

Sadržaj nitrata u listu salate u zavisnosti od vrste i doze azotnog đubriva

- Originalni naučni rad -

Ljiljana BOŠKOVIĆ-RAKOČEVIĆ¹, Radoš PAVLOVIĆ¹, Dragi STEVANOVIĆ²
i Nebojša VUKELIĆ²

¹Agronomski fakultet, Čačak

²Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun

Izvod: U cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa gajenih biljaka sve se više primenjuju mineralna đubriva, posebno azotna. Sa aspekta obezbeđenja zemljišta ovim hranivom upotreba azotnih đubriva ima pozitivan efekat, ali se veoma često nestručno primenjuju visoke doze ovih đubriva što se negativno odražava na akumulaciju nitrata u zemljištima, a time i povećano usvajanje od strane biljaka. Salata je jedna od povrtarskih vrsta koja pripada grupi nitrofilnog povrća i koja ima izraženu sklonost ka usvajanju nitrata, tako da je cilj ovih istraživanja bio da se utvrdi u kojoj meri različite vrste i doze azotnih đubriva utiču na postizanje visokih prinosa, ali i akumulaciju nitrata u listu salate. Ogledi su postavljeni u mestu Trbušani kod Čačka, u visokim plastenicima bez dopunskog zagrevanja, na zemljištu tipa smonica, tokom vegetacionih sezona 2007. i 2008. godine. U ogledu je korišćena holandska sorta salate sportivo, a primenjene su dve vrste azotnog đubriva KAN i urea, u dozama od 50, 100 i 200 kg N/ha. Najveći prinos ostvaren je primenom KAN sa dozom azota od 200 kg/ha, a najniži na kontrolnoj varijanti. Sadržaj nitrata u listu salate je pokazivao tendenciju porasta sa rastućim dozama azota, pri čemu je niži sadržaj nitrata utvrđen pri đubrenju sa ureom u odnosu na KAN. Najniži sadržaj nitrata utvrđen je na kontrolnoj varijanti (196 mg/kg), dok je najviši sadržaj utvrđen pri đubrenju sa najvećom dozom KAN (12.684 mg/kg), a zatim primenom najveće doze uree (9.464 mg/kg).

Ključne reči: KAN, nitrati, prinos, salata, urea.

Uvod

U cilju postizanja visokih i stabilnih prinosa gajenih biljaka sve se više primenjuju mineralna đubriva, posebno azotna. Sa aspekta obezbeđenja zemljišta

ovim hranivom upotreba azotnih đubriva ima pozitivan efekat, ali se veoma često nestručno primenjuju visoke doze ovih đubriva što se negativno odražava na akumulaciju nitrata u zemljištima, a time i povećano usvajanje od strane biljaka. Stoga je potrebno da upotreba azotnih đubriva bude tako odmerena da onemogućava luksuznu ishranu biljaka ovim elementom, a da istovremeno ne ograničava njihov genetički potencijal plodnosti, **Kastori**, 1988. To je moguće postići pravilno utvrđenom potrebnom dozom azota za postizanje određenog prinosa gajenih vrsta u datim agroekološkim uslovima, **Džamić i Stevanović**, 2000. S obzirom da se povrtarske biljke svakodnevno koriste u ishrani ljudi najčešće u svežem stanju, one predstavljaju značajan izvor štetnih nitrata u organizmu čoveka.

Salata je jedna od povrtarskih vrsta koja pripada grupi nitrofilnog povrća, koja ima izraženu sklonost ka usvajanju nitrata, tako da je prema klasifikaciji povrća na osnovu sadržaja nitrata u svežoj materiji svrstana u kategoriju iznad 2.500 mg/kg, **Corré i Breimer**, 1979. Jedan od osnovnih parametara koji ima značajnu ulogu u akumulaciji nitrata u biljkama jeste njihov sadržaj u zemljištu na kome se gaje biljke. Tako se smatra da je za salatu kritičan sadržaj nitrata iznad 50 mg/kg u zemljištu, **Robić**, 1984. U cilju mogućnosti smanjenja sadržaja nitrata u povrću primenjuju se različite mere, od kojih značajan uticaj može imati vrsta azotnog đubriva, odnosno oblik azota koji se unosi u zemljište. **Abu-Rayyan i sar.**, 2004, su ispitujući tri vrste azotnog đubriva ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ i $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) utvrdili da je na povećanje sadržaja nitrata u listu salate najveći uticaj ispoljila primena $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, zatim urea i na kraju $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Slične rezultate dobili su i **Inal i Tarakcioglu**, 2001, gde se sadržaj nitrata povećavao primenom amonijačnog u odnosu na amidni oblik azota. Pri određivanju doza azota, osim sadržaja nitratnog azota u zemljištu, potrebno je imati u vidu dosadašnja istraživanja koja uglavnom pokazuju da doze azota ispod 100 kg/ha nemaju štetan uticaj na akumulaciju nitrata u listovima salate, **Premuzić i sar.**, 2001, **Pavlou i sar.**, 2007, **Salomez and Hofman**, 2009.

Poznavajući navedene izvore azota i njihov uticaj na nakupljanje nitrata u listovima salate, cilj ovih istraživanja bio da se utvrdi u kojoj meri različite vrste i doze azotnih đubriva utiču na postizanje visokih prinosa, ali i akumulaciju nitrata u listovima salate.

Materijal i metode

Ekperimentalni deo ispitivanja izveden je u mestu Trbušani kod Čačka, u visokim plastenicima bez dopunskog zagrevanja, na zemljištu tipa smonica, tokom vegetacionih sezona salate 2007. i 2008. godine u prolećnom ciklusu gajenja. U plastenicima je pre sadnje rasada salate, u obe godine istraživanja, izvršen sistem površinske pripreme zemljišta u vidu rotofrezeriranja i formiranja izdignutih leja, nakon čega je izvršena ručna sadnja na rastojanje 25 x 25 cm, sa sklopom od 16 biljaka, i to 10. februara 2007. i 8. februara 2008. godine. Pre sadnje salate uzeti su uzorci zemljišta na kojima su izvršena osnovna agrohemijaska ispitivanja.

Tokom vegetacionih sezona primenjene su standardne mere nege salate u plasteničkoj proizvodnji, a za prihranjivanje su korišćeni KAN i urea u fazi intenzivnog porasta (12. marta 2007. i 10. marta 2008. godine), prema sledećim varijantama:

- I varijanta - kontrola Ø
- II varijanta - 50 kg N/ha, upotrebom KAN
- III varijanta - 100 kg N/ha, upotrebom KAN
- IV varijanta - 200 kg N/ha, upotrebom KAN
- V varijanta - 50 kg N/ha, upotrebom uree
- VI varijanta - 100 kg N/ha, upotrebom uree
- VII varijanta - 200 kg N/ha, upotrebom uree.

U ogledu je korišćena holandska sorta salate sportivo (selekcija semenske kompanije Nunhems) koja pripada tipu ranih puterica sa brzim razvojem i stasavanjem ujednačenih i krupnih glavica, sa tankim listovima svetlozelene boje, pogodna za plasteničku proizvodnju.

Ubiranje salate, u obe godine istraživanja, obavljeno je fazi tehnološke zrelosti (18. aprila 2007. i 21. aprila 2008. godine), kada je utvrđen prinos salate i uzeti uzorci lista za određivanje sadržaja nitrata u njima. Istovremeno su uzeti i uzorci zemljišta za određivanje sadržaja nitratnog azota.

Laboratorijski deo ovih ispitivanja obuhvatio je analizu zemljišta, gde je kiselost zemljišta utvrđena potenciometrijski, sadržaj nitratnog i amonijaknog azota u sonom ekstraktu, a sadržaj lakopristupačnog fosfora i kalijuma AL-metodom po Egner-Riehmu. Analiza biljnog materijala obuhvatila je određivanje sadržaja nitrata mikrometodom po Kjeldahlu.

Testiranje značajnosti razlika između izračunatih srednjih vrednosti ispitivanih faktora izvršeno je primenom modela analize varijanse za trofaktorijalni ogled. Sve ocene značajnosti su izvedene na osnovu F-testa i LSD-testa za prag značajnosti 5% i 1%.

Rezultati i diskusija

S obzirom da su istraživanja izvedena u plasteniku bez dopunskog zagrevanja, od klimatskih faktora na tok proučavanja najveći uticaj imala je temperatura vazduha, dok su tokom vegetacionog perioda salate primenjivana interventna navodnjavanja zavisno od potreba biljaka salate.

Iz pregleda temperaturnih vrednosti tokom vegetacionih sezona salate gajene u prolećnom ciklusu gajenja (Tabela 1), mogu se uočiti razlike u temperaturi po godinama istraživanja, koje su mogle imati uticaja na prinos salate. Naime, u 2008. godini, u drugoj dekadi februara meseca, zabeležena je veoma niska srednja dnevna temperatura (0,6°C), što je izazvalo stres kod još neprilagođenih mladih biljaka rasada salate na nove uslove, a takođe su i u prvoj i drugoj dekadi marta temperature bile niže, što se sve zajedno odrazilo na postizanje nižeg prinosa u ovoj godini proučavanja. Utvrđene neznatne razlike u sadržaju nitrata u jestivim listovima salate tokom godina istraživanja nisu mogle nastati kao rezultat temperaturnih

uslova, a uočene razlike su rezultat biloškog razblaženja nitrata kod listova salate gde su postignuti viši prinosi, **Bošković-Rakočević**, 2001.

Tabela 1. Srednje dnevne temperature tokom vegetacionog perioda salate
Mean Daily Temperatures During the Growing Period of Lettuce

Mesec Month	Dekade Decades	Srednje dnevne temperature (°C) Mean daily temperatures (°C)		Prosek Average
		2007.	2008.	
Februar February	I	4,4	4,4	4,4
	II	5,8	0,6	3,2
	III	5,1	7,4	6,2
Mart March	I	8,3	6,3	7,3
	II	8,9	8,0	8,4
	III	7,6	7,3	7,4
April April	I	7,8	9,5	8,6
	II	10,9	13,3	12,1
	III	13,8	13,5	13,6
Prosek - Average		8,1	7,8	8,0

Zemljište, sa svojim fizičkim i hemijskim svojstvima predstavlja bitan preduslov u biljnoj proizvodnji. Ogladi u ovim istraživanjima izvedeni su na zemljištu tipa smonica. Na osnovu izvršenih agrohemijjskih analiza zemljišta prikazanih u Tabeli 2 utvrđeno je da zemljište ima blago kiselu reakciju, sa visokim sadržajem pristupačnog fosfora i kalijuma, dok se pristupačne forme azota (amonijakni i nitratni) nalaze u granicama optimalne obezbeđenosti. Sve navedeno ukazuje da je zemljište dobre plodnosti, pogodno za gajenje salate.

Tabela 2. Agrohemijjska svojstva zemljišta
Agrochemical Properties of the Soil

Godina Year	pH		NH ₄ -N mg/kg	NO ₃ -N mg/kg	P ₂ O ₅ mg/100 g	K ₂ O mg/100 g
	H ₂ O	KCl				
2007.	7,60	6,79	9,8	53,0	36,87	33,0
2008.	7,71	7,01	10,5	51,0	56,14	40,0

Nakon dodavanja različitih vrsta i količina azotnih đubriva u zemljište i nakon završenog eksperimenta i skidanja useva salate, urađene analize zemljišta su pokazale da je došlo do značajnih promena sadržaja nitratnog azota (Tabela 3), koji je na svim proučavanim varijantama bio niži u odnosu na njegov sadržaj pre postavljanja oglada (51, odnosno 53 mg/kg).

Utvrđeni niski sadržaji nitratnog azota u zemljištu ukazuju da su biljke usvojile nitratni azot dodat u prihranjivanju (Tabela 4), dok je manji deo tog azota ispran u dublje slojeve zemljišta. Sadržaj nitratnog azota koji je ostao u zemljištu nakon primene KAN je statistički značajno niži u odnosu na ureu, što je i očekivano s obzirom da je urea amidno đubrivo. Primenom rastućih doza azota kod oba đubriva povećavao se sadržaj nitratnog azota koji je ostao u zemljištu nakon usvajanja od

strane biljaka, pri čemu te razlike kod KAN nisu statistički značajne, dok su kod uree visoko značajne. Ipak, sve vrednosti sadržaja nitratnog azota u zemljištu su u okviru

Tabela 3. Sadržaj nitratnog azota u zemljištu

NO₃-N Content in the Soil

Varijanta Variant	Sadržaj nitratnog azota u zemljištu (mg/kg) Content of NO ₃ -N in the soil			
	2007.	2008.	Prosek - Average	Indeks - Index
Kontrola - Control	7,4	10,2	8,8	100
KAN-50	9,0	12,0	10,5	119,3
KAN-100	15,3	12,7	14,0	159,1
KAN-200	15,4	16,2	15,8	179,5
Urea-50	21,0	17,6	19,3	219,3
Urea-100	49,6	45,0	47,3	537,5
Urea-200	136,8	143,2	140,0	1590,9
Prosek - Average	36,4	36,7	36,5	
LSD	0,05		6,123	
	0,01		8,215	

vrednosti koje dobro podnose povrtarske kulture (<50 mg/kg), osim kod primene 200 kg N/ha putem uree.

Ostvareni rezultati sadržaja nitrata u listovim salate ukazuju da upotreba rastućih količina azotnih đubriva značajno povećava akumulaciju štetnih nitrata u listu salate, a takođe značajno zavise i od vrste azotnog đubriva (Tabela 4). Analizom Tabele 4 se uočava da je salata prosečno akumulirala manje nitrata pri đubrenju ureom u odnosu na KAN, pri čemu je ta razlika 1.226 mg/kg suve materije što predstavlja statistički visoko značajnu razliku. Ovako dobijeni rezultati su u saglasnosti sa rezultatima *Inal* i *Tarakcioglu*, 2001, i *Abu-Rayyan i sar.*, 2004, koji su takođe utvrdili da se najmanje nitrata akumulira primenom uree. Pri određivanju

Tabela 4. Sadržaj nitrata u listovima salate i prinose

Nitrate Content in Lettuce Leaves and the Yield

Varijanta Variant	Sadržaj nitrata (mg/kg suve materije) Nitrate content (mg/kg dry matter)			Prinos (t/ha) Yield (t ha ⁻¹)		
	2007.	2008.	Prosek Average	2007.	2008.	Prosek Average
Kontrola Control	196	196	196	33,6	30,4	32,0
KAN-50	1860	2020	1940	43,2	40,0	41,6
KAN-100	6200	6440	6320	62,1	59,5	60,8
KAN-200	12384	12984	12684	77,9	75,7	76,8
Urea-50	1556	1804	1680	57,9	54,1	56,0
Urea-100	5860	6380	6120	67,3	60,7	64,0
Urea-200	9420	9508	9464	75,7	74,7	75,2
Prosek Average	5354	5619	5486	59,7	56,4	58,1

	0,05	156,489	5,654
LSD	0,01	223,614	6,812

doze azota trebalo bi imati u vidu postizanje maksimalnih prinosa, a da istovremeno ne dođe do preterane akumulacije nitrata u listovim salate. Rezultati istraživanja ukazuju da je sa povećanjem primenjene doze azota došlo do statistički značajnog povećanja sadržaja nitrata na svim varijantama oglada. Prosečno najveći sadržaj nitrata utvrđen je na varijanti sa primenom najviše doze azota i kod primene KAN i uree, što je enormno povećanje u odnosu na kontrolu, kao i na varijante sa nižim dozama azota. S obzirom da salata pripada grupi nitrofilnog povrća i da ima veoma kratak vegetacioni period, utvrđena tendencija povećanja ovog oblika azota u salati ukazuje da treba biti veoma obazriv pri doziranju azotnog đubriva, pri čemu doza do 100 kg N/ha ne predstavlja rizik za unošenje u organizam čoveka, što je u skladu sa istraživanjima *Premuzić i sar.*, 2001, *Pavlou i sar.*, 2007, *Salomez i Hofman*, 2009.

Posmatrajući variranje sadržaja nitrata u odnosu na godinu proučavanja ustanovljena razlika nije značajna, što se moglo i očekivati s obzirom da su vršena interventna zalivanja prema potrebama biljaka, a temperature u plateniku su bile sličnih nivoa u obe godine proučavanja.

Postignuti prosečni prinosi salate pokazuju da su rastuće doze azotnih đubriva uticale na povećanje prinosa, u obe godine istraživanja. Najniži prosečni prinos ostvaren je na kontrolnoj varijanti (32,0 t/ha), i statistički je značajno niži u odnosu na prinose ostvarene primenom đubriva. Najviši prinosi, između kojih ne postoji statistička značajnost razlika, ostvareni su primenom najveće doze azota, i kod KAN, i kod uree (76,8 t/ha, odnosno 75,2 t/ha), što potvrđuje prethodna istraživanja *Pavlovića i sar.*, 1996. Uočene razlike prosečnog prinosa u pogledu godina istraživanja ne pokazuju statističku značajnost, već su nastale kao posledica nešto povoljnijih temperaturnih uslova u 2007. godini, kada je i postignut neznatno viši prosečni prinos (59,7 t/ha) u odnosu na 2008. godinu (56,4 t/ha).

Zaključak

Na osnovu izvršenih dvogodišnjih ispitivanja uticaja različitih vrsta i doza azotnih đubriva na prinos i akumulaciju nitrata u listu salate može se zaključiti sledeće:

Rezultati analiza zemljišta, pre i posle završenog eksperimenta, ukazuju da je došlo do značajnih promena sadržaja nitratnog azota, koji je na svim proučavanim varijantama bio niži u odnosu na njegov sadržaj pre postavljanja oglada, što je posledica povećanog usvajanja nitrata od strane biljaka.

Ovakva tendencija mineralne ishrane azotom kod salate uslovlila je i povećanu akumulaciju nitrata u listovima salate i njegov povećani sadržaj, osim kod doza do 100 kg N/ha koje ne predstavljaju rizik za unošenje u organizam čoveka.

Postignuti prosečni prinosi salate pokazuju da su rastuće doze azotnih đubriva uticale na povećanje prinosa, pri čemu su najviši prinosi ostvareni primenom najveće doze azota, i kod KAN i kod uree.

Literatura

- Abu-Rayyan, A., B.H. Kharawish** and **K. Al-Ismail** (2004): Nitrate content in lettuce (*Lactuca sativa* L.) heads in relation to plant spacing, nitrogen form and irrigation level. *J. Sci. Food & Agr.* **84** (9): 931-936.
- Bošković-Rakočević, Lj.** (2001): Uticaj meliorativnih mera na smanjenje mobilnog aluminijuma u kiselom zemljištu kao uslov za gajenje kukuruza. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad.
- Corré, W.J.** and **T. Breimer** (1979): Nitrate and Nitrite in Vegetables, ed. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, The Netherlands.
- Džamić, R.** i **D. Stevanović** (2000): Agrohemija, izd. Partenon, Beograd.
- Inal, A.,** and **C. Tarakcioglu** (2001): Effect of nitrogen forms on growth, nitrate accumulation, membrane permeability and nitrogen use efficiency of hydroponically growth bunch union order boron deficiency and toxicity. *J. Plant Nutrit.* **24** (10): 1521-1534.
- Kastori, R.** (1988): Mehanizam i ekologija usvajanja jona preko lista. Bilten za kontrolu plodnosti zemljišta i upotrebu đubriva 3-4: 55-109.
- Pavlou, G., C.Ehalotis** and **V. Kavvadias** (2007): Effect of organic and inorganic fertilizers applied during successive crop seasons on growth and nitrate accumulation in lettuce. *Sci. Hort.* **111** (4): 319-325.
- Premuzić, Z., A. Gárate** and **I. Bonilla** (2001): Yield and Quality of Greenhouse Lettuce as Affected by Form of N Fertilizer and Light Supply. In: XIV International Plant Nutrition Colloquium: Food Security and Sustainability of Agro-ecosystems through Basic and Applied Research, eds.: W.J Horst et al., Developments in Plant and Soil Sciences 92: 300-301.
- Pavlović, R., D. Stevanović** and **M. Kresović** (1996): Effect of growing method and lettuce fertilization on changes of nitrate content in leaf. *Acta Hort.* **462** (2): 885-889.
- Robic, R.** (1984): Nitrates and greenhouse production. *Revue Horticole Suisse* 57: 312-316.
- Salomez, J.** and **G. Hofman** (2009): Nitrogen nutrition effects on nitrate accumulation of soil-grown greenhouse butterhead lettuce. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **40** (1-6): 620-632.

Primljeno: 07.11.2009.

Odobreno: 30.11.2009.

* *
*

The Nitrate Content in Lettuce Leaves Depending on the Type and the Application Rate of Nitrogen Fertilisers

- Original scientific paper -

Ljiljana BOŠKOVIĆ-RAKOČEVIĆ¹, Radoš PAVLOVIĆ¹, Dragi STEVANOVIĆ²
and Nebojša VUKELIĆ²

¹Faculty of Agronomy, Čačak

²Faculty of Agriculture, Zemun

Summary

Mineral fertilisers, nitrogen ones in particular, have been increasingly used to help achieving high and stable yields of cultivated plants. In terms of the soil nitrogen supply, nitrogen fertilisers have positive effects on yields, but they are often applied inappropriately and at an excessive rate, adversely affecting the nitrate accumulation in the soil and, hence, inducing an increased uptake by the plant. Lettuce is a nitrophilous vegetable that has a pronounced tendency to uptake nitrates. Therefore, the objective of this study was to determine the effect of different types and application rates of nitrogen fertilisers on the lettuce yield and the nitrate accumulation in lettuce leaves. The trials were established at Trbušani, Čačak, in high greenhouses without additional heating on vertisol during the growing seasons of 2007 and 2008. The trial involved the Dutch lettuce cultivar Sportivo and two types of nitrogen fertilisers, KAN and Urea, at rates of 50, 100 and 200 kg N ha⁻¹. The highest yield was produced by the KAN treatment at a nitrogen rate of 200 kg ha⁻¹, and the lowest in the control treatment. The nitrate content in lettuce leaves showed a tendency to increase with the increasing nitrogen application rate. The content was lower under the Urea treatment than under KAN. The lowest nitrate content was found in the control (196 mg kg⁻¹), whereas the highest was obtained at the highest rate of the KAN application (12,684 mg kg⁻¹), followed by the highest rate of Urea (9,464 mg kg⁻¹).

Received: 07/11/2009

Accepted: 30/11/2009

Adresa autora:

Ljiljana BOŠKOVIĆ-RAKOČEVIĆ

Agronomski fakultet

Cara Dušana 34

32000 Čačak

Srbija

E-mail: ljiljabr@tfc.kg.ac.rs