuni	51
6.3.8. Masa 1000 semena	52
6.3.9. Prinos semena	53
6.3.10. Kvalitet semena	56
6.3.10.1. Energija klijanja semena	56

6.3.10.2. Klijavost semena.....	58
6.3.10.3. Sadržaj proteina.....	61
6.3.10.4. Sadržaj mikro i makro elemenata.....	62
7. DISKUSIJA.....	66
7.1. Dinamika nakupljanja suve materije.....	66
7.2. Dinamika sadržaja vlage u semenu.....	69
7.3. Komponente prinosa, prinos i kvalitet semena.....	71
8. ZAKLJUČCI	81
9. LITERATURA	86

1. UVOD

Proteinski grašak (*Pisum sativum* L.) pripada porodici *Fabaceae* (mahunarke, leguminoze) koja se sastoji od tri podfamilije sa oko 15000 vrsta, različitih po morfološkim svojstvima, arealu gajenja i ekonomskom značaju (Denarie et al., 1992). Grašak odlikuje velika genetička raznolikost. Postoje ozime i jare sorte, po morfološkoj gradnji sorte sa lišćem (konvencionalne) i bez lišća (sa viticama tzv. afile tip), indeterminantnog i determinantnog porasta stabla, vrlo ranostasne i kasnostasne. Seme je različito po boji, obliku i veličini. Sorte graška mogu se svrstati u baštenski grašak, koji se koristi kao povrće, poljski grašak koji se koristi za proizvodnju suvog zrna za hranu i krmni grašak, koji se gaji prvenstveno za zelenu krmu. Međutim, brojne sorte graška mogu biti višenamenske. Grašak namenjen ishrani ljudi može da se koristi i u stočarstvu i za sideraciju (Maxted, 2001).

Zrne mahunarke su jedna od ekonomski najznačajnijih grupa useva u svetskoj poljoprivredi i jedna od osnovnih elemenata poljoprivrede u Srbiji, a biljne vrste iz ove porodice imaju poseban značaj sa stanovišta obezbeđenja proteina kako za ljude, tako i za životinje (Mihailović et al., 2009). Stočni grašak, u obliku krmnog i proteinskog graška, predstavlja jeftinu i kvalitetnu komponentu za proizvodnju kabaste, odnosno koncentrovane stočne hrane (Uzun et al., 2005).

Grašak se u svetu gaji na oko 6,2 miliona hektara, uz prosečan prinos zrna od 1,68 t^{ha}⁻¹, obezbeđujući ukupnu produkciju od 105 miliona tona zrna. Polovina ove produkcije koristi se u stočarstvu, a druga polovina za ljudsku ishranu, uglavnom u razvijenim zemljama (Martin-Sanz et al., 2011). U nekim zemljama (Kanada, Francuska) proteinski grašak se gaji pretežno za ishranu ljudi, dok se u drugim zemljama uglavnom koristi za ishranu životinja (Rusija, Ukrajina, Srbija).

Stočni grašak je dobro prilagođen agroekološkim uslovima Srbije, posebno na one koji preovlađuju u njenom severnom i središnjem delu. Gajenje graška, ozimog i jarog (Đorđević, 1942), ima dugu i uspešnu tradiciju i usmereno je na proizvodnju zelene krme, sena, senaže, silaže, zelenog i suvog zrna. Grašak se koristi i kao sirovina za dehidraciju i za zelenišno đubrenje (Mihailović i Mišković, 1986). Procenjuje se da se površine pod stočnim graškom u Srbiji kreću oko 20000 ha (Mihailović et al., 2003). Krmni grašak se u Srbiji gaji u smešama sa strnim žitima, što predstavlja kvalitetan izvor stočne hrane za preživare (Mihailović et al. 2011). U cilju proizvodnje krme i zrna, grašak može da se gaji u smešama i sa drugim jednogodišnjim mahunarkama, gde, primera radi, bob ili bela lupina služe kao potporni usev, što omogućava

postizanje viših prinosa krme i zrna u odnosu na čiste useve (Ćupina et al., 2011; Krstić et al., 2011; Mikić et al., 2012).

Ozime i jare sorte krmnog graška poseduju potencijal za prinos sveže krme i do 60 t/ha i prinos suve materije krme do 12 t/ha, uz sadržaj sirovih proteina i do 200 g/kg suve materije krme (Mihailović and Mikić, 2010; Mihailović et al., 2007). Proteinski grašak može da ostvari prinose suvog zrna više od 6 t/ha (Mikić et al., 2007; Mihailović et al., 2007; Mihailović and Mikić, 2010). Prosečan prinos sirovih proteina krme dostiže 1.900 kg/ha kod ozimih sorti i više od 1.700 kg/ha kod jarih sorti. Novostvorene domaće sorte proteinskog graška Partner, Kristal i Dukat, odlikuju se prosečnim prinosom sirovih proteina između 1.400 kg/ha i 1.500 kg/ha (Mihailović et al., 2010). Seme stočnog graška sadrži veliku količinu proteina, aminokiselina, šećera, ugljenihhidrata, vitamina A i C, kalcijuma i fosfora, te zbog toga ima široku primenu (Jovičić et al., 2010).

Pored agronomskog značaja, grašak ima posebno velik, globalan značaj, u očuvanju životne sredine. Zahvaljujući simbiozi sa azotofiksatorima - kvržičnim bakterijama iz roda *Rhizobium*, grašak, kao i druge leguminoze, nakon žetve ostavlja u zemljištu značajne količine azota i organskih materija, neophodnih za rast i razviće narednog useva i zato je odličan predusev. Fiksacija atmosferskog N₂, u čistom usevu graška u fazi zrelosti, iznosi 17,7 g po m² (Jensen, 1996). Biološki proces u kome dolazi do fiksacije elementarnog azota iz atmosfere predstavlja obnovljiv izvor azota, što se smatra vrlo korisnim u procesu kruženja azota, smanjenju emisije amonijaka i NO₂ u atmosferu, kao i ispiranja NO₃⁻ iz površinskih slojeva zemljišta u podzemne vode (Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003).

Setva u gustom sklopu i brz početni porast u značajnoj meri onemogućavaju razvoj korova. Grašak ima pozitivno dejstvo pri kontroli bolesti u različitim plodoredima (Armstrong and Pate, 1994), a utiče na popravku strukture zemljišta, smanjenja erozije zemljišta i povećanja biološke aktivnosti zemljišta (Jensen and Hauggaard-Nielsen, 2003). Zahvaljujući kratkom periodu vegetacije, grašak rano napušta parcelu koja se, u uslovima navodnjavanja, može koristiti za proizvodnju postrnog useva. Zbog svih ovih osobina grašak je odličan predusev za većinu gajenih biljaka, osim za vrste iz familije *Fabaceae*.

Grašak je biljna vrsta koja se odlikuje vrlo neujednačenim sazrevanjem, posebno genotipovi indeterminantnog porasta stabla. Donje mahune prve sazrevaju, dok su one na vrhu stabla, još zelene. Zbog toga je žetva proteinskog graška praćena značajnim gubicima i oštećenjima semena. Gubici i oštećenja najmanji su ukoliko se žetva obavi blagovremeno, pri optimalnoj

vlažnosti semena. Ne postoji jedinstveno mišljenje o optimalnoj vlažnosti za žetvu s obzirom na velike razlike između genotipova proteinskog graška u morfološkoj građi biljaka, tipu porasta stabla, ranostasnosti, uniformnosti sazrevanja semena, obliku i krupnoći semena, građi semenjače (Whatley, 2010).

Najviši sadržaj vlage u semenu kada je moguća kvalitetna mehanička žetva graška iznosi oko 18% (Karagić i sar., 2003). Ukoliko se žetva obavi kasnije, pri vrlo niskoj vlažnosti semena (nižoj od 13%), kvalitet semena biće lošiji usled mehaničkih oštećenja rotirajućim radnim organima kombajna. Pored toga, odlaganje žetve može dovesti do smanjenja kvaliteta semena i zbog različitih uticaja faktora spoljne sredine, kao što su visoka temperatura, visoka vlažnost vazduha, padavine neposredno pred žetvu, pojava bolesti i oštećenja od insekata (Siddique and Wright, 2003). U vreme žetve vlaga u semenu može naglo da opadne pa stoga treba posebnu pažnju obratiti na podešavanja kombajna, pogotovo u uslovima visokih temperature i smanjenog sadržaja vlage u vazduhu (Cassells and Armstrong, 1998, Schatz and Endres, 2009).

Upotreba semena visokog fizičkog kvaliteta jedan je od osnovnih preduslova uspešne proizvodnje kod svih biljnih vrsta. Međutim, kod zrnatih mahunarki značaj kvalitet semena posebno je izražen, imajući u vidu krupnoću njihovog semena i setvenu normu. Najveći pojedinačni trošak u ukupnim troškovima proizvodnje graška je upravo seme.

Masa 1000 semena jarog proteinskog graška često iznosi 300 g. Za postizanje visokog prinosa zrna potrebno je od 80 do 120 biljaka po 1 m². Prema važećem Pravilniku o normama kvaliteta semena poljoprivrednog bilja (SG, 1987) na tržištu se može naći i seme graška čija upotrebna vrednost iznosi samo 71,25%. Setvena norma bi, pod navedenim uslovima, za postizanje gustine useva od 80 biljaka po 1 m² iznosila 333 kg/ha, za 100 biljaka po 1 m² 417 kg/ha, a za gustinu useva od 120 biljaka po 1 m² 500 kg/ha, što je ekonomski apsolutno neprihvatljivo. Posledica upotrebe semena niskog kvaliteta je previsoka cena setve, što je osnovni razlog konstantnog smanjenja površina proteinskog graška u Srbiji, uprkos značaju i potencijalu ove leguminoze.

Da bi se stvorila naučna osnova za proizvodnju kvalitetnog semena proteinskog graška visokog kvaliteta, potrebno je utvrditi i analizirati kvantitativne i kvalitativne promene do kojih dolazi tokom formiranja i sazrevanja semena (dinamika nakupljanja suve materije u semenu i promene u hemijskom sastavu). Kao posebno značajan problem ističe se pitanje uticaja vlažnosti semena u momentu žetve na osnovne pokazatelje kvaliteta semena (energiju klijanja, klijavost, udeo atipičnih ponika, neklijalog semena i masu 1000 semena) kod dominantnih sorti proteinskog graška u Srbiji.

Proces formiranja i sazrevanja semena detaljno je opisan u literaturi (Chennal., 1972; Maguire, 1977; Delouche, 1980; Powell et al.; 1984; Ellis et al., 1985; Ellis et al.; 1987; Pieta-Filho and Ellis, 1991; Rao et al., 1991; Ellis and Pieta-Filho, 1992; Zanakis et al., 1994; TeKrony and Egli, 1997; Siddique and Wright, 2003). Većina autora zaključuje da je ovaj proces pod velikim uticajem faktora spoljne sredine i genotipa. U agroekološkim uslovima Srbije do sada nisu vršena ovakva ispitivanja.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Najrasprostranjenije sorte proteinskog graška u Srbiji po morfološkim osobinama i dužini vegetacije pripadaju različitim tipovima, odnosno grupama. One su stvorene primenom različitih metoda oplemenjivanja i međusobno se značajno razlikuju, kako po tipu porasta stabla, građi lista, osetljivosti na poleganje, masi 1000 semena, građi semenjače, tako i po dužini vegetacije.

U cilju unapređenja proizvodnje semena proteinskog graška u Srbiji, postavljena su tri konkretna cilja istraživanja:

- Ogleđom u poljskim uslovima i laboratorijskim analizama utvrditi dinamiku nakupljanja i hemijski sastav suve materije tokom sazrevanja semena kod vodećih sorti proteinskog graška u Srbiji,
- Utvrditi prinos, komponente prinosa i kvalitet semena vodećih sorti proteinskog graška u Srbiji,
- Utvrditi optimalnu vlažnost semena za žetvu kod vodećih sorti proteinskog graška u Srbiji, sa aspekta postizanja najvišeg kvaliteta i prinosa semena.

S obzirom na veliki značaj proteinskog graška i stalnu potrebu za unapređenjem proizvodnje ove biljne vrste, rezultati ovih istraživanja imaće veliki praktični značaj za proizvodnu praksu. Gubici semena u žetvi graška mogu biti izuzetno veliki. Uobičajeno je mišljenje da grašak rodi onoliko koliko se uspešno iskombajnira, što jasno govori koliki je značaj pravovremene i uspešne žetve. Pored toga, utvrđivanjem optimalne vlažnosti semena za žetvu značajno će se povećati kvalitet semena. Dobijeni rezultati poslužiće kao osnova za određivanje optimalnog vremena primene hemijskog desikanta u semenskoj proizvodnji, odnosno omogućiće unapređenje tehnologije proizvodnje semena proteinskog graška, što je preduslov za povećanje površina pod ovom biljnom vrstom.

3. PREGLED LITERATURE

Rod *Pisum* L. pripada porodici *Fabaceae* Lindl. (syn. *Leguminosae* Juss.; *Papilionaceae*), podporodici *Papilionideae* i kolenu *Vicieae* Bronn. (Erić i sar., 2007), zajedno sa rodovima *Lathyrus* L., *Lens* Mill., *Vavilovia* A. Fedorov i *Vicia* L., od kojih se u najvećoj mjeri razlikuje po prisustvu krupnih, listolikih zalistaka.

Taksonomija graška je složena i o njoj se još uvek diskutuje. Ne postoji definitivan način klasifikacije vrsta *arvense* (poljski) i *hortense* (baštenski) grašak. Smatralo se da su *Pisum arvense* i *Pisum hortense* posebne vrste, ali se danas smatraju različitim varijetetima iste vrste (*Pisum sativum* var. *arvense* i *Pisum sativum* var. *hortense*) ili različitim varijetetima iste podvrste i vrste (*Pisum sativum* subsp. *sativum* var. *arvense* i *Pisum sativum* subsp. *sativum* var. *sativum*) (Martin-Sanz et al., 2011).

Jedna od najprihvaćenijih klasifikacija (Davis, 1970) raščlanjava rod *Pisum* L. na tri vrste: *Pisum sativum* L., *Pisum abyssinicum* A. Br. i *Pisum fulvum* Sibth. & Sm., pri čemu prva vrsta obuhvata dve podvrste, *sativum* i *elatius* (Bieb.) Aschers. & Graebn. U okviru podvrste *sativum* postoje dva varijeteta, *sativum* i *arvense* (L.) Poiret, dok se podvrsta *elatius* deli na tri, *elatius*, *brevipedunculatum* Davis & Meikle i *pumilio* Meikle (syn. *P. humile* Boiss. & Noë) (Mihailović i sar., 2011). Ovakva taksonomska klasifikacija praktično predstavlja osnovu za agronomsku podelu graška, po kojoj postoje sorte koje se koriste za krmu u ishrani preživara (*arvense*) i za zrno kao koncentrovano stočno hranivo u ishrani nepreživra (*sativum*) (Mihailović i sar., 2014).

Grašak verovatno vodi poreklo iz jugozapadne Azije, eventualno severozapadne Indije, Pakistana i susednih područja bivšeg SSSR-a i Avganistana, a potom se proširio na umerene zone Evrope. Gajenje graška se uspešno odvijalo hiljadama godina, na prvom mestu zbog niskog sadržaja antinutritivnih materija (Liener, 1976) i relativno visokog sadržaja proteina u zrnju od oko 25% (Monti, 1983).

Na osnovu genetičkog diverziteta, priznata su četiri centra porekla stočnog graška i to Centralna Azija, Bliski Istok, Abisinija i Mediteran (Hannaway and Larson, 2004). Grašak se prvobitno gajio kao ozimi jednogodišnji usev na Mediteranu pre 7000 godina (McPhee, 2004). U srednjem veku se grašak koristio kao povrće u Velikoj Britaniji. U Kini je počeo da se gaji u prvom veku naše ere, a u Americi ubrzo posle dolaska Kolumba (NRCS, 2004).

Grašak je biljna vrsta koja ima plitak do srednje dubok osovinski koren. Koren može da raste do 1 metar dubine sa brojnim bočnim korenima i zbog toga se biljka dobro ukorenjuje. Pripada tipu korena leguminoza koji se odlikuje podjednako razvijenošću glavnog i bočnih korenova. Na korenu se razvija bakterijska simbioza (*Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae*). Bakterijske kvržice su pojedinačne, ređe u parovima. U mlađim fazama razvoja (dok su aktivne) ružičaste su boje, kasnije prestankom aktivnosti postaju mrkožute (Erić i sar., 2011). Zbog toga što ove bakterije prirodno žive u većini naših zemljišta, inokulacija semena nije obavezna.

Grašak je brzorastuća zeljasta mahunarka, sa ugaonim ili okruglastošiljatim šupljim stablom, koje može da bude dugo 0,6-1,2 metra (Muehlbauer, 1997), odnosno do 1,8 m (Karagić i sar., 2003), prekrivenim voštanom prevlakom. Grašak ima jedno stablo, koje može da se grana od prve nodije ispod prvog cveta. Stablo može biti ograničenog (determinantnog) i neograničenog (indeterminantnog) rasta. Setva u gustom sklopu i brz početni porast u značajnoj meri onemogućavaju razvoj korova.

Listovi graška su složeni i naizmenično postavljeni na stablu. List se sastoji 1-3 para liski sa lisnim drškama i sa nekoliko parova vitica. Prema obliku lista postoje dva tipa graška. Jedan tip ima obične listove i vitice, drugi tip ima delimično metamorfozirane listove, gde se deo liski metamorfozirao u vitice (Schatz and Endres, 2009). Veličina im je do 10 cm (FAO, 2011). Grašak ima različite varijacije u morfologiji lista (Amstrong and Pate, 1994) zbog različitih mutacija lista u bazalnoj, proksimalnoj i distalnoj lokaciji (Yaxley et al., 2001). Ove mutacije su:

„af“ gen koji dovodi do preobražaja liski u vitice, a zalisci zadržavaju normalnu krupnoću, pod dejstvom ovog gena dolazi do transformacije tzv. divljeg tipa lista u semi-afila tip,

„st“ gen koji uzrokuje smanjenje veličine zalistaka, i u kombinaciji sa „af“ genom rezultira transformacijom divljeg tipa lista u bezlisni, odnosno tzv. afila tip lista.

Semi-afila tip lista smatra se poželjnijim, jer je lisna masa bolje raspoređena po visini stabla, što rezultira boljom penetracijom svetlosti, ali i vazduha u usev, što povoljno utiče na fotosintezu i smanjenja pojave bolesti (Cousin, 1997). Heath and Hebblethwaite (1984) dokazali su da je fotosintetska aktivnost semi-afila tipa lista jednaka onoj kod običnog tipa, uz smanjenu osetljivost prema poleganju. Pored toga, efikasnost iskorišćavanja vode i maksimalan prinos suve materije bio je veći kod sorti semi-afila tipa lista u poređenju sa sortama običnog tipa lista (Wilson et al., 1981).

Cvetovi su skupljeni u cvasti i formiraju se u pazuhu lista. Grašak je visoko samooplodna biljna vrsta sa ($2n = 14$) (Hancock, 2004). Cvast je grozdasta, a boja cveta bela, roze ili ljubičasta. Boja cvetova je pokazatelj sadržaja tanina u semenu. Sorte sa belim cvetom ne sadrže tanine, dok obojeni cvetovi sadrže tanine (Anonymous, 2009). Mahune mogu da sadrže nekoliko semena loptastog ili ugaonog oblika, koja mogu biti glatka ili naborana (Muehlbauer et al., 1997; FAO, 2011). Seme može biti zeleno, žuto ili krem boje, okruglo ili smežurano (Mendel, 1866; Ali-Khan and Zimmer, 1989). Prinos semena proteinskog graška zavisi dobrim delom od morfološke građe biljke. Iz tog razloga važno je poznavati i utvrditi međuzavisnost i međusobni uticaj pojedinih komponenti prinosa na ukupan prinos zrna, tj. semena.

3.1. Dinamika prinosa suve materije

Grašak zahteva sumu temperatura oko $770 - 890^{\circ}\text{C}$ od setve do početka cvetanja i oko $1370 - 1450^{\circ}\text{C}$ od setve do fiziološke zrelosti (Duke, 1981). Minimalna temperatura, potrebna za obračun temperaturne sume, značajno se razlikuje u zavisnosti od autora. Za obračun se koriste minimalne temperature od $0 - 5^{\circ}\text{C}$, zbog čega se dolazi do različitih temperaturnih suma (Oliver and Annadale, 1998).

Seme proteinskog graška, kao i kod većine drugih biljnih vrsta, dostiže najveći sadržaj suve materije kada seme postiže maksimalnu krupnoću, a to je period fiziološke zrelosti (Mejia, 1985; Cabrera et al., 1995). Prema Kotecki et al. (1996) količina suve materije u nadzemnim delovima biljke graška zavisi od vremenskih uslova, faze razvoja biljke, sorte, količine pristupačnog azota. Dinamika nakupljanja i distribucija suve materije grahorice i graška je izučavana u radu Silsbury (1990). Stopa rasta ispitivanog parametra je bila uzlazna sve do vremena cvetanja (70 dana), posle čega je bila skoro konstantna 50 dana. Lhuillier-Soundélé et al. (1999b) su tokom ispitivanja ustanovili da se oko 90% akumulirane suve materije premešta u seme u vreme sazrevanja semena proteinskog graška. Sadržaj suve materije u semenu raste sa 3,3% na 52,3% od ukupne suve materije biljke. Vegetativni organi, uključujući i zidove mahune ne nakupljaju značajno suvu materiju, mada se kod mahuna pojavljuje kratko povećanje sadržaja suve materije (Schiltz et al., 2005).

Nachi and Guen (1996) su ustanovili da su krupnoća semena i datum cvetanja u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem suve materije u vegetativnoj fazi i fazi početka cvetanja što povoljno utiče na životnu sposobnost semena. Količina akumulirane suve materije u fazi početka formiranja mahuna u glavnom stablu može da bude dobar rani indikator broja semena po

kvadratnom metru i srednje vrednosti mase semena. Količina suve materije u fazi kada je biljka formirala mahune je u pozitivnoj korelaciji sa prinosom semena.

Helios and Kotecki (2006) su ispitali efekat datuma žetve na akumulaciju suve materije kod dve sorte graška koje su bile morfološki različite: Agra, koja je pripadala afile tipu i tradicionalne sorte Rola. Od vremena pune vegetacije do zrenja došlo je do promena u sadržaju suve materije koji se povećao u semenu, dok je udeo u mahunama i stablu opao.

Rezultati Schiltz et al. (2004) ukazuju da je sadržaj suve materije bio najveći na prvoj etaži i opadao je povećanjem broja etaža. U periodu nalivanja semena najveći sadržaj suve materije je bio u stablu, a zatim u listovima i zidovima mahuna.

Jeuffrey and Devienne (1995) su uspostavili model za određivanje količine usvojenih asimilata između mahune i semena u periodu od početka cvetanja i finalne faze zrenja semena. Model je predviđao nakupljanje suve materije u svakoj mahuni na svakoj etaži. Posmatrani i predviđeni rezultati za količinu suve materije nakupljene u mahunama, između dva uzorkovanja je bio u pozitivnoj koleraciji sa svim uslovima gajenja biljaka u polju, što ovaj model predviđanja čini validnim.

3.2. Komponente prinosa i prinos semena

Prinos semena predstavlja kulminaciju serije fiziološko biohemijskih procesa koji se dešavaju kod biljke pod uticajem uslova spoljašnje sredine. Krajnji rezultat je prinos semena, koji se često predstavlja preko svojih komponenata. Prinos graška može se prikazati pomoću četiri komponente: brojem biljaka po jedinici površine, brojem mahuna po biljci, brojem semena po mahuni i masom 1000 semena (Wilson, 1987). Pomenute komponente prinosa pokazuju određenu plastičnost, u smislu odražavanja nivoa prinosa, tako da postoji kompenzacija između broja mahuna po biljci i broja semena po mahuni, ili između broja semena po mahuni i njihove mase (krupnoće) (Timmerman-Vaughan et al., 2005).

Gustina useva predstavlja vrlo značajnu komponentu prinosa jer objašnjava 68-70% varijacije prinosa semena graška (Mera, 1989). Prinos semena graška povećava se sa povećanjem gustine useva sve do dostizanja optimalne gustine. Moot and McNeil (1995) utvrdili su da se prinos, kako nadzemnog dela biomase, tako i semena graška, udvostručio povećanjem gustine useva sa 9 na 100 biljaka po m². Daljim povećanjem gustine useva do 400 biljaka po m² prinos se nije povećavao. Dakle, nakon dostizanja optimalne gustine useva ne može se očekivati dalje

povećanje prinosa. Pored toga, treba imati u vidu i troškove setve. Erić i sar. (2004) navode da se biljke stočnog graška u ređem sklopu pojačano granaju iz osnove stabla čime se produžava period cvetanja oplodnje i sazrevanja. Optimalna gustina useva graška je varijabilna i zavisi od genotipa i uslova spoljne sredine (Wilson, 1987). Tako se prinos zelenog zrna graška, u uslovima bez navodnjavanja, nije povećavao nakon dostizanja gustine useva od 83 biljke po m². Međutim, u uslovima navodnjavanja prinos zrna povećavao se sa povećanjem gustine useva do 135 biljaka po m² (White et al., 1982).

Kod sorti afile tipa lista ciljana gustina useva treba da bude između 80-140 biljaka po m². Povećanjem gustine useva povećava se osetljivost biljaka na poleganje što negativno utiče na prinos semena. Međutim, istovremeno se utiče na produženje generativne faze razvoja graška, što pozitivno utiče na povećanje prinosa semena graška. Zbog toga se optimalnom gustom useva za sorte sa afile tipom lista smatra 100-120 biljaka po m² (Sawicki et al., 2000). Prema rezultatima Heath et al. (1991) gustina useva od 70-140 biljaka po m² obezbeđuje uslove za postizanje maksimalnog prinosa semena, zahvaljujući osobini graška da kompenzira smanjenje broja biljaka povećanjem broja mahuna po biljci, odnosno zahvaljujući plastičnosti ovih komponenti prinosa. Međutim, smanjenjem gustine useva ispod 70 biljaka po m², značajno se povećava rizik od smanjenja prinosa semena. Erić i sar. (2004) ukazuju na značaj sorti sa specifičnom morfologijom (skraćeno stablo, prisustvo vitica) koje se odlikuju izrazitom "stabilnošću" useva, tj, imaju veću otpornost na poleganje useva. To svakako omogućava ostvarenje većeg broja biljaka po jedinici površine u vreme košenja, odnosno žetve zrna, zavisno od cilja gajenja.

Rezultati većeg broja autora (Hardwick et al., 1979; White, 1987; French, 1990) ukazuju na vrlo visoku korelaciju broja mahuna po biljci i broja biljaka po jedinici površine sa prinosom semena graška. Broj mahuna po biljci u velikom stepenu zavisi od genotipa. Starije sorte često imaju samo jednu mahunu po rodnom nodusu, dok su za novije sorte karakteristične 2 mahune po nodusu. Pojedine sorte indeterminantnog porasta stabla imaju do 5 mahuna po rodnom nodusu (Knott, 1987). Mihailović (1994) ističe da je poželjno da savremene sorte graška za zrno imaju po dva cveta (potencijalne mahune) na plodonosnoj grančici po jednom rodnom nodusu sa naspramnim a ne naizmeničnim rasporedom, zbog ravnomernog priliva asimilata i ujednačenog sazrevanja.

Broj semena po mahuni je vrlo varijabilna komponenta prinosa. Uobičajeno je da se u jednoj mahuni nalazi 5-6 normalno razvijenih semena, međutim tačan broj semena zavisi od genotipa i

uslova spoljne sredine (Knott, 1987). Povećanje koncentracije atmosferskog CO₂ ili dopunsko osvetljenje utiču na smanjenje abortivnosti semena (Jeuffrey and Chabanet, 1994). Nasuprot tome, povećanje temperature vazduha tokom faze formiranja semena, smanjenje intenziteta svetlosti, povećanje gustine useva, kao i smanjenje lisne mase doprinose povećanju broja abortiranih semena, što će kao rezultat imati manji broj semena po biljci. Broj semena po mahuni u visokoj je korelaciji sa intenzitetom porasta mahune, posebno u najranijim fazama izduživanja mahune (Jeuffrey and Chabanet, 1994).

Masa 1000 semena predstavlja najstabilniju komponentu prinosa, pošto u velikom stepenu zavisi od genetske strukture sorte (Littleton et al., 1979; Saxena, 1980; Poggio et al., 2005) i visoko je nasledno svojstvo, (Mihailović, 1994). U zavisnosti od genotipa seme graška se značajno razlikuje po krupnoći i obliku. Masa 1000 semena varira u širokom rasponu, od 90 do 400 g (Knott, 1987), a po Mihailoviću (1995) od 80 do 400 g. Postoji više podela sorti u zavisnosti od krupnoće semena, ali je najprihvaćenija podela Makaševe (1973) na:

- a) sitnozrne sorte, kod kojih je masa 1000 zrna do 150 g,
- b) sorte srednje krupnog zrna, kod kojih se masa 1000 zrna kreće od 150-250 g,
- c) krupno zrne sorte, kod kojih je masa 1000 zrna iznad 250 g.

Proučavajući vezu između broja zrna u mahuni i krupnoće zrna, Mihailović (1995), je utvrdio negativnu zavisnost tj, sa povećanjem krupnoće zrna smanjuje se broj zrna u mahuni. Međutim, Dung (2012) je utvrdio značajne razlike u masi 1000 semena u okviru jednog genotipa u zavisnosti od gustine useva. Masa 1000 semena iznosila je 209,1 g pri gustini useva od 65 biljaka po m², a sa povećanjem gustine useva na 85 biljaka po m², masa 1000 semena se smanjila na 169 g.

Pored četiri osnovne komponente prinosa, prinos semena graška značajno zavisi i od drugih osobina, pre svega od visine biljke. Visina biljke je važna osobina proteinskog graška, kada se radi o proizvodnji u umerenom klimatu, jer nekada zbog loše adaptacije biljke formiraju kraće stablo. Skraćenje stabla je obično praćeno povećanjem broja mahuna pri osnovi stabla, što može da dovede do poleganja biljaka, pogotovo kod gušće setve, što u krajnjem otežava žetvu (Knott and Belcher, 1998; Nleya and Rickertsen, 2011). Visina biljaka je najviše uslovljena genetskom konstitucijom sorte i količinom padavina tokom vegetacionog perioda i ona dovodi do značajnih razlika u visini biljaka u različitim godinama proizvodnje. Gan et al. (2003) i Yucel (2013) su

ustanovili da na prinos i komponente prinosa značajno utiču spoljašnji činioci, kao što su temperatura i padavine. Do istog zaključka su došli Bilgili et al. (2010), koji su ustanovili da na prinos i komponente prinosa značajno utiču uslovi godine. Gan et al. (2003) navode da je interakcija između sorti graška i godine, imala značajan uticaj na visinu biljke, visinu formiranja prve mahune i masu 1000 semena, baš kao i Yucel (2013) koji je pokazao da postoji interakcija između sorte i godine i da ona značajno utiče na visinu biljke, formiranje prve mahune, masu 1000 semena. Mihailović i Mikić (2004) su ispitivali visinu formiranja prve mahune. Ustanovili su da kasne sorte imaju najviše formiranih mahuna, jer imaju više formiranih internodija od sorti sa nekonvencionalnim tipom lista, kao i broj mahuna po biljci, broj semena po biljci i najveću masu biljaka.

Acikgoz et al. (2009) i Ali-Khan and Zimmer (1989) su ispitivali interakciju genotipa i uslova spoljašnje sredine sa sortama običnog i afile tipa lista. Rezultati ispitivanja su pokazali da postoje razlike u sadržaju suve materije i prinosu semena u odnosu na ispitivane sorte i lokalitete u svim godinama ispitivanja.

Mihailović i sar. (2006) su vršili ispitivanja tri sorte graška tzv. divljeg tipa lista (genetičke strukture *Det Le Fa Fas Af Det*), tri sorte sa ograničenim rastom stabla, skraćenih članaka i običnog tipa lista i afile tipa, dve sorte fascijatnog stabla (*fa fas*) i tri sorte veoma razvijenog funikulusa (*def*). Sorte tzv. divljeg tipa lista odlikovale su se najvećim prosečnim vrednostima za visinu biljke i broj članaka na stablu, prosečnim brojem mahuna po biljci, a najveći prosečan broj zrna po biljci utvrđen je kod sorti sa fascijatnim stablom. Sorte neograničenog porasta stabla, skraćenih članaka i običnog tipa lista, kao i sorte sa ograničenim rastom stabla, skraćenih članaka i afile tipa lista, odlikovale su se najvećim prosečnim vrednostima mase 1000 semena i najvišim prinosima zrna po biljci i jedinici površine. Milošević i sar. (2013) su vršili ispitivanja deset genotipova krmnog graška i ustanovili da su najbolje rezultate pokazale, kada je u pitanju proizvodnja semena, sorte sa ograničenim tipom porasta stabla i belom bojom cveta. Oblik lista nije značajno uticao na prinos.

Broj zrna po mahuni je jedna od komponenti po kojoj može da se izvrši predviđanje prinosa semena graška. U ispitivanjima Tekeli and Ates (2003) je pokazano da morfološke osobine biljaka proteinskog graška, kao što su visina stabla, broj listova po stablu, broj mahuna po biljci, broj semena po biljci i mahuni, prinos suve mase biljke i semena značajno utiču na komponente prinosa i prinos. Bilgili et al. (2001) su ustanovili da je prosečan broj zrna po mahuni komponenta koja određuje visinu prinosa proteinskog graška.

Kosev i Mikić (2012) su ustanovili da postoje visokopozitivne fenotipske korelacije između broja fertilnih nodija i broja mahuna i broja semena po biljci kao i između broja semena i broja mahuna po biljci, između mase semena po biljci i broja semena i fertilnih nodija po biljci. Najjači direktni pozitivni uticaj na prinos semena je pronađen kod dužine grana, mase 1000 semena i broja semena po mahuni. U ogledima koje su izveli Ceyhan and Aliavci (2005) jasno je dokazano da postoji pozitivna značajna korelacija između broja mahuna po biljci, mase 1000 semena i broja lateralnih grana sa prinosom semena. Prinos semena graška je u pozitivnoj korelaciji sa visinom biljke, brojem mahuna i brojem semena po mahuni. Ghobary (2010) je ukazao na to da broj mahuna po biljci, dužina mahuna i dužina vitica ima direktan uticaj na prinos semena.

Prinos semena je pokazao najvišu pozitivnu korelaciju sa brojem formiranih semena po jedinici površine (Nachi and Guen, 1996).

Prema istraživanjima Gupta et al. (1984) prinos semena je bio u pozitivnoj korelaciji sa ispitivanim kvalitetnim osobinama kod proteinskog graška, kao što je masa 1000 semena. Rezultati ispitivanja Rasaei et al. (2011) su pokazala da postoji najviši koeficijent korelacije između žetvenog indeksa i broja mahuna po biljci u odnosu na prinos semena (95% i 92 %). Broj lateralnih grana i masa semena su iskazale najniži koeficijent korelacije sa prinosom semena.

Chandra and Polisetty (2008) su u ispitivanjima imali tri sorte proteinskog graška: rane, srednje rane i kasne, kod kojih su određivali vreme cvetanja i zrenja, nakupljanje suve materije i prinos. Rane sorte su imale manji sadržaj suve materije i niži prinos. Žetveni indeks je bio najveći kod ranih sorti. Između srednje kasnih i kasnih sorti nije bilo značajnih razlika u sadržaju suve materije i prinosu. One su se razlikovale po žetvenom indeksu. Kod srednjeranih sorti žetveni indeks je bio 42%, a kod kasnih sorti 36%, što je saglasno istraživanju Mihailovića (1994), koji ističe da se žetveni indeks kretao od 32% do 51%. Žetveni indeks kod domaćih sorti stočnog graška u ispitivanjima Mihailović et. al (2004) varirao je od 41% kod krmnog graška indeterminantnog porasta stabla (NS Junior) do 51% kod graška za zrno determinantnog porasta stabla običnog tipa lista (Javor).

3.3. Kvalitet semena

Najvažniji pokazatelji kvaliteta semena su energija klijanja i klijavost. Pored ovih svojstava veliki značaj imaju sadržaj atipičnih ponika i nekljavog semena. Važni pokazatelji kvaliteta su i čistoća semena, sadržaj semena drugih vrsta i semena korovskih vrsta. Posebna pažnja poklanja

se sadržaju vlage u semenu, kao i pokazatelju krupnoće i ispunjenosti semena ili masi 1000 semena. Samo u zreloom semenu uspostavljen je balans hranljivih materija, klica je potpuno oformljena, a njen omotač je dovoljno očvrstnuo da bi podneo spoljne mehaničke uticaje (Milošević i Zlokolica, 1996).

Sve osobine semena, kao što su fizička i biohemijska zaštita semena semenim omotačem, proces nakupljanja rezervnih materija za efikasniji razvoj ponika, doprinose preživljavanju embriona i širenju semena (Dubreucq et al., 2010). S obzirom na to da je seme reprodukcioni materijal, važno je znati kako će se ono ponašati u nepovoljnim uslovima i koliki će gubici iz toga proizaći. Iz tog razloga neophodno je poznavati biologiju semena i procese koji se u njemu dešavaju, jer seme akumulira velike količine ugljenih hidrata, ulja i proteina (Dubreucq et al., 2009). Molekularni i ćelijski mehanizmi uključeni u biogenezu rezervnih materija su slabo izučeni, mada bi njihovo poznavanje doprinelo boljem razumevanju genetike i fiziologije razvoja semena i procesa sazrevanja (Lepiniec et al., 2006; Dubreucq et al., 2010).

Klijanje semena je jedna od najkritičnijih faza u razvoju ponika, koja određuje uspešnost semenske proizvodnje (Castillo et al., 1994). Više činilaca utiče na očuvanje klijavosti semena, od kojih se posebno ističu: stepen mehaničkog oštećenja tokom žetve, zrelost, vlaga, temperatura, izmena gasova, osobine semenjače, mikroflora, insekti.

Veći broj istraživača smatra da je najverovatniji uzrok za razlike u energiji klijanja i klijavosti između različitih sorti graška upravo različita osetljivost pojedinih genotipova na oštećenja ćelijskih zidova u tkivima semenjače. Ova oštećenja mogu biti posledica različitih biohemijskih promena, ali mogu biti uzrokovana i mehaničkim uticajima (Matthews and Powell, 1986).

Formiranje biljke zavisi od interakcije između uslova zemljišta u koje se seje seme i kvaliteta semena (Wilson et al., 1985; Lal, 1985; Khajeh-Hosseini et al., 2003; Sadeghian and Yavari, 2004). Porast i prinos gajenih biljaka su smanjeni kada je snabdevanje vlagom ograničeno. Posejano seme, u nedostatku vlage zbog ograničenih padavina u vreme setve, daje neujednačen ponik, odnosno neujednačeno nicanje utiče na slabiju uniformnost biljaka, što dovodi do umanjenja prinosa (Okcu et al., 2004).

Klijavost semena graška raste sa porastom temperature, ali temperatura viša od 18°C dovodi do opadanja klijavosti semena. Studija Castillo et. al. (1993) predstavlja najobimnija ispitivanja koja su do sada izvedena, a kojima se predviđa klijavost semena graška. Rezultati ispitivanja su pokazali da je klijavost bila u visokoj korelaciji sa procentom energije klijanja u polju, kada su

uslovi bili povoljni za nicanje semena graška. U procesu zrenja semena opšte je prihvaćeno da fiziološka zrelost (FZ) predstavlja fazu kraja nalivanja semena i maksimalnog sadržaja suve materije i prinosa semena. FZ je prvi put definisao Loomis (1950). Pitanje je da li FZ predstavlja fazu u kojoj se ostvaruje maksimalan kvalitet semena. Harrington (1972) i Copeland and McDonald (1995) ustanovili su da se u razvoju semena maksimalan kvalitet (energija klijanja) postiže u FZ, nakon čega počinje smanjenje klijavosti semena i smanjenje vigora, a stopa opadanja zavisi od uslova spoljašnje sredine. Ova hipoteza je podržana u mnogim istraživanjima tokom dve decenije u kojoj su učestvovali brojni fiziolozi kao što su Chen et al. (1972), Maguire (1977), Delouche (1980), Powell (1984) i Ellis et al. (1987). Ellis et al. (1985) su u svojim istraživanjima došli do zaključka da se maksimalni kvalitet semena (visoka energija klijanja) ne dobija sve do izvesnog vremena posle FZ, što su potvrdili Pieta-Filho and Ellis (1991), Rao et al. (1991), Ellis and Pieta-Filho (1992) i Zanakis et al. (1994). U fazi FZ vlaga semena proteinskog graška je viša od 60%, (Ellis et al., 1987), a stablo i mahune su još zeleni i nemoguće je izvršiti mehaničku žetvu. Energija klijanja semena proteinskog graška raste posle dostizanja fiziološke zrelosti i nastavlja taj trend kratko vreme posle dostizanja fiziološke zrelosti, a zatim opada saglasno odlaganju momenta žetve (Siddique and Wright, 2003). Otuda je ova faza nazvana fazom masene zrelosti (MZ). MZ su definisali Ellis and Pieta-Filho (1992) kao fazu maksimalnog vigora semena koju ono dostiže u nekoj kasnijoj fazi, posle dostizanja maksimalne mase suve materije, ali pre žetvene zrelosti (ŽZ), odnosno faze u kojoj je usev spreman za žetvu, obično sa 10-15% sadržaja vlage u semena. ŽZ je definisana kao početno vreme kada je moguća žetva određenog useva u zavisnosti od vlažnosti semena (TeKrony and Egli, 1997).

Ferguson (1993) je utvrdio da je kod različitih sorti graška maksimalni kvalitet semena ostvaren od 14 do 19 sati posle faze dostizanja maksimalne mase suve materije. On je u svojoj studiji zaključio da kvalitet semena nije opadao do žetvene zrelosti. TeKrony and Egli (1997) su ustanovili da odnos između momenta ostvarenja maksimalnog prinosa suve materije i maksimalnog vigora semena zavisi od eksperimentalne tehnike koja se koristi u istraživanju, posebno kako se seme žanje i suši.

Maksimalna klijavost semena se može postići ako se žetva semena obavi u odgovarajućoj fazi zrelosti. Seme požnjeveno prerano, koje ima visok sadržaj vlage, ima tendenciju da brže gubi kvalitet i ima veća mehanička oštećenja tokom berbe (Siddique and Wright, 2003). Ako žetva kasni kvalitet semena može da se smanji zbog nepovoljnih uslova spoljašnje sredine, kao što su visoke temperature, visoka vlažnost, padavine, suša, napad bolesti, štetočina ili zbog oštećenja od ptica i životinja.

Kvalitet semena je uslovljen činiocima koji utiču na majčinsku biljku i spoljašnjim uticajima kao što su svetlost i temperatura. Razvoj semena i njegovo sazrevanje mogu biti prekinuti ukoliko se seme nađe u nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine (Koornneef et al., 2002). Korišćenje za setvu semena visokog kvaliteta obezbeđuje se ujednačen i optimalan porast biljaka, adekvatan sklop, a samim tim i normalan razvoj biljke (TeKrony and Egli, 1990, Ellis, 1992).

U uslovima povećane vlažnosti zemljišta, kod sorti graška sa neograničenim tipom porasta stabla, stablo nastavlja rast, pojavljuju se novi cvetovi i formiraju se nove mahune. Seme u ovim mahunama ne može dostići fazu fiziološke zrelosti, što se odražava na povećan broj atipičnih ponika i nižu klijavost semena graška. Prema istraživanjima Karagića i sar. (2003) kod genotipa NS Junior, koji pripada sortama sa neograničenim tipom porasta stabla, javio se značajno veći udeo atipičnih ponika zbog dužeg kišnog perioda u vreme pune fiziološke zrelosti semena. Visok sadržaj vlage, pri mehanizovanoj žetvi, dovodi do gnječenja semena, dok pri niskom sadržaju vlage dolazi do pucanja semenjače, koja je izgubila elastičnost. Napred navedeno je eksperimentalno dokazano ispitivanjem procenta atipičnih ponika u osam rokova žetve. Pri prvom i osmom roku žetve javio se najveći broj atipičnih ponika, što se može obrazložiti najvišim (20,44%) i najnižim (11,26%) sadržajem vlage u semenu (Karagić i sar., 2009).

Gubitak vode u semenu je od izuzetne važnosti za aktivnost ćelija koje se sa „razvojnog programa“ orijentišu na „klijanju okrenut program“ (Prusiński, 1992). Promene u sadržaju vode u semenu se mogu posmatrati kao metabolički gubitak vode na početku sušenja semena prilikom sazrevanja. Gubitak vode u semenu je skoro uvek povezan sa konstantnim porastom mase semena (Jasińska and Kotecki, 1997). Prema podacima Ashad (2011) maksimalan kvalitet semena je dobijen kada je žetva obavljena u optimalom roku. Seme je u oglecima požnjeveno sa sadržajem vlage od 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20% i 15%. Žetva semena uz sadržaj vlage od 25% dala je najbolje rezultate, kada je kvalitet semena u pitanju.

3.4. Hemijski sastav semena

Proteinski grašak je ekonomski značajna poljoprivredna biljna vrsta koja se prevashodno gaji zbog visokog sadržaja proteina u zrnju. Sadržaj proteina u semenu graška varira u zavisnosti od sorte, godine i regiona u kome se gaji. Konačan sadržaj proteina u semenu graška zavisi od genotipa i činilaca spoljašnje sredine tokom nalivanja semena (Lhuillier-Soundélé et al., 1999). Istraživanja Santalla et al. (2001) su pokazala da postoji značajna interakcija između sorte i okruženja koje je uticalo na sadržaj proteina, masu semena, dužinu i masu mahuna, broj dana do cvetanja, te na broj dana od cvetanja do postizanja fiziološke i žetvene zrelosti semena. Do

sličnih rezultata došli su Wang and Daun (2004). Oni su ustanovili da je sadržaj proteina varirao zavisno od ekoloških uslova i sorte. U ispitivanje su bile uključene četiri sorte graška, svaka sa tri nivoa sadržaja proteina. Sadržaj proteina je varirao od 20,2% do 26,7%. U opsežnim istraživanjima Mihailovića (1994), sadržaj proteina u zrnu ispitivanih sorti graška kretao se od 23,0% do 26,4%.

Treviño et al. (1987) su izučavali promene u toku zrenja i hemijskom sastavu biljke graška, tokom dve vegetacione sezone, u tri faze: 1) početak nalivanja semena; 2) većina mahuna sa nalivenim semenom; 3) većina mahuna sa semenom zrela. Povećanjem zrelosti, koncentracija proteina i šećera je opadala u mahunama i semenu, dok se koncentracija skroba, celuloze i hemiceluloze povećavala. U listovima i stablu zrenjem se značajno smanjivao sadržaj proteina, šećera i skroba, a povećavao se sadržaj celuloze, hemiceluloze i lignina. Do sličnih rezultata su došli Holl and Vose (1980), kao i Helios and Kotecki (2006) koji su ustanovili da je u mahunama i stablu sadržaj ukupnih proteina opao, dok je sadržaj vlakana porastao. Brunsgaard et al. (1994) su ustanovili da je sadržaj proteina bio najviši u najsitnijem semenu. Áli-Khan and Youngs (1973) su u svojim ispitivanjima došli do rezultata da je prosečan sadržaj proteina varirao između sorti od 23,1% do 28,3% i između godina od 25,8% do 27,4%. Sadržaj proteina je značajno varirao i kod pojedinačnih biljaka, kod iste sorte. Autori su ustanovili da nije postojala korelacija između vremena sazrevanja semena i njegove krupnoće. Sadržaj azota u semenu graška varira u zavisnosti od uslova spoljašnje sredine. Varijacije proizilaze iz različite pristupačnosti azota biljci. Za razumevanje ovog efekta, analizirana je koncentracija azota tokom nalivanja semena i iskazana je preko stope akumuliranog azota u semenu i stope azota u suvoj materiji semena. Sadržaj azota u semenu je rastao ili opadao kada je u biljci dolazilo do oscilacija u usvajanju azota (Kotecki et al., 1996). Napred navedeno ukazuje na to da količina azota u semenu i akumulacija suve materije nisu isto kontrolisani tokom nalivanja semena. Za razliku od stope akumulacije suve materije, stopa akumulacije azota u određenom momentu može da varira sa vremenom i uglavnom zavisi od raspoloživosti mineralizovanog azota biljci, bez obzira na genotip. U semenu postoje zahtevi za minimalnim količinama azota kao uslov za formiranje semena (oko 2,6 mg po g N) bez obzira na genotip (Lhuillier et al., 1999).

List i mahune na donjim reproduktivnim nodijama su odgovorni za oko dve trećine potreba semena za ugljenikom na tim nodijama. Liske i zalisci tog dela biljke dostave, od 174 mg do 74 mg ugljenika do semena, a 85% tog iznosa se sastoji od fotosintetskog ugljenika. Mahune daju 154 mg ugljenika semenu. Većina ugljenika iz asimilacije ugljendioksida se izgubi u unutrašnjosti mahune, u procesu disanja semena (Pate and Flinn, 1973). Lott et al. (1984) su

ustanovili da relativni odnos ^{14}C koji se nalazi u jednoj mahuni, u poređenju sa ostalim mahunama, zavisi od količine suve materije te mahune, kao i odnosa sa ukupnom masom suve materije.

Da bi se utvrdilo gde se nalaze kalijum i fosfor potrebno je ustanoviti prisustvo proteinskih tela koja ih sadrže. Kada su prisutni, globoidni kristali sadrže značajnu količinu magnezijuma, i/ili kalcijuma zajedno sa kalijumom i fosforom. Proteinska tela koja nemaju globoidne kristale i dalje sadrže značajnu količinu kalijuma i fosfora sa manjim količinama drugih hemijskih elemenata kao što su sumpor, hlor i magnezijum (Lott et al., 1984). Seme graška sadrži manje kalcijuma nego fosfora, kalijuma ili magnezijuma. Više od polovine tog kalcijuma je sadržano u semenom omotaču. Seme graška sadrži više kalcijuma po obodu nego u sredini semena. Kada dođe do procesa klijanja, pod uticajem vode, manje od 30% kalcijuma se premešta u klicu u prvih 15 dana procesa klijanja, dok 70–90% magnezijuma, kalijuma i fosfora premešta u klicu (Ferguson and Bollard, 1976). Hocking and Pate (1977) su pratili promene u sadržaju pojedinih mineralnih materija u listovima, mahunama, semenu, semenom omotaču i embrionu graška. Sadržaj fosfora, azota i cinka je imao tendenciju porasta kod povećanja akumulacije suve materije, dok su drugi elementi (kalijum, mangan, bakar, magnezijum i gvožđe) bili srazmerni nakupljanju suve materije, dok su se kalcijum i natrijum akumulirali u manjoj količini. Oko 60–90% azota, fosfora i kalijuma se izgubi iz listova, mahuna i semenog omotača tokom starenja biljaka i oko 20–60% magnezijuma, cinka, mangana, gvožđa i bakra i manje od 20% natrijuma i kalcijuma. Povratnom mobilizacijom iz mahuna se obezbeđuje 4–39% akumuliranih minerala u semenu, u poređenju sa 4–27% prenosa iz semenog omotača u embrion. Međutim, minerali iz endosperma nemaju veći značaj za ishranu embriona (Welch et al, 1974).

U ispitvanjima zavisnosti sadržaja pojedinih konstitutivnih elemenata semena graška Wang and Daun (2004) su ustanovili značajan uticaj i sorte i uslova spoljašnje sredine na sadržaj skroba, ADF, NDF, i masti, dok je sadržaj pepela zavisio samo od sorte. Sadržaj kalijuma, fosfora i mangana značajno je varirao u zavisnosti i od sorte i od uslova spoljne sredine. Kalcijum i bakar su pokazali značajno variranje u sadržaju u odnosu na sortu, dok su cink, magnezijum i gvožđe pokazali da na njihov sadržaj značajniji uticaj imaju uslovi spoljašnje sredine.

4. RADNA HIPOTEZA

Imajući u vidu značaj i veoma velike razlike između vodećih sorti proteinskog graška po tipu porasta stabla, građi lista, osetljivosti na poleganje, masi 1000 semena, građi semenjače, tako i po dužini vegetacije, u ovom istraživanju polazi se od sledećih pretpostavki:

- Dinamika nakupljanja i hemijski sastav suve materije u semenu od formiranja do zrenja semena značajno će se razlikovati u zavisnosti od sorte i uslova spoljne sredine.
- Prinos semena, komponente prinosa i kvalitet semena značajno će se razlikovati u zavisnosti od sorte i uslova spoljne sredine. Utvrđivanjem korelacija između dinamike nakupljanja i hemijskog sastava suve materije u semenu sa komponentama prinosa i prinosom semena stvoriće se uslovi za ranu i preciznu prognozu prinosa semena.
- Optimalna vlažnost semena za žetvu značajno će se razlikovati u zavisnosti od sorte i uslova spoljne sredine.

5. MATERIJAL I METODE RADA

U cilju utvrđivanja kvantitativnih i kvalitativnih promena proteinskog graška od formiranja do žetvene zrelosti semena, postavljen je poljski ogled na eksperimentalnom polju Instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad na Rimskim Šančevima (45°20'N, 19°51'E). Ispitivanja u poljskim uslovima obavljena su tokom tri vegetacione sezone, od 2010. do 2012. godine.

Poljski ogled postavljen je po slučajnim blok sistemu u četiri ponavljanja sa slučajnim rasporedom parcela. Veličina osnovne parcele bila je 18 metara kvadratih (6 x 3 m). Razmak između redova u parcelama bio je 20 cm, tako da je svaka parcela imala 15 redova, a razmak između parcela iznosio je 1 m (sl. 1). Predusev grašku bila je ozima pšenica u sve tri godine ispitivanja. Primenjene su sve agrotehničke mere karakteristične za savremenu proizvodnju proteinskog graška. Izražena varijabilnost u ranostasnosti sorti proteinskog graška, ogledala se u različitom vremenu cvetanja pojedinih sorti.



Slika 1. Poljski ogled u 2010. godini

Ispitivanja su izvršena na deset sorti proteinskog graška: NS Junior, Jantar, Timo, Trezor, Javor, Dukat, Jezero, Kristal, Angela i Partner. Ispitivane sorte svrstane su u 5 grupa. Po dve sorte pripadale su jednoj grupi, a grupe su formirane na osnovu:

- tipa porasta stabla (determinantan i indeterminantan),
- tipa lista (afila i običan),
- dužine vegetacije,
- krupnoće semena (krupno i sitno),
- načina korišćenja biljke (kombinovano ili isključivo za zrno).

NS Junior i Jantar: indeterminantan rast stabla, običan tip lista, beli cvet, sitno seme, vrlo kasnostasne, kombinovano iskorišćavanje.

Trezor i Timo: indeterminantan rast stabla, običan tip lista, ljubičast cvet, srednje krupno seme, srednje ranostasne, kombinovano iskorišćavanje.

Javor i Dukat: determinantan rast stabla, običan tip lista, beli cvet, krupno seme, srednje ranostasne, namenjene isključivo za proizvodnju zrna.

Jezero i Kristal: determinantan rast stabla, afila tip lista, beli cvet, krupno seme, ranostasne, namenjene isključivo za proizvodnju zrna.

Partner i Angela: determinantan rast stabla, afila tip lista, beli cvet, srednje krupno seme, vrlo ranostasne, namenjene isključivo za proizvodnju zrna.



Slika 2. Izražena varijabilnost morfoloških osobina između sorti proteinskog graška: biljke sorte Trezor (levo) i Partner (desno)

Osnovne karakteristile ispitivanih sorti

Tabela 1. Osnovne karakteristike ispitivanih sorti, vreme i gustina setve

Sorta	Ranostasnost	Tip rasta	Tip lista	Vreme setve/godina			Gustina setve biljaka/m ²
				2010	2011	2012	
NS Junior	Vrlo kasna	Neograničen	Običan	19.03	24.03	14.03	90
Jantar	Vrlo kasna	Neograničen	Običan	19.03	24.03	14.03	90
Trezor	Kasna	Neograničen	Običan	19.03	24.03	14.03	100
Timo	Kasna	Neograničen	Običan	19.03	24.03	14.03	100
Javor	Srednje rana	Ograničen	Običan	19.03	24.03	14.03	120
Dukat	Srednje rana	Ograničen	Običan	19.03	24.03	14.03	120
Jezero	Rana	Ograničen	Afila	19.03	24.03	14.03	120
Kristal	Rana	Ograničen	Afila	19.03	24.03	14.03	120
Partner	Vrlo rana	Ograničen	Afila	19.03	24.03	14.03	120
Angela	Vrlo rana	Ograničen	Afila	19.03	24.03	14.03	120

Gustina setve određena je na osnovu habitusa biljke, tipa porasta stabla, osetljivosti prema poleganju i dužini vegetacije sorte. Kasnostasnije sorte, bujnog habitusa, dužeg perioda vegetacije, veće osetljivosti prema poleganju sejane su sa manje biljaka po jedinici površine. Broj biljaka u setvi varirao je od 90 do 120 biljaka po m² (Tab. 1). Setva svih sorti u toku jedne godine obavljena je istog dana. Najranija setva bila je u 2012. godini (14.03.), a najkasnija u 2011. godini (24.03.).

Kod ispitivanih sorti, tokom faza nalivanja i zrenja semena praćena je dinamika nakupljanja suve materije po fazama sazrevanja semena graška. Merenja su vršena u šest rokova, koji su obuhvatili period od početka nalivanja semena, kada je sadržaj vlage u semenu preko 80%, odnosno u fazi BBCH (Skala rasta i razvića) 77, do žetvene zrelosti, odnosno sadržaja vlage u semenu od 10%, što odgovara BBCH fazi 97.

Žetva je obavljena ručno. Vreme od kada su uzimani uzorci računato je u odnosu na pojavu prvog cveta (BBCH 61) i ono je različito za svaku sortu. Vremenski interval između uzimanja uzoraka za pojedinačne sorte iznosio je sedam dana. Uzimano je 6 uzoraka za svaku sortu, dok

se sadržaj vlage u semenu nije smanjio na 12%. Uzimano je po 25 biljaka sa svake ogledne parcele. Biljke iz rubnog reda nisu uzimane za analizu, kako bi se izbegao uticaj rubnog efekta.



Slika 3. Poljski ogled u 2011. godini

Početni uzorci su uzimani iz drugog reda, a zatim sukcesivno iz svakog narednog reda. Komponente prinosa su merene u uzorku od 10 biljaka (visina biljaka, broj grana, masa biljaka, broj mahuna, broj semena po mahuni, masa semena). Seme svih 25 biljaka pomešano je i iz tog uzorka uzimano je seme za određivanje vlage, ispitivanje kvaliteta semena i za hemijske analize. Požnjeveno seme iz svakog ponavljanja je podeljeno u četiri dela u svrhu ispitivanja kvaliteta semena. Ispitivanje kvaliteta semena vršeno je dva meseca nakon poslednje žetve zbog dormantnosti semena. Seme nekih vrsta krmnih biljaka, iako postoje uslovi za klijanje, neće klijati, zbog biološke osobine poznate pod nazivom dormantnost-uspavanost (mirovanje) semena, što je uglavnom najizraženije neposredno nakon žetve (Velijević i sar. 2016).

Kod kasnih sorti NS Junior i Jantar prvi uzorci su uzeti 22.06.2010., a poslednji 10.07.2010. Kod ranih sorti (Jezero, Angela, Partner i Kristal) prvi uzorci su uzeti 15.06.2010., a poslednji

7.07.2010. Za srednje rane i srednje kasne sorte (Dukat, Javor, Timo i Trezor) vreme uzimanja prvog uzorka je bilo 18.06. 2010., a poslednjeg 5.07.2010.

Prvi uzorci u 2011. godini uzimani su kod kasnih sorti NS Junior i Jantar, dana 17.06.2011., a poslednji 08.07.2011. godine. Kod ranih sorti (Jezero, Angela, Partner i Kristal) prvi uzorci su uzeti 06.06 2011., a poslednji 24.06.2011. godine. Za srednje rane i srednje kasne sorte (Dukat, Javor, Timo i Trezor) vreme uzimanja prvog uzorka je bilo 07.06.2011., a poslednjeg 28.06.2011. godine.

Početak uzimanja uzoraka u 2012. godini, kod srednje kasnih sorti NS Junior i Jantar bilo je 15.06.2012., a poslednje 02.07.2012. godine. Kod ranih sorti (Jezero, Angela, Partner i Kristal) prvi uzorci su uzeti 08.06 2011., a poslednji 26.06.2011. godine. Za srednje rane i srednje kasne sorte (Dukat, Javor, Timo i Trezor) vreme uzimanja prvog uzorka je bilo 08.06.2012., a poslednjeg 27.06.2012. godine.

U uzorcima sa sadržajem vlage preko 70% hemijski sastav određivan je u celom semenu zbog nemogućnosti odvajanja semenjače, a u uzorcima sa manjim sadržajem vlage, sadržaj makro i mikro elemenata određivan je posebno u semenjači, a posebno u kotiledonima.

U generativnoj fazi razvoja graška, meren je prinos svežih biljaka, mahuna i semena, kao i prinos i distribucija suve materije biljaka, mahuna i semena, kao i najznačajnije komponente prinosa i žetveni indeks, u sve tri godine ispitivanja.



Slika 4. Poljski ogled u 2012. godini

Od komponenti prinosa mereni su sledeći pokazatelji:

- broj biljaka posle nicanja,
- broj biljaka u žetvi,
- visina biljaka (cm),
- broj grana,
- broj internodija,
- visina biljke do prve mahune (cm),
- broj mahuna po biljci,
- broj semena po mahuni,
- sadržaj vlage u semenu (%)

Pored komponenti prinosa semena registrovan je i:

- prinos semena (kg/ha),
- sadržaj sirovih proteina u semenu (%) i
- žetveni indeks

Broj biljaka je meren na kvadratni metar, tako da se na istom mestu u parcelici meri broj biljaka posle nicanja i broj biljaka u žetvi. Visina biljaka se merila od mesta gde se spajaju koren i stablo do vrha stabla. Broj internodija je određivan na glavnom stablu. Visina do prve mahune se

utvrđivala od mesta gde se spajaju koren i stablo i mesta odakle kreće lisna drška u čijem pazuhu se nalazi drška prve mahune. Merenje navedenih komponenti obavljeno je u fazi BBCH 79. Vođena je evidencija datuma setve, datum nicanja, početak cvetanja i datum žetve. Izračunat je i broj dana od nicanja do cvetanja kao i broj dana od nicanja do zrenja.

Sadržaj vlage u semenu određivan je neposredno posle žetve na vlagomeru HR 73, proizvođača Mettler-Toledo, Nemačka. Iz svakog uzorka se uzimalo po 5 g semena i sušilo na temperaturi od 130°C do apsolutno suvog stanja.



Slika 5. Seme proteinskog graška tokom sazrevanja, vlaga semena oko 60% (A), 40% (B) i 20% (C)

Ispitivani su sledeći pokazatelji kvaliteta semena:

- masa 1000 semena,
- energija klijanja,
- klijavost,
- atipični ponici,
- nekljalo seme.

Ispitivanje kvaliteta semena vršeno je prema Pravilniku o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja (Službeni list SFRJ, br. 47/87) i ISTA pravilima (ISTA Rules, 2007). Kod standardne metode naklijavanja proteinskog graška seme se stavlja u vlažan sterilisan pesak, a zatim u komoru za naklijavanje na temperaturu od 20 °C. Za svako ponavljanje analizirano je po 100 semena. Nakon pet dana merena je energija klijanja a nakon osam dana klijavost semena.



Slika 6. Priprema zrelog semena proteinskog graška za ispitivanje kvaliteta semena

Od dobijenih rezultata izračunate su srednje vrednosti i urađena je analiza varijanse u cilju utvrđivanja efekata tretmana, a razlike između srednjih vrednosti utvrđene su NZR testom. Pored toga, utvrđene su međuzavisnosti između određenih parametara.

5.1. Agroekološki uslovi

5.1.1. Zemljišni uslovi

Ogled je postavljen na zemljištu tipa černozem, podtip černozem na lesnoj terasi, varijetet karbonatni, forma plitki. Osnovna svojstva zemljišta prikazana su u tabeli 2.

Tabela 2. Osnovna morfološka svojstva černozema, Rimski Šančevi

Redosled horizonta	Oznaka	Dubina (cm)	Tekstura	Struktura	Specifične pedološke tvorevine
1	Amop	22	glinovita ilovača	mrvičasta	slabo karbonatan
2	Amo	40	ilovača	mrvičasta	srednje karbonatan
3	AC	76	glinovita ilovača	zrnasta	srednje karbonatan
4	C ₁	130	glinovita ilovača	masivna	jako karbonatan
5	C ₂	191	glinovita ilovača	masivna	jako karbonatan

Mehanički sastav černoze, prema Miljkoviću (1996), u celini je vrlo povoljan i pripada glinovitoj ilovači (Tab. 2). Povoljna struktura i tekstura neposredno se odražavaju na fizička i vodno-fizička svojstva černoze (Živković i sar., 1972). S tim u vezi, ukupna poroznost kreće se oko 50 vol.%, a odnos mikro-pora prema makro-porama iznosi 3:2, što uslovljava optimalan poljski vodni kapacitet (35-40 vol.%), kao i vazdušni kapacitet (15-20 vol.%). Znatna deo vodnog kapaciteta je pristupačan biljkama (Vučić, 1964).

Tabela 3. Mehanički sastav zemljišta (%)

Oznaka horizonta	Krupan pesak	Sitan pesak	Prah	Glina
Amop	0,3	44,54	31,68	23,48
Amo	0,3	43,22	31,64	24,84
AC	0,4	34,96	41,28	23,36
C ₁	0,5	34,74	43,36	21,40
C ₂	0,2	64,00	27,60	8,20

Na ogleđnoj parceli izvršena je analiza plodnosti zemljišta za sloj tzv. aktivne rizosfere, odnosno 0-60 cm dubine (Tab. 3). Sadržaj kreča varirao je od 1,68% do 4,20% CaCO₃. Inače udeo CaCO₃ sa dubinom raste do oko 30% u C₂ horizontu (Miljković, 1996). Reakcija sredine prati sadržaj i raspored CaCO₃ u profilu, stoga se pH kreće u rasponu od 7,33-8,00. Površinski sloj zemljišta sa 3,59% humusa označava se kao humozan, dok je sloj 30-60 cm slabo humozan. Obezbeđenost ukupnim azotom kretala se od dobre do srednje obezbeđenosti. Obezbeđenost fosforom bila je optimalna u sloju 0-30 cm, dok je sloj 30-60 cm bio siromašan ovim elementom. Sadržaj kalijuma karakteriše optimalna obezbeđenost u oba sloja.

Tabela 4. Agrohemijska svojstva zemljišta, Rimski Šančevi, 01.09.2009.

Dubina (cm)	pH		CaCO ₃ %	Humus %	Ukupni N %	AL-P ₂ O ₅ mg/100 g	AL-K ₂ O mg/100 g
	u KCl	u H ₂ O					
0-30	7,10	7,33	1,68	3,59	0,237	17,3	25,0
30-60	7,22	8,00	4,20	2,59	0,171	8,8	16,4

Zahvaljujući svojim povoljnim hemijskim i fizičkim svojstvima černoze predstavlja najpovoljnije zemljište za proizvodnju semena graška, odnosno može se zaključiti da zemljište nije bilo limitirajući činalac u proizvodnji semena graška tokom ispitivanog perioda.

5.1.2. Klimatski uslovi

Vrednosti meteoroloških elemenata izmereni su na glavnoj meteorološkoj stanici Rimski Šančevi (Agrometeorološke informacije Republičkog hidrometeorološkog zavoda za GMS Rimski Šančevi) koja se nalazi u neposrednoj blizini ogledne parcele. Višegodišnje prosečne vrednosti osnovnih meteoroloških elemenata za lokalitet Rimskih Šančeva preuzete su iz studije Katića i sar. (1979).

5.1.2.1. Padavine

U promenljivim klimatskim uslovima Vojvodine, od svih meteoroloških elemenata značajnih za proizvodnju proteinskog graška, padavine se odlikuju najvećim variranjem po godinama. Zbog toga su upravo padavine najčešći limitirajući faktor u proizvodnji proteinskog graška.

U Tab. 5. prikazane su mesečne vrednosti padavina za hidrološke godine u periodu 2009-2012. godine. Godišnja suma padavina za godine ispitivanja prosečno je iznosila 670 mm, za 73 mm više od višegodišnjeg proseka. Međutim, variranje sume padavina između ispitivanih godina bilo je vrlo izraženo.

Najmanja godišnja suma padavina bila je 2011/2012. godine 427 mm, što je za 170 mm manje od višegodišnjeg proseka. Najveća godišnja suma padavina bila je 2009/2010. godine 1107 mm, što je za 510 mm, odnosno skoro duplo više u odnosu na višegodišnji prosek. Suma padavina u periodu vegetacije graška (III-VII) u 2010. godini iznosila je 487 mm, što je za 72% više u odnosu na višegodišnji prosek, odnosno za 132% i 127% više u odnosu na vegetacionu sumu padavina 2011. i 2012. godine. Posebno visoke mesečne sume padavina bile su tokom maja i juna 2010.godine (114 i 172mm).

Tabela 5. Mesečna suma padavina, GMS Rimski Šančevi (mm)

Mesec	Hidrološka godina			Prosek (2009-2012)	Višegodišnji prosek
	2009/2010	2010/2011	2011/2012		
X	81,9	66,6	34,5	61,0	33
XI	63,1	46,5	1,5	37,0	56
XII	97,4	64	49,4	70,3	61
I	76	25,2	44,9	48,7	39
II	65,7	36,7	66,3	56,2	43
III	38,7	26,2	4,1	23,0	35
IV	63,7	22,8	82,8	56,4	47
V	113,7	63	52,2	76,3	57
VI	171,8	36,9	27,5	78,7	81
VII	99,0	61,5	47,7	69,4	63
VIII	168,5	1,5	3,5	57,8	47
IX	67,7	25,4	13,1	35,4	35
Ukupno	1107,2	476,3	427,5	670,2	597
III – VII	486,9	210,4	214,3	303,8	283

5.1.2.2. Temperatura

Godišnja temperatura vazduha za ispitivani period 2009-2012. godine prosečno je iznosila 11,9 °C, za 0,9 °C više u odnosu na višegodišnji prosek (Tab. 6). Najtoplija je bila 2011/2012.godina 12,1°C, a najhladnija 2010/2011. godina sa 11,8 °C. Srednja temperatura za vegetacioni period (III-VII) varirala je od 15,8 °C u 2010/2011. godini do 17,4 °C u 2011/2012. godini. Prosečno je iznosila 16,4 °C, što je za 1,5 °C iznad višegodišnjeg proseka.

Tabela 6. Srednje mesečne temperature vazduha, GMS Rimski Šančevi (°C)

Mesec	Hidrološka godina			Prosek	Višegodišnji prosek
	2009/2010	2010/2011	2011/2012		
X	11,7	9,1	10,7	10,5	11,7
XI	8,3	9,5	2,8	6,9	6,6
XII	3,5	0,8	4,2	2,8	1,4
I	-0,6	0,1	1,7	0,4	-1,3
II	1,9	-0,2	-4,9	-1,1	0,8
III	6,8	6	8,1	7	5,0
IV	12,3	13,2	13	12,8	11,6
V	17	16,8	17,5	17,1	16,4
VI	20,2	20,9	23	21,4	19,8
VII	23,1	22,1	25,2	23,5	21,5
VIII	21,9	23	24,6	23,2	21,0
IX	16,1	20,4	19,8	18,8	17,1
Ukupno	11,9	11,8	12,1	11,9	11,0
III – VII	15,9	15,8	17,4	16,4	14,9

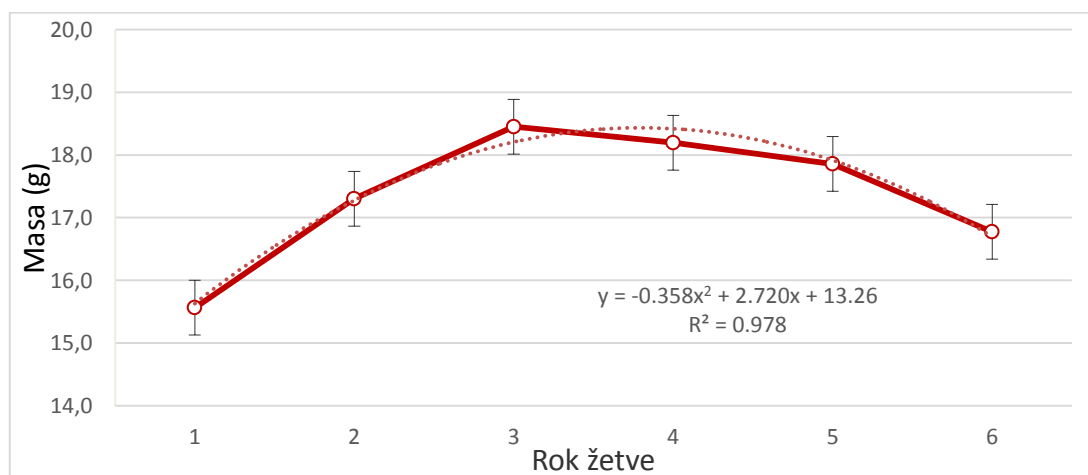
6. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

6.1. Dinamika nakupljanja suve materije

6.1.1. Dinamika nakupljanja suve materije u celoj biljci

Dinamika nakupljanja suve materije u celoj biljci proteinskog graška karakteriše se značajnim povećanjem mase tokom faza nalivanja semena sve do dostizanja maksimuma u trećem roku žetve, nakon čega dolazi do postepenog i blagog smanjenja ukupne mase biljke (Graf. 1).

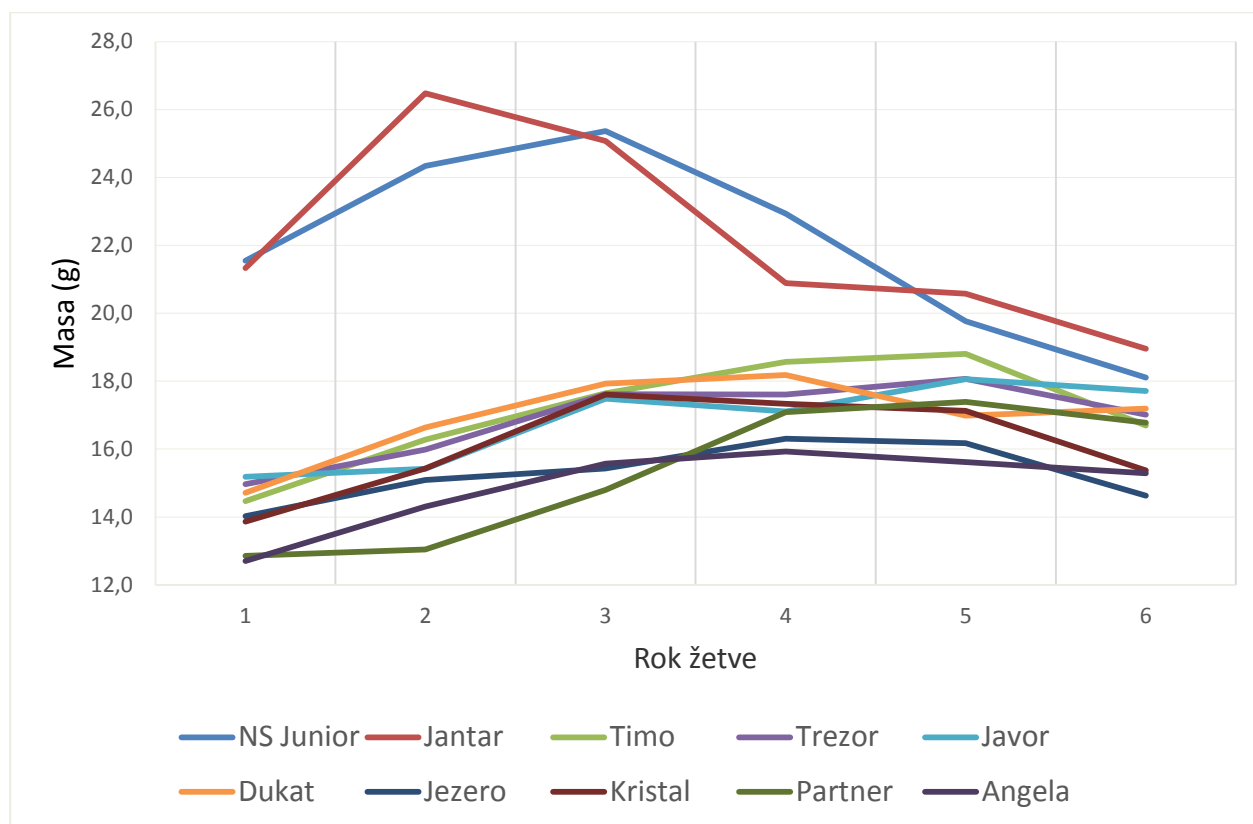
Prosečan prinos mase po biljci za sve ispitivane genotipove u fazi početka nalivanja semena iznosila je 15,56 g, a maksimalna vrednost od 18,45 g ostvarena je u trećem roku žetve. U fazi pune zrelosti prosečno je iznosila 16,77 g. Povećanje mase cele biljke najintenzivnije je bilo između prvog i drugog roka žetve i iznosilo je 11,18%. Prinos cele biljke u trećem roku žetve bio je za 6,65% veći u odnosu na prinos biljke iz drugog roka žetve. Od trećeg do petog roka žetve došlo je do blagog smanjenja mase cele biljke, prosečno za 1,30%, odnosno 1,87%. Najveće smanjenje mase cele biljke izmereno je u šestom, poslednjem roku žetve, kada je iznosilo 6,10%.



Grafik 1. Prosečan prinos suve materije po biljci (g) proteinskog graška

Uticaj genotipa na vrednost prinosa biomase po biljci je vrlo izražen. Značajne razlike u dinamici formiranja mase cele biljke uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (Jantar, NS Junior) koje su imale i najveću masu cele biljke, upoređenju sa ostalim sortama (Graf. 2). Za razliku od ostalih ispitivanih genotipova kod ove dve sorte dinamika nakupljanja suve materije odudara od prosečnih vrednosti. Masa cele biljke u prvom roku žetve kod sorte NS Junior iznosila je 21,54 g, a kod sorte Jantar 21,33 g. Kod sorti indeterminantnog porasta stabla i sukcesivnog formiranja mahuna i semena (NS Junior i Jantar) maksimalna vrednost mase cele biljke postignuta je značajno ranije u odnosu na sve ostale ispitivane sorte.

Maksimalni prinos suve materije cele biljke kod sorte Jantar (26,48g) dostignut je već u drugom roku žetve. Ovo je ujedno i najveća prosečna vrednost mase cele biljke na nivou oglada. Maksimum kod sorte NS Junior (25,36 g) dostignut je u trećem roku žetve.



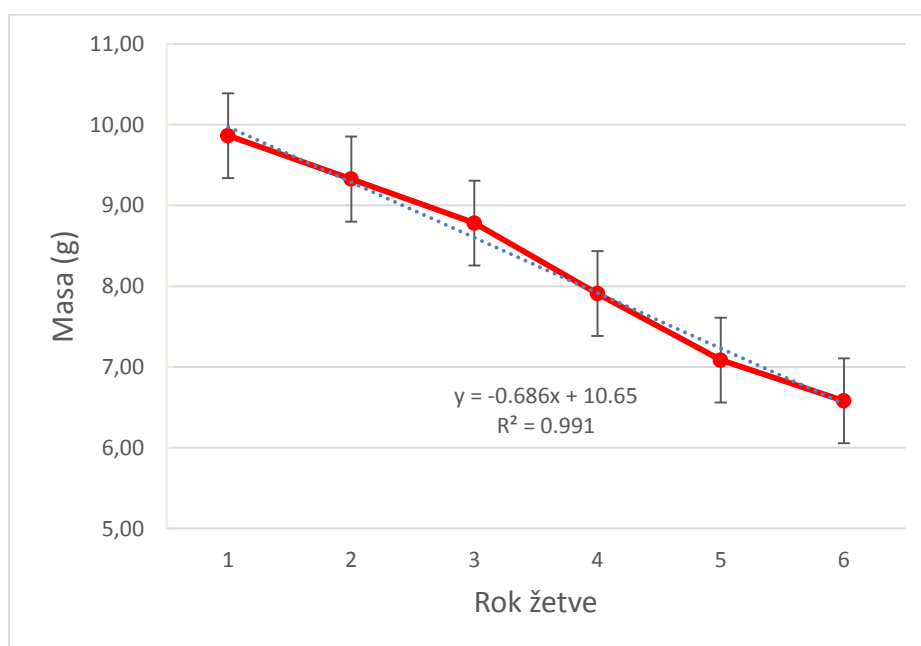
Grafik 2. Prosečan prinos suve materije cele biljke proteinskog graška u zavisnosti od genotipa i roka žetve

Prinos suve materije cele biljke nakon toga se postepeno smanjuje i u poslednjem roku žetve iznosio je 18,10 g kod NS Juniora, odnosno 18,96 g kod Jantara. Prinos suve materije cele biljke u poslednjem roku žetve kod sorti Jantar i NS Juniora bio je manji za 28,4%, odnosno 28,6% u odnosu na maksimalne vrednosti za navedene sorte. Po vrednostima posmatranog parametra ostale sorte su bile grupisane i sa značajno manjim razlikama. U prvom roku žetve najveći prinos cele biljke imala je sorta Javor (15,19 g), a najmanji sorta Angela (12,70 g). Maksimalni prinos cele biljke bio je najveći kod sorte Timo (18,80 g), te kod Dukata (18,18 g), Trezora (18,07 g) i Javora (18,06 g). Navedene sorte odlikuju se običnim tipom lista, ali se međusobno razlikuju po tipu porasta stabla. Najniži maksimum prosečno je izmeren kod sorte ograničenog porasta stabla, afila tipa lista Angela (15,93 g). Sorte su se značajno razlikovale po vremenu dostizanja maksimalne vrednosti za prinos cele biljke. Tako je sorta Kristal maksimalnu vrednost dostigla u trećem roku žetve, sorte Dukat, Jezero i Angela u četvrtom, a Timo, Trezor, Javor i Partner u petom roku žetve. Najveći prinos cele biljke u poslednjem roku žetve izmeren je kod sorti Javor

(17,72 g) i Dukat (17,20 g), a sledile su ih sorte Trezor (17,02 g) i Partner (16,78 g). Najmanji prinos cele bilke u poslednjem roku žetve izmeren je kod sorte Jezero (14,63 g).

6.1.2. Dinamika nakupljanja suve materije u vegetativnom nadzemnom delu biljke

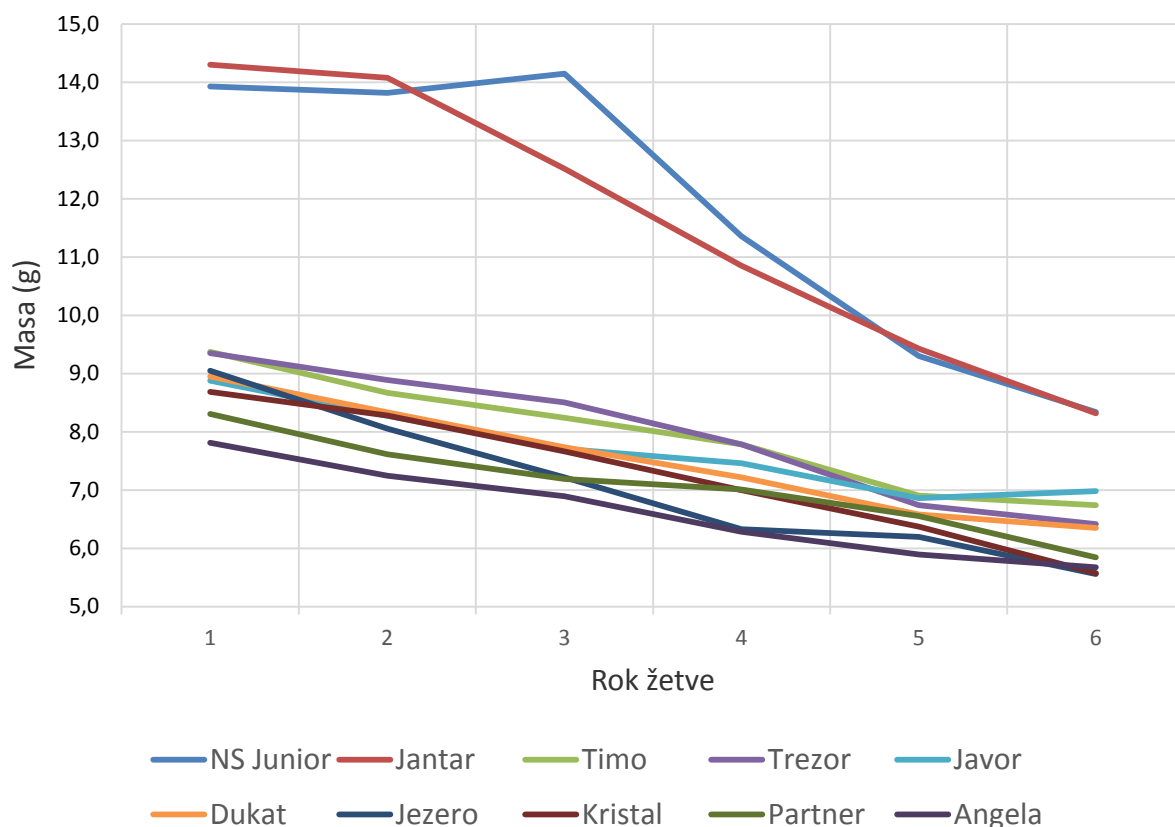
Prinos nadzemnog vegetativnog dela biljke, prosečno za sve ispitivane genotipove linearno je opadao srazmerno vremenu uzimanja uzoraka, odnosno vremenu žetve. Najviša je bila u prvom roku žetve (9,86 g), a najniža u poslednjem roku (6,58 g) (Graf. 3). Smanjenje vegetativne mase između prvog i drugog, odnosno drugog i trećeg roka žetve bilo je vrlo slično, po 5,20%, odnosno 5,89%. Brzina smanjenja suve materije nadzemne vegetativne mase bila je značajno veća između trećeg i četvrtog roka žetve (9,90%), a najveća je bila između četvrtog i petog roka (10,49%). Smanjenje vegetativne mase između petog i poslednjeg, šestog roka žetve bilo je nešto blaže i iznosilo je 7,06%.



Grafik 3. Prosečan prinos vegetativnog nadzemnog dela biljke proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve

Uticaj genotipa na vrednost mase nadzemnog vegetativnog dela biljke bio je vrlo izražen (Graf. 4), što je logično imajući u vidu namenu korišćenja. Značajne razlike u dinamici formiranja mase nadzemnog vegetativnog dela biljke uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (Jantar, NS Junior) koje su imale i najveću masu u poređenju sa ostalim sortama. Kod sorte NS Junior masa suve materije nadzemnog vegetativnog dela biljke u prvom roku žetve iznosila je 13,93 g i stagnirala je do trećeg roka žetve (14,15 g). Od tada pa do poslednjeg roka

žetve linearno se smanjivala do najmanje vrednosti od 8,34 g. Prosečna stopa smanjenja suve materije između navedenih rokova žetve iznosila je 9,15%. Kod sorte Jantar stagniranje u masi nadzemnog vegetativnog dela biljke trajalo je od prvog roka (14,30 g) do drugog roka žetve (14,07 g). Od tada linearno opada do minimalne vrednosti od 8,32 g u poslednjem roku žetve.

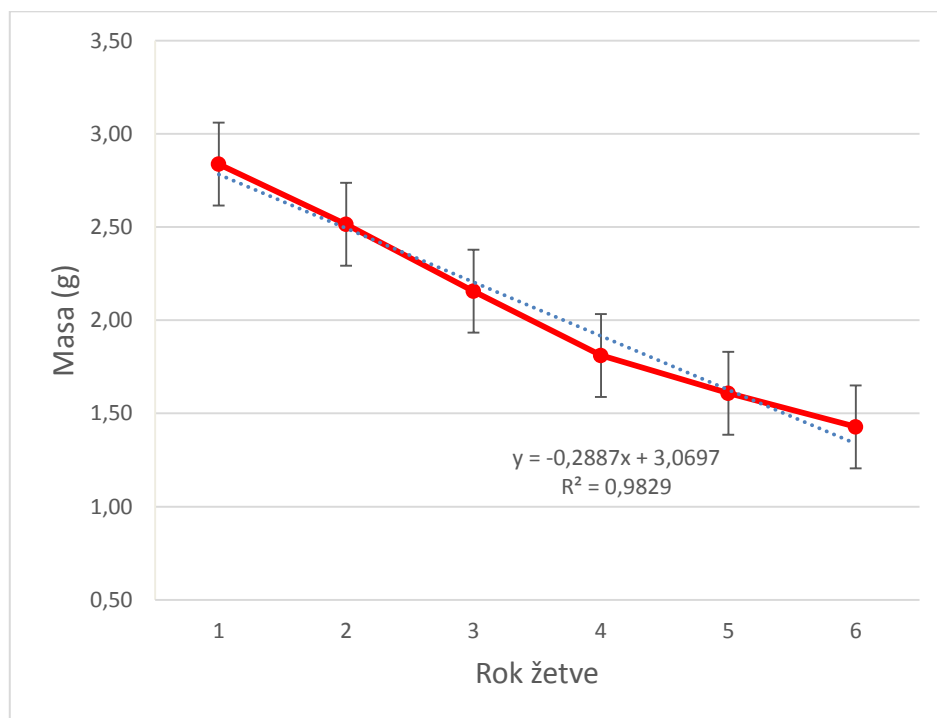


Grafik 4. Prosečna masa vegetativnog nadzemnog dela biljke proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve i genotipa

Dobijene vrednosti za masu nadzemnog vegetativnog dela biljke ostalih sorti bile su grupisane i linearno su opadale od prvog do poslednjeg roka žetve. U ovoj grupi sorti najveću masu u prvom roku žetve imale su sorte Timo (9,37 g) i Trezor (9,35 g), a najnižu sorta Angela (7,81 g). U poslednjem roku žetve najveću masu nadzemnog vegetativnog dela biljke imala je sorta ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista Javor (6,99 g), a najnižu sorta ograničenog porasta stabla i afila tipa lista Jezero (5,56 g). Promena prinosa suve materije nadzemnog dela biljke kod ovih osam sorti između pojedinih rokova žetve bila je vrlo ujednačena i prosečno je iznosila 6,94%.

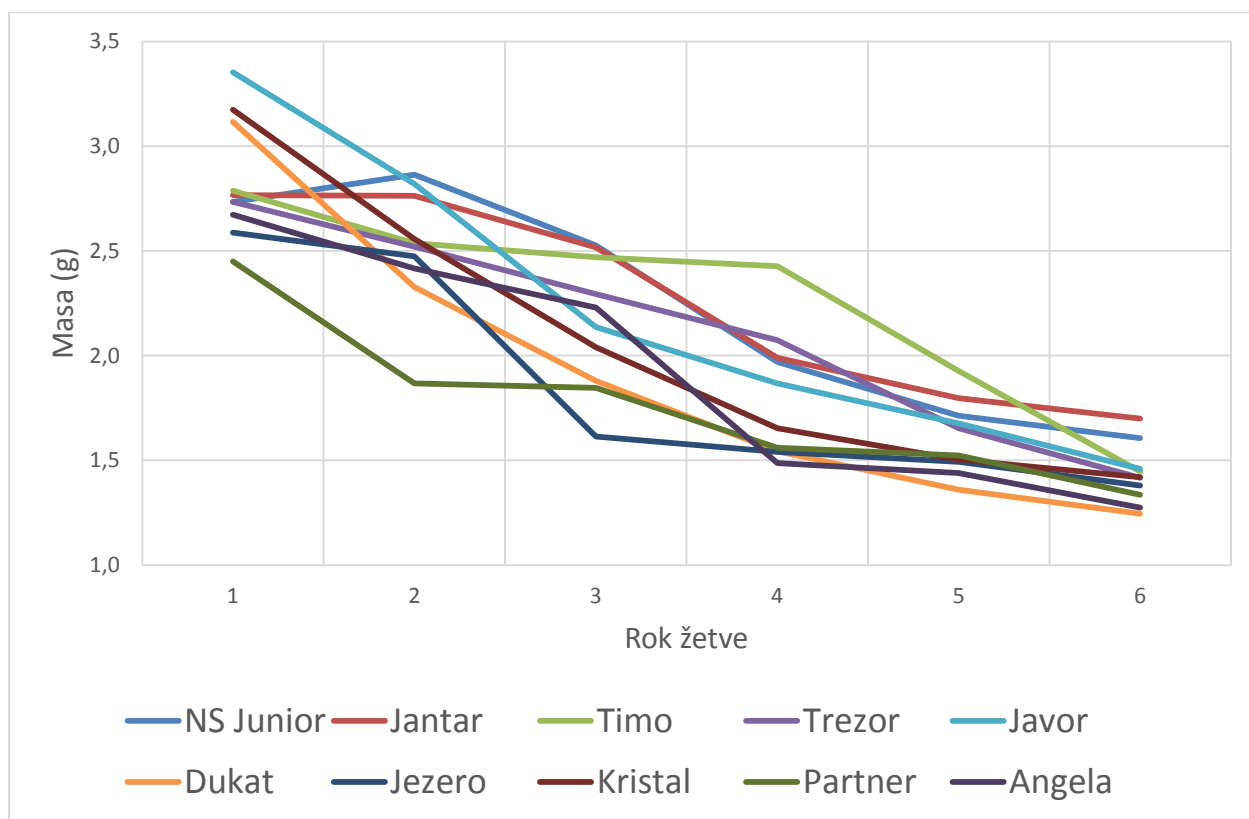
6.1.3. Dinamika nakupljanja suve materije u mahunama

Masa suve materije mahuna po biljci bila je najveća u prvom roku žetve, prosečno je iznosila 2,84 g i opadala je linearno do poslednjeg, šestog roka žetve, kada je prosečno iznosila 1,43 g (Graf. 5). Smanjenje mase suve materije mahuna od prvog do četvrtog roka žetve išlo je po identičnoj stopi od 14% prosečno. Smanjenje mase suve materije mahuna u poslednja dva roka žetve bilo je značajno blaže, 11,1% prosečno.



Grafik 5. Prosečna masa suve materije mahuna po biljci proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve

Za razliku od drugih biljnih delova, uticaj genotipa na masu suve materije mahuna bio je slabo izražen (Graf. 6). Najveću masu suve materije mahuna po biljci u prvom roku žetve imale su sorte determinantnog porasta stabla i običnog tipa lista, Javor (3,35 g), Kristal (3,17 g) i Dukat (3,12 g). Najmanju masu suve materije mahuna u prvom roku imale su sorte determinantnog porasta stable i afila tipa lista, Partner (2,45 g) i Jezero (2,59 g).

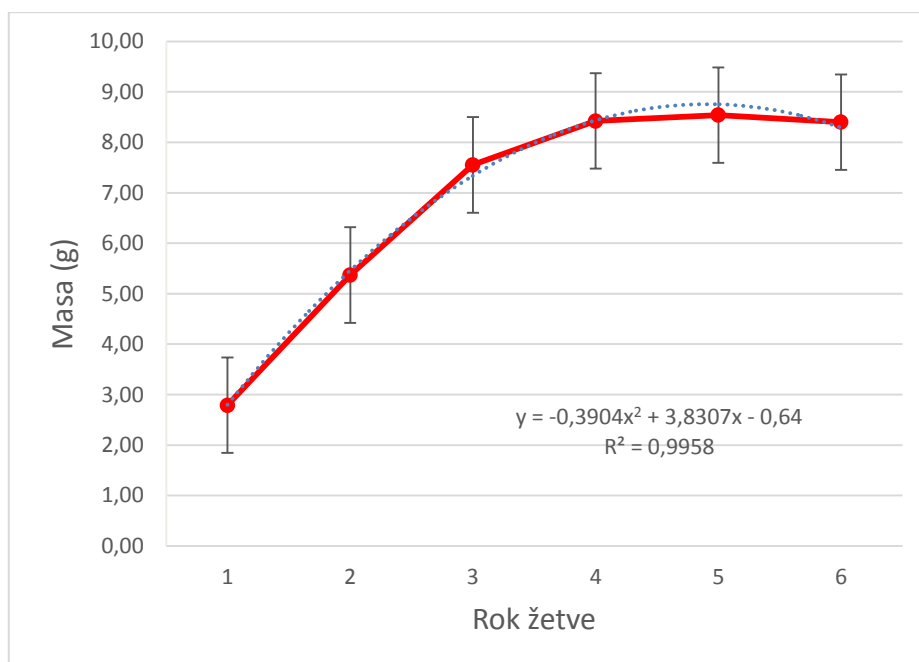


Grafik 6. Prosečna masa suve materije mahuna po biljci proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve i genotipa

Najveću masu suve materije mahuna u posljednjem roku žetve imale su kasnostasne sorte indeterminantnog porasta stabla NS Junior (1,61 g) i Jantar (1,70 g). Najmanju masu suve materije mahuna u posljednjem roku žetve imale su ranostasne sorte determinatnog porasta stabla, Angela (1,28 g) i Dukat (1,25 g).

6.1.4. Dinamika nakupljanja suve materije u semenu

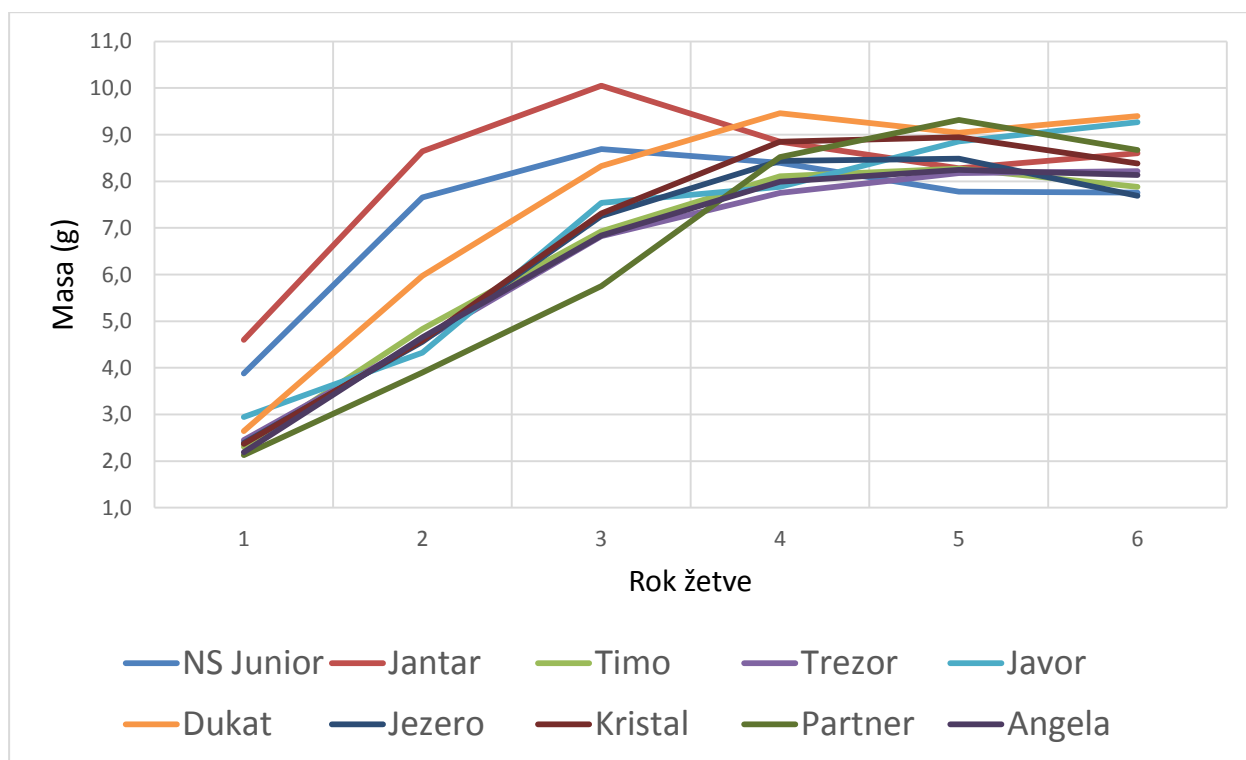
Dinamika nakupljanja suve materije u semenu proteinskog graška značajno se razlikovala u odnosu na do sada obrađene parametre. Masa suve materije semena po biljci bila je najmanja u prvom roku žetve, na nivou celog ogleda prosečno je iznosila 2,79 g (Graf. 7). Masa suve materije semena po biljci povećavala se sve do četvrtog roka žetve, od kada stagnira i vrlo blago opada. Pri tome, intenzitet povećanja mase suve materije semena po biljci značajno se razlikovao između pojedinih rokova žetve.



Grafik 7. Prosečna masa suve materije semena po biljci proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve

Masa suve materije semena linearno se povećavala od prvog do trećeg roka žetve, kada je iznosila 7,55 g. Dnevno povećanje prinosa semena po biljci u ovom period iznosio je 0,5 do 0,6 g. Povećanje mase suve materije semena nastavilo se do četvrtog roka žetve, ali je intenzitet povećanja bio značajno manji. U četvrtom roku žetve prosečna masa suve materije semena iznosila je 8,42 g, a dnevni prirast iznosio je oko 0,2 g. U petom roku žetve prosečna masa suve materije semena iznosila je 8,54 g, a u posljednjem, šestom roku iznosila je 8,40 g.

Uticaj genotipa na vrednost mase suve materije semena po biljci bio je vrlo izražen. Značajne razlike u dinamici formiranja mase suve materije semena uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (Jantar, NS Junior), u poređenju sa ostalim sortama (Graf. 8). Ove sorte odlikovale su se najvećom masom suve materije semena po biljci u prva tri roka žetve. U prvom roku žetve masa suve materije semena po biljci kod sorte Jantar iznosila je 4,60 g i bila je veća u odnosu na NS Junior za 18%, a u odnosu na ostale sorte za 59-119%. Masa suve materije semena po biljci u prvom roku žetve za sortu NS Junior iznosila je 3,90 g. Od ostalih sorti, najveću masu suve materije semena u prvom roku žetve imala je sorta Dukat, 2,90 g, koja je ujedno bila i najprinosnija sorta na nivou celog ogleda. Najmanju masu suve materije semena po biljci u prvom roku žetve imale su ranostasne sorte, determinantnog porasta stable i afila lista Angela (2,20 g) i Partner (2,10 g).



Grafik 8. Prosečna masa suve materije semena po biljci proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve i genotipa

U drugom roku žetve najveća masa suve materije semena po biljci bila je takođe kod sorte Jantar, 8,60 g. Dnevni prirast semena iznosio je 0,7-0,8 g, što je i najviše na nivou celog oglada. Kod sorte NS Junior masa suve materije semena iznosila je 7,70 g, uz dnevni prirast od 0,63-0,76 g. Od ostalih sorti, u drugom roku žetve najveću masu suve materije semena ostvarila je sorta Dukat 6,00 g, uz dnevni prirast od 0,52 do 0,62 g. Najmanja masa suve materije semena u drugom roku žetve bila je kod biljaka sorte Partner 3,90 g, uz dnevni prirast od 0,30 do 0,36 g. Masa suve materije semena kod ostalih sorti u drugom roku žetve varirala je u vrlo uskom rasponu od 4,60 g do 4,80 g.

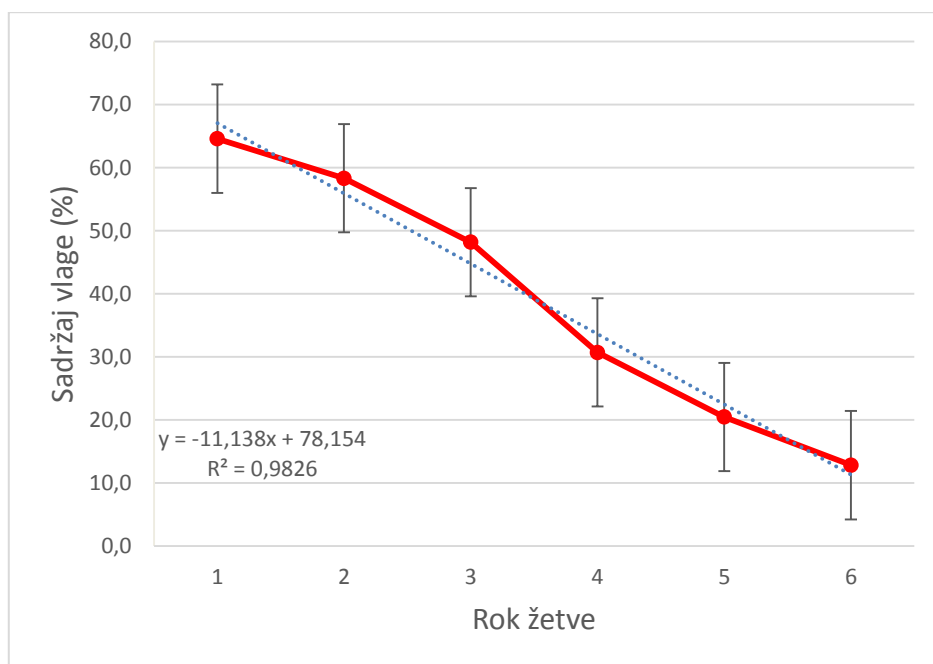
U trećem roku žetve masa suve materije semena po biljci kod sorte Jantar dostigla je svoju maksimalnu vrednost od 10,10 g, što je ujedno i najveća masa semena po biljci na nivou celog oglada. Od ovog roka, masa suve materije semena po biljci opadala je sve do poslednjeg, šestog roka žetve. Dinamika nakupljanja suve materije u semenu bila je značajno sporija u poređenju sa prethodnim rokom. Dnevni prirast semena kod sorte Jantar iznosio je 0,25-0,30 g. Vrlo sličnu dinamiku nakupljanja suve materije u semenu u trećem roku žetve imala je i sorta NS Junior. Maksimalna vrednost iznosila je 8,70 g semena po biljci, uz dnevni prirast od 0,17 do 0,20 g. Kod sorte Dukat masa semena po biljci u trećem roku žetve iznosila je 8,30 g i bila je najveća u odnosu na sve ostale sorte. Međutim, najveći dnevni prirast semena u trećem roku žetve bio je

kod sorte Javor, od 0,53 do 0,64 g. Najmanja masa suve materije semena po biljci u trećem roku žetve bila je kod sorte Partner, prosečno 5,80 g, uz dnevni prirast od 0,32 do 0,38 g.

U četvrtom roku žetve kod sorti Jantar i NS Junior došlo je do smanjenja prosečne mase suve materije semena po biljci na 8,80 g i 8,40 g. Najveću masu suve materije semena po biljci u ovom roku imala je sorta Dukat, 9,50 g, uz dnevni prirast od 0,20 do 0,24 g. Kod sorte Dukat u četvrtom roku je ostvarena i najveća masa suve materije semena, od kada počinje stagniranje. Kod ostalih ispitivanih sorti izmerena je slična brzina dnevnog prirasta, sa izuzetkom sorte Partner. Najveći dnevni prirast u četvrtom roku žetve izmeren je kod sorte Partner, koji je iznosio 0,45-0,54 g.

6.2. Dinamika sadržaja vlage u semenu

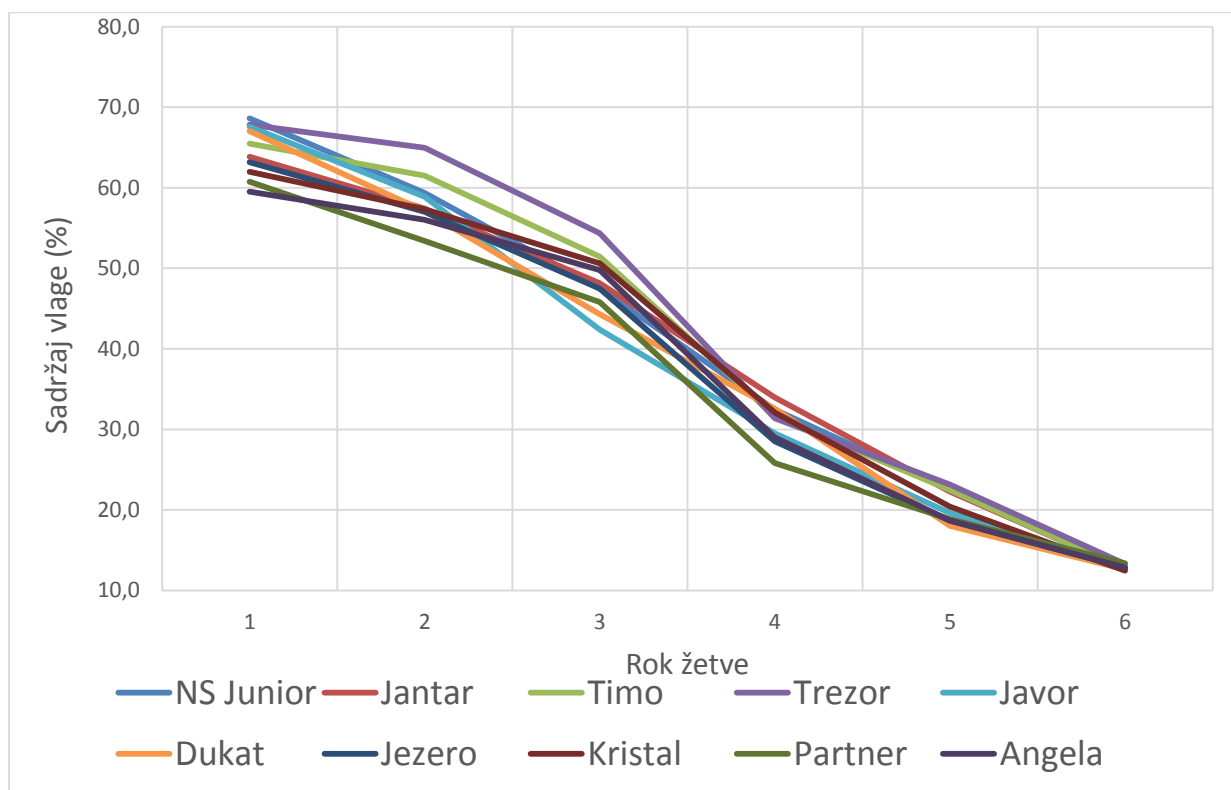
Sadržaj vlage u semenu proteinskog graška bio je najviši u prvom roku žetve, prosečno je iznosio 64,6% (Graf. 9). Sadržaj vlage u semenu eksponencijalno se smanjivao sve do poslednjeg roka žetve, kada je prosečno iznosio 12,3%. Pri tome, intenzitet smanjenja sadržaja vlage u semenu značajno se razlikovao između rokova žetve. Najmanje smanjenje u sadržaju vlage u semenu bilo je između prvog i drugog roka žetve od 6,3%, kao i između petog i šestog roka, kada je iznosilo 8,2%. Prosečan dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenim intervalima, iznosio je 1,6%, odnosno 2,0%. Intenzitet odavanja vlage iz semena između drugog i trećeg roka (10,1%) bilo je vrlo sličan kao i između četvrtog i petog roka žetve (10,2%). Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u ovim intervalima, iznosio je 2,5%. Najintenzivnije smanjenje sadržaja vlage u semenu bilo je između trećeg i četvrtog roka žetve 17,5%. Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenom intervalu, iznosio je 4,4%.



Grafik 9. Prosečan sadržaj vlage u semenu proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve

Uticaj genotipa proteinskog graška na sadržaj vlage u semenu bio je slabije izražen u poređenju sa ranije proučavanim svojstvima. Pri tome, razlike između genotipa bile su izraženije u prva tri roka žetve. Nakon toga, sadržaj vlage u semenu bio je sličan kod svih sorti (Graf. 10). U prvom roku žetve sadržaj vlage varirao je između 68,6% kod sorte NS Junior do 59,5% kod sorte Angela, odnosno kretao se u rasponu od 9,1%. U prvom roku žetve uočavaju se dve grupe sorti prema sadržaju vlage u semenu. U prvoj grupi su sorte indeterminantnog i determinatnog porasta stabla, običnog tipa lista. Interval variranja sadržaja vlage u semenu između ovih sorti iznosio je prosečno 3,8%, i varirao od 68,6% kod sorte NS Junior do 64,8% kod sorte Jantar. Sorte determinatnog porasta stable i afila tipa lista svrstale su se u drugu grupu, gde je interval variranja sadržaja vlage u semenu iznosio 3,7%. U ovoj grupi sorti najveći sadržaj vlage bio je u semenu sorte Jezero 63,2%, a najmanji kod sorte Angela 59,5%.

U drugom roku žetve, prosečan sadržaj vlage varirao je u većem rasponu, od 11,6%. Najveći sadržaj vlage izmeren je kod sorte Trezor (65,0%) i Timo (61,5%). Prosečan sadržaj vlage u semenu svih ostalih sorti bio je vrlo ujednačen i niži od 60,0%, najmanja vrednost utvrđena je u semenu sorte Partner (53,4%).



Grafik 10. Prosečna sadržaj vlage (%) u semenu proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve i genotipa

Najveće razlike u sadržaju vlage u semenu u zavisnosti od genotipa utvrđene su u trećem roku žetve, gde je interval variranja iznosio 12,0%. Najveći sadržaj vlage i u ovom roku žetve izmeren je kod sorte Trezor (54,4%), a najmanji kod sorte Javor (42,4%).

U četvrtom roku žetve interval variranja sadržaja vlage u semenu u zavisnosti od genotipa se smanjio i iznosio je 8,2%. Najveći sadržaj vlage bio je u semenu sorte Jantar (34,0%), a najmanji kod sorte Partner (25,8%). Značajno uži interval variranja sadržaja vlage u semenu proteinskog graška utvrđen je u petom roku žetve, gde je iznosio 5,1%. Najveći prosečan sadržaj vlage u ovom roku žetve bio je u semenu sorte Trezor (23,1%), a najmanji kod sorte Dukat (18,0%). U petom roku žetve sadržaj vlage u semenu sorti indeterminantnog porasta stabla (22,6%) bio je značajno viši u odnosu na sorte determinantnog porasta stabla (19,0%). Sadržaj vlage u semenu sorti determinantnog porasta u petom roku žetve bio je niži od 20,0%, sa izuzetkom sorte Kristal (20,4%). Sadržaj vlage u semenu sorti Dukat, Jezero, Partner i Angela bio je niži od 19,0%, odnosno varirao je između 18,0% i 18,9%. Najuzi interval variranja sadržaja vlage u semenu utvrđen je u šestom roku žetve, prosečno je iznosio 2,0%. Najveći sadržaj vlage bio je u semenu sorte Trezor (13,3%), a najmanji kod sorte Partner (11,3%).

Tabela 7. Koeficijenti korelacije između osobina genotipova proteinskog graška

	Masa SM cele biljke	Masa SM vegetativnog dela biljke	Masa SM mahuna	Masa SM semena po biljci	Sadržaj vlage u semenu
Masa SM cele biljke	-	-0,33	-0,47	0,76*	-0,34
Masa SM vegetativnog dela biljke		-	0,98**	-0,86**	0,99**
Masa SM mahuna			-	-0,93**	0,99**
Masa SM semena po biljci				-	-0,87**
Sadržaj vlage u semenu					-

Koeficijenti korelacije pokazuju statistički visokoznačajnu pozitivnu korelaciju između mase suve materije vegetativnog dela biljke i mase suve materije mahuna (0,98), odnosno sadržaja vlage u semenu (0,99). Masa suve materije mahuna je statistički visokoznačajno pozitivno povezana sa sadržajem vlage u semenu (0,99). Međutim, odnos mase suve materije vegetativnog dela biljke i mase suve materije mahuna pokazuju statistički visoku značajnu negativnu korelaciju (-0,86). Statistički značajna negativna korelacija ostvarena je između mase suve materije semena po biljci i sadržaja vlage u semenu (-0,87). Između mase suve materije vegetativnog dela biljke i mase suve materije semena po biljci utvrđena je statistički visoko značajna negativna korelacija (-0,86). Statistički značajna pozitivna korelacija ostvarena je između mase suve materije cele biljke i mase suve materije semena po biljci (0,76).

6.3. Komponente prinosa, prinos i kvalitet semena

6.3.1. Broj biljaka

Prosečan broj biljaka proteinskog graška po jedinici površine kod svih ispitivanih sorti iznosio je 77,1 (Tab. 8). Utvrđene su statistički značajne razlike u broju biljaka između ispitivanih sorti proteinskog graška. Najmanji prosečan broj biljaka utvrđen je kod sorte Timo (56,7 biljaka po m²), a najveći kod sorte Javor (108,3 biljaka po m²).

Tabela 8. Broj biljaka po jedinici površine (m²) ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	66	77	56	66,3
Jantar	87	70	48	68,3
Trezor	52	72	61	61,7
Timo	58	54	58	56,7
Javor	95	120	110	108,3
Dukat	96	91	77	88,0
Jezero	69	81	80	76,7
Kristal	61	76	81	72,7
Angela	88	94	78	86,7
Partner	88	83	85	85,3
Prosek	76,0	81,8	73,4	77,1
CV%	23,1	15,2	7,4	20,0
LSD 0,05	30,1	21,3	9,3	25,2
0,01	41,2	29,2	12,8	33,5

Sorte sa indeterminantnim porastom stabla imale su značajno manji broj biljaka po jedinici površine, od 56,7 biljaka po m² kod sorte Timo do 68,3 biljke po m² kod sorte Jantar. Međusobne razlike u okviru ove grupe sorti nisu bile značajne. Broj biljaka po jedinici površine kod sorti sa determinantnim porastom stabla varirao je od 72,7 biljaka po m² kod sorte Kristal do 108,3 biljke po m² kod sorte Javor. Sorte graška sa determinantnim porastom stabla bile su grupisane u 3 grupe prema gustini useva. Grupi sa najmanjim brojem biljaka činile su sorte Kristal i Jezero (72,7 - 76,7 biljaka po m²). Drugu grupu činile su sorte Partner, Angela i Dukat (85,3 - 88,0 biljaka po m²), dok je u trećoj grupi bila samo sorta Javor (108,3 biljaka po m²). Razlike prve i treće grupe bile su visoko značajne, dok razlike između unutar grupa nisu bile značajne.

Variranje gustine useva po godinama ispitivanja bilo je nisko, od 73,4 biljke po m² u 2012. godini, do 81,8 biljaka po m² u 2011. godini. Utvrđene razlike nisu bile statistički značajne. U diskusiji treba porediti rezultate u odnosu na godine.

6.3.2. Visina biljaka

Prosečna visina biljaka proteinskog graška na nivou ogleda iznosila je 93,3 cm (Tab. 9). Utvrđene su statistički značajne razlike u visini biljaka između ispitivanih sorti proteinskog

graška. Najmanja prosečna visina utvrđena je za biljke sorte Kristal (59,7 cm), a najveća kod biljaka sorte NS Junior (158,0 cm). Varijabilnost između ispitivanih sorti za visinu biljaka iznosila je prosečno 164%. Ovako visoka varijabilnost za navedeno svojstvo posledica je razlika u tipu porasta stabla. Posledica visoke varijabilnosti za ispitivano svojstvo su i visoke LSD vrednosti, što otežava precizniju analizu značajnosti ostvarenih razlika, iako su koeficijenti varijacije vrlo niski, od 6,6 u 2011. godini do 9,2 u 2012. godini.

Sorte sa indeterminantnim porastom stabla imale su značajno veću visinu biljaka, prosečno 133,4 cm, u odnosu na sorte sa determinantnim porastom stabla (66,6 cm). U okviru sorti sa indeterminantnim porastom stabla razlikuju se dve grupe: vrlo kasnostasne sorte NS Junior i Jantar sa 158,0 cm i 157,6 cm, imale su visoko signifikantno veću visinu stabla u odnosu na kasnostasne sorte Trezor (110,7 cm) i Timo (107,3 cm).

U okviru sorti determinantnog porasta stabla, prema prosečnoj visini biljaka, takođe se uočavaju dve grupe. Prvu grupu čine srednje ranostasne sorte običnog tipa lista (Javor 71,3 cm, Dukat 65,3 cm) i vrlo ranostasne sorte afila tipa lista (Angela 71,7 cm i Partner 69,9 cm). Drugu grupu čine sorte najmanje visine, ranostasne sorte, afila tipa lista (Jezero 61,6 cm i Kristal 59,7 cm).

Posmatrano po godinama istraživanja, najveća prosečna visina biljka bila je u 2010. godini kada je iznosila 101,8 cm, a najmanja u 2011. godini 88,1 cm. Prosečna visina biljaka u 2012. godini bila je 90,1 cm (Tab. 8). U 2010. godini sorte NS Junior i Jantar imale su visoko signifikantno veću visinu biljaka u poređenju sa svim ostalim sortama. Sorte Trezor i Timo imale su visoko signifikantno veću visinu biljaka u poređenju sa svim sortama determinantnog porasta stabla. Od sorti determinantnog porasta, najveću visinu biljaka imale su Angela (82,1 cm) i Partner (78,5 cm). Značajno manju visinu biljaka, u odnosu na Angelu i Partner, imala je sorta Kristal (65,9 cm). Ostale razlike u visini biljaka sorti determinantnog porasta stabla za 2010. godinu nisu bile signifikantne.

U 2011. godini, koja se odlikovala najmanjom sumom padavina i, posledično, najmanjom prosečnom visinom biljaka, razlike između sorti indeterminantnog porasta, kako međusobno, tako i u odnosu na sorte determinantnog porasta, bile su identične onima iz 2010. godine. Sorte NS Junior i Jantar imale su visoko signifikantno više biljke u odnosu na sve ostale sorte. Sorte Trezor i Timo imale su visoko signifikantno više biljke u poređenju sa svim sortama determinantnog porasta stabla. U okviru sorti determinantnog porasta stabla, najveća visina bila je kod biljaka sorte Partner (70,9 cm). Visoko signifikantno niže biljke bile su kod sorte Kristal

(55,1 cm), a signifikantno niže bile su biljke sorte Jezero (59,1 cm). Ostale razlike u visini biljaka između sorti determinantnog tipa rasta stabla nisu bile signifikantne u 2011. godini.

Tabela 9. Visina biljaka (cm) ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	160,3	155,5	158,3	158,0
Jantar	154,8	159,8	158,2	157,6
Trezor	130,3	98,9	102,9	110,7
Timo	125,5	94,6	101,9	107,3
Javor	75,8	62,3	75,9	71,3
Dukat	75,1	61,0	59,7	65,3
Jezero	69,9	59,1	55,8	61,6
Kristal	65,9	55,1	58,2	59,7
Angela	82,1	63,6	69,5	71,7
Partner	78,5	70,9	60,2	69,9
Prosek	101,8	88,1	90,1	93,3
CV%	7,0	6,6	9,2	7,6
LSD 0,05	12,2	10,0	14,2	11,56
0,01	16,7	13,7	19,5	15,38

U 2012. godini razlike između sorti indeterminantnog porasta stabla bile su identične onima iz prethodne dve godine. Najveću prosečnu visinu u okviru sorti determinantnog porasta stabla imale su biljke sorte Javor (75,9 cm). Visina biljaka ostalih ispitivanih sorti determinantnog porasta stabla bila je signifikantno manja, osim kod sorte Angela (69,5 cm). Razlika sa sortom Jezero (55,8 cm) bila je visoko signifikantna. Između ostalih sorti determinantnog porasta stabla nisu utvrđene značajne razlike za ispitivano svojstvo.

6.3.3. Broj bazalnih grana

Broj bazalnih grana po biljci predstavlja jedan od dobrih kriterijuma za odabir produktivnih genotipova graška. Prosečan broj bazalnih grana na nivou oglada iznosio je 1,32 sa variranjem između sorti od 1,73 do 1,03 (Tab. 10). Posmatrana osobina imala je najveće prosečne vrednosti kod indeterminantnih, kasnih i srednje kasnih genotipova (NS Junior 1,57; Jantar 1,60; Trezor 1,60 i Timo 1,73).

Grananje kod sorti determinantnog porasta stabla značajno je slabije izraženo. U okviru ovih sorti najveći broj grana imale su biljke srednje rane sorte, običnog tipa lista, Javor, prosečno 1,33. Kod ostalih sorti determinantnog tipa rasta stabla broj grana bio je vrlo sličan, od 1,10 kod

sorti Kristal i Angela, do 1,03 kod srednje rane sorte Dukat i rane sorte Jezero. Iz rezultata prikazanih u tabeli 9. nije se mogla uočiti pravilnost u broju formiranih bočnih grana u odnosu na godine ispitivanja. Prosek broja bočnih grana, u proseku, u 2010. godini je bio 1,34, u 2011. godini nešto viši 1,40, a u 2012. godini ta vrednost je iznosila 1,21. Primenom testa najmanje značajne razlike ustanovljeno je da je u 2010. godini visoko značajna razlika za broj bazalnih grana postojala kod sorte Jantar, u odnosu na sve ispitivane sorte determinantnog porasta stabla, i značajna razlika u odnosu na sortu NS Junior. Sorte Trezor i Timo imale su visoko signifikantno veći broj grana u odnosu na sve ispitivane sorte determinantnog porasta stabla, sa izuzetkom sorte Javor.

Tabela 10. Broj bazalnih grana kod ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	1,5	1,7	1,5	1,57
Jantar	1,8	1,7	1,3	1,60
Trezor	1,7	1,7	1,4	1,60
Timo	1,6	2,0	1,6	1,73
Javor	1,4	1,4	1,2	1,33
Dukat	1,0	1,1	1,0	1,03
Jezero	1,0	1,1	1,0	1,03
Kristal	1,2	1,1	1,0	1,10
Angela	1,1	1,1	1,1	1,10
Partner	1,1	1,1	1,0	1,07
Prosek	1,34	1,40	1,21	1,32
CV%	13,1	23,3	16,6	18,4
LSD 0,5	0,3	0,6	0,1	0,5
0,1	0,4	0,8	0,3	0,4

Broj grana kod sorte Javor bio je visoko signifikantno veći u odnosu na sorte Dukat i Jezero, i signifikantno veći u odnosu na Angelu i Partner. U 2011. godini najveći broj bazalnih grana utvrđen je kod sorte Timo (2,0). U odnosu na sve sorte determinantnog porasta stabla ova razlika je bila visoko signifikantna sa izuzetkom kod sorte Javor. Ostale sorte indeterminantnog porasta stabla imale su značajno veći broj grana u odnosu na sorte determinantnog porasta stabla sa izuzetkom kod sorte Javor. Razlike između sorti indeterminantnog porasta stabla nisu bile značane. Takođe, međusobne razlike između sorti determinantnog porasta stabla nisu bile značane za 2011. godinu. U 2012. godini najveći broj bazalnih grana utvrđen je za sortu Timo (1,6 grana) što je visoko signifikantno više u poređenju sa svim ispitivanim sortama

determinantnog porasta stabla i signifikantno više u poređenju sa svim sortama indeterminantnog porasta stabla. Takođe, broj grana kod sorte NS Junior bio je visoko signifikantno viši u poređenju sa svim ispitivanim sortama determinantnog porasta stabla i signifikantno više u odnosu na Jantar. Među sortama determinantnog porasta stabla najveći prosečan broj bazalnih grana utvrđen je za sortu Javor (1,2), što je značajno više u poređenju sa svim ostalim ispitivanim sortama navedenog tipa porasta stabla. Razlike između ostalih ispitivanih sorti nisu bile značajne za navedeno svojstvo.

6.3.4. Broj internodija

Prosečan broj internodija kod ispitivanih sorti graška na nivou ogleda iznosio je 18,4 sa variranjem od 16,2 do 23,3 (Tab. 11). Najveći broj internodija utvrđen je kod vrlo kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla NS Junior i Jantar, po 23,3. Srednje kasne sorte indeterminantnog porasta stabla Trezor i Timo formirale su 17,1 odnosno 17,0 internodija. Među sortama determinantnog porasta stabla, najveći broj internodija utvrđen je kod sorte Javor, 19,1, te kod sorti Kristal (17,4) i Dukat (17,2). Najmanji prosečan broj internodija utvrđen je kod biljaka sorte Jezero (16,2). Varijabilnost između ispitivanih sorti za broj internodija iznosila je prosečno 43%.

Variranje u prosečnom broju internodija u zavisnosti od agroekoloških uslova godine bilo je slabo izraženo, od 17,7 u 2012. godini do 18,9 u 2011. godini, odnosno prosečna varijabilnost u zavisnosti od uslova godine iznosila je 6,8%. U 2010. godini sorte NS Junior i Jantar imale su visoko signifikantno veći broj internodija u odnosu na sve ostale ispitivane sorte. Međusobne razlike između ostalih ispitivanih sorti, bez obzira na tip porasta stabla, nisu bile signifikantne. U 2011. godini ostvarene su i najveće prosečne vrednosti za broj internodija. Kod sorti NS Junior i Jantar utvrđeno je 26,1, odnosno 26,4 internodije po biljci, što je visoko signifikantno više u poređenju sa svim ostalim sortama. Kod sorte determinantnog porasta Javor utvrđen je prosečan broj internodija od 18,8 što je signifikantno više u poređenju sa sortama Jezero (16,4) i Angela (15,9), odnosno razlika sa sortom Angela je na granici visoke signifikantnosti. Vrlo je interesantno da je razlika u broju internodija sorte Dukat, kao običnog predstavnika sorti determinantnog porasta stabla, u odnosu na sortu Trezor (indeterminantnog porasta stabla) na granici signifikantnog.

U 2012. godini nisu utvrđene značajne razlike između vrlo kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (NS Junior i Jantar) i sorte Javor. Razlike između ove tri sorte, sa jedne strane, i svih drugih sorti, sa druge strane, bile su visoko signifikantne. Pored toga, značajne razlike za

ispitivano svojstvo utvrđene su i između sorti Kristal i Jezero (15,3) što je ujedno i najniža prosečna vrednost za broj internodija na nivou celog ogleada.

Tabela 11. Broj internodija kod posmatranih genotipova u peroidu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	22,1	26,1	21,8	23,3
Jantar	21,5	26,4	22,0	23,3
Trezor	18,0	16,8	16,4	17,1
Timo	18,0	17,2	15,9	17,0
Javor	18,2	18,8	20,2	19,1
Dukat	17,2	17,9	16,4	17,2
Jezero	17,0	16,4	15,3	16,2
Kristal	18,4	16,8	17,0	17,4
Angela	17,4	15,9	16,0	16,4
Partner	18,0	16,7	16,0	16,9
Prosek	18,6	18,9	17,7	18,4
CV%	5,6	6,2	5,6	6,0
LSD 0,5	2,0	2,1	1,7	1,9
0,1	2,7	2,9	2,3	2,6

6.3.5. Visina stabla do prve mahune

Prosečna visina stabla do prve mahune na nivou ogleada iznosila je 56,1 cm (Tab. 12). Utvrđene su značajne razlike u visini stabla do prve mahune između ispitivanih sorti proteinskog graška. Sve ispitivane sorte mogu se grupisati u 4 grupe prema visini stabla do prve mahune. Najveće prosečne vrednosti za ispitivano svojstvo utvrđene su kod vrlo kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla. Tako je visina prve mahune za sortu Jantar 106,3 cm, a NS Junior 101,1 cm. Razlika između ove dve sorte nije statistički značajna, dok su sve ostale ispitivane sorte imale visoko signifikantno manju visinu prve mahune. Drugu grupu čine kasnostasne sorte indeterminantnog porasta stabla (Trezor i Timo), kao i Javor, sorta determinantnog porasta stabla. Kod ove grupe sorti ispitivana vrednost prosečno je veća od 50 cm.

Tabela 12. Visina stabla do prve mahune (cm) kod posmatranih genotipova u peroidu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	106,5	99,6	97,2	101,1
Jantar	107,9	107,0	103,9	106,3
Trezor	63,4	53,9	47,7	55,0
Timo	76,1	47,4	44,3	55,9
Javor	54,8	52,3	46,7	51,3
Dukat	39,6	36,9	27,7	34,7
Jezero	47,1	40,3	37,3	41,6
Kristal	35,4	41,0	28,1	34,8
Angela	47,9	38,6	34,6	40,4
Partner	45,5	42,4	32,4	40,1
Prosek	62,4	55,9	50,0	56,1
CV%	10,3	9,0	10,7	9,5
LSD 0,5	11,0	8,6	9,1	9,8
0,1	15,1	11,8	12,6	12,5

Treću grupu čine sorte determinantnog porasta stabla i afila tipa lista, kod kojih je prosečna visina stabla do prve mahune veća od 40 cm (Partner, Angela i Jezero). Razlike između vrednosti druge i treće grupe statistički su značajne. Najmanja prosečna visina stabla do prve mahune utvrđena je za biljke sorti Dukat (34,7 cm) i Kristal (34,8 cm). Varijabilnost između ispitivanih sorti za visinu stabla do prve mahune iznosila je prosečno 206%.

Posmatrano po godinama ispitivanja vrednost za visinu stabla do prve mahune nije mnogo varirala, mada je bila najviša u 2010. i iznosila je 62,4 cm. U 2011. vrednost posmatranog pokazatelja je bila 55,9 cm a u 2012. 55,0 cm. Analizom rezultata iz tabele 12. može se uočiti da se, gledano po sortama i godinama ispitivanja, zakonomernost prosečnih vrednosti uglavnom poklapala. Sorte NS Junior i Jantar su imale najviše vrednosti za visinu stabla do formiranja prve mahune, a sorta Dukat najmanje.

6.3.6. Broj mahuna po biljci

Prosečan broj mahuna po biljci na nivou oglada iznosio je 10,3 (Tab. 13). Razlike u broju mahuna između ispitivanih sorti proteinskog graška bile su relativno male.

Rezultati trogodišnjeg proseka ukazuju na to da su najveći broj mahuna po biljci imale četiri sorte i to dve indeterinantnog porasta stabla, NS Junior (12,5) i Jantar (11,2), kao i dve sorte

determinantnog porasta stabla, Javor (11,3) i Kristal (11,2). Najmanji prosečan broj mahuna utvrđen je na biljkama sorte Jezero (7,6). Razlike u prosečnom broju mahuna po biljci bile su statistički značajne između sorte Jezero i gore navedenih sorti. Prosečan broj mahuna po biljci kod ostalih ispitivanih sorti varirao je od 9,1 kod sorte Partner do 10,5 mahuna kod sorte Timo, i ove vrednosti nisu se značajno razlikovale.

Tabela 13. Broj mahuna po biljci kod ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	9,2	11,4	16,8	12,5
Jantar	8,1	11,0	14,4	11,2
Trezor	11,6	8,9	10,8	10,4
Timo	10,2	9,9	11,5	10,5
Javor	9,6	12,9	11,3	11,3
Dukat	9,3	8,6	11,6	9,8
Jezero	7,4	7,9	7,5	7,6
Kristal	11,2	9,7	12,8	11,2
Angela	6,9	8,9	12,0	9,3
Partner	8,1	9,3	10,0	9,1
Prosek	9,2	9,9	11,9	10,3
CV%	18,2	20,8	19,0	19,4
LSD 0,5	3,7	3,1	3,2	3,2
0,1	5,1	4,2	4,4	4,3

Gledano po godinama ispitivanja u 2012. je ostvaren najveći broj mahuna po biljci za sve genotipove, 11,9 mahuna. U 2010. godini je prosečan broj mahuna po biljci bio najniži 9,2, a u 2011. je iznosio 9,9. Ovakav rezultat je verovatno posledica količine i rasporeda padavina po godinama. U 2012. palo je 466,2 mm kiše po metru kvadratnom što je značajno više od višegodišnjeg proseka koji iznosi 364,3 mm. Apsolutni maksimum u broju mahuna po biljci, na nivou celog oglada, ostvaren je kod sorte NS Junior u 2012. godini (16,8 mahuna), a apsolutni minimum kod sorte Angela u 2010. godini (6,9 mahuna).

6.3.7. Broj semena po mahuni

Prosečan broj semena po mahuni na nivou oglada iznosio je 4,3 (Tab. 14). Razlike u broju semena po mahuni između ispitivanih sorti proteinskog graška po godinama ispitivanja bile su relativno male. Najveći broj semena po mahuni na nivou oglada ostvarile su sotre Timo (5,0), srednje kasna sorta indeterminantnog porasta stabla, i Javor (4,9) srednje rana sorta ograničenog

porasta stabla i običnog tipa lista ostvarile su visoko značajno veći broj semena po mahuni u odnosu na srednje rane sorte ograničenog porasta stabla (Angela, Partner i Dukat). U 2010. godini srednje kasne sorte indeterminantnog porasta stabla i običnog tipa lista (Timo i Trezor) imale su značajno veći broj semena po mahuni u odnosu na srednje rane sorte afila tipa lista (Angela i Partner) i sorte Javor. Sorte Dukat i Timo ostvarile su najviše semena po mahuni u 2011. godini (5,0). Angela je imala najmanji broj semena u 2012. godini (3,6) značajno manje u odnosu na prosek (4,3). Sorta Trezor ostvarila je značajno veći broj semena po mahuni (5,0) u odnosu na prosek za pomenutu godinu.

Tabela 14. Broj semena po mahuni kod ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	4,6	3,8	4,0	4,1
Jantar	4,4	4,5	4,1	4,3
Trezor	5,0	4,5	5,0	4,8
Timo	5,2	5,0	4,7	5,0
Javor	3,9	3,8	3,8	3,8
Dukat	4,9	5,0	4,7	4,9
Jezero	4,6	3,5	4,4	4,2
Kristal	5,0	4,8	4,7	4,8
Angela	3,7	3,5	3,6	3,6
Partner	3,9	3,8	3,8	3,8
Prosek	4,5	4,2	4,3	4,3
CV%	9,2	9,8	8,2	9,1
LSD 0,5	0,7	0,7	0,6	0,7
0,1	1,0	1,0	0,8	0,9

6.3.8. Masa 1000 semena

Na nivou oglada prosečana masa hiljadu semena iznosila je 193,9 g. Najveću masu hiljadu semena ostvarile su srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista Javor (238,9 g) i Dukat (223,8 g) koje su ostvarile značajno veću masu hiljadu semena u odnosu na trogodišnji prosek. Sorte ograničenog porasta stabla i afila tipa lista (Jezero, Kristal, Angela i Partner) ostvarile su veću masu hiljadu semena u odnosu na prosek oglada međutim te razlike nisu bile značajne. Sve ispitivane sorte ograničenog porasta (od 212,1 do 238,9 g) imale su visoko značajno veću masu hiljadu semena u odnosu na sorte indeterminantnog porasta stabla (od 143,2 do 152,3 g). Posmatrano po godinama, masa hiljadu semena nije se značajno razlikovala.

Tabela 15. Masa 1000 semena (g) kod ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	155,8	131,2	156,4	148,9
Jantar	137,5	132,4	159,9	143,2
Trezor	155,0	143,1	158,9	152,3
Timo	151,0	142,5	156,4	150,0
Javor	245,6	231,2	239,9	238,9
Dukat	221,9	220,1	255,8	232,6
Jezero	224,5	219,8	227,1	223,8
Kristal	213,2	207,6	215,6	212,1
Angela	221,9	210,2	238,2	223,4
Partner	215,6	210,6	216,5	214,2
Prosek	194,2	184,9	202,5	193,9
CV%	5,1	9,4	5,9	10,8
LSD 0,5	16,0	29,4	20,3	34,0
0,1	21,9	40,3	27,9	45,2

6.3.9. Prinos semena

Rezultati ispitivanja prinosa semena prikazani u tabeli 16. pokazuju da je prosečan prinos u sve tri godine ispitivanja bio najviši kod srednje ranih i ranih sorti. Najveći prinos je ostvarila rana sorta sa afile tipom lista, Kristal (5078 kg/ha) visoko značajno više od svih sorti indeterminantnog porasta i sorte Jezero (srednje rane sorte ograničenog porasta sa afile tipom lista). Prinosi ostalih ispitivanih srednje ranih sorti (Javor, Dukat, Angela i Partner) nisu se značajno razlikovali na nivou oglada. Kasne sorte NS Junior i Jantar imale su značajno niže prosečne prinose u odnosu na srednje rane sorte ograničenog porasta koji su iznosili 2717 kg/ha i 2690 kg/ha. Srednje kasne sorte imale su prosečne trogodišnje prinose od 3206 kg/ha (Trezor) i 3174 kg/ha (Timo), visoko značajno manje od svih sorti odganičenog porasta izuzev sorte Jezero (3574 kg/ha) od koje se nisu statistički značajno razlikovale po prinosu semena. Ako se rezultati ispitivanja prate posmatranjem prosečnih vrednosti po godinama ispitivanja, može se zaključiti da su najviši prinosi ostvareni u 2012 (4045 kg/ha), zatim u 2010 (3978 kg/ha). Najniži prinosi bili su u 2011 (3777 kg/ha).

Rezultati su pokazali da su statistički visoko značajno veći prinos ostvareni u 2010 kod srednje ranih sorti Javor i Dukat i ranih sorti sa afile tipom lista Kristal, Angela i Partner. U 2011 su takođe srednje rane sorte Javor, Kristal i Dukat ostvarile visoko značajno veći prinos u odnosu

na prosek. Sorta Kristal je imala i u 2012. visoko značajno veći prinos u odnosu na prosek, dok je sorta Dukat ostvarila značajno veći prinos u odnosu na prosečan prinos semena u pomenutoj godini.

Tabela 16. Prinos semena graška (kg/ha) kod ispitivanih genotipova u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	2977	2920	2255	2717
Jantar	2843	3045	2182	2690
Trezor	3100	2762	3757	3206
Timo	3117	2553	3853	3174
Javor	4971	5477	4547	4998
Dukat	4893	4597	5047	4846
Jezero	3523	3273	3927	3574
Kristal	4870	4897	5467	5078
Angela	4690	4113	4790	4531
Partner	4800	4137	4627	4521
Prosek	3978	3777	4045	3933
CV%	5,4	7,4	11,5	8,5
LSD 0,5	368	479	801	547,5
0,1	504	656	1098	728,5

Kod biljaka neograničenog porasta stabla utvrđena je statistički visoko značajna pozitivna korelacija između visine biljka i visine biljaka do prve mahune (0,97), odnosno broja internodija (0,87). Statistički značajna negativna povezanost ostvarena je između visine biljaka neograničenog porasta stabla i broja semena po mahuni (-0,64). Povećanjem broja biljaka po jedinici površine statistički značajno se smanjivao broj mahuna po biljci (-0,58), a masa 1000 semena se statistički visoko značajno smanjivala (-0,71). Statistički značajna negativna korelacija ostvarena je između broja grana i mase 1000 semena (-0,69).

Biljke ograničenog porasta stabla ostvarile su statistički značajnu pozitivnu koorelaciju između broja biljaka po jedinici površine sa brojem grana (0,54), brojem internodija (0,50) i visinom do prve mahune (0,51). Statistički značajna pozitivna korelacija ustanovljena je između visine biljaka ograničenog porasta stabla i broja internodija (0,47), odnosno statistički visoko značajna korelacija između visine biljaka i visine stabla do prve mahune (0,58). Statistički visoko značajna pozitivna korelacija utvrđena je između broja grana i broja internodija (0,64), kao i visine biljke do prve mahune (0,69). Statistički značaj na pozitivna korelacija utvrđena je između

broja internodija i visine stabla do prve mahune. Između visine stabla do prve mahune i broja mahuna po biljci, kod biljaka ograničenog porasta stabla, utvrđena je statistički visoko značajno negativna korelacija (-0,76).

Tabela 17. Koeficijenti korelacije između komponenti prinosa genotipova stočnog graška neograničenog porasta stabla (iznad dijagonale) i genotipova ograničenog porasta stabla (ispod dijagonale)

	Broj biljaka	Visina biljaka	Broj grana	Broj internod.	Visina prve mahune	Broj mahuna	Broj semena/mahuni	Masa 1000 semena	Prinos
Broj biljaka	-	0,25	0,35	0,40	0,37	-0,58*	-0,33	-0,71**	0,12
Visina biljaka	0,25	-	-0,30	0,87**	0,97**	0,33	-0,64*	-0,14	-0,45
Broj grana	0,54*	0,25	-	-0,06	-0,22	-0,52	0,22	-0,69*	-0,04
Broj internodija	0,50*	0,47*	0,64**	-	0,88**	0,21	-0,70**	-0,51	-0,39
Visina prve mahune	0,51*	0,58**	0,69**	0,54*	-	0,19	-0,64*	-0,25	-0,50
Broj mahuna	-0,42	-0,23	-0,35	-0,14	-0,76**	-	-0,46	0,40	-0,40
Broj semena/mahuni	-0,60**	-0,39	-0,17	0,03	-0,29	0,32	-	0,28	0,52
Masa 1000 semena	0,24	0,16	0,27	0,20	0,10	0,08	-0,15	-	0,11
Prinos	0,30	0,06	0,33	0,38	-0,09	0,36	0,19	0,21	-

6.3.10. Kvalitet semena graška

6.3.10.1. Energija klijanja semena

Tabela 18. Energija klijanja semena ispitivanih genotipova proteinskog graška u momentu žetve (%) u periodu od 2010-2012. godine

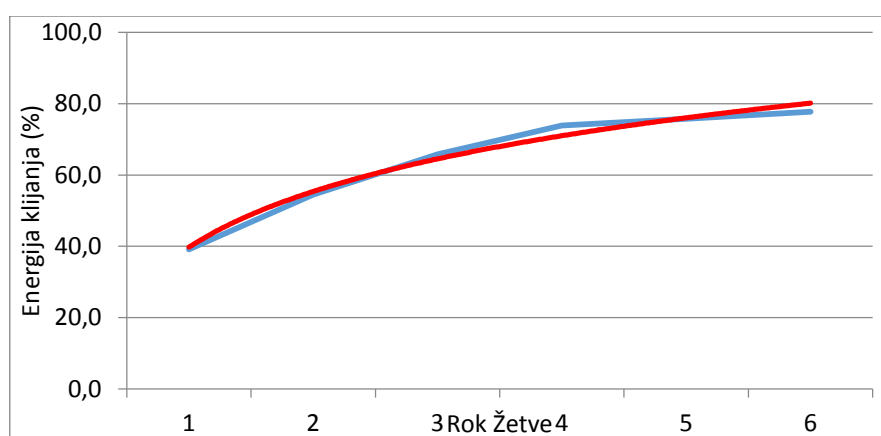
Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	59,8	74,3	72,1	68,7
Jantar	61,3	75,0	75,8	70,1
Trezor	66,2	76,1	80,7	74,3
Timo	72,8	76,2	80,7	76,6
Javor	86,3	80,4	84,6	83,8
Dukat	86,3	77,6	85,7	83,2
Jezero	79,0	81,4	80,1	80,2
Kristal	73,8	83,1	81,2	81,9
Angela	82,3	84,4	79,0	79,7
Partner	80,8	83,5	78,2	78,8
Prosek	74,9	79,2	79,8	78,0
CV%	6,4	5,3	7,4	7,3
LSD 0,5	8,2	7,1	10,1	9,3
0,1	11,2	9,8	13,9	12,4

U 2010. godini energija klijanja semena kasnih sorti proteinskog graška, neograničenog porasta stabla (NS Junior i Jantar), bila je visoko značajno niža (59,8% i 61,3%) u odnosu na prosečnu energiju klijanja (74,9%), kao i na energiju klijanja svih sorti ograničenog porasta stabla, koja se kretala u intervalu od 73,5% do 86,3%. Srednje kasne sorte neograničenog porasta stabla (Trezor i Timo) ostvarile su energiju klijanja semena (66,2% i 72,8%), značajno nižu u odnosu na većinu sorti ograničenog porasta stabla.

Srednje kasne sorte (Trezor i Timo) i kasne sorte (NS Junior i Jantar) neograničenog porasta stabla ostvarile su značajno manju energiju klijanja semena (76,1%, 76,2%, 74,3% i 75,0%) u odnosu na srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i afila tipom lista (Kristal, Partner i Angela) koje su imale energiju klijanja semena 83,1%, 83,5% i 84,4% u 2011. godini. Energija klijanja semena u okviru sorti ograničenog porasta stabla nije se značajno razlikovala, bez obzira na tip lista. Sve sorte ograničenog porasta imale su veću energiju klijanja semena u odnosu na sorte neograničenog tipa porasta stabla. Razlike u okviru sorti neograničenog porasta stabla bile su izuzetno male i kretale su se u intervalu od 1,9%.

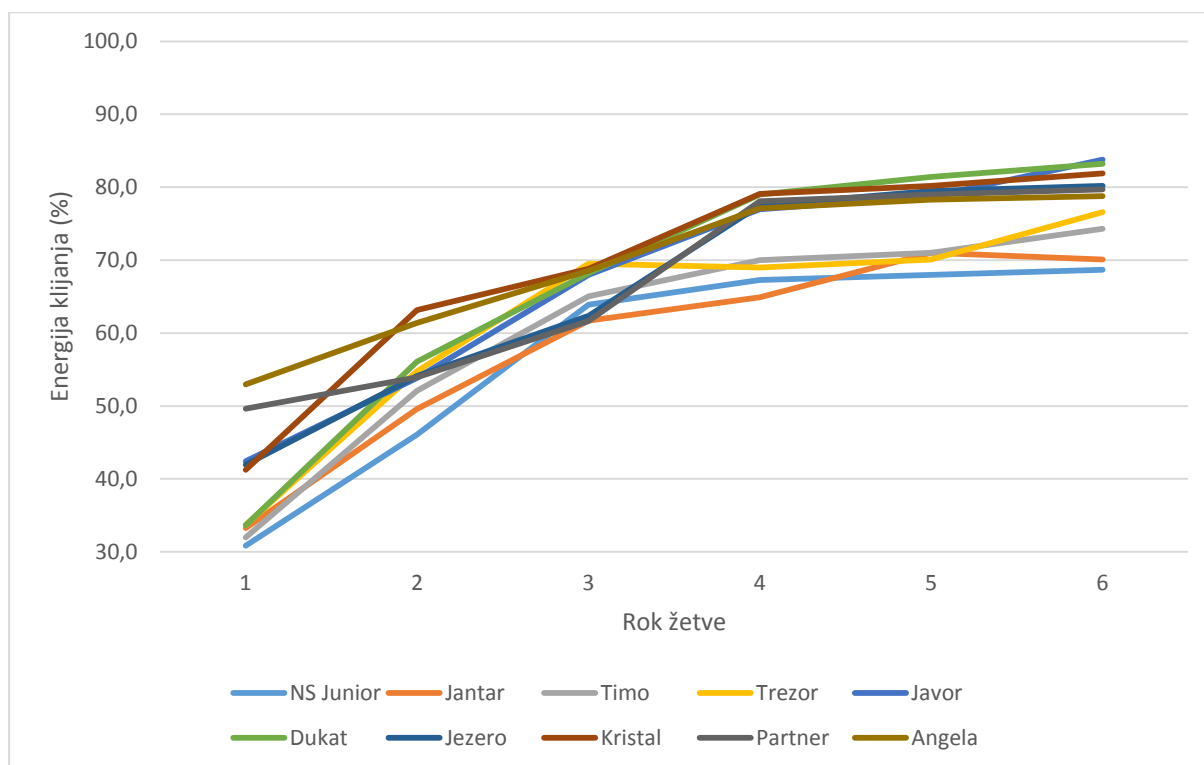
Analizom rezultata energije klijanja semena u 2012. godini može se utvrditi da nije bilo značajnog odstupanja pojedinih sorti u odnosu na prosek (79,4%). Jedino su srednje rane sorte običnog tipa lista (Dukat i Javor) ostvarile visoko značajno razliku u energiji klijanja semena (85,7% i 84,6%) u odnosu na ustanovljenu prosečnu vrednost.

Na nivou ispitivanog perioda (2010-2012.) utvrđeno je da je kasna sorta neograničenog porasta stabla NS Junior imala značajno manju energiju klijanja semena u odnosu na prosek ogleda (78,0%). Srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista (Dukat i Javor) imale su značajno veću energiju klijanja semena (83,2% i 83,8%) u odnosu na kasne sorte neograničenog porasta stabla (NS Junior i Jantar), koje su imale energiju klijanja semena 68,7%, odnosno 70,1%. Sve sorte ograničenog porasta stabla, bez obzira na tip lista, ostvarile su značajno veću energiju klijanja semena u odnosu na kasne sorte neograničenog porasta stabla. Razlike u energiji klijanja semena unutar grupa sorti (ograničenog i neograničenog porasta stabla) nisu se statistički značajno razlikovale. Srednje kasne sorte neograničenog porasta stabla (Trezor i Timo) ostvarile su manju energiju klijanja semena u odnosu na sve sorte neograničenog porasta stabla, međutim, te razlike nisu bile značajne.



Grafik 11. Prosečna energija klijanja semena proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve

Prosek energije klijanja svih sorti, u sve tri godine ispitivanja energija klijanja se povećavala sa rokovima žetve i kretala se u intervalu od 39,2% (u prvom roku žetve) do 77,7% u poslednjem, šestom roku žetve. Energija klijanja se povećavala do četvrtog roka žetve, odnosno do sadržaja vlage u semenu od oko 30%, sa daljim smanjenjem sadržaja vlage u semenu energija klijanja se blaga povećavala do poslednjeg roka žetve i sadržaja vlage od oko 12%.



Grafik 12. Prosečna energija klijanja semena proteinskog graška u zavisnosti od genotipa i roka žetve

Energija klijanja semena proteinskog graška kod prva tri roka žetve nije značajno varirala u zavisnosti na tip porasta stabla dok se u četvrtom, petom i šestom roku žetve može uočiti diferenciranje sorti u odnosu na tip porasta. U četvrtom roku žetve sorte sa neograničenim porastom stabla ostvarile su energiju klijanja od 64,9% kod sorte Jantar do 70% kod sorte Timo, dok su sorte sa ograničenim porastom stabla, u četvrtom roku žetve, ostvarile energiju klijanja između 77% (sorta Javor) i 79,1% (sorta Kristal). U petom roku žetve utvrđena je energija klijanja kod sorti neograničenog porasta između 68% i 71%, dok su sve sorte sa ograničenim porastom ostvarile značajno veću energiju klijanja semena koja je iznosila preko od 78,3% do 80,2%. Utvrđena energija klijanja u posljednjem, šestom roku žetve, kretala se u intervalu od 68,7 do 76,6% kod sorti sa neograničenim porastom stabla, dok je utvrđena energija klijanja za sorte ograničenog porasta bila značajno viša i iznosila je od 78,8% do 83,8%.

6.3.10.2. Kljavost semena

Kasne sorte neograničenog porasta stabla (NS Junior i Jantar) ostvarile su visoko značajno nižu kljavost semena (79,7% i 79,0%) u odnosu na prosek (89,1%) u 2010. godini. Dukat, srednje rana sorta ograničenog porasta stabla, imala je visoko značajno veću kljavost semena u odnosu na sve sorte neograničenog porasta stabla (NS Junior, Jantar, Trezor i Timo). Pomenuta sorta

ostvarila je i značajno veću klijavost semena u odnosu na prosek ogleda. Klijavost unutar grupa sorti ograničenog i neograničenog porasta stabla nije se značajno razlikovala u 2010. godini.

Tokom 2011. godine sve sorte ograničenog porasta stabla (Javor, Dukat, Jezero, Kristal, Angela i Partner), bez obzira na tip lista, ostvarile su značajno veću klijavost semena u odnosu na kasne (NS Junior i Jantar) i srednje kasne sorte neograničenog porasta stabla (Trezor i Timo). Srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i afila tipom lista (Kristal, Angela i Partner) imale su visoko značajno veću klijavost semena (96,8%, 94,9% i 95,6%) u odnosu na sve sorte neograničenog porasta stabla. Razlike između klijavosti semena kod sorti ograničenog porasta bile su veoma male i kretale su se u intervalu od 3,8%.

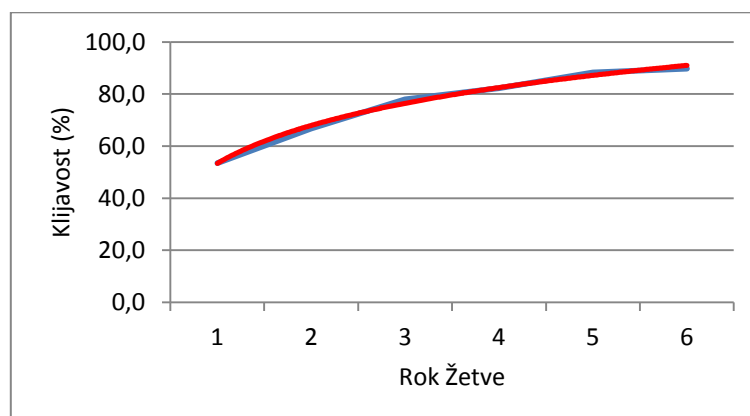
Najveća prosečna klijavost semena (92,3%) bila je u 2012. godini. Klijavost semena se kod nijedne sorte, koja je korišćena u ogledu nije značajno razlikovala u odnosu na prosek ogleda u pomenutoj godini. Iako nisu postojale značajne razlike u odnosu na prosek, sorte neograničenog porasta stabla ostvarile su manju klijavost semena u odnosu na sorte ograničenog porasta stabla. Srednje rana sorta proteinskog graška Angela, imala je značajno veću klijavost semena (97,3%) u odnosu na sorte neograničenog porasta stabla Jantar, Trezor i Timo (88,0%, 87,8% i 85,8%). Srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i afila tipom lista (Kristal i Angela), kao i srednje rane sorte ograničenog porasta stabla sa običnim tipom lista (Dukat i Javor), ostvarile su značajno veću klijavost semena (95,9%, 97,3%, 96,8% i 95,2%) u odnosu na klijavost semena srednje kasnih sorti sa neograničenog porasta stabla (Trezor 87,8 i Timo 85,8%).

Najveću klijavost semena (95,9%), u toku ispitivanog perioda (2010-2012), imala je srednje rana sorta sa običnim tipom lista i ograničenog porasta stabla, sorta Dukat. Klijavost sorte Dukat bila je visoko značajno veća u odnosu na sve sorte sa neograničenim porastom stabla, srednje kasne (Trezor 84,1% i Timo 84,5%) i kasne sorte (NS Junior 82,7% i Jantar 82,1%). Srednje rane sorte sa ograničenim porastom stabla i afila tipom lista (Angela, Partner i Kristal), kao i sorta Javor (sorta ograničenog porasta stabla i običnim tipom lista), ostvarile su visoko značajno veću klijavost semena (95,0%, 94,7%, 94,4% i 94,8%) u odnosu na kasne sorte sa neograničenim porastom stabla (NS Junior i Jantar), koje su ostvarile 82,7%, odnosno 82,1% klijavosti semena. Prosečna klijavost semena sorti sa ograničenim porastom stabla iznosila je 94,6% i bila visoko značajno veća u odnosu na prosečnu klijavost semena sorti sa neograničenim porastom stabla koja je iznosila 83,4%.

Tabela 19. Klijavost semena ispitivanih genotipova proteinskog graška u žetvi (%) u periodu od 2010-2012. godine

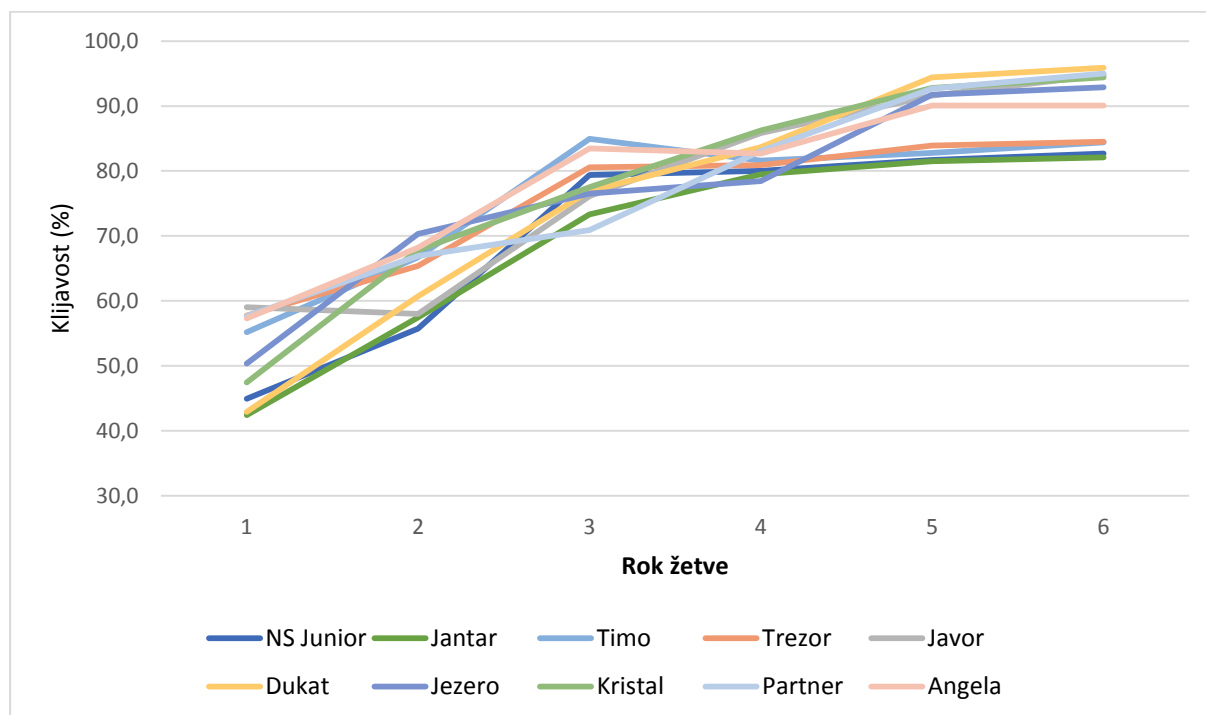
Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	79,7	78,0	90,3	82,7
Jantar	79,0	79,2	88,0	82,1
Trezor	83,0	81,4	87,8	84,1
Timo	85,2	82,3	85,8	84,5
Javor	95,1	93,9	95,2	94,8
Dukat	97,4	93,5	96,8	95,9
Jezero	93,6	93,0	92,1	92,9
Kristal	90,7	96,8	95,9	94,4
Angela	92,8	94,9	97,3	95,0
Partner	95,0	95,6	93,4	94,7
Prosek	89,1	88,9	92,3	90,1
CV%	5,0	5,7	4,5	5,4
LSD 0,5	7,6	8,6	7,2	7,9
0,1	10,4	11,8	9,9	10,5

Klijavost svih sorti u svim godinama ispitivanja se povećavala sa rokovima žetve, najmanja klijavost je ostvarena u prvom roku žetve (53,5%) sa najvećom vlagom semena dok je najveća energija klijanja ostvarena u poselednjem, šestom, roku žetve odnosno sa najmanjim procentom vlage u semenu. Između poslednjeg i predposlednjeg roka žetve nije bilo značajne razlike u energiji klijanja, i ona je iznosila 89,7% i 88,3%. Klijavost između sorti sa ograničenim i neograničenim porastom stabla nije se značajno razlikovala u prva četiri roka žetve. U poslednjem roku, šestom, kao i u petom roku žetve sve sorte sa ograničenim porastom stabla ostvarile su prosečni klijavost preko 90% dok su sorte koje poseduju neograničen porast stabla ostvarile klijavost između 81,7% i 84,5%.



Grafik 13. Prosečna klijavost semena proteinskog graška u zavisnosti od roka žetve

U prva četiri roka žetve nije došlo do diferenciranja sorti u odnosu na tip porasta dok se u petom i šestom roku žetve može uočiti grupisanje sorti sa neograničenim porastom stabla kod kojih je utvrđena klijavost između 80% i 85% dok su sve sorte sa ograničenim porastom ostvarile značajni veću klijavost koja je iznosila preko 90% sa sve sorte ograničenog porasta u petom i šestom roku žetve.



Grafik 14. Prosečna klijavost semena proteinskog graška u zavisnosti od genotipa i roka žetve

6.3.10.3. Sadržaj proteina

Prosečan sadržaj proteina na nivou ogleda iznosio je 24,55%. Po godinama prosečan sadržaj proteina nije statistički značajno varirao i kretao se u intervalu od 24,39% do 24,84%. Kod kasne sorte neograničenog porasta stabla (NS Junior) utvrđen je statistički visoko značajno veći procenat proteina u odnosu na sve srednje kasne i srednje rane sorte. Između kasnih sorti (NS Junior i Jantar) nije utvrđena statistički značajna razlika u sadržaju proteina u sve tri ispitivane godine (2010-2012). Srednje kasne sorte neograničenog porasta stabla (Trezor i Timo) ostvarile su sadržaj proteina 25,27%, odnosno 25,41% statistički visoko značajno više u odnosu na sorte Partner (23,06%) i Dukat (23,14%) a značajno više u odnosu na sve sorte ograničenog porasta stabla izuzev sorte Jezero (24,03%). Između sorti ograničenog porasta stabla nije utvrđena statistički značajna razlika u procentu proteina u semenu.

Tabela 20. Sadržaj sirovih proteina (%) u semenu ispitivanih sorti proteinskog graška u momentu žetve u periodu od 2010-2012. godine

Sorta	Godina			Prosek
	2010	2011	2012	
NS Junior	26,39	27,86	28,69	27,65
Jantar	26,25	27,15	27,99	27,13
Trezor	25,51	25,50	24,80	25,27
Timo	25,34	26,28	24,63	25,41
Javor	22,82	21,49	24,18	22,83
Dukat	23,07	23,72	22,64	23,14
Jezero	24,18	24,32	23,59	24,03
Kristal	23,47	23,80	22,99	23,42
Angela	23,42	24,07	23,24	23,58
Partner	23,44	24,21	21,52	23,06
Prosek	24,39	24,84	24,42	24,55
CV%	3,8	3,6	3,7	3,7
LSD 0,5	1,60	1,52	1,56	1,49
0,1	2,19	2,09	2,14	1,98

6.3.10.4. Sadržaj mikro i makro elemenata u semenu

U kotiledonima (tab. 21), sorta Timo je zadržala visok procenat cinka (11,6 mg/kg), ali se povećao i sadržaj fosfora (5543 mg/kg). Sorta Trezor je imala najviši sadržaj kalcijuma (1525 mg/kg) i natrijuma (156,1 mg/kg). Kasna sorta NS Junior i dalje je imala najveći sadržaj azota (4,418%), kao i najveći sadržaj mikroelemenata gvožđa (34,3 mg/kg), kalijuma (8908 mg/kg) i magnana (1477 mg/kg). Nasuprot NS Junioru, sorta Jantar je imala najniži sadržaj kalcijuma (1148 mg/kg), bakra (9,0 mg/kg), natrijuma (100,5 mg/kg), fosfora (4806 mg/kg) i nijedan element u maksimumu. Nizak sadržaj ugljenika konstatovan je kod sorte Javor (39,90 mg/kg) i visok sadržaj nikla (2,2 mg/kg).

Kod sorte Dukat nije ustanovljena nijedna najviša ni najniža vrednost u sadržaju ispitivanih elemenata u kotiledonima (tab. 21). Nizak sadržaj bakra (9,0 mg/kg), mangana (1246 mg/kg), nikla (1,6 mg/kg) i visok sadržaj mangana (14,1 mg/kg) konstatovan je kod sorte Jezero. Rana sorta Angela imala je visok sadržaj ugljenika (40,13%), kao i bakra (14,7 mg/kg), nizak sadržaj mangana (12,0 mg/kg) i cinka (5,2 mg/kg). Sorta Prtner je imala najviši sadržaj natrijuma (156,7 mg/kg) i najniži sadržaj nikla (1,6 mg/kg) na nivou ogleda. Najniži sadržaj gvožđa (22,8 mg/kg) imala je sorta Kristal (tab. 21).

Tabela 21. Sadržaj makro i mikro elemenata u kotiledonima semena proteinskog graška pri sadržaju vlage u semenu od oko 12% u 2012. godini

Sorta	C %	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Na mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg
NS Junior	39,95	5194	8908	1426	1477	9,7	34,3	10,9	132,7	2,1	11,1
Jantar	39,93	4806	8399	1148	1344	9,0	32,9	10,2	105,5	1,8	6,7
Trezor	40,04	5270	8451	1525	1255	14,2	27,5	12,2	156,1	1,7	10,2
Timo	39,92	5543	8638	1389	1242	12,0	27,1	12,0	146,4	1,8	11,6
Javor	39,90	4900	8474	1442	1366	10,0	30,4	12,3	143,6	2,2	8,1
Dukat	40,06	4946	8220	1547	1381	11,0	23,9	13,1	143,8	1,7	6,3
Jezero	40,36	4931	8330	1459	1246	9,0	27,2	14,1	113,1	1,6	7,7
Kristal	40,05	5060	8366	1693	1423	11,7	22,8	13,2	154,1	2,0	7,6
Angela	40,13	4826	8129	1655	1275	14,7	25,6	12,0	125,0	1,8	5,2
Partner	40,06	5033	8262	1574	1323	11,0	30,3	13,9	156,7	1,6	10,5

Sadržaj posmatranih parametara u semenjači, prikazan je u tabeli 22. Sorta Timo je imala najveće pokazatelje za sadržaj ugljenika (41,59 mg/kg), bakra (5,1), kalijuma (5161 mg/kg), natrijuma (203,0 mg/kg) i nikla (0,4 mg/kg). Iako iz iste grupe zrenja i sa istim tipom porasta stabla, sorta Trezor je imala sve posmatrane vrednosti u proseku, i dve najniže i to za sadržaj magnezijuma (1791 mg/kg) i nikla (0,2 mg/kg). Sorta NS Junior imala je najveće vrednosti za sadržaj mikroelemenata i to magnezijuma (2999 mg/kg) i mangana (9,7 mg/kg). Najnižu vrednost je pokazala u ovom ispitivanju kod sadržaja kalcijuma (3889 mg/kg). Jantar je imao najveći sadržaj azota (1,065%) i fosfora (543,1 mg/kg), najniži sadržaj cinka (nd). Kod sorte Javor najveće vrednosti su zabeležene kod sadržaja gvožđa (31,6 mg/kg) i nikla (0,4 mg/kg), a najniže vrednosti za sadržaj azota (0,598%) i cinka (nd). Sorta Dukat je imala jedan maksimum u sadržaju mikroelemenata cinka (11,8 mg/kg) i minimum kod sadržaja ugljenika (39,52 mg/kg). Sadržaj nikla (0,4 mg/kg) imala je, u ovoj grupi ispitivanja, sorta Jezero, isto kao i sorte Timo i Javor. Sorta Javor je imala i sadržaj cinka u tragovima (nd). Sadržaj kalcijuma od 6065 mg/kg zabeležen je kod sorte Angela, kao najviši. Ova sorta je imala i minimalan sadržaj kalijuma (2055 mg/kg) i nikla (0,2 mg/kg). Sorta Partner je imala najniži sadržaj mangana (4,1 mg/kg) dok je sorta Kristal iskazala čak šest najnižih vrednosti i to kod mikroelemenata, bakra (1,5 mg/kg), gvožđa (21,7 mg/kg), natrijuma (82,9 mg/kg), nikla (0,2 mg/kg), fosfora (232,6 mg/kg) i cinka (nd). Ako se posmatra sadržaj gvožđa može se videti da nije postojala jasna granica

između sadržaja ovog elementa u kotiledonima i semenjači. Sadržaj gvožđa je bio nešto viši kod kotiledona, ali je kod nekih sorata sadržaj gvožđa u semenjači bio na nivou sadržaja u celom semenu, kao što je to slučaj kod sorte Javor. Sorte Dukat i Timo su se isticale po visokom sadržaju gvožđa u celom semenu. Sadržaj kalijuma je bio u proseku, dva puta manji u semenjači nego u kotiledonima. Kod sadržaja kalijuma je najmanje došla do izražaja sortna razlika. Sadržaj magnezijuma je bio skoro duplo veći u semenjači, osim kod sorti Timo i Trezor gde je razlika između sadržaja magnezijuma bila manja u donosu na kotiledone. Sorte NS Junior i Jantar su imale najveći sadržaj magnezijuma u semenjači.

Tabela 22. Sadržaj makro i mikro elemenata u semenjači semena proteinskog graška pri sadržaju vlage u semenu od oko 12% u 2012. godini

Sorta	C %	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Na mg/kg	Ni mg/kg	Zn mg/kg
NS Junior	39,58	406,7	4312	3889	2999	4,3	27,2	9,7	121,6	0,3	0,5
Jantar	39,74	543,1	4174	4266	2890	4,1	27,3	8,0	117,3	0,3	Nd
Trezor	41,38	454,8	4746	4107	1791	4,8	29,5	6,8	141,1	0,2	1,2
Timo	41,59	330,7	5161	4458	1911	5,1	30,8	6,9	203,0	0,4	0,3
Javor	39,61	266,5	4927	4493	2646	4,0	31,6	5,5	118,9	0,4	Nd
Dukat	39,52	420,5	3626	5569	2206	4,7	27,2	5,7	150,8	0,3	11,8
Jezero	39,46	364,6	4525	5322	2406	3,5	30,8	4,8	134,6	0,4	Nd
Kristal	39,86	232,6	3298	5070	2027	1,5	21,7	4,8	82,9	0,2	Nd
Angela	39,84	252,1	2055	6065	2373	3,2	28,4	4,6	100,9	0,2	6,1
Partner	39,57	265,0	4047	4720	2477	3,3	26,1	4,1	108,6	0,3	3,8

Na osnovu dobijenih rezultata odnos elemenata koji su ustanovljeni u semenu graška, je bio takav da je sadržaj azota, kalijuma i bakra bio značajno viši u kotiledonima u odnosu na semenjaču. Sadržaj ugljenika i gvožđa bio je na približno istom nivou, bez obzira na deo semena koji je ispitivan, dok je sadržaj kalcijuma i magnezijuma bio viši u semenjači. Fosfora, cinka i nikla je bilo nekoliko puta manje u semenjači nego u kotiledonima. Može se uočiti da je sadržaj kalijuma bio duplo viši kod kotiledona u odnosu na semenjaču, a sadržaj fosfora oko deset puta veći u kotiledonima u odnosu na semenjaču. Sadržaj kalcijuma i magnezijuma bio skoro tri puta viši kod semenjače u odnosu na kotiledone. Sadržaj ugljenika, mangana i gvožđa je bio skoro na istom nivou u svim delovima semena, bakra je bilo skoro duplo više, a cinka višestruko više u kotiledonima nego u semenjači. Kod sadržaja fosfora je uočena najveća razlika između

kotiledona u odnosu na semenjaču. U sadržaju cinka je bilo najvećih kolebanja u vrednostima, kako kod kotiledona, tako i u semenjači. U osnovi je sadržaj cinka bio manji u semenjači.

Sadržaj mangana je bio skoro dva puta veći kod kotiledona, nego kod semenjače. Kod sadržaja mangana došla je do izražaja sortna specifičnost. Rane sorte sa afile tipom lista su imale veći sadržaj mangana u odnosu na sorte sa neograničenim rastom. Kod sadržaja nikla jasno se razlikuje veća količina nikla u kotiledonima, koja je negde bila i do deset puta veća u odnosu na sadržaj u semenjači. Po sadržaju nikla jasno se izdvaja sorte Kristal i NS Junior, čije su vrednosti sadržaja nikla bila najveća.

7. DISKUSIJA

7.1. Dinamika nakupljanja suve materije

Tokom rasta i razvića graška uočavaju se dva maksimuma u intenzitetu porasta biljaka. Prvi je vezan za fazu intenzivnog porasta biljaka (BBHC od 10 do 39), gde dolazi do izduživanja internodija, povećanja visine biljke i značajnog povećanja mase vegetativnog dela biljke. Prinos suve materije u nadzemnim delovima biljke graška zavisi od vremenskih uslova, faze razvoja biljke, sorte i količine pristupačnog azota (Kotecki *et al.*, 1996). Iako je prema Silsbury (1990) dinamika nakupljanja suve materije cele biljke graška bila uzlazna sve do cvetanja (70 dana), posle čega je bila skoro konstantna 50 dana, Nachi i Guen (1996) su ustanovili da se masa cele biljke graška povećavala i posle faze cvetanja, što zavisi od tipa biljke. Takođe je utvrđeno da su krupnoća semena i datum cvetanja u pozitivnoj korelaciji sa sadržajem suve materije u vegetativnoj fazi i fazi početka cvetanja, što povoljno utiče na životnu sposobnost semena. Količina akumulirane suve materije u fazi početka formiranja mahuna u glavnom stablu može da bude dobar rani indikator broja semena po kvadratnom metru i srednje vrednosti mase semena (Poggio, 2005). Količina suve materije u fazi kada je biljka formirala mahune je u pozitivnoj korelaciji sa prinosom semena. Dobijeni rezultati su u skladu sa napred iznetim navodima pod uslovom da poleganje biljaka nije izraženo.

Drugi maksimum intenziteta porasta vezan je za faze formiranja i nalivanja semena (BBCH od 71 do 79). Tokom ovih faza ukupna masa biljke značajno se povećava, dok se masa vegetativnih organa smanjuje, kao posledica redistribucije suve materije i translokacije asimilativa u seme. Dinamika nakupljanja suve materije u celoj biljci proteinskog graška karakterisala se značajnim povećanjem mase tokom faza nalivanja semena sve do dostizanja maksimuma u trećem roku žetve. Prosečna masa biljke, za sve ispitivane genotipove, u fazi početka nalivanja semena iznosila je 15,56 g, a maksimalna vrednost ostvarena je u trećem roku žetve. Nakon toga je došlo do postepenog i blagog smanjenja ukupne mase biljke, do 16,77 g. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa rezultatima Helios and Kotecki (2006) koji su ispitali efekat datuma žetve na akumulaciju suve materije kod dve, morfološki vrlo različite sorte graška: Agra, koja je pripadala afila tipu i konvencionalne sorte Rola. Od vremena pune vegetacije do zrenja došlo je do promena u sadržaju suve materije koji se povećao u semenu, dok je udeo u mahunama i stablu opao. Povećanje mase cele biljke najintenzivnije je bilo između prvog i drugog roka žetve i iznosilo je 11,18%. Prinos cele biljke u trećem roku žetve bio je veći za 6,65% veći u odnosu na prinos biljke iz drugog roka žetve. Od trećeg do petog roka žetve došlo je do blagog smanjenja

mase cele biljke, prosečno za 1,30%, odnosno 1,87%. Najveće smanjenje mase cele biljke izmereno je u šestom, poslednjem roku žetve, kada je iznosilo 6,10%.

Uticaj genotipa na prinos biomase po biljci bio je vrlo izražen. Značajne razlike u dinamici formiranja mase cele biljke uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (Jantar, NS Junior) koje su imale i najveću masu cele biljke, u poređenju sa ostalim sortama. Maksimalni prinos suve materije cele biljke kod sorte Jantar (26,48 g) dostignut je već u drugom roku žetve, što ukazuje na značaj ovih sorti za gajenje i za krmu. Ovo je ujedno i najveća prosečna vrednost mase cele biljke na nivou ogleda. Sorte su se značajno razlikovale po vremenu dostizanja maksimalne vrednosti za prinos cele biljke. Tako su sorte NS Junior i Kristal maksimalnu vrednost dostigle u trećem roku žetve, sorte Dukat, Jezero i Angela u četvrtom, a Timo, Trezor, Javor i Partner u petom roku žetve. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa istraživanjima Kershner (2016) koja je utvrdila prosečnu masu biljke graška od 19,7 g, pet nedelja nakon nicanja.

Prinos nadzemnog vegetativnog dela biljke, prosečno za sve ispitivane genotipove linearno je opadao srazmerno vremenu žetve. Najviši je bio u prvom roku žetve (9,86 g), a najniži u poslednjem roku (6,58 g). Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Lhuillier-Soundele et al. (1999), koji su tokom ispitivanja ustanovili da se oko 90% akumulirane suve materije premešta u seme u vreme sazrevanja semena proteinskog graška. Smanjenje vegetativne mase biljke graška najblaže je u prva dva roka žetve, kada je prosečno iznosilo po 5,20%, odnosno 5,89%. Translokacija suve materije iz vegetativnih organa zatim se ubrzava, i dostiže najveću vrednost između četvrtog i petog roka, 10,49%. Ovaj proces karakteriše se značajnom mobilizacijom P, S, Cu, Fe i Ca iz zidova mahuna i vegetativnih organa u seme (Sankaran and Grusak, 2014).

Značajne razlike u dinamici formiranja mase nadzemnog vegetativnog dela biljke uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (Jantar, NS Junior) koje su imale i najveću masu u poređenju sa ostalim sortama. Kod sorte NS Junior masa suve materije nadzemnog vegetativnog dela biljke u prvom roku žetve iznosila je 13,93 g i stagnirala je do trećeg roka žetve (14,15 g). Od tada pa do poslednjeg roka žetve linearno se smanjivala do najmanje vrednosti od 8,34 g. Kod svih ostalih sorti vegetativna masa smanjivala se linearno od prvog do petog roka žetve, vrlo ujednačenim intenzitetom (po 6,94%), da bi došlo do stagniranja između poslednja dva roka žetve.

U datim istraživanjima masa suve materije mahuna po biljci bila je najveća u prvom roku žetve i opadala je linearno do poslednjeg, šestog roka žetve, što je u skladu sa rezultatima Schiltz et al. (2005). Smanjenje mase suve materije mahuna od prvog do četvrtog roka žetve išlo je po identičnoj stopi od 14% prosečno, dok je u poslednja dva roka žetve bilo nešto blaže, 11,1% prosečno. Za razliku od drugih biljnih delova, uticaj genotipa na masu suve materije mahuna bio je slabo izražen.

Nasuprot vegetativnoj masi, dinamika nakupljanja suve materije u semenu proteinskog graška karakterisala se značajnim povećanjem mase od prvog do četvrtog roka žetve, sa 2,79 g na 8,42 g. Pri tome, intenzitet povećanja mase semena bio je najveći u prva tri roka žetve. U ovom periodu povećanje mase semena išlo je linearno, po dnevnoj stopi od 0,5 do 0,6 g. Nakon toga povećanje mase semena se nastavilo do četvrtog roka, ali značajno slabijim intenzitetom. U navedenom intervalu dnevno povećanje mase semena iznosilo je oko 0,2 g. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa rezultatima Schiltz et al. (2005) prema kojima sadržaj suve materije u semenu raste sa 3,3% na 52,3% od ukupne suve materije biljke, tokom faza formiranja i nalivanja semena.

Od četvrtog roka žetve masa semena je stagnirala, da bi u poslednjem roku žetve blago opala, na 8,40 g. Opšte je poznato da seme proteinskog graška, kao i kod većine drugih biljnih vrsta, dostiže najveći sadržaj suve materije kada postiže maksimalnu krupnoću, a to je period fiziološke zrelosti (Mejia, 1985; Cabrera et al., 1995). U datim istraživanjima fiziološka zrelost, prosečno za sve sorte, dostignuta je u četvrtom roku žetve, kada su biljke bile u fazi fiziološke zrelosti.

Uticaj genotipa na vrednost mase semena po biljci bio je vrlo izražen. Značajne razlike u dinamici formiranja mase semena uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla (Jantar i NS Junior), upoređenju sa ostalim sortama. Kod ovih sorti najveća masa semena po biljci ostvarena je u trećem roku žetve, 10,1 g, odnosno 8,7 g. Na osnovu toga može se zaključiti da je fiziološka zrelost za sorte Jantar i NS Junior nastupila pri vlažnosti semena od 48,2%, odnosno 47,5%. Ovaj zaključak može imati veliki praktični značaj u određivanju vremena za izvođenje hemijske desikacije pri proizvodnji semena ovih sorti. Maksimalna masa semena po biljci, odnosno fiziološka zrelost, kod svih ostalih sorti, sa izuzetkom sorte Partner, ostvarena je u četvrtom roku žetve. Masa semena u ovom roku bila je najveća kod sorte Dukat (9,50 g), a najmanja kod sorte Trezor (7,80 g). Kod sorte Partner, fiziološka zrelost dostignuta je tek u petom roku žetve, masa semena po biljci prosečno je iznosila 9,50 g, a sadržaju vlage u

semenu bio je 18,9%, odnosno kod ove sorte fiziološka zrelost (faza maksimalnog sadržaja suve materije i prinosa semena) i žetvena zrelost (faza kada je moguća mehanizovana žetva) se podudaraju. Utvrđena je pozitivna, visoko značajna korelacija između mase semena po biljci sa prinosom semena (0,76**). Prema dobijenim rezultatima hemijska desikacija u proizvodnji semena imala bi najveći efekat kod sorti Jantar i NS Junior (kod kojih se najveća energija klijanja i klijavost dobijaju u fazi kada je nemoguće uraditi mehanizovanu žetvu), a najmanji kod sorte Partner.

7.2. Dinamika sadržaja vlage u semenu

Gubitak vode iz semena tokom sazrevanja je od izuzetne važnosti za aktivnost ćelija koje se sa „razvojnog programa“ orijentišu na „klijanju okrenut program“ (Prusinski, 1992). U našim ispitivanjima najviši sadržaj vlage u semenu proteinskog graška bio je u prvom roku žetve, prosečno 64,6%. Promene u sadržaju vode u semenu se mogu posmatrati kao metabolički gubitak vode na početku sušenja semena prilikom sazrevanja. Pri tome, gubitak vode u semenu je skoro uvek povezan sa konstantnim porastom mase semena (Jasińska and Kotecki, 1997), odnosno porast mase semena završava se momentom fiziološke zrelosti (Harrington, 1970; Mejia, 1985; Cabrera et al., 1995). Sadržaj vlage u semenu u našim istraživanjima eksponencijalno se smanjivao sve do poslednjeg roka žetve, kada je prosečno iznosio 12,8%. Pri tome, intenzitet smanjenja sadržaja vlage u semenu značajno se razlikovao između rokova žetve. Najmanje smanjenje u sadržaju vlage u semenu bilo je između prvog i drugog roka žetve od 6,3%, kao i između petog i šestog roka, kada je iznosilo 8,2%. Prosečan dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenim intervalima, iznosio je 1,6%, odnosno 2,0%. Intenzitet odavanja vlage iz semena između drugog i trećeg roka (10,1%) bilo je vrlo sličan kao i između četvrtog i petog roka žetve (10,2%). Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u ovim intervalima, iznosio je 2,5%. Najintenzivnije smanjenje sadržaja vlage u semenu bilo je između trećeg i četvrtog roka žetve 17,5%. Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenom intervalu, iznosio je 4,4%. Ne postoji jedinstveno mišljenje o optimalnoj vlažnosti za žetvu s obzirom na velike razlike između genotipova proteinskog graška u morfološkoj građi biljaka, tipu porasta stabla, ranostasnosti, uniformnosti sazrevanja semena, obliku i krupnoći semena, građi semenjače (Whatley, 2010).

Prema rezultatima Ashad (2011) maksimalan kvalitet semena je dobijen kada je žetva obavljena u optimalom roku, pri sadržaju vlage od 25%.

Najviši sadržaj vlage u semenu kada je moguća kvalitetna mehanička žetva graška iznosi oko 18% (Karagić i sar., 2003). Ukoliko se žetva obavi kasnije, pri vrlo niskoj vlažnosti semena (nižoj od 13%), kvalitet semena biće lošiji usled mehaničkih oštećenja rotirajućim radnim organima kombajna. Ovo je potvrđeno i našim istraživanjima, posebno kada je u pitanju energija klijanja semena, koja je za 13% bila niža nakon mehanizovane žetve, u poređenju sa poslednjim rokom ručne žetve. Pored toga, odlaganje žetve može dovesti do smanjenja kvaliteta semena i zbog različitih uticaja faktora spoljne sredine, kao što su visoka temperatura, visoka vlažnost vazduha, padavine neposredno pred žetvu, pojava bolesti i oštećenja od insekata (Siddique and Wright, 2003). U vreme žetve vlaga u semenu može naglo da opadne pa stoga treba posebnu pažnju obratiti na podešavanja kombajna, pogotovo u uslovima visokih temperature i smanjenog sadržaja vlage u vazduhu (Shell, 1993; Cassells and Armstrong, 1998).

Uticaj genotipa proteinskog graška na sadržaj vlage u semenu bio je izražen u prva tri roka žetve. Nakon toga, sadržaj vlage u semenu bio je sličan kod svih sorti. U prvom roku žetve sadržaj vlage varirao je između 68,6% kod sorte NS Junior do 59,5% kod sorte Angela, odnosno kretao se u rasponu od 9,1%. Ove razlike, genetički uslovljene, posledica su razlika u ranostasnosti sorte. U prvom roku žetve uočavaju se dve grupe sorti prema sadržaju vlage u semenu. U prvoj grupi su sorte indeterminantnog i determinantnog porasta stabla običnog tipa lista. Interval variranja sadržaja vlage u semenu između ovih sorti iznosio je prosečno 3,8%, od 68,6% kod sorte NS Junior do 64,8% kod sorte Jantar. Sorte determinantnog porasta stabla i afila tipa lista svrstale su se u drugu grupu, gde je interval variranja sadržaja vlage u semenu iznosio 3,7%. U ovoj grupi sorti najveći sadržaj vlage bio je u semenu sorte Jezero 63,2%, a najmanji kod sorte Angela 59,5%.

U drugom roku žetve, prosečan sadržaj vlage varirao je u većem rasponu, od 11,6%. Najveći sadržaj vlage izmeren je kod sorte Trezor (65,0%) i Timo (61,5%). Prosečan sadržaj vlage u semenu svih ostalih sorti bio je vrlo ujednačen i niži od 60,0%, najmanja vrednost utvrđena je u semenu sorte Partner (53,4%).

Najveće razlike u sadržaju vlage u semenu u zavisnosti od genotipa utvrđene su u trećem roku žetve, gde je interval variranja iznosio 12,0%. Najveći sadržaj vlage i u ovom roku žetve izmeren je kod sorte Trezor (54,4%), a najmanji kod sorte Javor (42,4%).

U četvrtom roku žetve interval variranja sadržaja vlage u semenu u zavisnosti od genotipa se smanjio i iznosio je 8,2%. Najveći sadržaj vlage bio je u semenu sorte Jantar (34,0%), a najmanji kod sorte Partner (25,8%). Značajno uži interval variranja sadržaja vlage u semenu proteinskog

graška utvrđen je u petom roku žetve, gde je iznosio 5,1%. Najveći prosečan sadržaj vlage u ovom roku žetve bio je u semenu sorte Trezor (23,1%), a najmanji kod sorte Dukat (18,0%). U petom roku žetve sadržaj vlage u semenu sorti indeterminantnog porasta stabla (22,6%) bio je značajno viši u odnosu na sorte determinantnog porasta stabla (19,0%). Sadržaj vlage u semenu sorti determinantnog porasta u petom roku žetve bio je niži od 20,0%, sa izuzetkom sorte Kristal (20,4%). Sadržaj vlage u semenu sorti Dukat, Jezero, Partner i Angela bio je niži od 19,0%, odnosno varirao je između 18,0% i 18,9% i predstavlja optimalni rok početka mehanizovane žetve. Za ostale sorte optimalni rok žetve bio je 2-3 dana nakon petog roka. Najuzi interval variranja sadržaja vlage u semenu utvrđen je u šestom roku žetve, prosečno je iznosio 2,0%. Najveći sadržaj vlage bio je u semenu sorte Trezor (13,3%), a najmanji kod sorte Partner (11,3%). S obzirom da se kod sorte Partner fiziološka zrelost dostiže tek u petom roku žetve, a da nakon toga dolazi do izuzetno brzog gubitka vlage iz semena, kod ove sorte treba biti posebno pažljiv pri određivanju momenta žetve, kako bi se izbegao gubitak prinosa i smanjenje kvaliteta semena.

7.3. Komponente prinosa, prinos i kvalitet semena

Prinos semena graška može se prikazati pomoću četiri komponente: brojem biljaka po jedinici površine, brojem mahuna po biljci, brojem semena po mahuni i masom 1000 semena (Wilson, 1987). Pomenute komponente prinosa pokazuju određenu plastičnost, u smislu odražavanja nivoa prinosa, tako da postoji kompenzacija između broja mahuna po biljci i broja semena po mahuni, ili između broja semena po mahuni i njihove mase (krupnoće) (Timmerman-Vaughan et al., 2005).

Gustina useva predstavlja vrlo značajnu komponentu prinosa jer objašnjava 68-70% varijacije prinosa semena graška (Mera, 1989). Kod svih ispitivanih sorti ostvaren je prosečan broj biljaka graška u žetvi od 77,1 biljaka po m². Kod ispitivanih sorti determinantnog porasta broj biljaka približavao se optimalnim vrednostima, prosečno 86,3 biljke po m², sa variranjem od 72,7 biljaka kod sorte Kristal, do 108,3 biljke kod sorte Javor. Prinos semena graška povećava se sa povećanjem gustine useva sve do dostizanja optimalne gustine. Moot and McNeil (1995) utvrdili su da se prinos, kako nadzemnog dela biomase, tako i semena graška, udvostručio povećanjem gustine useva sa 9 na 100 biljaka po m². Daljim povećanjem gustine useva do 400 biljaka po m² prinos se nije povećavao. Dakle, nakon dostizanja optimalne gustine useva ne može se očekivati dalje povećanje prinosa. Povećanjem gustine useva povećava se osetljivost biljaka na poleganje, što negativno utiče na prinos semena (Pullan and Hebblethwaite, 1990). Tako se prinos zrna

graška, u uslovima bez navodnjavanja, nije povećavao nakon dostizanja gustine useva od 83 biljake po m² (Wilson, 1987). Sa druge strane, Sawicki et al. (2000) optimalnom gustinom useva za sorte sa afila tipom lista smatraju 100-120 biljaka po m², odnosno gustina useva od 70-140 biljaka po m² (Heath et al., 1991) obezbeđuje uslove za postizanje maksimalnog prinosa semena, zahvaljujući osobini graška da kompenzira smanjenje broja biljaka povećanjem broja mahuna po biljci, odnosno zahvaljujući plastičnosti ovih komponenti prinosa (Hodgson and Blackman, 1956; Newton, 1979; McKenzie et al., 1986). Međutim, smanjenjem gustine useva ispod 70 biljaka po m², značajno se povećava rizik od smanjenja prinosa semena.

Optimalna gustina useva graška je varijabilna i zavisi od genotipa i uslova spoljne sredine (Wilson, 1987). Za sorte sa indeterminantnim porastom stabla značajno je manja zbog njihove osetljivosti na poleganje. Broj biljaka po jedinici površine kod sorti indeterminantnog porasta stabla u našim ispitivanjima bio je značajno manji, od 56,7 biljaka po m² kod sorte Timo do 68,3 biljke po m² kod sorte Jantar. Međusobne razlike u okviru ove grupe sorti nisu bile značajne. Ove vrednosti u saglasnosti su sa rezultatima istraživanja Spies et al., 2010. U našim istraživanjima nisu utvrđene statistički značajne korelacije između broja biljaka po jedinici površine i prinosa, jer je broj biljaka bio na optimalnom nivou za svaku grupu sorti.

Povećana osetljivost na poleganje sorti indeterminantnog porasta stabla posledica je veće visine biljaka, veće dužine internodija i veće mase biljaka. Tako su ove sorte imale značajno više biljke, prosečno 133,4 cm, u odnosu na sorte sa determinatnim porastom stabla (66,6 cm). Sorte indeterminantnog porasta imale su značajno izraženije grananje (prosečno 1,63 grane u odnosu na 1,11 grana) čime se kompenzuje manji broj biljaka po jedinici površine, što je u saglasnosti sa rezultatima više istraživanja (Spies et al., 2010; Yucel, 2013). Erić i sar. (2004) navode da se biljke stočnog graška u ređem sklopu pojačano granaju iz osnove stabla čime se produžava period cvetanja oplodnje i sazrevanja.

Broj biljaka kod sorti determinatnog porasta stabla imao je značajan pozitivan uticaj na broj grana po biljci, broj internodija i visinu prve mahune, dok je uticaj na broj semena po mahuni bio visoko značajno negativan. Kod sorti indeterminantnog porasta stabla imao je visoko značajan negativan uticaj na broj mahuna po biljci, odnosno na masu 1000 semena.

Prosečan broj mahuna po biljci iznosio je 10,3. Rezultati većeg broja autora (Hardwick et al., 1979; White, 1987; French, 1990) ukazuju na vrlo visoku korelaciju broja mahuna po biljci i broja biljaka po jedinici površine sa prinosom semena graška. Nasuprot tome, ova korelacija bila je osrednja korelacija, pri čemu je kod sorti determinatnog porasta pozitivna ($r=0,36$), a kod

sorti sa indeterminantnim porastom negativna ($r=-0,40$), što je u saglasnosti sa rezultatima Udensi and Ikpeme (2012), kao i Tofiq et al., 2015. Takođe, Togay et al., (2008), analizirajući direktne efekte broja mahuna po biljci na prinos utvrdili su vrlo slične vrednosti (0,22). Broj mahuna po biljci bio je u visoko značajnoj negativnoj korelaciji sa visinom do prve mahune.

Opšte je poznato da je broj semena po mahuni vrlo varijabilna komponenta prinosa. Povećanje temperature vazduha tokom faze formiranja semena, smanjenje intenziteta svetlosti, povećanje gustine useva, kao i smanjenje lisne mase doprinose povećanju broja abortiranih semena, što kao rezultat ima manji broj semena po biljci (Guilioni et al., 2003). Međutim, razlike u broju semena po mahuni između ispitivanih sorti proteinskog graška po godinama ispitivanja bile su relativno male, jer je i variranje u agroekološkim uslovima tokom istraživanja, za period vegetacije graška (mart-jul) bilo relativno malo. Prosečan broj semena po mahuni iznosio je 4,3, a najveći broj ostvarile su sotre Timo (5,0), srednje kasna sorta indeterminantnog porasta stabla i Dukat (4,9) srednje rana sorta ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista. Najmanji broj semena po mahuni ostvaren je kod vrlo ranih (Angela, Partner) i srednje ranih sorti ograničenog porasta stabla (Javor) od 3,6 do 3,8 semena po mahuni. Broj semena po mahuni bio je u visoko signifikantnoj korelaciji sa gustom useva, kod sorti sa determinantnim tipom porasta stabla. Takođe, utvrđene su značajne negativne korelacije sa visinom biljke, brojem internodija i visinom stabla kod sorti indeterminantnog porasta, što je u saglasnosti sa rezultatima Togay et al. (2008). Pored toga, utvrđena je i negativna korelacija srednje jačine broja semena po mahuni sa brojem mahuna po biljci, što je u saglasnosti sa rezultatima Avci and Ceyhan (2006). Za razliku od dobijenih rezultata i napred navedenih istraživanja, u uslovima Pakistana, utvrđena je visokosignifikantna pozitivna korelacija broja semena po mahuni i prinosa semena 0,603, (Ramzan et al., 2014). Pored toga, Bilgili et al. (2001) su ustanovili da je prosečan broj zrna po mahuni komponenta koja određuje visinu prinosa proteinskog graška.

Masa 1000 semena predstavlja najstabilniju komponentu prinosa, pošto u velikom stepenu zavisi od genetske strukture sorte (Littleton et al., 1979; Saxena, 1980; Poggio et al., 2005) i visoko je nasledno svojstvo (Mihailović, 1994). Na nivou ogleda prosečana masa hiljadu semena iznosila je 193,9 g. Najveću masu hiljadu semena ostvarile su srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista Javor (238,9 g) i Dukat (223,8 g). Sorte ograničenog porasta stabla i afila tipa lista (Jezero, Kristal, Angela i Partner) ostvarile su veću masu hiljadu semena u odnosu na prosek ogleda, međutim te razlike nisu bile značajne. Sve sorte ograničenog porasta (od 212,1 do 238,9 g) imale su visoko značajno veću masu hiljadu semena u odnosu na sorte indeterminantnog porasta stabla (od 143,2 do 152,3 g). Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa

ranijim istraživanjima Mihailovića i sar. (2006), gde su se sorte neograničenog porasta stabla, skraćenih članaka i običnog tipa lista, kao i sorte sa ograničenim rastom stabla, skraćenih članaka i afila tipa lista, odlikovale najvećim prosečnim vrednostima mase 1000 semena i najvišim prinosima zrna po biljci i jedinici površine. Posmatrano po godinama, masa hiljadu semena nije se značajno razlikovala.

Proučavajući vezu između broja zrna u mahuni i krupnoće zrna, Mihailović (1995), je utvrdio negativnu zavisnost tj., sa povećanjem krupnoće zrna smanjuje se broj zrna u mahuni. U datim ispitivanjima ova korelacija nije bila značajna. Međutim, utvrđene su značajne negativne korelacije mase 1000 semena sa pokazateljima gustine useva, odnosno sa brojem biljaka (-0,71**) i brojem bazalnih grana (-0,69*), što je u saglasnosti sa rezultatima Dung (2012), koji je utvrdio značajne razlike u masi 1000 semena u okviru jednog genotipa u zavisnosti od gustine useva. Masa 1000 semena iznosila je 209,1 g pri gustini useva od 65 biljaka po m², a povećanjem gustine useva na 85 biljaka po m², masa 1000 semena se smanjila na 169 g.

Pomenute komponente prinosa pokazuju određenu plastičnost, u smislu održavanja nivoa prinosa, tako da postoji kompenzacija između broja mahuna po biljci i broja semena po mahuni, ili između broja semena po mahuni i njihove mase (Timmerman-Vaughan et al., 2005).

Prosečan prinos semena proteinskog graška, na nivou ogleda, iznosio je 3933 kg/ha, što je u saglasnosti sa rezultatima većeg broja autora koji su analizirali prinose semena ostvarene u agroekološkim uslovima Srbije (Mihailović i sar., 2003; Erić i sar., 2004; Karagic et al., 2008). Prinos semena bio je pod značajnim uticajem genotipa i varirao je u granicama od 2690 kg/ha kod sorte Jantar do 5078 kg/ha kod sorte Kristal. Najviši prinosi ostvareni su kod srednje ranih i ranih sorti, jer su najmanje osetljive na poleganje i osipanje semena iz mahune pre žetve, što je u saglasnosti sa rezultatima Acikgoz et al. (2009). Najveći prinos je ostvarila rana sorta sa afila tipom lista, Kristal (5078 kg/ha) visoko značajno više od svih sorti indeterminantnog porasta i sorte Jezero (srednje rane sorte ograničenog porasta sa afila tipom lista). Prinosi ostalih srednje ranih sorti (Javor, Dukat, Angela i Partner) nisu se značajno razlikovali na nivou ogleda.

Srednje kasne sorte imale su prosečne trogodišnje prinose od 3206 kg/ha (Trezor) i 3174 kg/ha (Timo), značajno manje od svih sorti odganičenog porasta izuzev sorte Jezero (3574 kg/ha) od koje se nisu statistički značajno razlikovale po prinosu semena. Ispritujući prinos semena sorte Timo, u uslovima Osijeka, odnosno u vrlo sličnim agroekološkim uslovima, Rapčan et al. (2010) ostvarili su prinos semena od 1,78 do 3,42 t/ha.

Kasne sorte, indeterminantnog porasta stabla, NS Junior i Jantar imale su najniže prosečne prinose u odnosu na sve ostale ispitivane sorte, od 2717 kg/ha i 2690 kg/ha. Ostvareni prinosi semena za sortu NS Junior nešto su viši od vrednosti koje su za istu sortu u četvorogodišnjem periodu (1999-2002) utvrdili Mihailović i sar. (2003), a koja je iznosila 2243 kg/ha. Unapređenje tehnologije proizvodnje, pre svega u pogledu zaštite useva od prouzrokovala bolesti graška, smatra se osnovnim razlogom ostvarenih razlika (Živanov i sar., 2014).

Efekat godine nije bio značajan za prinos semena proteinskog graška, odnosno sve tri godine ispitivanja odlikovale su se povoljnim uslovima za proizvodnju graška. Najviši prinosi ostvareni u 2012 (4045 kg/ha), zatim u 2010 (3978 kg/ha), a najniži su bili u 2011 (3777 kg/ha). Do sličnog zaključka, o skromnom uticaju uslova godine, došli su i Abd El-Moneim and Cocs (1993). Takođe, Popović et al. (2015), analizirajući prinos semena ozimog krmnog graška, indeterminantnog porasta stabla, u devetogodišnjem periodu (2004-2012) u uslovima Slavonije, nisu utvrdili direktnu korelaciju između sume padavina u vegetacionom periodu graška sa analiziranim parametrima (prinos semena, klijavost i masa 1000 semena).

Nasuprot tome, Wilson et al. (1989), kao osnovni izvor varijacije prinosa semena graška ističu nedovoljnu količinu pristupačne vode u zemljištu. Takođe, Guilioni et al. (2003) utvrdili su da je broj semena po biljci, kao najvarijabilnija komponenta prinosa semena graška, pod snažnim uticajem ekstremno visokih temperatura i vodnog stresa, posebno u fazama od početka cvetanja do početka nalivanja semena. Ekstremno visoke temperature dovode do propadanja generativnih organa u vrlo kratkom roku, dok kombinacija sa vodnim stresom vrlo negativno utiče na prinos biomase, a preko toga i na prinos semena. Nasuprot tome, previsoka suma padavina, nepovoljnog rasporeda, dovodi do poleganja graška i značajnog smanjenja prinosa. Prema Karagić et al. (2008) poleganje biljaka graška, posebno kod sorti indeterminantnog porasta stabla, predstavlja jedan od najznačajnijih limitirajućih činilaca za postizanje visokih prinosa semena graška u agroekološkim uslovima Srbije.

U ispitivanjima Acikgoz et al. (2009) utvrđene su signifikantne interakcije genotip x godina, genotip x mesto i genotip x mesto x godina. Autori su zaključili da postojanje signifikantnih interakcija onemogućava identifikaciju najprinosnijeg genotipa graška za određenu lokaciju. Isti autori daju prednost sortama sa afila tipom lista, jer su ostvarile za 1% veći prinos suve materije cele biljke, i 6% veći prinos semena. U našim ispitivanjima najbolje prinose ostvarile su sorte Kristal (5078 kg/ha), Javor (4998 kg/ha) i Dukat (4846 kg/ha). Pri tome je Kristal sa afila tipom lista, a Javor i Dukat sa običnim tipom lista. Najniži prinos među sortama ograničenog porasta

stabla ostvaren je kod sorte Jezero, koja ima afila tip lista. Najveći broj komponenti prinosa kod sorti Kristal, Javor i Dukat u skladu je sa rezultatima Koseva (2012) o svojstvima model biljke proteinskog graška. Model biljka visoke produktivnosti treba da bude prosečne visine 60-70 cm, sa 8-10 mahuna po biljci, 30-40 semena po biljci i masom 1000 semena od 160-260 g.

Pored prinosa, za proizvodnju zrna proteinskog graška od velike važnosti je i kvalitet semena. Najvažniji pokazatelji kvaliteta semena su energija klijanja i klijavost. Pored ovih svojstava veliki značaj imaju sadržaj atipičnih ponika i nekljavog semena. Samo u zreloom semenu uspostavljen je balans hranljivih materija, klica je potpuno oformljena, a njen omotač je dovoljno očvrstnuo da bi podneo spoljne mehaničke uticaje (Milošević i sar., 1996). Klijanje semena je jedna od najkritičnijih faza u razvoju ponika, koja određuje uspešnost semenske proizvodnje (Castillo et al., 1994). Više činilaca utiče na očuvanje klijavosti semena, od kojih se posebno ističu: stepen mehaničkog oštećenja tokom žetve, zrelost, vlaga, temperatura, izmena gasova, osobine semenjače, mikroflora, insekti itd.

Upotreba semena visokog fizičkog kvaliteta jedan je od osnovnih preduslova uspešne proizvodnje kod svih biljnih vrsta. Međutim, kod zrnatih mahunarki značaj kvalitet semena posebno je izražen, imajući u vidu krupnoću njihovog semena i setvenu normu. Najveći pojedinačni trošak u ukupnim troškovima proizvodnje kod graška je upravo seme.

Masa 1000 semena jarog proteinskog graška često iznosi 300 g. Za postizanje visokog prinosa zrna potrebno je od 80 do 120 biljaka po 1 m². Prema važećem Pravilniku o normama kvaliteta semena poljoprivrednog bilja (SG, 1987) na tržištu se može naći i seme graška čija upotrebna vrednost iznosi samo 71,25%. Setvena norma bi, pod navedenim uslovima, za postizanje gustine useva od 80 biljaka po 1 m² iznosila 333 kg/ha, za 100 biljaka po 1 m² 417 kg/ha, a za gustinu useva od 120 biljaka po 1 m² 500 kg/ha, što je ekonomski apsolutno neprihvatljivo. Posledica upotrebe semena niskog kvaliteta je previsoka cena setve, što je osnovni razlog konstantnog smanjenja površina proteinskog graška u Srbiji, uprkos značaju i potencijalu ove zrnene leguminoze.

Prosečna energija klijanja semena, na nivou oglada, u prvom roku žetve iznosila je 39,2%. Tokom faza nalivanja i zrenja semena energija klijanja postepeno se povećavala do 91,2% u šestom roku žetve. Povećanja energije klijanja bilo je najveće između prvog (39,2%) i drugog (53,0%) roka žetve. Dinamika povećanja energije klijanja odvijala se nešto blažim tempom sve do četvrtog roka žetve kada je iznosila 80,4%. Nakon toga, energija klijanja povećavala se sve do poslednjeg roka žetve, ali značajno slabijim intenzitetom. Pri tome, uočene su značajne

razlike u energiji klijanja između sorti indeterminantnog (32,5%) i determinatnog (42,6%) porasta stabla u prvim rokovima žetve (od prvog do trećeg roka). Ostvarene razlike verovatno su posledica razlika u ranostasnosti. Naime, sorte indeterminantnog porasta stabla karakterišu se kao kasnostasne i vrlo kasnostasne. Nasuprot tome, sorte determinatnog porasta stabla su srednje ranostasne (sorte običnog tipa lista), odnosno vrlo ranostasne (sorte afila tipa lista). Od trećeg do šestog roka žetve energija klijanja bila je nešto veća kod kasnostasnih sorti (92,1% naspram 90,6%). Međutim, u okviru ovih grupa nisu utvrđene značajne razlike u energiji klijanja.

Prosečna energija klijanja semena nakon mehanizovane žetve, na nivou ogleđa, iznosila je 78,0%, odnosno za 13% manje u odnosu na vrednosti iz šestog roka ručne žetve. Pri tome, u 2010. godini energija klijanja semena kasnih sorti proteinskog graška, neograničenog porasta stabla (NS Junior i Jantar), bila je niža (59,8% i 61,3%) u odnosu na prosečnu energiju klijanja (74,9%), kao i na energiju klijanja svih sorti ograničenog porasta stabla, koja se kretala u intervalu od 73,5% do 86,3%. Srednje kasne sorte neograničenog porasta stabla (Trezor i Timo) ostvarile su energiju klijanja semena (66,2% i 72,8%), značajno nižu u odnosu na većinu sorti ograničenog porasta stabla. Suma padavina u 2010. godini bila je duplo veća u odnosu na ostale godine ispitivanja. Pored toga, raspored padavina je bio vrlo nepovoljan, jer je u maju i junu palo po 114 mm i 172 mm, značajno više u odnosu na višegodišnji prosek. U ispitivanjima Bukvić i sar. (2007) energija klijanja kod sorte Timo bila je vrlo niska, prosečno je iznosila 54,4%, sa variranjem od 43,0-55,5%. Ovako visoke razlike u odnosu na naše rezultate posledica su korišćenja različite metodologije u određivanju energije klijanja.

Sorte indeterminantnog porasta u uslovima kišne godine formiraju izuzetno bujnu vegetativnu masu i rano počinju da poležu. Značajna razlika u energiji klijanja između ove dve grupe sorti graška predstavlja posledicu veće osetljivosti sorti indeterminantnog porasta stabla na poleganje. U poleglom usevu, u uslovima povećane vlažnosti vazduha i smanjenog intenziteta svetlosti, formira se seme čija je semenjača sklonija mehaničkim oštećenjima tokom žetve. Dobijeni rezultati u saglasnosti su sa zaključcima većeg broja istraživača (Matthews and Powell, 1986) koji smatraju da je najverovatniji uzrok za razlike u energiji klijanja i klijavosti između različitih sorti graška upravo različita osetljivost pojedinih genotipova na oštećenja ćelijskih zidova u tkivima semenjače. Ova oštećenja mogu biti posledica različitih biohemijskih promena, ali mogu biti uzrokovana i mehaničkim uticajima.

Na nivou ispitivanog perioda (2010-2012) utvrđeno je da je kasna sorta neograničenog porasta stabla NS Junior imala značajno manju energiju klijanja semena u odnosu na prosek ogleda (78,0%). Srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista (Dukat i Javor) imale su značajno veću energiju klijanja semena (83,2% i 83,8%) u odnosu na kasne sorte neograničenog porasta stabla (NS Junior i Jantar), koje su imale energiju klijanja semena 68,7%, odnosno 70,1%. Sve sorte ograničenog porasta stabla, bez obzira na tip lista, ostvarile su značajno veću energiju klijanja semena u odnosu na kasne sorte neograničenog porasta stabla. Razlike u energiji klijanja semena unutar grupa sorti (ograničenog i neograničenog porasta stabla) nisu se statistički značajno razlikovale. Srednje kasne sorte neograničenog porasta stabla (Trezor i Timo) ostvarile su manju energiju klijanja semena u odnosu na sve sorte neograničenog porasta stabla, međutim, te razlike nisu bile značajne.

Klijanje semena je jedna od najkritičnijih faza u razvoju ponika, koja određuje uspešnost semenske proizvodnje (Castillo et al., 1994). Više čimilaca utiče na očuvanje klijavosti semena, od kojih se posebno ističu: stepen mehaničkog oštećenja tokom žetve, zrelost, vlaga, temperatura, izmena gasova, osobine semenjače, mikroflora, insekti.

U procesu zrenja semena opšte je prihvaćeno da fiziološka zrelost predstavlja fazu kraja nalivanja semena i maksimalnog sadržaja suve materije i prinosa semena. Harrington (1972) i Copeland and McDonald (1995) ustanovili su da se u razvoju semena maksimalan kvalitet postiže u fiziološkoj zrelosti, nakon čega počinje smanjenje klijavosti semena i smanjenje vigora, a stopa opadanja zavisi od uslova spoljašnje sredine. Ova hipoteza je podržana u mnogim istraživanjima tokom dve decenije u kojoj su učestvovali brojni fiziolozi kao što su Chen et al. (1972), Maguire (1977), Delouche (1980), Powell (1984) i Ellis et al. (1987). Ellis et al. (1985) su u svojim istraživanjima došli do zaključka da se maksimalni kvalitet semena (visoka klijavost) ne dobija sve do izvesnog vremena posle fiziološke zrelosti, što su potvrdili Pieta-Filho and Ellis (1991), Rao et al. (1991), Ellis and Pieta-Filho (1992) i Zanakis et al. (1994). U fazi fiziološke zrelosti vlaga semena proteinskog graška je viša od 60%, (Ellis et al., 1987), a stablo i mahune su još zeleni i nemoguće je izvršiti mehaničku žetvu.

U našim ispitivanjima fiziološka zrelost nastupila je u četvrtom roku žetve, pri prosečnom sadržaju vlage od 30,7%. Prema ispitivanjima Siddique and Wright (2003), klijavost semena proteinskog graška raste posle dostizanja fiziološke zrelosti i nastavlja taj trend kratko vreme posle dostizanja fiziološke zrelosti, a zatim opada saglasno odlaganju momenta žetve. Otuda je ova faza nazvana fazom masene zrelosti. Masenu zrelost su definisali Ellis and Pieta-Filho

(1992) kao fazu maksimalnog vigora semena koju ono dostiže u nekoj kasnijoj fazi, posle dostizanja maksimalne mase suve materije, ali pre žetvene zrelosti, odnosno faze u kojoj je usev spreman za žetvu, obično sa 10-15% sadržaja vlage u semenu. Žetvena zrelost je definisana kao početno vreme kada je moguća žetva određenog useva u zavisnosti od vlažnosti semena (TeKrony and Egli, 1997). U našim ispitivanjima klijavost semena povećavala se sve do poslednjeg, šestog roka žetve, kada je iznosila 93,3%, pri prosečnom sadržaju vlage od 12,8%, odnosno pri žetvenoj zrelosti. Međutim, intenzitet povećanja klijavosti bio je značajno veći u ranijim rokovima žetve. Tako se klijavost od prvog do trećeg roka povećavala po stopi od 13,2%, odnosno 11,3%, od trećeg do petog roka po stopi od 8,1%, odnosno 6,3%, da bi se u poslednjem roku povećala samo za 0,9%.

Dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima Ferguson (1993). On je u svojoj studiji zaključio da kvalitet semena nije opadao do žetvene zrelosti. TeKrony and Egli (1997) su ustanovili da odnos između momenta ostvarenja maksimalnog prinosa suve materije i maksimalnog vigora semena zavisi od eksperimentalne tehnike koja se koristi u istraživanju, posebno kako se seme žanje i suši.

Maksimalna klijavost semena se može postići ako se žetva semena obavi u odgovarajućoj fazi zrelosti. Seme požnjeveno prerano, koje ima visok sadržaj vlage, ima tendenciju da brže gubi kvalitet i ima veća mehanička oštećenja tokom berbe (Siddique and Wright, 2003). Ako žetva kasni kvalitet semena može da se smanji zbog nepovoljnih uslova spoljašnje sredine, kao što su visoke temperature, visoka vlažnost, padavine, suša, napad bolesti, štetočina ili zbog oštećenja od ptica i životinja. Prosečna klijavost semena graška na nivou celog ogleđa, nakon mehanizovane žetve, iznosila je 90,1%, što je za 3,2% manje u odnosu na vrednosti iz šestog roka ručne žetve. Razlike u energiji klijanja iznosile su 13%. Na osnovu toga, može se zaključiti da oštećenja semena pri mehaničkoj žetvi ostavljaju značajno veće posledice na energiju klijanja, nego na samu klijavost semena.

Najveću klijavost semena (95,9%), u toku ispitivanog perioda (2010-2012), imala je srednje rana sorta s običnim tipom lista i ograničenog porasta stabla, sorta Dukat. Klijavost sorte Dukat bila je visoko značajno veća u odnosu na sve sorte sa neograničenim porastom stabla, srednje kasne (Trezor 84,1% i Timo 84,5%) i kasne sorte (NS Junior 82,7% i Jantar 82,1%). Srednje rane sorte sa ograničenim porastom stabla i afila tipom lista (Angela, Partner i Kristal), kao i sorta Javor (sorta ograničenog porasta stabla i običnim tipom lista), ostvarile su visoko značajno veću klijavost semena (95,0%, 94,7%, 94,4% i 94,8%) u odnosu na kasne sorte sa neograničenim

porastom stabla (NS Junior i Jantar). Prosečna klijavost semena sorti sa ograničenim porastom stabla iznosila je 94,6% i bila visoko značajno veća u odnosu na prosečnu klijavost semena sorti sa neograničenim porastom stabla, koja je iznosila 83,4%.

Kvalitet semena je uslovljen činiocima koji utiču na majčinsku biljku i spoljašnjim uticajima kao što su svetlost i temperatura. Razvoj semena i njegovo sazrevanje mogu biti prekinuti ukoliko se seme nađe u nepovoljnim uslovima spoljašnje sredine (Koornneef et al., 2002). Korišćenje za setvu semena visokog kvaliteta obezbeđuje se ujednačen i optimalan porast biljaka, adekvatan sklop, a samim tim i normalan razvoj biljke (TeKrony and Egli, 1990, Ellis, 1992).

U uslovima povećane vlažnosti zemljišta, kod sorti graška sa neograničenim tipom porasta stabla, stablo nastavlja rast, razvijaju se novi cvetovi i formiraju se nove mahune. Seme u ovim mahunama ne može dostići fazu fiziološke zrelosti, što se odražava na povećan broj atipičnih ponika i nižu klijavost semena graška. Prema istraživanjima Karagića i sar. (2003) kod genotipa NS Junior, koji pripada sortama sa neograničenim tipom porasta stabla, javio se značajno veći udeo atipičnih ponika zbog dužeg kišnog perioda u vreme pune fiziološke zrelosti semena. Visok sadržaj vlage, pri mehanizovanoj žetvi, dovodi do gnječenja semena, dok pri niskom sadržaju vlage dolazi do pucanja semenjače, koja je izgubila elastičnost. Zbog toga, upravo kod sorti neograničenog porasta stabla hemijska desikacija može imati veliki značaj u očuvanju visokog kvaliteta semena.

Wang i Daun (2004) su ustanovili da je sadržaj proteina varirao u odnosu na spoljašnje uslove i sortu. U ispitivanje su bile uključene četiri sorte graška, a sadržaj proteina je varirao od 20,2 do 26,7%. Áli-Khan and Youngs (1973) su u svojim ispitivanjima došli do rezultata da je prosečan sadržaj proteina varirao između sorti 23,1% i 28,3%. Slični rezultati su dobijeni i u ovim istraživanjima, gde se sadržaj proteina kretao u interval od 21,5-28,7%.

Seme graška sadrži manje kalcijuma nego fosfora i kalijuma. Više od polovine tog kalcijuma je sadržano u semenom omotaču (Ferguson and Bollard, 1976).

U istraživanju sadržaja pojedinih konstitutivnih elemenata semena graška, kalcijuma i cinka, je značajno varirao u odnosu na sortu što se slaže sa rezultatima koje su dobili Wang and Daun (2004).

8. ZAKLJUČCI

Polazeći od cilja istraživanja i na osnovu dobijenih rezultata mogu se doneti sledeći zaključci:

- Usled translokacije asimilativa iz vegetativnih delova biljke u seme, tokom faza nalivanja i zrenja semena, ukupna masa biljke značajno se povećavala, dok se masa vegetativnih organa smanjivala. Dinamika nakupljanja suve materije u celoj biljci proteinskog graška karakterisala se značajnim povećanjem mase tokom faza nalivanja semena sve do dostizanja maksimuma u trećem roku žetve. Prosečna masa biljke, za sve ispitivane genotipove, u fazi početka nalivanja semena iznosila je 15,56 g, a maksimalna vrednost od 18,45 g ostvarena je u trećem roku žetve. Nakon toga je došlo do postepenog i blagog smanjenja ukupne mase biljke, do 16,77 g.
- Uticaj genotipa na vrednost prinosa biomase po biljci bio je vrlo izražen. Značajne razlike u dinamici formiranja mase cele biljke uočene su kod kasnostasnih sorti indeterminantnog porasta stabla koje su imale i najveću masu cele biljke, u poređenju sa ostalim sortama. Maksimalni prinos suve materije cele biljke kod sorte Jantar (26,48 g) dostignut je u drugom roku žetve. Sorte su se značajno razlikovale po vremenu dostizanja maksimalne vrednosti za prinos cele biljke. Tako su sorte NS Junior i Kristal maksimalnu vrednost dostigle u trećem roku žetve, sorte Dukat, Jezero i Angela u četvrtom, a Timo, Trezor, Javor i Partner u petom roku žetve.
- Dinamika nakupljanja suve materije u semenu proteinskog graška karakterisala se značajnim povećanjem mase od prvog do četvrtog roka žetve, sa 2,79 g na 8,42 g. Pri tome, intenzitet povećanja mase semena bio je najveći u prva tri roka žetve. Dnevno povećanje mase semena u ovom intervalu iznosilo je od 0,5 do 0,6 g. Nakon toga povećanje mase semena se nastavilo do četvrtog roka, ali značajno slabijim intenzitetom. U navedenom intervalu dnevno povećanje mase semena iznosilo je oko 0,2 g. Od četvrtog roka žetve masa semena je stagnirala, da bi u poslednjem roku žetve blago opala, na 8,40 g.
- Može se zaključiti da je fiziološka zrelost za sorte Jantar i NS Junior nastupila pri vlažnosti semena od 48,2%, odnosno 47,5%. Ovaj zaključak može imati veliki praktični značaj u određivanju vremena za izvođenje hemijske desikacije pri proizvodnji semena ovih sorti. Maksimalna masa semena po biljci, odnosno fiziološka zrelost, kod svih ostalih sorti, sa izuzetkom sorte Partner, ostvarena je u četvrtom roku žetve. Kod sorte Partner, fiziološka zrelost dostignuta je tek u petom roku žetve, masa semena po biljci

prosečno je iznosila 9,50 g, a sadržaju vlage u semenu bio je 18,9%, odnosno kod ove sorte fiziološka i žetvena zrelost se podudaraju.

- Utvrđena je pozitivna, visoko značajna korelacija između mase semena po biljci sa prinosom semena (0,76**). Ovaj parametar bi mogao uspešno da se koristi za ranu prognozu prinosa zrna. Najveće direktne korelacije sa prinosom semena, kod sorti sa indeterminantnim porastom stabla, utvrđene su sa brojem semena po mahuni (0,52), visinom stabla do prve mahune (-0,50) i visinom biljke (-0,45). Kod sorti sa ograničenim porastom stabla, najznačajnije direktne korelacije sa prinosom semena utvrđene su za broj internodija po biljci (0,38), broj mahuna po biljci (0,36), broj bočnih grana (0,33) i broj biljaka po jedinici površine (0,30).
- Prosečan broj mahuna po biljci iznosio je 10,3. Broj mahuna po biljci bio je u visoko značajnoj negativnoj korelaciji sa visinom do prve mahune (-0,76**).
- Masa 1000 semena iznosila je 193,9 g. Najveću masu hiljadu semena ostvarile su srednje rane sorte ograničenog porasta stabla i običnog tipa lista Javor (238,9 g) i Dukat (223,8 g). Sorte ograničenog porasta stabla i afila tipa lista (Jezero, Kristal, Angela i Partner) ostvarile su veću masu hiljadu semena u odnosu na prosek ogleda, ali te razlike nisu bile statistički značajne. Sve sorte ograničenog porasta (od 212,1 do 238,9 g) imale su visoko značajno veću masu hiljadu semena u odnosu na sorte indeterminantnog porasta stabla (od 143,2 do 152,3 g).
- Utvrđene su značajne negativne korelacije mase 1000 semena sa pokazateljima gustine useva, odnosno sa brojem biljaka (-0,71**) i brojem bazalnih grana (-0,69*).
- Prosečan prinos semena proteinskog graška, na nivou ogleda, iznosio je 3933 kg/ha. Prinos semena bio je pod značajnim uticajem genotipa i varirao je u granicama od 2690 kg/ha kod sorte Jantar do 5078 kg/ha kod sorte Kristal. Najviši prinosi ostvareni su kod srednje ranih i ranih sorti, jer su najmanje osetljive na poleganje i osipanje semena iz mahune pre žetve. Najveći prinos je ostvarila rana sorta sa afila tipom lista, Kristal (5078 kg/ha) visoko značajno više od svih sorti indeterminantnog porasta i sorte Jezero (srednje rane sorte ograničenog porasta sa afila tipom lista). Prinosi ostalih srednje ranih sorti (Javor, Dukat, Angela i Partner) nisu se značajno razlikovali na nivou ogleda. Najveći broj komponenti prinosa kod sorti Kristal, Javor i Dukat u skladu je sa svojstvima model biljke proteinskog graška. Model biljka, odnosno ideotip visoke produktivnosti treba da bude prosečne visine 60-70 cm, sa 8-10 mahuna po biljci, 30-40 semena po biljci i masom 1000 semena od 160-260 g.

- Srednje kasne sorte, indeterminantnog porasta stabla, imale su prosečne trogodišnje prinose od 3206 kg/ha (Trezor) i 3174 kg/ha (Timo), značajno manje od svih sorti odganičenog porasta izuzev sorte Jezero (3574 kg/ha) od koje se nisu statistički značajno razlikovale po prinosu semena. Kasne sorte, indeterminantnog porasta stabla, NS Junior i Jantar imale su najniže prosečne prinose u odnosu na sve ostale ispitivane sorte, od 2717 kg/ha i 2690 kg/ha.
- Prosečna energija klijanja semena nakon mehanizovane žetve, na nivou ogleda, iznosila je 78,0%, odnosno za 13% manje u odnosu na vrednosti iz šestog roka ručne žetve. Pri tome, u 2010. godini energija klijanja semena kasnih sorti proteinskog graška, neograničenog porasta stabla (NS Junior i Jantar), bila je visoko značajno niža (59,8 i 61,3%) u odnosu na prosečnu energiju klijanja (74,9%), kao i na energiju klijanja svih sorti ograničenog porasta stabla, koja se kretala u intervalu od 73,5% do 86,3%. Ostvarene razlike između godina ispitivanja ukazuju da mehanička oštećenja pri mehanizovanoj žetvi nisu jedini izvor varijacije kvaliteta semena. Sve sorte ograničenog porasta stabla, bez obzira na tip lista, ostvarile su značajno veću energiju klijanja semena u odnosu na kasne sorte neograničenog porasta stabla.
- Klijavost semena povećavala se od prvog do poslednjeg, šestog roka žetve, kada je iznosila 93,3%, pri prosečnom sadržaju vlage od 12,8%, odnosno pri žetvenoj zrelosti. Intenzitet povećanja klijavosti bio je značajno veći u ranijim rokovima žetve. Klijavost semena od prvog do trećeg roka povećavala se po stopi od 13,2%, odnosno 11,3%, od trećeg do petog roka po stopi od 8,1%, odnosno 6,3%, da bi se u poslednjem roku povećala samo za 0,9%. Prosečna klijavost semena graška na nivou celog ogleda, nakon mehanizovane žetve, iznosila je 90,1%, što je za 3,2% manje u odnosu na vrednosti iz šestog roka ručne žetve. Razlike u energiji klijanja iznosile su 13%. Na osnovu toga, može se zaključiti da oštećenja semena pri mehaničkoj žetvi ostavljaju značajno veće posledice na energiju klijanja, nego na samu klijavost semena.
- Najveću klijavost semena (95,9%) imala je srednje rana sorta, običnog tipa lista i ograničenog porasta stabla, sorta Dukat. Klijavost sorte Dukat bila je visoko značajno veća u odnosu na sve sorte sa neograničenim porastom stabla, srednje kasne (Trezor 84,1% i Timo 84,5%) i kasne sorte (NS Junior 82,7% i Jantar 82,1%).
- Srednje rane sorte sa ograničenim porastom stabla i afile tipom lista (Angela, Partner i Kristal), kao i sorta Javor (sorta ograničenog porasta stabla i običnim tipom lista), ostvarile su visoko značajno veću klijavost semena (95,0%, 94,7%, 94,4% i 94,8%) u odnosu na kasne sorte sa neograničenim porastom stabla (NS Junior i Jantar). Prosečna

klijavost semena sorti sa ograničenim porastom stabla iznosila je 94,6% i bila visoko značajno veća u odnosu na prosečnu klijavost semena sorti sa neograničenim porastom stabla, koja je iznosila 83,4%.

- U uslovima povećane vlažnosti zemljišta, kod sorti graška sa neograničenim tipom porasta stabla, stablo nastavlja rast, pojavljuju se novi cvetovi i formiraju se nove mahune. Seme u ovim mahunama ne može dostići fazu fiziološke zrelosti, što se odražava na povećan broj atipičnih ponika i nižu klijavost semena graška. Zbog toga, upravo kod sorti neograničenog porasta stabla hemijska desikacija može imati veliki značaj u očuvanju visokog kvaliteta semena.
- Najviši sadržaj vlage u semenu proteinskog graška bio je u prvom roku žetve, prosečno 64,6%. Tokom faze sazrevanja semena, usled metaboličkog gubitka vode, sadržaj vlage u semenu eksponencijalno se smanjivao sve do poslednjeg roka žetve, kada je prosečno iznosio 12,8%.
- Intenzitet smanjenja sadržaja vlage u semenu značajno se razlikovao između rokova žetve. Najmanje smanjenje u sadržaju vlage u semenu bilo je između prvog i drugog roka žetve od 6,3%, kao i između petog i šestog roka, kada je iznosilo 8,2%. Prosečan dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenim intervalima, iznosio je 1,6%, odnosno 2,0%. Intenzitet odavanja vlage iz semena između drugog i trećeg roka (10,1%) bilo je vrlo sličan kao i između četvrtog i petog roka žetve (10,2%). Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u ovim intervalima, iznosio je 2,5%. Najintenzivnije smanjenje sadržaja vlage u semenu bilo je između trećeg i četvrtog roka žetve 17,5%. Dnevni gubitak vlage iz semena proteinskog graška, u navedenom intervalu, iznosio je 4,4%.
- Uticaj genotipa proteinskog graška na sadržaj vlage u semenu bio je izražen u prva tri roka žetve. Nakon toga, sadržaj vlage u semenu bio je sličan kod svih sorti.
- Prinos proteina po hektaru na nivou ogleda za sorte sa ograničenim porastom stabla iznosio je 1071,6 kg/ha, dok je sorta Kristal ostvarila prosečan sadržaj proteina od oko 1200 kg/ha, što predstavlja veoma visok prinos proteina po jedinici površine.
- Najintenzivnije povećanje klijavosti bilo je do četvrtog roka žetve i sadržaja vlage u semenu od oko 30%. Međutim, pri ovakvom sadržaju vlage nemoguće je obaviti mehanizovanu žetvu graška. Između četvrtog i petog roka žetve, klijavost semena povećavala se za oko 10%, a vlaga semena iznosila je 20%. Zbog toga se ovaj rok može preporučiti kao optimalni rok za žetvu sorti determinantnog porasta stabla. Optimalni rok

žetve za kasnostasne sorte indeterminantnog porasta stabla je na sredini između petog i šestog roka žetve pri sadržaju vlage semena od oko 15%.

9. LITERATURA

Acikgoz E., Ustun A., Gul I., Anlarsal E., Tekeli A. S., Nizam I., ... & Yucel C. (2009): Genotype x environment interaction and stability analysis for dry matter and seed yield in field pea (*Pisum sativum* L.). Spanish Journal of Agricultural Research, 7(1), 96-106.

Ali-Khan S. T., Zimmer R. C. (1989): Production of field peas in Canada. Agric. Canada Pub. 1710/E., Communications Branch, Agric. Canada, Ottawa. 21.

Ali-Khan S. T. and Youngs C. G. (1973): Variation in protein content of field peas. Canadian Journal of Plant Science, 53(1), 37-41.

Armstrong E. L., & Pate J. S. (1994): The field pea crop in SW Australia. I. Patterns of growth, biomass production and photosynthetic performance in genotypes of contrasting morphology. Crop and Pasture Science, 45(7), 1347-1362.

Anonimous (2009): Le pois sec, de la plante à ses utilisations. PROLEA, UNIP, Institut du Végétal éditent des guides de cultures etd'utilisations France
<http://www.prolea.com/index.php?id=1582>

Ashad M. I. (2011): Determination of Agro-management Practices For Enhancing Seed Yield and Quality in Peas (*Pisum sativum* L.). PhD thesis, University of Agriculture, Faisalabad.
<http://eprints.hec.gov.pk/7329/>

Bilgili U., Uzun A., Sincik M., Yavuz B., Aydinoglu S., Cakmakci H., Geren R., Avcioglu I., Nizam A. S., Tekeli I., Gul E., Anlarsal C., Yucel M., Avcı Z., Acar I., Ayan A., Üstün E., Acikgoz E. (2010): Forage Yield and Lodging Traits in Peas (*Pisum sativum* L.) with Different Leaf Types. Turkish Journal of Field Crops, 15(1): 50-53.

Bilgili U., Sincik M., Uzun A., Acikgoz E. (2001): The effects of supplemental lighting and light density on plant growing of pea (*Pisum sativum* L.) in greenhouse conditions. 4th Turkey Field Crops Congress, 17-21 Sep., Grassland and Forage Crops, Tekirdag, PAYMAS Press, Istanbul, Turkey, 1, 17-21.

Brunsgaard G., K idmose U., Kaack K., Eggum B. O. (1994): Protein quality and energy density of green peas as influenced by seed size and time of harvest. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Volume 65, Issue 3, 363–370.

Cabrera E. R., Baskin C. C., Nspato L. E. (1995): Seed maturation and establishment hardseededness in pinkey purple hull sounthernpea in Mississippi. *Buččetin* 1036, 1-4.

Cassells J., Armstrong E. (1998): Harvest and Storage, Timing all important in boosting quality. *NSW Agriculture*.

Castillo A. G., Hampton J. G., Coolbea P. (1994): Effect of sowing date and harvest timing on seedvigour in garden pea (*Pisum sativum* L.). *New Zeland Journal of Horticulturral Science*, vol 22, issue 1, 91-95.

Castillo A. G., Hampton J. G., Coolbear P. (1993): Effect of population density on within canopy environment and seed vigour in garden pea (*Pisum sativum* L.). *Proceedings of the Annual Conference of the Agronomy Society of New Zealand* 23, 99–106.

Ceyhan E., Aliavci M. (2005): Combining ability and heterosis for grain yield and some yield components in peas (*Pisum sativum* L.). *Pakistan J, Biological. Sci.*, 2005, 8 (10): 1447-1452.

Chandra R., Polisetty R. (2008): Factors Affecting Growth and Harvest Index in Pea (*Pisum sativum* L.) Varieties Differing in Time of Flowering and Maturity. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 181 (3) : 129-135.

Chen C. C., Andrews C. H., Baskin C. C., Delouche J. C. (1972): Influence of quality of seed on growth, development and productivity of some horticultural crops. *Proc. Int Seed Test. Assoc.*, 37: 923-939.

Copeland L. O., McDonald M. B. (1995): Seed viability testing. In *Principles of Seed Science and Technology* (3rd Ed.), Chapman and Hall, New York, 111-126.

Cousin R. (1997): Peas (*Pisum sativum* L.). *Field Crops Research*, 53(1-3), 111-130.

Ćupina B., Mikić A., Stoddard F. L., Krstić Đ., Justes E., Bedoussac L., Fustec J., Pejić B. (2011): Mutual Legume Intercropping for Forage Production in Temperate Regions (2011): Sustainable Agriculture Reviews Volume 7, 347-365.

Delouche J. C. (1980): Environmental effects on seed development and seed quality. Hortscience, 15: 775-780.

Denarie J., Debelle F., Rosenberg C. (1992): Signaling and host range variation in nodulation. Annual reviews in Microbiology, 46(1), 497-531.

Dubreucq B., Baud S., Debeaujon I., Dubos C., Marion-Poll A., Miquel M., North H., Rochat C., Routaboul J. M., Lepiniec L. (2009): Seed Development, Chapter 17., 349-351. In Pua E. C., Davey M. R. (eds.). Plant Developmental Biology. Biotechnological Perspectives: Volume 1, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Dubreucq B., Baud S., Debeaujon I., Dubos C., Marion-Poll A., Miquel M., North H., Rochat C., Routaboul J. M., Lepiniec L. (2010): Seed Development Plant Developmental Biology - Biotechnological Perspectives, 341-359.

Duke H., Kakefuda G. (1981): Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of legume seeds. Plant Physiology, 67, 449-456.

Dorđević V. (1942): Gajenje biljaka za stočnu hranu. Težakova biblioteka, Beograd, 13-21.

Ellis R. H., Hong T. D., Roberts E. H. (1985): Handbook of seed technology for gene banks. Compendium of specific germination information and test recommendations. IBPGR, Rome, II, 211-667.

Ellis R. H., Hong D., Roberts E. H. (1987): The Development of Dessication- tolerance During Seed maturation in Six Grain Legumes. Annals of Botany 59: 23-29.

Ellis R. H. (1992): Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. Plant Growth Regulation, Volume 11, Issue 3, 249-255.

Ellis R. H., Pieta-Filho C. (1992): Development of seed quality in spring and winter cultivars of control in small-red lentil (*Lens culinaris*). *Weed Sci.* 45:296-300.

Erić P., Čupina B., Mihailović V., Mikić A. (2004): Sortna specifičnost agrotehnike stočnog graška. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, br. 40, str. 405-417.

Erić P., Mihailović V., Čupina B., Mikić A. (2007): Jednogodišnje krmne mahunarke, *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, 272.

Erić P., Čupina B., Krstić Đ. (2011): *Krmno bilje, praktikum*, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 196.

FAO (2011): *Grassland Index. A searchable catalogue of grass and forage legumes*. FAO <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/GBASE/Default.htm>

Ferguson I. B., Bollard E. G. (1976): The movement of calcium in germinating pea seeds. *Annals of Botany*, 40(5), 1047-1055.

Ferguson A. J. (1993): The agronomic significance of seed quality in combining peas (*Pisum sativum* L.). Ph.D. Thesis, University of Aberdeen.

French R. J. (1990): The contribution of pod numbers to field pea (*Pisum sativum* L.) yields in a short-season environment. *Aust. J. Agric. Res.* 41:853-862.

Gan Y. T., Miller P. R., McConkey B. G., Zentner R. P., Liu P. H., McDonald C. L. (2003): Optimum Plant Population Density for Chickpea and Dry pea in a Semiarid Environment. *Can. J. Plant Sci.* 83: 1-9.

Ghobary H. M. M. (2010): Study of relationships between yield and some yield components in garden pea (*Pisum sativum* L.), by using correlation and path analysis. *J. Agric. Res. Kafer El-Sheikh Uni.* 2010, 36: 351-360.

Guilioni L., Wéry J., Lecoœur, J. (2003): High temperature and water deficit may reduce seed number in field pea purely by decreasing plant growth rate. *Functional Plant Biology*, 30(11), 1151-1164.

Gupta K. R., Waldia R. S., Dahiya B. S., Singh K. P., Sood D. R. (1984): Inheritance of seed yield and quality traits in peas (*Pisum sativum* L.) *Theoretical and Applied Genetics*, Volume 69, Issue 2, 133-137.

Hannaway D. B., Larson C. (2004): *Field Pea (Pisum sativum* L. subsp. *sativum* var. *arvense* (L.) Poir.), Oregon State University.

Harrington J. F. (1972): Seed Storage and Longevity. In: *Seed Biology*, Kozłowski, T. T. (Ed.).

Heath M. C., Hebblethwaite P. D. (1984): A basis for improving the dried pea crop. *Outlook on Agriculture*, 13 (4), 195-202.

Hardwick R. C., Andrews D. J., Hole C. C., Salter, P. J. (1979): Variability in number of pods and yield in commercial crops of vining peas (*Pisum sativum* L.). *The Journal of Agricultural Science*, 92 (03), 675-681.

Heath M. C., Knott C. M., Dyer C. J., Rogers-Lewis D. (1991): Optimum plant densities for three semi-leafless combining pea (*Pisum sativum*) cultivars under contrasting field conditions. *Annals of applied biology*, 118 (3), 671-688.

Helios W., Kotecki A. (2006): Effect of N fertilization and the harvest date on the accumulation of dry weight, organic and mineral nutrients in plant of selected pea cultivars, *EJPAU* 9 (4), #14.

Holl F. B., Vose J. R. (1980): Carbohydrate and Protein Accumulation in the Developing Field Pea *Pisum-Sativum* Cultivar Trapper Seed. *Canadian Journal of Plant Science* 60, 1109-1114.

Hocing P. J., Pate J. S. (1977): Mobilization of Minerals to Developing Seeds of Legumes *Ann Bot* 41 (6): 1259-1278.

ISTA (2003): ISTA Working sheets on tetrazolium testing. (eds. Leist N., Kramer S., Jonitz A. (2003), Volumes 1 and 2, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland

ISTA (2007): ISTA Rules, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland

Jensen E. S. (1996): Grain yield, symbiotic N₂ fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant and soil*, 182(1), 25-38.

Jensen E. S., Hauggaard-Nielsen, H. (2003): How can increased use of biological N₂ fixation in agriculture benefit the environment?. *Plant and Soil*, 252(1), 177-186.

Jasińska Z., Kotecki A. (1997): Effect of sowing date and threshing method on the dynamics of changes in maturing plants of two pea morphotypes. Part I. Plant development and dry matter accumulation]. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIX*, 173-189.

Jeuffroy M. H., Devienne F. (1995): A simulation model for assimilate partitioning between pods in pea (*Pisum sativum* L.) during the period of seed set; validation in field conditions, Elsevier, Volume 41, Issue 2, 79–89.

Jovičić D., Vujaković M., Milošević M., Karagić Đ., Taški-Ajduković K., Ignjatov M., Mikić A. (2010): Uticaj zaslanjenosti na klijanje i parametre porasta ponika stočnog graška (*Pisum sativum* L.). *Ratarstvo i povrtarstvo*, vol. 47, br. 2, str. 523-528. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

Karagić Đ., Katić S., Mihailović V. (2003): Prinos i kvalitet NS sorti krmnih biljaka. Zbornik sažetaka radova: Nove tehnologije i edukacija u funkciji proizvodnje hrane. Republika Srpska, 10-14.03.2003., Teslić, 69-70.

Katić P., Đukanović D., Đaković P. (1979): Klima SAP Vojvodine. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, 6-105.

Khajeh-Hosseini M., Powell A. A., Bingham I. J. (2003): The interaction between salinity stress and seed vigour during germination of soybean seeds. *Seed Sci. & Technol*, 31: 715-725.

Knott C. M. (1987). A key for stages of development of the pea (*Pisum sativum*). *Annals of applied Biology*, 111(1), 233-245.

Knott C. M., Belcher S. J. (1998): Optimum sowing dates and plant populations for winterlegume for south-western Australia: seasonal growth and yield. *Aust. J. Agric. Res.* 37:245-261.

Krstić Dj., Mikić A., Čupina B., Antanasović S., Mihailović V., Erić P., Pejić B. (2011): Forage yields in the intercrops of pea with other cool season annual legumes. *Pisum Genetics*, Vol 43, 29-32.

Koornneef M., Bensink L., Hilhorst H. (2002): Seed Dormancy and Germination. *Curr. Opin. Plant Biolog.* 5: 33-36.

Kosev V., Mikic A. (2012): Short communication. Assessing relationships between seed yield components in spring-sown field pea (*Pisum sativum* L.) cultivars in Bulgaria by correlation and path analysis. *Spanish Journal of Agricultural research*, Vol 10, No 4.

Kotecki A., Kozak M., Steinhoff-Wrzesniewska A. (1996): Effect of the forecrop and sowing rate on the development and yielding of pea cultivars. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIII*, 195-209.

Lal R. K. (1985): Effect of salinity applied at different stages of growth on seed yield and its constituents in field peas (*Pisum sativum* L. var. *arvensis*). *Indian J. Agron*, 30: 296-299.

Lepiniec L., Debeaujon I., Routaboul J. M., Baudry A., Pourcel L., Nesi N., Caboche M.- online: Development of Seed Quality. IJPB, INRA. <http://www.ijpb.versailles.inra.fr/en/bs/equipes/dmg-flavo/>

Liener I. E. (1976): Legume toxins in relation to protein digestability - a review. *Journal of Food Science*, 41(5), 1076-1081.

Littleton E. J., Dennett M. D., Elston J., Monteith J. L. (1979): The growth and development of cowpeas (*Vigna unguiculata*) under tropical field conditions: 1. Leaf area. The Journal of Agricultural Science, 93(02), 291-307.

Lhuillier-Soundele A., Munier-Jolain N. G., Ney B. (1999a): Dependence of seed nitrogen concentration on plant nitrogen availability during the seed filling in pea. European Journal of Agronomy, Volume 11, Number 2, 157-166.

Lhuillier-Soundélé A., Munier-Jolain N. G., Ney B. (1999b): Influence of N availability on seed nitrogen accumulation in pea. Crop Sci 39: 1741-1748.

Loomis H. F. (1950): The preparation and germination of palm seeds. Principes 2: 98–102.

Lott J N. A., Goodchild D. J., Craig S. (1984): Studies of Mineral Reserves in Pea (*Pisum sativum*) Cotyledons Using Low-Water-Content Procedures. Australian Journal of Plant Physiology 11(6) 459-469.

Maguire J. D. (1977): Seed Quality and Germination. In: The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination, Khan A.A. (Ed.). North Holland Publishing Company, Amsterdam, pp: 219-235.

Martin-Sanz A., Caminero C., Jing R., Flavell A. J., de la Vega P. M. (2011): Genetic diversity among Spanish pea (*Pisum sativum* L.) landraces, pea cultivars and the World *Pisum* sp. core collection assessed by retrotransposon - based insertion polymorphisms (RBIPs). Spanish J. Agric. Res., 9 (1): 166-178 <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/viewArticle/1542>.

Matthews S., Powell A. A. (1986): Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. HortScience (USA).

McPhee K. E., Gollasch S., Schroeder H. E., Higgins T. J. V. (2004): Gene technology in pea. Transgenic Crops of the World, 351-359.

Mejia R. P. (1985): Seed quality of ten soybeans entries as affected by water and fungal seed infection. MS Thesis. Department of Miss. State Univer., Miss. State, MS.

Mera K. (1989): [Plant population and spacing for conventional foliage dry peas (*Pisum sativum* L.)][Plaoma, Florette]]. Agricultura Tecnica (Chile).

Mendel G. (1866): Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn 4:3-47.

Mihailović V. (1994): Genetička analiza komponenti prinosa zrna i žetvenog indeksa graška (*Pisum sativum* L.) (doktorska disertacija). Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

Mihailović V., Šibalić I., Mikić A., Milić D., Vasiljević S., Lukić D. (2003): Production and usage of pea grain in animal and human nutrition. *Biotechnology in Animal Husbandry* 19:5-6:457-464.

Mihailović V., Karagić Đ., Katić S., Vasiljnjvić S., Pataki I., Milić D., Mikić A. (2004): Prinos i kvalitet semena krmnih biljaka u 2003. godini. Zbornik referata XXXVIII Seminara agronoma, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 267-281.

Mihailović V., Erić P., Čupina B., i Lukić, D. (1995): Oplemenjivanje stočnog graška na veći prinos i bolji kvalitet zrna. *Savremena poljoprivreda*, Novi Sad, vol 43, br. 3, 33-38.

Mihailović V., Mikić A. (2014): Ideotypes of Forage Pea (*Pisum sativum*) Cultivars. In *Quantitative Traits Breeding for Multifunctional Grasslands and Turf* (183-186). Springer Netherlands.

Mihailović V., Mikić A. (2004): Leaf type and grain yield in forage pea. *Genetika* (Beograd) 36:1:31-38.

Mihailović V., Mikić A., Katić S., Karagić Đ., Erić P., Čupina B. (2006): Uticaj morfoloških osobina na prinos zrna proteinskog graška (*Pisum sativum* L.). Treći simpoziju, selekcije za oplemenjivanje organizama Drštva genetičara Srbije i Čvrti naučnosrtnični simpozijum iz selekcije i semenarstva Društva selekcionera i semenara Srbije. Str. 27, Zlatibor, 16–20. maja 2006.

Mihailović V., Mikić A., Kobiljski B., Čupina B., Antanasović S., Krstić Đ., Katanski S. (2011): Intercropping pea with eight cereals for forage production. *Pisum Genetics* 43:33-35.

Mihailović V., Pataki I., Mikić A., Katić S., Vasiljević S., Karagić Đ., Milić D. (2009): A new generation of NS forage crop cultivars. *Zbornik radova Instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 46(1), 199-205.

Mihailović V., Mišković B. (1986): Tehnologija i značaj proizvodnje stočnog graška (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.). *Zbornik referata XX Seminara agronoma Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 15-26. II 1986, Kupari, 519-526.

Mihailović V., Mikić A., Katić S., Karagić Đ., Milošević B. (2010): Potencijal stočnog graška za prinos proteina krme i zrna. *Ratarstvo i povrtarstvo*, vol. 47, br. 1, 43-48.

Mihailović V., Karagić Đ., Katić S., Mikić A., Erić P., Pataki I., Milošević B. (2011): Proizvodnja semena stočnog graška. U: Milošević M, Kobiljski B (ured) *Semenarstvo II. Institut za ratarstvo i povrtarstvo*, Novi Sad, 727-768.

Mikić A., Čupina B., Mihailović V., Krstić Đ., Đorđević V., Perić V., Srebić M., Antanasović S., Marjanović-Jeromela A., Kobiljski B. (2012): Models and ideotypes for forage legume intercropping in temperate regions. In: Lichtfouse E (ed) *Sustainable Agriculture Reviews*. Springer, Vol. 11, 161-182.

Mikić A., Mihailović V., Duc G., Čupina B., Eteve G., Lejeune-Henaut I., Mikić V. (2007): Evaluation of winter protein pea cultivars in conditions of Serbia. *Zbornik Radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, XI simpozijuma o krmnom bilju Republike Srbije sa međunarodnim učešćem*, No. II, 107-112.

Milošević M., Zlokolica M. (1996): Vigor semena. *Selekcija i semonarstvo* 3 (1-2): 33-42.

Milošević B., Karagić Đ., Milić D., Mihailović V., Vasiljević S., Mikić A., Živanov D. (2013): Assessing the potential of forage pea (*Pisum sativum* L.) cultivars for seed production. *Book of abstracts. First legume society conference 2013: A Legume odyssey*, Novi Sad, 09-11.05.2013, 127.

Miljković (1996): Osnovi pedologije, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Institut za geografiju.

Monti L. M. (1983): Natural and induced variability in peas for protein production. World crops: production, utilization, description.

Moot D. J, McNeil D. L. (1995): Yield components, harvest index and plant type in relation to yield differences in field pea genotypes. Euphytica, Volume 86, Issue 1, 31-40.

Muehlbauer F. J., Tullu A. (1997): *Pisum sativum* L. In: NewCrop Factsheet, Purdue University, Center for new crops and; plant products.

<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/pea.html>

Nachi N., Le Guen J. (1996): Dry matter accumulation and seed yield in faba bean (*Vicia faba* L) genotypes. Agronomie 16 (1996) 47-59.

Nleya T., Rickertsen J. (2011): Seeding rate and variety effects on yield, yield components, and economic return of field pea in the northern Great Plains. Online. Crop Management doi:10.1094/CM-2011-0221-01-RS.

NRCS (2004): The PLANTS Database, Version 3.5, USDA, National Plant Data Center, Baton Rouge, LA., http://plants.usda.gov/cgi_bin/plant_profile.cgi?symbol=PISA6

Okcu G., Kaya M. D., Atak M., Kemal M. (2005): Effects of Salt and Drought Stresses on Germination and Seedling Growth of Pea (*Pisum sativum* L.). Turk. J. Agric. For., 29, 237-242.

Oliveira M. A., Matthews S., Powell A. A. (1984): The role of split seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soyabean, as measured by the electrical conductivity test. Seed Science and Technology, 12, 659-668.

Ormrod D. P., Maurer A. R., Mitchell G., Eaton G. W (1970): Shoot development in *Pisum sativum* L. as affected by temperature. Canadian Journal of Plant Science, 50 (2): 201-202.

Pandley S., Gritton E. T. (1975): Genotypic and Phenotypic Variances and Correlations in Peas. *Can J. Plant Sci.* 3: 353-356.

Pate J. S., Flinn A. M. (1973): Carbon and Nitrogen Transfer from Vegetative Organs to Ripening Seeds of Field Pea (*Pisum arvense* L.) *Exp. Bot.* 24 (6):1090-1099.

Pate J. S. (1985): Physiology of pea - a comparison with other legumes in terms of economy of carbon and nitrogen in whole-plant and organ functioning. In PD Hebblewaite, MC Heath, TCK Dawkins, eds, *The Pea Crop*. Butterworths, London, 279–296.

Peoples M. B., Dalling M. S. (1988): The interplay between proteolysis and amino acid metabolism during senescence and nitrogen reallocation. In LD Nodden, AC Leopold, eds, *Senescence and Aging in Plants*. Academic Press, New York, pp 182–217.

Pieta-Filho C., Ellis R. H. (1991): The development of seed quality in spring barley in four environments. I. Germination and longevity. *Seed Sci. Res.*, 1: 163-177.

Pisulewska E. (1993): Yielding and pea and fodder pea seeds protein nutrition value depending on the foliar plant fertilization with microelements]. *Acta Agr. Silv., Agraria XXXI*, 99-105.

Pisulewska E., Kulig B., Ziółek W., Antoniewicz A. (1997): Variation in the content and amino acid composition of pea protein depending on the harvest date. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 446, 153-159.

Poggio S. L., Satorre E. H., Dethiou S., Gonzalo G. M. (2005): Pod and seed numbers as a function of photothermal quotient during the seed set period of field pea (*Pisum sativum*) crops. *European Journal of Agronomy*, 22(1), 55-69.

Popović S., Tucak M., Čupić T., Krizmanić G. (2015): The influence of precipitation on forage pea seed yields. *Poljoprivreda*, 21(2), 10-14.

Powell A. A., Matthews S. (1977): Deteriorative changes in pea seeds (*Pisum sativum* L) stored in humid or dry conditions. *Journal of Experimental Botany*, 28, 225-234.

Powell A. A., Matthews S. (1978): The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. *Journal of Experimental Botany*, 29, 1215-1229.

Powell A. A., Matthews S. (1980): The significance of damage during imbibition to the field emergence of pea (*Pisum sativum* L) seeds. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 95: 35-38.

Powell A. A., Matthews S. (1981): A physical explanation for solute leakage during imbibition of dry pea embryos. *Journal of Experimental Botany*, 32, 1045-1050.

Powell A. A., Don R., Haigh R., Phillips G., Tonkin J. H. B., Wheaton O. E. (1984): Assessment of repeatability of controlled deterioration vigour test both within and between laboratories. *Seed Sci. Technol.*, 12: 421-427.

Powell A. A., Matthews S., Oliveira M. A. (1984): Seed quality in grain legumes. *Advances in Applied Biology*, 10, 217-285.

Powell A. (1989): The Importance of Genetically Determined Seed Coat Characteristics to Seed Quality in Grain Legumes. *Ann Bot* 63 (1): 169-175.

Prusiński J. (1992): Niektóre aspekty dojrzewania nasion roślin strączkowych [Some aspects of seed legumes maturing]. *Biul. branż. Hod. Ros. Nas.* 26-30.

Rameau C., Denoune D., Fravel F., Haurogne K., Josserand J., Laucou V., Batge S., Murfet I. C. (1998): Genetic mapping in pea. 2. Identification of RAPD and SCAR markers linked to genes affecting plant architecture. *Theoretical and Applied Genetics* 97:916-928.

Rapčan I., Bukvić G., Grljušić S., Teklić T., Jurišić M. (2010): Yield of green mass, grain and other yield components of field pea (*Pisum sativum* L.) in dependence of agroecological conditions and seed maturity. *Mljekarstvo*, 60(2), 104.

Rasaei A., Ghobadi M-E., Ghobadi M., Abdi-Niya K. (2011): The study of traits correlation and path analysis of the grain yield of the peas in semi-dry conditions in Kermanshah. 2011 International Conference on Food Engineering and Biotechnology. IPCBEE vol.9, 246-249.

Rao N. K., Rao S. A., Mengesha M. H., Ellis R. H. (1991): Longivity of pearl millet seeds harvested at different stages of maturity. *Ann. Applied Biol.*, 119: 97-103.

Reichertr D., Ehiwe A. O. F. (1987): Variability, heritability and physiochemical studies of seed coat durability in field pea. *Can. J. Plant Sci* 672 667-674.

Reid J. B. (1983): Internode Length in *Pisum*. Do the internodes length genes effect growth in dark-grown plants ? *Plant Physiol.*, 72, 759-763.

Riethmuller G. P., French R. J. (2001): Seed moisture of pulse species at harvest Commonwelt of Western Australia, Department of Agriculture and Food

Sadeghian S. Y., Yavari N. (2004): Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. *J. of Agronomy and Crop Science*, 190(2): 138-144.

Salon C., Munier-Jolain N. G., Duc G., Voisin A. S., Grandgirard D., Larmure D., Emery R. J. N., Ney B. (2001): Grain legume seed filling in relation to nitrogen acquisition: a review and prospects with particular reference to pea. *Agronomie* 21: 539–552.

Santalla M., Amurri J. M., De Ron A. M. (2001): Food and feed potential breeding value of green, dry and vegetable pea germplasm, *Canadian Journal of Plant Science*, 81(4): 601-610.

Santos B. M. (2007): Seed Quality and Seed technology, *Vegetable Production Handbook*, Document 713, Horticultural Sceince Department, 19-22, Univeristy of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/CV/CV10300.pdf>

Saxena M. C. (1980): Resent advances in chick pea improvement hyderabad. AP ICRISAT India, 89-96.

Sawicki J., Boros L., Wawer A. (2000): The effect of plant densities on agronomic traits of three semi-leafless pea (*Pisum sativum* L.) genotypes. *Biuletyn-Instyutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*, 253-262.

Schatz B., Endres G. (2009): Field pea production. NDSU extension service A-1166 (revised), 1-8.

Schiltz S., Munier-Jolain N., Jeudy C., Burstin J., Salon C. (2005): Dynamics of Exogenous Nitrogen Partitioning and Nitrogen Remobilization from Vegetative Organs in Pea Revealed by ^{15}N in Vivo Labeling throughout Seed Filling1 ListPlant Physiolv.137(4)1463–1473.

Schiltz S., Gallardo G., Huart M., Negroni L., Sommerer N., Burstin J. (2004): Proteome reference maps of vegetative tissues in pea. An investigation of nitrogen mobilization from leaves during seed filling. Plant Physiol 135: 2241–2260.

Sell R. (1993): Field Pea. NDSU Extension Service, Alternative Agriculture Series, Number 16. (Elektronski izvor), dostupno na adresi <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/alt-ag/fieldpea.htm>

Servet A., Ate E. (2004): Determination of some agricultural characters in field pea (*Pisum arvense* L.) lines at Tekirdag (Turkey) ecological conditions. Cuban Journal of Agricultural Science, Volume 38, No. 3, 2004. 313.

Siddique K. H. M., Sedgley R. H. (1986): Chickpea (*Cicer arietinum* L.) a potential grain legume for south-western Australia: Seasonal growth and yield. Australian Journal of Agricultural Research, 37: 245-261.

Siddique A. B., Wright D. (2003): Effect time of harvesting Moisture Content on Seed Fresh Weight, Dry Weight, Quality (Viability and Vigour) and Food Reservs of Pea (*Pisum sativum* L.). Asian Journal of Plant Science 2(13): 983-992.

Siddique A. B., Khatun A., Rahman M., Wright D. (2003): Studies on the Effects of Pod Position on the Mother Plant and Sowing Density on Flowering, Pod Production, Seed Yield, Yield Components and Viability (Germination) of Pea Seeds. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6: 680-685.

Silsbury J. H. (1990): Growth, nitrogen accumulation and partitioning, and N_2 fixation in faba bean (*Vicia faba* cv. Fiord) and pea (*Pisum sativum* cv. Early Dun). Field Crops Research, Volume 24, Issues 3–4, October 1990, Pages 173–188.

Službeni list SFRJ (1987): Pravilnik o kvalitetu semena poljoprivrednog bilja, Beograd. Sl. List SFRJ, 47, 1156-1167.

Singh I., Ali S., Chauhan J. S. (2009): Effect of Seed Size on Quality within Seed Lot of Pea and Correlation of Standard Germination, Vigour with Field Emergence Test N. Nature and Science, 2009; 7(4), 72-77.

Sivritepe H. O., Dourado A. M. (1995): The effect of seed moisture content and viability on the susceptibility of pea seeds to soaking injury. Scientia Horticulturae, Volume 61, Issues 3–4, 185–191.

Slinkard A. E., Bascur G., Hernandez-Bravo G. (1994): Biotic and abiotic stresses of cool season food legumes in the western hemisphere. p. 195-203. In: F.J. Muehlbauer and W.J. Kaiser (eds.), Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands

Slinkard A. E., Bhattar R. S., Drew B. N., Morrall R. A. A. (1990): Dry pea and lentil as new crops in Saskatchewan: A case study. p. 159-163. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR.

Soltani A., Galeshi S., Zeinali E., Latifi, N. (2002): Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology, vol. 30, no. 1, 51-60.

Spies J. M., Warkentin T. D., Shirliffe S. (2010): Basal branching in field pea cultivars and yield-density relationships. Canadian Journal of Plant Science, 90(5), 679-690.

Spies J. M., Warkentin T. D., Shirliffe S. J. (2011): Variation in field pea (*Pisum sativum*) cultivars for basal branching and weed competition. Weed science, 59(2), 218-223.

Sun Q., Wang J., Sun B. (2007): Advances on Seed Vigor Physiological and Genetic Mechanisms. Agric. Sci. China, 6(9):1060–1066.

Szwejkowska B., Duchovskis P. (2006): Effect of climatic conditions and seed dressing on the yield and protein content in seed of pea. *Sodininkyske ir Doržininkyske* 25 (4) 322-330.

Tekeli A. S., Ates E. (2003): Yield and its components in field pea (*Pisum arvense* L.) lines *Journal of Central European Agriculture* (online), Volume 4 (2003) No 4, 314-317.

TeKrony D. M., Egli D. B. (1990): Relationship of Seed Vigor to Crop Yield: A Review *Crop Science* Vol. 31 No. 3, 816-822.

TeKrony D. M., Egli D. M. (1997): Accumulation of seed vigour during development and maturation. *Basic and Applied Aspects of Seed Biology* proceeding of the fifth international workshop on seeds held at reading, UK-on10-15 September, 369- 384.

Timmerman-Vaughan G. M., Mills A., Whitfield C., Frew T., Butler R., Murray S., Lakeman M., McCallum J., Russell A., Wilson D. (2005): Linkage mapping of QTL for seed yield, yield components, and developmental traits in pea: (quantitative trait loci) *Crop Science* vol. 45, no. 4.

Togay N., Togay Y., Yildirim B., Dogan Y. (2008): Relationships between yield and some yield components in pea (*Pisum sativum* ssp *arvense* L.) genotypes by using correlation and path analysis. *African Journal of Biotechnology*, 7(23).

Treviño J., Centeno C., Caballero R. (1987): The chemical composition of pea plant parts as related to harvesting time. *Animal Feed Science and technology*, volume 16, issue 4, pages 305-309.

Tully R. E., Musgrave M. E., Leopold A. C. (1981): The seed coat as a control of imbibitional chilling injury. *Crop Science*, 21, 312-317.

Turc O. (1988): Elaboration du nombre de graines chez le pois prote Uagineux (*Pisum sativum* L.) (cs. Frisson, Finale et leurs homologues ayila):influence du rayonnement intercepte U et application au diagnosticcultural. The'se de Doctorat, Universite de Sciences et Techniques du Languedoc, Montpellier, France.

USDA (2011): GRIN - Germplasm Resources Information Network. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland.

Uzun A., Bilgili U., Sincik M., Filya I., Acikgoz E. (2005): Yield and quality of forage type pea lines of contrasting leaf types. *European journal of agronomy*, 22(1), 85-94.

Van Dongen J. T., Ammerlaan A. M., Wouterlood M., Van Aelst A. C., Borstlap A. C. (2003): Structure of the developing pea seed coat and the post-phloem transport pathway of nutrients. *Ann. Bot.*; 91(6):729-37.

Vučić N. (1964): Vodne osobine černoze i livadske crnice i njihov značaj za navodnjavanje na irigacionom području Bačke. *Savremena poljoprivreda*, 1 (posebno izdanje), Novi Sad.

Wall D. A., Townley-Smith L. (1996): Wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) response to field pea (*Pisum sativum*) cultivar and seeding rate. *Can. J. Plant Sci.* 76:907-914.

Wang N., Daun J. K. (2004): Effect of variety and crude protein content on nutrients and certain antinutrients in field peas (*Pisum sativum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Volume 84, Issue 9, pages 1021–1029.

Welch R. M., House W. A., Allaway W. H. (1974): Availability of Zinc from Pea Seeds to Rats. *J. Nutr.* 104: 733-740.

Whatley N. (2010): Harvesting Fiel Pea and Lentil Crops by Government of Alberta. Alberta Agricultural and Rural Development , Sletter, Government of Alabama. Farms Crop. <http://www.farms.com/FarmsPages/Commentary/DetailedCommentary/tabid/192/Default.aspx?NewsID=33909>

White J. G. H. (1987): The importance of peas in New Zealand arable agriculture. Peas: management for quality. *Agronomy Society of New Zealand special publication*, 6, 7-11.

White J. G. H., Sheath G. W., Meijer G. (1982). Yield of garden peas—field responses to variation in sowing rate and irrigation. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 10(2), 155-160.

Wilson D. R., Hanson R., Jermyn W. A. (1981): Growth and water use of conventional and semi-leafless peas. In Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand, 11, 35-39.

Wilson D. R., Jamieson P. D., Jermyn W. A., Hanson R. (1985): Models of growth and water use of field pea (*Pisum sativum* L.). In The Pea Crop pp. 139–151: (ed. Hebblethwaite, P. D., M. C. Heath and T. C. K. Dawkins) The Pea Crop. Butterworths London, UK.

Wilson D. R. (1987): New approaches to understanding the growth and yield of pea crops. In Agronomy Society of New Zealand, 6, 23-28.

Wilson J. P. (1989): Soil erosion from agricultural land in the lake Semcoe- Couchiching Basin, 1800–1981. Canadian Journal of Soil Science, 69(1), 137-151.

Wood D. C. P., Longden C., Scoot R. K. (1977): Seed size variation, its extent, source and significance in field crops. Seed Sci. & Tech. 5 : 337-352.

Yamaguchi M. (1983): World vegetables: principles, production and nutritive values (No. 635 Y3).

Yaxley J. R., Ross J. J., Sherriff L. J., Reid, J. B. (2001): Gibberellin biosynthesis mutations and root development in pea. Plant physiology, 125(2), 627-633.

Yildirim B., Togay N., Togay Y., Doan Y., Tamkoc A. (2005): Determining Agronomic Properties of Some Pea Genotypes. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 1(4): 315-319

Yucel D. O. (2013): Impact of plant density on yield and yield components of pea (*Pisum sativum* ssp. *sativum* L.) cultivars. ARPN Journal of Agricultural and Biological Science VOL. 8, no. 2, 169-174.

Zanakis G. N., Ellis R. H., Summerfield R. J. (1994): Acomparison of changes in vigour among three genotypes of soybean (*Glycine max*) during seed development and maturation in three temperature regimes. Exp. Agric., 30: 157-170.

Ziółek W., Kulig B., Pisulewska E. (1997): Dynamics of quality parameters of pea seeds depending on the method and date of harvest. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo LXIX, 49-58.

Živković B., Nejgebauer V., Tanasijević Đ., Miljković N., Stojković L., Drezgić P. (1972): Zemljišta Vojvodine. Novi Sad

BIOGRAFIJA

Branko Milošević rođen je 12.03.1983. u Novom Sadu. Osnovnu školu „Jovan Popović“ i gimnaziju „Jovan Jovanović Zmaj“, prirodno-matematički smer, završio je u Novom Sadu.

Poljoprivredni fakultet, smer ratarstvo i povrtarstvo, upisao je u Novom Sadu, školske 2002/2003. Diplomirao je 08. aprila 2008. sa prosečnom ocenom 8,62. Diplomski rad odbranio je sa ocenom 10. Akademske master studije, studijski program - Genetika, oplemenjivanje i semenarstvo upisuje školske 2008/2009. godine, na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu. Master rad pod nazivom „Kvalitet semena proteinskog graška (*Pisum sativum* L.) u zavisnosti odvlažnosti semena u žetvi i genotipa“ odbranio je 23. februara 2010. sa ocenom 10. Tokom akademskih master studija prosečna ocena iznosila je 9,67.

Doktorske studije na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu upisao je oktobra 2010. godine na studijskom programu - Agronomija. Položio je sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 10,0.

U septembru 2008. zasnovao je radni odnos u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, raspoređen u Odeljenju za krmno bilje na poslovima semenarstva. U zvanje istraživač pripravnik izabran je 04. septembra 2008. godine.

Od 2008-2011. godine, bio je angažovan je na projektu Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije, pod nazivom „Multidisciplinarni pristup oplemenjivanju i proizvodnji semena krmnih biljaka za konvencionalne i nove načine upotrebe“.

U periodu od 2011. do 2017. godine angažovan je na projektu Ministarstva za nauku i tehnološki razvoja Republike Srbije, TR 31024 pod nazivom „Povećanje tržišnog značaja krmnih biljaka oplemenjivanjem i optimizacijom tehnologije proizvodnje semena“.

Oženjen je i otac je jednog deteta.

Koautor i autor je više naučnih radova.

Koristi se engleskim i ruskim jezikom.