

Uticaj gustine useva na produktivnost fotosinteze i prinos belog luka prolešnjaka

Dorđe Moravčević¹, Jelica Gvozdanić Varga², Anamarija Stojanović²,
Damir Beatović¹, Vida Todorović³, Nenad Pavlović⁴

¹Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Republika Srbija

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Republika Srbija

³Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci, Bosna i Hercegovina

⁴Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka, Republika Srbija

Sažetak

Beli luk je ispitan u poljskim ogledima koji su izvedeni u centralnom delu Srbije (Beograd). Ispitan je beli luk prolešnjak. Postavljen je cilj da se ispita uticaj gustine useva na produktivnost fotosinteze (LAR-Leaf Area Ratio, NAR- Net Assimilation Rate) i prinos belog luka. Ispitivanjima su bile obuhvaćene sledeće gustine useva: 300 (G1), 450 (G2), 600 (G3), 750 (G4) i 900 (G5) hiljada biljaka ha⁻¹. Beli luk je ostvarivao bolje rezultate u gušćim usevima. Na to jasno ukazuje prinos koji je beli luk ostvarivao u ogledima. Prosečne vrednosti prinosa kreću se u rasponu od 5,6 (G1) do 12,5 t ha⁻¹ (G5). Rezultati pokazuju da beli luk treba gajiti u usevima veće gustine.

Ključne reči: Allium sativum, gustina useva, LAR, NAR, prinos

Uvod

Fotosinteza je biohemijski proces u kome nastaju složena organska jedinjenja (šećeri, skrob, vitamini). Karakteristike fotosinteze zavise od raznih faktora biotičke i abiotičke prirode. Najvažniji abiotički faktori su svetlost, temperatura, voda i CO₂. Za fotosintezu je neophodna i mineralna

ishrana. Od biotičkih faktora treba istaći koncentraciju hlorofila, veličinu lisne površine, te starost i položaj listova na biljci. Veliki značaj ima i genotip. Fotosinteza se određuje na razne načine. Najlakše se određuje tako da se na kraju vegetacije nekog useva izmeri (odredi) prinos suve materije. Međutim, mnogo je realnije da se određuje preko priraštaja suve materije po jedinici lisne površine u jedinici vremena (Net Assimilation Rate ili NAR). Fotosinteza se može određivati i preko odnosa koji postoji između površine lista jedne biljke i mase suve materije cele biljke (Leaf Area Ratio ili LAR), kao i na druge načine. Na fotosintezu treba uticati, a cilj je da ona ostvaruje visoke vrednosti. Time se utiče i na prinos, koji se formira od produkata fotosinteze. U prinos se ugrađuje i do 90% fotosintetskih produkata. Produktivnost fotosinteze belog luka maksimalne vrednosti dostiže 90 dana posle sadnje čenova (Kastori, 1989; Halan et al., 1990; Ledesma et al., 1997).

Gustina useva je veoma važan faktor u biljnoj proizvodnji. Biljke se normalno razvijaju samo u usevima odgovarajuće gustine. Smanjivanje gustine useva pozitivno utiče na veličinu i kvalitet lukovica, a negativno utiče na prinos belog luka (Moravčević et al., 2011). Različiti autori navode kod belog luka kao optimalne gustine one od 300 hiljada (Lewis et al., 1995), oko 600 hiljada (Kilgori et al., 2007), pa čak i od 2 milona biljaka ha⁻¹ (Ahmad & Iqbal, 2002).

Cilj ovih ispitivanja je da se prošire naučna saznanja o uticaju gustine useva na fotosintezu i prinos belog luka u uslovima kontinentalne klime gde su prosečni prinosi belog luka prolešnjaka jako niski (2-4 t ha⁻¹).

Materijal i metode rada

Beli luk (*Allium sativum*) je ispitivan na oglednom dobru Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu (Radmilovac, Srbija). Korišćen je metod poljskih ogleda. Ispitivanja su trajala dve godine (2007. i 2008). Ogledi su postavljeni po slučajnom blok-sistemu u četiri ponavljanja. Veličina elementarne parcelice iznosila je 4 m² (2x2 m).

Zemljište, na kojem je beli luk ispitivan, je u tipu gajnjače, sledećih hemijskih osobina: pH-5.60 (KCl), sadržaj humusa 2,51 %, ukupnog azota – 0,11 %, fosfora 11,9 mg i kalijuma - 21,2 mg u 100 g zemljišta. Osnovna, jesenja, obrada zemljišta (oranje) izvođena je na dubinu od 30cm. Neposredno pred postavljanje ogleda (sredina marta) izvršena je predsetvena obrada zemljišta i startno đubrenje (400 kg ha⁻¹, 15:15:15). Sadnja belog luka izvođena je tokom marta, u obe ispitivane godine (24. i

23). Luk je sađen na međuredni razmak koji je bio konstantan (25 cm), dok je razmak između čenova (biljaka) varirao i kretao se od 4,4 do 13,3 cm. Tako su dobijene gustine useva od: 300 (G1), 450 (G2), 600 (G3), 750 (G4) i 900 (G5) hiljada biljaka ha⁻¹. Korišćena je sorta belog luka proletnjaka „piros“ (Institut za povrtarstvo, Smederevska Palanka). Svi radovi oko ogleada izvođeni su ručno.

Merenje belog luka započeto je 40 dana posle sadnje i vršeno je svakog desetog dana (dekadno). Luk je meren 8 puta u toku ispitivanja. Određivani su sledeći parametri: LAR (relativna lisna površina), NAR (neto produktivnost fotosinteze) i prinos lukovica.

Za određivanje LAR i NAR korišćeni su sledeći postupci (Kastori, 1989): $LAR=A/W$, [cm² g⁻¹]; A- površina lista po biljci [cm²], W – masa suve materije po biljci (bez korena), [g]; $NAR=1/A \times (W_2-W_1)/T_2-T_1$, [g m⁻² d⁻¹]; A - površina lista po biljci [m²], W₁ - ukupna suva masa biljke u vremenu T₁ [g], W₂ - ukupna suva masa biljke u vremenu T₂ [g], T (T₂-T₁) - interval između dva merenja [dan].

Berba belog luka, u obe ispitivane godine, obavljena je u julu (22. i 29), kada je zapaženo da su lažna stabla potpuno omekšala, a biljke još nisu počele masovno da poležu. Nakon sušenja lukovice su odvajane od nadzemnog dela biljke i merene. Prinos je izražen u t ha⁻¹. Padavine i temperature za vreme izvođenja ogleada prikazane su u Tabeli 1.

Tab. 1. Srednje mesečne temperature i padavine
Mean monthly temperature and monthly rainfall

Mesec Month	Temperatura [°C], Temperature			Padavine [mm], Rainfall		
	2007	2008	1982-2011	2007	2008	1982-2011
Mart (March)	9,3	9,1	6,8	93,3	75,5	43,9
April (April)	12,8	13,5	12,3	1,0	27,3	50,0
Maj (May)	18,3	18,3	17,3	96,1	14,8	59,7
Jun (June)	22,2	22,3	20,2	114,7	62,5	90,8
Jul (July)	23,5	22,4	22,0	17,2	56,8	68,4
Prosek/Suma Mean/Sum	17,2	17,1	15,7	64,5 / 322,3	47,4 / 236,9	62,6 / 312,8

Rezultati su statistički obrađeni po modelu jedno i dvofaktorijalne analize varijanse (ANOVA) i LSD testa na dva nivoa značajnosti (p<0.05 i p<0.01). Jednogodišnji rezultati su prikazani tabelarno, a dvogodišnji grafički (Excel 2007, DSAASTAT).

Rezultati i diskusija

Relativna lisna površina (LAR)

Najveće prosečne vrednosti LAR je ostvarivao u periodu od I do III merenja belog luka, kada su one bile i veoma ujednačene (Graf. 1). Navedene vrednosti variraju od 55,4 do 56,6 cm² g⁻¹. U narednih 20 dana (III-V merenja) usledilo je naglo smanjivanje LAR, kada se on smanjio na 30,3 cm² g⁻¹. U periodu koji je trajao od VI do VIII merenja LAR se i dalje smanjivao, ali znatno sporije. Na kraju je dostigao prosečnu vrednost na svim gustinama koja iznosi 15,3 cm² g⁻¹.

Tab. 2. Relativna lisna površina u 2007. godini [cm² g⁻¹]
Leaf Area Ratio in 2007 [cm² g⁻¹]

Gustina (A) [biljaka ha ⁻¹] <i>Density</i>	Merenje (B) <i>Measurement</i>								Prosek <i>Average</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
300.000 (G1)	59,0	53,7	38,1	31,4	14,4	14,7	12,7	5,9	28,7
450.000 (G2)	74,0	44,9	47,3	34,0	22,7	17,5	11,4	6,2	32,2
600.000 (G3)	80,8	59,9	50,2	39,6	23,7	18,4	12,2	6,7	36,4
750.000 (G4)	66,8	66,9	50,7	36,3	21,7	16,2	10,7	5,2	34,3
900.000 (G5)	69,5	65,4	72,2	37,3	21,1	17,2	11,0	6,2	37,5
Prosek / <i>Average</i>	70,0	58,2	51,7	35,7	20,7	16,8	11,6	6,0	33,8

LSD	A	B	A x B
0,05	3,9	5,0	11,1
0,01	5,2	6,6	14,8

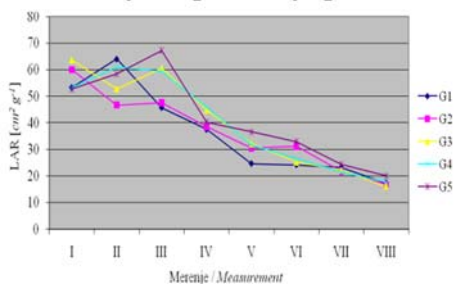
LAR se ovako ponašao i po godinama ispitivanja, ali su postojale i određene specifičnosti (Tabela 2 i 3). U 2007. godini LAR se intenzivnije smanjivao u toku vegetacije belog luka. Specifičnost je i to da je gustina useva različito uticala na ponašanje LAR. U 2007. godini uticaj gustine na LAR ispoljavao se do VI merenja, dok se u 2008. godini ispoljavao do kraja vegetacije. Gušći usevi su u celini pokazivali stimulaturniji uticaj na posmatrani parametar.

Tab. 3. Relativna lisna površina u 2008. godini [$\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$]
Leaf Area Ratio in 2008 [$\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$]

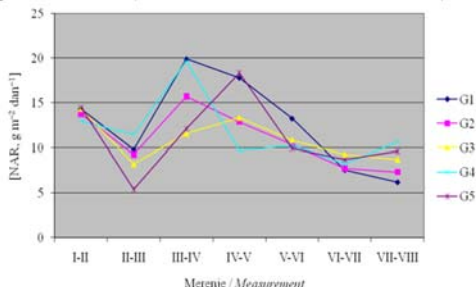
Gustina (A) [biljaka ha^{-1}] <i>Density</i>	Merenje (B) <i>Measurement</i>								Prosek <i>Average</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
300.000 (G1)	47,8	67,5	53,4	43,6	33,6	30,2	28,8	23,8	41,1
450.000 (G2)	46,1	46,2	45,2	42,9	36,4	42,8	31,8	23,5	39,4
600.000 (G3)	46,8	45,8	71,0	47,3	38,7	32,0	31,7	20,1	41,6
750.000 (G4)	39,8	55,4	68,3	55,5	37,8	34,9	29,7	23,9	43,2
900.000 (G5)	35,9	48,5	62,2	43,3	51,8	48,8	37,1	31,8	44,9
Prosek / <i>Average</i>	43,2	52,7	60,0	46,5	39,6	37,7	31,8	24,6	42,0

LSD	A	B	A x B
0.05	5,9	7,4	16,6
0,01	7,7	9,8	21,9

LAR je dostizao veće vrednosti u periodu koji je prethodio formiranju lukovice, a koji je obeležen intenzivnim formiranjem lisnog aparata (površina lista). Sa pojavom lukovice započeto je brzo nagomilavanje suve materije u belom luku, što je uticalo da vrednosti LAR postanu manje. LAR se objektivnije pokazao u 2007. godini, koja se odlikovala veoma povoljnim uslovima za razvoj belog luka, naročito u pogledu padavina. U 2008. godini vladali su sušni uslovi i visoke temperature vazduha, pa se beli luk nije prirodno ponašao kao u prethodnoj godini. To je doprinelo da LAR ostvaruje ujednačene vrednosti tokom cele vegetacije, što se razlikuje od opšte tendencije za ponašanje posmatranog parametra (Stahlschmidt et al., 1997).



Graf. 1 LAR (2-godišnji prosek)
Leaf Area Ratio (two-year means)



Graf. 2 NAR (2-godišnji prosek)
Net Assimilation Rate (two-year means)

Neto produktivnost fotosinteze (NAR)

Najveće vrednosti NAR je ostvarivao u intervalima III-IV, IV-V i I-II. Karakterističan je interval II-III kada je NAR dostizao relativno male

vrednosti. Posebno je karakterističan interval V-VI u kome je NAR počeo trajno da se smanjuje (Graf. 2).

Tab. 4. Neto produktivnost fotosinteze u 2007. godini [$\text{g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$]
Net Assimilation Rate in 2007 [$\text{g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$]

Gustina (A) [biljaka ha^{-1}] <i>Density</i>	Merenje (B) <i>Measurement</i>							Prosek <i>Average</i>
	I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI	VI-VII	VII-VIII	
300.000 (G1)	20,1	12,7	27,3	24,6	21,0	9,8	9,5	17,8
450.000 (G2)	17,5	14,2	21,7	14,9	15,0	11,4	8,4	14,7
600.000 (G3)	19,2	10,5	15,1	19,6	15,3	15,3	9,5	14,9
750.000 (G4)	14,9	15,2	30,4	12,3	16,6	14,5	15,7	17,1
900.000 (G5)	16,9	6,9	12,4	30,0	16,6	14,7	15,6	16,2
Prosek / <i>Average</i>	17,7	11,9	21,4	20,3	16,9	13,1	11,7	16,1

LSD	A	B	A x B
0,05	5,7	6,8	15,2
0,01	7,6	9,0	20,1

To se naročito ispoljilo u 2007. godini, dok je u 2008. godini pokazao određeno kolebanje (Tabela 4 i 5). NAR je izrazito veće vrednosti ostvarivao u 2007. godini, u kojoj je stizao do $21,4 \text{ g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$ (interval III-IV). U 2008. godini nije prelazio $10,3 \text{ g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$ (interval I-II). Gustina useva je ograničeno uticala na NAR. U stvari, uticaj gustine javljao se samo u 2007. godini i to u određenom delu vegetacije belog luka (intervali II-III i III-IV). Gušći usevi su u proseku povoljnije uticali na NAR.

Tab. 5. Neto produktivnost fotosinteze u 2008. godini [$\text{g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$]
Net Assimilation Rate in 2008 [$\text{g m}^{-2} \text{ dan}^{-1}$]

Gustina (A) [biljaka ha^{-1}] <i>Density</i>	Merenje (B) <i>Measurement</i>							Prosek <i>Average</i>
	I-II	II-III	III-IV	IV-V	V-VI	VI-VII	VII-VIII	
300.000 (G1)	8,6	6,9	12,6	11,1	5,6	5,4	3,0	7,6
450.000 (G2)	10,0	4,3	9,7	10,8	5,7	4,1	6,2	7,3
600.000 (G3)	9,5	5,9	8,1	7,1	6,4	3,2	7,9	6,9
750.000 (G4)	11,1	7,8	9,0	7,1	4,0	2,0	5,6	6,7
900.000 (G5)	12,1	3,8	11,8	6,8	3,2	2,6	3,6	6,3
Prosek / <i>Average</i>	10,3	5,7	10,2	8,6	5,0	3,5	5,3	6,9

LSD	A	B	A x B
0,05	3,1	3,7	8,3
0,01	4,2	4,9	11,0

Za beli luk je karakteristično da NAR najveće vrednosti dostiže oko tri meseca posle zasnivanja useva (Halan et al., 1990; Ledesma et al., 1997). U našim ispitivanjima to se ispoljilo nešto ranije, čemu je doprinela sorta (domaća) i lokalni ekološki uslovi. Slabije ispoljavanje NAR u intervalu II-III je normalna reakcija belog luka, koji u tom delu vegetacije pokazuje velike vrednosti za površinu lista, a za suhu materiju je obrnuto (parametri od kojih zavisi NAR). Beli luk je imao povoljnije uslove za svoj razvoj u 2007. godini, što je uticalo da se NAR jače ispolji u toj godini. Takvi uslovi su doprineli da se ispolji određeni uticaj gustine useva na beli luk, što nije došlo do izražaja u 2008. godini.

Prinos lukovica

Najveća prosečna vrednost za prinos iznosi 12,5 t ha⁻¹. Navedenu vrednost prinos je ostvario u najgušćem usevu (G5). U najređem usevu (G1) prinos je dostigao samo 5,6 t ha⁻¹. Ostale vrednosti za prinos kreću se od 7,4 t ha⁻¹ (G2) do 10,4 t ha⁻¹ (G4). Posmatrani parametar dostizao je znatno veće vrednosti u 2007. godini, u kojoj je ostvaren apsolutni maksimum u ovim ispitivanjima. Radi se o maksimumu koji iznosi 15,5 t ha⁻¹, a ostvaren je u najgušćem usevu. Najmanji prinos ima vrednost koja iznosi 6,6 t ha⁻¹ i dobijena je u najređem usevu. Prinos se tako ispoljio i u 2008. godini, ali je dostizao znatno manje vrednosti. Gustina useva je značajno uticala na visinu prinosa, a karakter tog uticaja je bio isti u obe godine ispitivanja. U stvari, povećanje gustine za po 300 hiljada biljaka ha⁻¹ uvek je ostvarivalo značajan ili vrlo značajan uticaj na prinos, što nije slučaj sa povećanjem gustine za po 150 hiljada biljaka ha⁻¹ (susedne varijante). Ukupni prosek za prinos iznosi 9 t ha⁻¹.

Tab. 6. Prinos lukovica [t ha⁻¹]
Bulb yield [t ha⁻¹]

Gustina (A) [biljaka ha ⁻¹] <i>Density</i>	2007	2008	Prosek <i>Average</i>
300.000 (G1)	6,6	4,6	5,6
450.000 (G2)	8,3	6,5	7,4
600.000 (G3)	10,8	7,7	9,2
750.000 (G4)	12,5	8,3	10,4
900.000 (G5)	15,5	9,4	12,5
Prosek / <i>Average</i>	10,7	7,3	9,0
LSD	0,05	1,9	1,2
	0,01	2,6	1,6

Beli luk nije izrazito reagovao na povećavanje gustine za po 150 hiljada biljaka ha⁻¹ (kako je to bilo u ogledu), pa se može konstatovati da ova vrsta povrća ne ispoljava veliku osetljivost na gustinu useva. To je u najužoj vezi sa morfološkim karakteristikama belog luka (uski i uspravni listovi, niske biljke). Navedene karakteristike pružaju mogućnost da beli luk dobro podnosi uslove koji vladaju u gustim usevima, što se pozitivno projektuje na prinos. Ne postoji univerzalna gustina za proizvodnju posmatranog luka, jer ona ne utiče samostalno na razvoj useva, već utiče interaktivno sa drugim faktorima (zemljište, klima, agrotehnika). Ovakve konstatacije za gustinu useva ističu i drugi autori (Haque et al., 2002; Cortes et al., 2003; Gvozdanović-Varga, 2005).

Zaključak

U konkretnim uslovima (centralna Srbija) beli luk proletnjak treba proizvoditi u gustim usevima. U gustinama većim od 600 hiljada biljaka ha⁻¹ ostvaruju se značajno veći prinosi po jedinici površine. Ukoliko je beli luk namenjen industrijskoj preradi ili farmaciji, takve gustine su za preporuku. Beli luk za svežu potrošnju, gde se zahteva krupnija lukovica, treba gajiti u gustinama manjim od gore pomenute.

Napomena

Rad predstavlja deo istraživanja na projektu pod nazivom “Stvaranje sorata i hibrida povrća za gajenje na otvorenom polju i u zaštićenom prostoru” (Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije, TR 31030).

Literatura

- Ahmad, S. & Iqbal, J. (2002). Optimizing Plant Density Cum Weed Control Method For Puccinial Rust Management and Yield in Garlic. *Asian Journal of Plant Sciences*, 1(2), 97-198.
- Cortes, C.F., Olalla, F.M.S. & Urrea, R.L. (2003). Production of garlic (*Allium sativum* L.) under controlled deficit irrigation in a semi-arid climate. *Agricultural Water Management*, 59, 155-167.
- Gvozdanović-Varga Jelica (2005). *Analiza stabilnosti komponenata prinosa prolećnog belog luka (Allium sativum L.)* (Doktorska disertacija).

- tacija). Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija.
- Halan Shoba, Arumugam, R. & Halan, S. (1990). Physiology of growth and development of garlic (*Allium sativum* L.). *South-Indian-Horticulture* 38(6), 323-328.
- Haque, S., Sattar, A. & Pramanik, H.R. (2002). Land Configuration and Varietal Effect on Yield Contributing Traits and Yield of Garlic. *Pak J Biol Sci*, 5(10), 1024-1027.
- Kastori, R. (1989). *Fiziologija biljaka*. Novi Sad: Matica srpska.
- Kilgori, M.J., Magaji, M.D. & Yakubu, A.I. (2007). Effect of Plant Spacing and Date of Planting on Yield of Two Garlic (*Allium sativum* L.) Cultivars in Sokoto, Nigeria. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 2(2), 153-157.
- Ledesma, A., Nunez, S.B., Arguello, J.A., Burba, J.L. & Galmarini, C.R. (1997). Bulbing physiology in garlic (*Allium sativum* L.) cv. Rosado Paraguayo. Characterization of ontogenic stages by shoot growth dynamics and its relation to bulbing. *Acta Horticulturae*, 433, 405-416.
- Lewis, L.A., Ojeda, D.L., Salazar, M.O. & Campbell, R.J. (1995). Effect of population density on growth, development and yield of garlic (*Allium sativum* L.) cv. *Vietnamita*. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 39(6), 23-26.
- Moravčević, Đ., Bjelić, V., Moravčević, M., Gvozdanović Varga, J., Beatović, D. & Jelačić, S. (2011). Effect of plant density on the bulb quality and spring garlic yield (*A. sativum* L.). *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 39(6), 23-26.
- Stahlschmidt, O., Cavagnaro, J.B., Borgo, R., Burba, J.L. & Galmarini, C.R. (1997). Growth analysis of three garlic (*A. sativum* L.) cultivars with differences in yield. *Acta Horticulturae*, 433, 27-434.

Primljeno: 23. aprila 2014.

Odobreno: 1. jula 2014.

Effect of Plant Density on Photosynthesis Productivity and Yield of Spring Garlic

Dorđe Moravčević¹, Jelica Gvozdanić Varga², Anamarija Stojanović²,
Damir Beatović¹, Vida Todorović³, Nenad Pavlović⁴

¹ Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Republic of Serbia

² Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Republic of Serbia

³ Faculty of Agriculture, University of Banja Luka, Republic of Srpska

⁴ Institute of Vegetable Crops, Smederevska Palanka, Republic of Serbia

Abstract

Garlic was examined in field experiments conducted in central Serbia (Belgrade). Spring garlic was examined. The objective was to examine the effect of plant density on photosynthesis productivity (LAR-Leaf Area Ratio, NAR- Net Assimilation Rate) and the yield of garlic. The analysis involved the following plant densities: 300 (G1), 450 (G2), 600 (G3), 750 (G4) and 900 (G5) thousand plants ha⁻¹. The garlic exhibited better results in denser crop establishment. It is clearly indicated by the yield of garlic attained in the experiments. Average yield rates range from 5.6 (G1) to 12.5 t ha⁻¹ (G5). The results demonstrate that the garlic should be grown in high density establishment.

Key words: *Allium sativum*, plant density, LAR, NAR, yield

Dorđe Moravčević
E-mail address: djordjemor@agrif.bg.ac.rs

Received: April 23, 2014
Accepted: July 1, 2014