



Uticaj đubrenja na prinos i sadržaj nitrata u salati u organskoj proizvodnji

Ranko Čabilovski*, Maja Manojlović, Darinka Bogdanović

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Izvod: U poljskom ogledu postavljenom na poljoprivrednom gazdinstvu u Kisaču, registrovanom za organsku proizvodnju, tokom 2007. i 2008. godine ispitivan je uticaj primene različitih organskih materijala na prinos i sadržaj nitrata u nadzemnoj masi salate. Tretmani ogleda bili su: zgoreo govedu stajnjak (ST); guano (G); samleveno seme soje (*Glicine hispida*) (S); samleveno seme stočnog graška (*Pisum sativum*) (P) i tretman bez đubrenja (q). Prinos sveže mase (SvM) salate na đubrenim tretmanima, u proseku za dve godine ispitivanja, kretao se od 45,44 t ha⁻¹ (P) do 46,38 kg t ha⁻¹ (ST) i bio je značajno viši od prinosa ostvarenog na kontrolnom tretmanu (39,34 t ha⁻¹), dok razlike između đubrenih tretmana nisu bile statistički značajne. Između sadržaja mineralnog N u zemljištu i sadržaja nitrata u svežoj masi salate u trenutku berbe, u obe godine ispitivanja, utvrđena je značajna linearna zavisnost ($r = 0,83^{**}$ u 2007, $r = 0,91^{**}$ u 2008).

Ključne reči: guano, nitrati, prinos, salata, seme soje, seme stočnog graška, stajnjak

Uvod

U poslednje vreme, kada se sve više primenjuju sistemi gazdovanja bez ili sa redukovanim primenom mineralnih đubriva (organska, održiva, integralna proizvodnja), kao osnovnog izvora hranjivih elemenata za biljke, javlja se potreba za korišćenjem različitih organskih materijala (OM), ne samo u cilju podizanja plodnosti i popravke fizičkih svojstava zemljišta, već i za direktno snabdevanje biljaka neophodnim elementima. Zaoravanjem žetvenih ostataka (Trinsoutrot et al. 2000, Chaves et al. 2004) i primenom organskih đubriva (Cordovil et al. 2005, Burgos et al. 2006) koja sadrže relativno viši sadržaj N (> 1,5 %) odnosno uži C/N odnos (< 20), i njihovom mineralizacijom u zemljištu, mogu se osloboditi značajne količine N u mineralnom, lakopristupačnom obliku i na taj način zadovoljiti potrebe useva u N (Amlinger et al. 2003). Sa druge strane, prinos

(seme) različitih biljnih vrsta može se koristiti kao organsko N đubrivo (Bavec et al. 2006, Mller 2006) u proizvodnji visoko komercijalnih useva kao što je salata.

Potrebe salate za N značajno se razlikuje u zavisnosti od sistema proizvodnje salate. Kada je reč o proizvodnji salate na otvorenom polju Bavec (2003) navodi da salata prinosom od oko 40 t ha⁻¹ u zavisnosti od genotipa iznese između 80 kg N ha⁻¹ i 115 kg N ha⁻¹. Kratka vegetacija i intenzivan rast salate zahtevaju veliku količinu hraniva u relativno kratkom vremenskom periodu. Prekomerna upotreba organskih N đubriva usled intenzivne mineralizacije neusklađene

Dobijeni rezultati su deo istraživanja na projektu TR20088 "Razvoj novih tehnologija u proizvodnji povrća u uslovima održive poljoprivrede uz očuvanje energije i zaštite životne sredine" finansiranog od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije / This research is a part of the project TR20088 "Development of new technologies in vegetables production in conditions of sustainable agriculture with energy and environment preservation" financed by Ministry of science and technological development of the Republic of Serbia

*autor za kontakt / corresponding author
(ranko@polj.uns.ac.rs)

sa potrebama useva može dovesti do povećanja koncentracije nitrata u listu salate (Porto et al. 2008), kao i povećanja koncentracije nitrata u podzemnim vodama (Brumm & Schenk 1993). Nitrati koji dospevaju u čovekov organizam najvećim delom 70 % dospevaju iz povrća (pre svega lisnatog), oko 20 % iz pijaće vode ukoliko ona sadrži do 10 mg NO₃⁻ l⁻¹ (Kastori & Petrović 2003). S obzirom da se salata koristi za ljudsku ishranu u svežem stanju, visoka koncentracija nitrata može izazvati zdravstvene probleme kod ljudi i životinja (methemoglobinemija). Iz tog razloga sadržaj nitrata u svežem povrću do 10 mg NO₃⁻ kg⁻¹ (Commission Regulation (EC) No 466/2001).

Cilj istraživanja bio je da se u poljskim uslovima ispita uticaj primene različitih OM na prinos i sadržaj nitrata u svežoj masi salate.

Materijal i metod rada

U poljskom ogledu postavljenom na poljoprivrednom gazdinstvu u Kisaču, registrovanom za organsku proizvodnju, tokom 2007. i 2008. ispitivan je uticaj primene različitih organskih materijala (OM) na prinos i sadržaj nitrata u nadzemnoj masi salate (*Lactuca sativa sub. sp. secalina*). Ogled je postavljen po metodi blok sistema sa slučajnim rasporedom tretmana u četiri ponavljanja. Tretmani ogleda bili su: zgoroo govedi stajnjak (ST); guano (G); samleveno seme

soje (*Glicine hispida*) (S); samleveno seme stočnog graška (*Pisum sativum*) (P) i tretman bez đubrenja (). Osnovna svojstva černoze na kome je postavljen ogled bila su: 6,52 pH (u KCl); 7,5 % CaCO₃; 3,31 % humusa, 11,0 mg 100 g⁻¹ Al - P₂O₅ i 26,8 mg 100 g⁻¹ Al - K₂O.

Ukupne količine primenjenih OM razlikovale su se između dve godine ispitivanja u zavisnosti sadržaja mineralnih oblika N u trenutku sadnje salate na otvoreno polje. Ukupne količine N primenjene putem različitih OM izračunate su na osnovu formule:

$$Nf = (Ntg - Ni - Npot) / k \quad (1)$$

gde *Nf*, predstavlja ukupno primenjenu količina N putem različitih OM (Tab. 1); *Ntg* (120 kg N ha⁻¹), potrebnu količinu N za planirani prinos salate (Doerge 1991, Bavec 2003); *Ni*, sadržaj mineralnog N u zemljištu u vreme sadnje (38 kg N ha⁻¹ u 2007, 35 kg N ha⁻¹ u 2008); *Npot*, količinu mineralnog N koji će nastati mineralizacijom organske materije zemljišta tokom vegetacije salate (48 kg N ha⁻¹), i *k* predstavlja koeficijent pristupačnosti ukupnog N primenjenog u obliku različitih organskih materijala (Tab. 1).

Npot, kao i vrednosti *k* za ispitivane organske materijale, izračunate su na osnovu predhodno izvedenog inkubacionog ogleda (Čabrilovski 2009).

Na osnovu prikazane formule primenjene su različite količine OM (Tab. 1) kojima je u zemljište uneta ista količina lako-mineralizujućeg N od 40 kg N ha⁻¹ (2007), odnosno 35 kg N ha⁻¹ (2008).

Tab. 1. Hemijski sastav i primenjene količine organskih materijala

Tab. 1. Chemical composition and applied amounts of organic materials

Tretmani ¹ Treatments ¹	N total (%)	P total (%)	K total (%)	C/N ratio	Primenjeno OM Applied OM (kg ha ⁻¹)		Primenjeno ukupnog N Applied total N (kg ha ⁻¹)		k ²
					2007	2008	2007	2008	
ST	2,0	1,28	4,8	10,41	7421	6600	150	132	0,268
G	15,3	0,17	0,16	2,89	391	338	60	52	0,670
P	4,1	0,83	0,68	10,17	2912	2576	121	106	0,332
S	6,7	1,08	1,18	7,5	1624	1429	108	95	0,371

¹ST, stajnjak; G, guano; P, seme stočnog graška; S, seme soje.

²k, koeficijent pristupačnosti ukupnog N (sadržaj lako-mineralizujućeg N).

¹ST, farmyard manure; G, guano; P, milled forage pea seed; S, milled soybean seed.

²k, coefficient of the availability of total N (content of easy mineralizable N).

Organski materijali su primenjeni prilikom pripreme zemljišta, odnosno neposredno pred sadnju salate. Površina osnovne parcele oglada bila je 5,4 m². Sadnja salate izvršena je sredinom marta, sa međurednim rastojanjem 30 cm i rastojanjem u redu 20 cm (11 biljaka po m²). Nakon sadnje salata je prekrivena agril folijom, koja je posle četiri nedelje skinuta. Vlažnost zemljišta tokom vegetacije održavana na optimalnom nivou, sistemom za navodnjavanje marke *Tifon*. Prilikom berbe, za utvrđivanje ukupnog prinosa salate merena je masa 30 biljaka, sa svakog ponavljanja tretmana. Nakon ekstrakcije sa destilovanom vodom sadržaj nitrata u salati određen spektrofotometrijski (Johnson & Ulrich 1950).

Rezultati i diskusija

Uticaj N na rast biljaka salate oglada se u njegovom direktnom pozitivnom uticaju na površinu lista, a samim tim i na intenzitet fotosinteze (Novoa & Loomis 1981, Grindlay 1997). Rastom biljaka relativni udeo foto-

sintetički neaktivnih površina povećava se znatno brže nego fotosintetički aktivnih (Hardwick 1987, Greenwood et al. 1990), zbog toga se može desiti da primena N đubriva dovede do povećanja prinosa usled povećanja volumena lista, a ne usled akumulacije suve materije. Da bi se potpunije sagledao uticaj primenjenih OM na prinos salate pored ukupne mase određivan je i sadržaj suve materije (SM) nadzernog dela biljaka salate (Tab. 2).

Prinos sveže mase (SvM) salate na tretmanima gde su primenjeni OM, u proseku za dve godine ispitivanja, kretao se od 45,44 t ha⁻¹ (P) do 46,38 t ha⁻¹ (ST) i bio je značajno viši od prinosa ostvarenog na kontrolnom tretmanu (39,34 t ha⁻¹), dok razlike između đubrenih tretmana nisu bile statistički značajne (Tab. 2). Primenjeni OM su pored prinosa imali pozitivan uticaj i na sadržaj suve materije u biljkama salate, koji je u obe godine ispitivanja bio značajno viši na đubrenim tretmanima u odnosu na kontrolni tretman (Tab. 2).

Tab. 2 Masa suve materije (SM) i ukupan prinos sveže mase (SvM) salate (2007-2008)
Tab. 2. Dry matter weight (DM) and total yield of fresh mass (FM) of lettuce (2007-2008)

Tretmani ¹ Treatments	Masa suve materije (g biljka ⁻¹) Dry matter weight (g plant ⁻¹)			Prinos sveže mase salate (t ha ⁻¹) Yield of lettuce fresh mass (t ha ⁻¹)		
	2007.	2007.	Prosek Average	2007.	2008.	Prosek Average
q	19,44 b	20,34 b	19,89 b	38,71 b	39,97 b	39,34 b
ST	23,02 a	24,65 a	23,83 a	45,84 a	46,92 a	46,38 a
G	22,56 a	23,73 a	23,15 a	44,14 a	47,77 a	45,96 a
S	22,14 a	22,93 a	22,54 a	45,41 a	46,65 a	46,03 a
P	22,35 a	22,54 a	22,44 a	43,66 a	47,22 a	45,44 a
Prosek Average	21,95 A	22,80 A		43,55 A	45,71 A	

¹ST, stajnjak; G, guano; P, seme stočnog graška; S, seme soje; O, kontrola. Vrednosti obeležene različitim velikim i malim slovima statistički se značajno razlikuju na nivou p<0,05. Velika slova odnose se na godine, a mala na tretmane. Interakcije između faktora godina/tretman nisu bile statistički značajne.

¹ST, farmyard manure; G, guano; P, forage pea seed; S, soybean seed; O, control. *Values followed by different upper- and lowercase letters are statistically significantly different at p<0.05. Uppercase letters denote differences between the years and lowercase letters denote differences between treatments. Interactions year x treatments were not statistically significant.

Salata spada u grupu povrća koja se odlikuje relativno visokim sadržajem nitrata u SvM (Corr & Breimer 1979, Terbe et al. 1986). Primenom OM i njihovom mineralizacijom u zemljištu došlo je do oslobađanja

dodatnih količina N, koje su pored pozitivnog uticaja na prinos salate dovele do značajnog povećanja nitrata u SvM salate (Tab. 3).

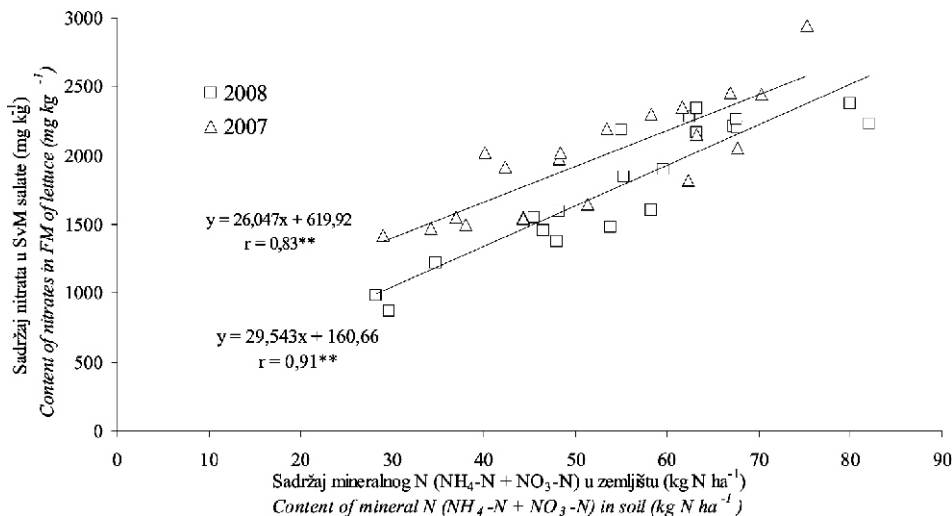
Tab. 3. Sadržaj mineralnog N ($\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{NO}_3\text{-N}$) u zemljištu (0 cm - 30 cm) i sadržaj nitrata u svežoj masi salate u trenutku berbe ($\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$)

Tab. 3. Content of mineral N ($\text{NH}_4\text{-N}$ and $\text{NO}_3\text{-N}$) in the soil (0 cm - 30 cm) and content of nitrates in lettuce fresh mass at the moment of harvesting ($\text{mg NO}_3\text{-kg}^{-1}$)

Tretmani ¹ Treatments	Sadržaj nitrata u SvM salate Content of nitrate in FM of lettuce			Sadržaj ($\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{NO}_3\text{-N}$) u zemljištu Content of ($\text{NH}_4\text{-N}$ i $\text{NO}_3\text{-N}$) in soil		
	2007.	2008.	Prosek Average	2007.	2008.	Prosek Average
q	1487 b	1134 c	1311 b	30,7 b	40,5 c	35,6 b
ST	1642 b	1579 bc	1611 b	50,4 a	56,6 b	53,5 a
G	2103 a	1970 ab	2036 a	57,1 a	64,9 ab	61,1 a
S	2406 a	2258 a	2332 a	61,0 a	68,0 ab	64,5 a
P	2207 a	2104 a	2156 a	55,8 a	72,0 a	63,9 a
Prosek Average	1969 A	1809 A		51,0 A	60,4 A	

¹ST, stajnjak; G, guano; P, seme stočnog graška; S, seme soje; q, kontrola. Vrednosti obeležene različitim velikim i malim slovima statistički se značajno razlikuju na nivou $p < 0,05$. Velika slova odnose se na godine, a mala na tretmane. Interakcije između faktora godina*tretman nisu bile statistički značajne.

¹ST, farmyard manure; G, guano; P, forage pea seed; S, soybean seed; q, control. *Values followed by different upper- and lowercase letters are statistically significant different at $p < 0,05$. Uppercase letters denote differences between the years and lowercase letters denote differences between treatments. Interactions year x treatments were not statistically significant.



Graf. 1. Korelacija između sadržaja nitrata u svežoj masi salate i sadržaja mineralnih oblika N u zemljištu (0cm - 30 cm) u trenutku berbe

Graph 1. Correlation between nitrate content in lettuce fresh mass and content of mineral form of N in soil (0 cm - 30 cm) at the moment of harvesting

U obe godine ispitivanja najniži sadržaj nitrata u SvM salate izmeren je na kontrolnom tretmanu (q), a najveći na tretmanu S. Sadržaj nitrata na tretmanima G, P i S bio je značajno viši od sadržaja izmerenog na tret-

manu ST i q, dok razlike između tretmana ST i q nisu bile značajne u obe godine istraživanja (Tab. 3). S obzirom da tokom dve godine ispitivanja biljke salate nisu bile pod bilo kojim oblikom stresa (mraz, bolesti,

suša) koji bi mogao uticati na metabolizam N, a samim tim i na sadržaj nitrata u salati, može se reći da je primena OM, izuzev stajnjaka, dovela je do značajnog povećanja sadržaja nitrata u SvM salate u odnosu tretman. Istovremeno, sadržaj nitrata u SvM salate u na svim tretmanima, u obe godine ispitivanja, bio je ispod maksimalno dozvoljenog sadržaja (2.500 mg kg⁻¹) koji je propisan od strane Evropske unije (Commission Regulation (EC) No 466/2001, Annex 1, Section 1).

U obe godine ispitivanja utvrđena je linearna zavisnost između sadržaj nitrata u SvM salate i sadržaja mineralnih oblika N u zemljištu, u trenutku berbe. Vrednost koeficijenta korelacije linearne regresije bila je statistički značajna na nivou $p < 0,01$ (Graf. 1).

Direktan uticaj sadržaja mineralnih oblika N u hranljivoj supstratu, na sadržaj nitrata u biljkama, potvrđen je od strane autora Krstić i sar. (1986), Ilin i sar. (2000) i Broadley et al. (2003).

Zaključak

Na osnovu dvogodišnjih ispitivanja može se zaključiti da je primena organskih materijala, putem kojih je u zemljište uneta različita količina ukupnog N, imala podjednak uticaj na povećanje prinosa i ukupnog sadržaja suve materije u biljkama salate u odnosu na kontrolni tretman. Takođe, primenom OM i njihovom mineralizacijom u zemljištu, došlo je do oslobađanja dodatnih količina N, koje su pored pozitivnog uticaja na prinos salate, dovele do značajnog povećanja nitrata u SvM salate. Iz tog razloga, prilikom proračuna doze i vremena primene organskih đubriva treba uzeti u obzir njihov hemijski sastav i brzinu mineralizacije, kako bi se postiglo što efikasnije korišćenje N od strane biljaka, regulisao sadržaj nitrata u svežoj masi salate i kontrolisala količina rezidualnog mineralnog N u zemljištu na kraju vegetacije.

Literatura

Amlinger F, Gotz B, Dreher P, Geszti J, Weissteiner C (2003): Nitrogen in biowaste and yard waste compost: dynamics of mobilisation and availability - a review. *Eur J Soil Biol* 39: 107-116

Bavec M (2003): Tehnike pridelovanja zelenjadnic. Fakulteta za kmetijstvo, Maribor

Bavec M, Koren M, Fekonja M, Grobelnik-Mlakar S, Bavec F (2006): Test plant-derived organic fertilizers in differ-

ent vegetables. Book of proceedings of a IX ESA Congress, Warsaw, Poland, 4-7 September 2006, 361-362

Broadley M R, Seginer I, Burns A, Escobar-Gutierrez A J, Burns I G, White P J (2003): The nitrogen and nitrate economy of butterhead lettuce (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.). *J Exp Bot* 54: 2081-2090

Brumm I, Schenk M (1993): Influence of nitrogen supply on the occurrence of calcium deficiency in field grown lettuce. *Acta Hort* 339: 125-136

Burgos P, Madejn E, Cabrera F (2006): Nitrogen mineralization and nitrate leaching of a sandy soil amended with different organic wastes. *Waste Management & Research* 24: 175-182

Čabilovski R (2009): Organski materijali kao izvori azota u organskoj proizvodnji salate. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Chaves B, De Neve S, Hofman G, Boeckx P, Van Cleemput O (2004): Nitrogen mineralization of vegetable root residues and green manures as related to their (bio)chemical composition. *Eur. J Agronomy* 21: 161-170

Cordovil S M, Coutinho J, Goss M, Cabral F (2005): Potentially mineralizable nitrogen from organic materials applied to a sandy soil: fitting the one-pool exponential model. *Soil Use and Management* 21: 65-72

Corr N M, Breimer T (1989): Nitrate and nitrite in vegetables. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen

Doerge T A, Roth R L, Gardner B R (1991): Nitrogen fertilizer management in Arizona. Publication number 191025, College of Agriculture, The University of Arizona, Tucson, AZ

Greenwood D J, Gastal F, Lemaire G, Draycott A, Millard P, Neeteson J J (1990): Growth rate and % N of field grown crops: theory and experiments. *Annals of Botany* 67: 181-190

Grindlay D J C (1997): Towards an explanation of crop nitrogen demand based on the optimization of leaf nitrogen per unit leaf area. *Journal of Agricultural Science* 128: 377-396

Hardwick R C (1987): The nitrogen content of plants and the self-thinning rule of plant ecology: a test of the core-skin hypothesis. *Annals of Botany* 60: 439-446

Ilin Ž, Đurovka M, Marković V, Lazić B, Bošnjak Đ (2000): Effect of mineral nitrogen concentration in soil and irrigation on NO₃ content in potato tubers. *Acta Hort* 533: 411-417

Johnson C M, Ulrich A (1950): Determination of nitrate in plant material. *Anal Chem* 22: 1526-1529

Kastori R, Petrović N (2003): Nitrati u povrću. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad

Krstić B, Gebauer G, Sarić M (1986): Specific response of sugar beet cultivars to different nitrogen forms. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 149: 561-571

M Iler T, Von Fragstein P, Niemsdorff P (2006): Organic fertilizers derived from plant materials Part II: Turnover in field trials. *J Plant Nutr Soil Sci* 169: 265-273

Novoa R, Loomis I R S (1981): Nitrogen and plant production. *Plant Soil* 58: 177-204

Porto L M, Alves C J, De Souza P A, Araujo C R, Arruda A J (2008): Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral nitrogen supply and organic fertilization. *Horticultura Brasileira* 26: 227-230

Terbe I, Zsoldos L, Patoos I (1986): A z lds gn v nyek nitr tartalma. *Lippay J nos Tudom nyos Ul szsak Eluad sai* 1: 125-131

Trinsoutrot S, Recous B, Bentz M, Lineres D, Cheney D, Nicolardot B (2000): Biochemical Quality of Crop Residues and Carbon and Nitrogen Mineralization Kinetics under Nonlimiting Nitrogen Conditions. *Soil Sci Soc Am J* 64: 918-926

Fertilization effect on yield and nitrate content in organically produced lettuce

Ranko Čabilovski, Maja Manojlović, Darinka Bogdanović

Faculty of Agriculture, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad

Summary: The effect of applying different organic materials (OM) on yield and nitrate content in lettuce was studied in a field experiment on a farm registered for organic production during two years (2007 and 2008). Treatments were: farmyard manure (ST), guano (G), milled soybean (*Glycine hispida*) seed (S); milled forage pea (*Pisum sativum*) seed (P) and control treatment (q). Biannual average fresh matter (FM) yield of lettuce on fertilized plots ranges from 45.44 t ha⁻¹ (P) to 46,38 t ha⁻¹ (ST) and was significantly higher than fresh matter yield of the control (39.34 t ha⁻¹), while the differences between fertilized treatments were not significant. Nitrate content in the fresh mass of lettuce in all treatments in both years was below the maximum allowed content (2.500 mg kg⁻¹) regulated by the EU (Commission Regulation (EC), No 466/2001). In both years, the lowest nitrate content in the fresh mass of lettuce was recorded with the control treatment (q) and highest with S treatment. Nitrate contents with G, P and S treatments were significantly higher than that recorded with FYM and q, whereas the differences between FYM and q were not significant in either the first or the second year of research. Linear correlation ($r = 0.83^{**}$ in 2007; $r = 0.91^{**}$ in 2008) was found between the content of mineral N in the soil and nitrate content in the FM of lettuce at the moment of harvesting in both years.

Key words: forage pea seed, guano, lettuce, manure, nitrates, soybean seed, yield

Primljeno / Received: 29.09.2009.

Prihvaćeno / Accepted: 14.10.2009.