

UTICAJ MINERALNIH ĐUBRIVA PROIZVEDENIH RAZLIČITIM TEHNOLOGIJAMA NA SADRŽAJ NITRATA U SALATI

Stanka Prodanović¹, Darinka Bogdanović², Žarko Ilin², Maja Manojlović²

REZIME

U poljskom ogledu koji je izveden u toku 2010 i 2011 godine na ekonomiji Poljoprivredne škole sa domom učenika u Futogu, praćen je sadržaj nitrata u svežoj masi salate ($\text{mg NO}_3 \text{ kg}^{-1}$), u zavisnosti od primenjenih složenih đubriva proizvedenih različitim tehnologijama, a pri različitim dozama azotnog i kalijumovog đubriva.

Prosečan sadržaj nitrata u svežoj masi salate se u tehnološkoj zrelosti smanjio približno za polovinu u odnosu na izmerene vrednosti nitrata u fazi obrazovanja lisne rozete. Najmanja koncentracija nitrata u svežoj masi salate izmerena je na kontrolnoj parceli u obe ispitivane faze razvoja salate, dok je u fazi razvoja lisne rozete najveća koncentracija nitrata bila na drugom tretmanu pri primeni tehnologije kompaktnog đubriva a u tehnološkoj zrelosti, takođe na drugom tretmanu ali pri primeni tehnologije mešanog đubriva. U zavisnosti od primenjene tehnologije složenih đubriva, najveća prosečna koncentracija nitrata u svežoj masi salate je zabeležena kod primene mešanog đubriva a najmanja pri upotrebi kompleksnog đubriva. Posmatrano po tretmanima đubrenja, u fazi tehnološke zrelosti najniža prosečna koncentracija nitrata u svežoj masi salate je izmerena na četvrtom tretmanu na kome je osim azotnog primenjeno i kalijumovo đubrivo. Kalijumovo đubrivo je uticalo na smanjenu akumulaciju NO_3^- jona u lisnoj masi salate u fazi tehnološke zrelosti.

Ključne reči: salata, sadržaj nitrata, složena đubriva, doze mineralnih đubriva

UVOD

Salata pripada grupi nitrofilnog povrća, što znači da ima izraženu sklonost za

1 Dipl. ing. – master Stanka Prodanović, profesor, Poljoprivredna škola sa domom učenika, Futog

2 Dr Darinka Bogdanović, redovni profesor, Dr Žarko Ilin, redovni profesor, Dr Maja Manojlović, redovni profesor, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za ratarstvo i povrtarstvo.

nakupljanje nitrata. Prema klasifikaciji povrća na osnovu sadržaja nitrata u svežoj materiji (Correand, Breimer, 1979.; Terbe et, al., 1986.), salata se svrstava u grupu povrća sa najvećim sadržajem nitrata (preko 2500 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), zajedno sa cveklom, celerom, rotkvicom, spanaćem i dr.

Ispitivanja (Proto et al., 2008) su pokazala da se sadržaj nitrata u korenu, lisnoj dršci i listu salate linearno povećava sa povećanjem doze azotnih đubriva, bez obzira na vrstu (organsko ili mineralno).

I prema istraživanjima Kastorija i Petrovića (2003) od svih ekoloških činilaca koji utiču na nakupljanje nitrata u biljkama, najveći uticaj ima koncentracija NO₃- N u hranljivom supstratu.

Svetska zdravstvena organizacija je iznela podatak da je maksimalno dozvoljeni dnevni unos nitrata u organizam ljudi 5 mg, a nitrita 0,2 mg po kilogramu telesne mase, bez posledica po zdravlje. U ljudskom organizmu se nitrati vezuju za hemoglobin pri čemu nastaje methemoglobin koji omreta vezivanje i prenos kiseonika. Kada se više od 70 % hemoglobina oksidiše u methemoglobin nastupa smrt. U Evropskoj uniji postoji zakonska regulativa koja propisuje maksimalno dozvoljen sadržaj nitrata u salati. Ako se berba salate obavlja u periodu od 01.10. - 31.03. on iznosi 4500 mg kg⁻¹ sveže mase. Za berbu obavljen u periodu 01.04. – 30.09. u zaštićenom prostoru, maksimalno dozvoljen sadržaj nitrata je 3500 mg kg⁻¹ sveže mase. Ukoliko se u istom periodu salata berbi na otvorenom polju, vrednost maksimalno dozvoljene količine nitrata je 2500 mg kg⁻¹ sveže mase.

MATERIJAL I METOD RADA

U poljskom ogledu postavljenom na ekonomiji Poljoprivredne škole sa domom učenika u Futogu u toku 2010 i 2011 godine ispitivan je sadržaj nitata u svežoj masi salate u zavisnosti od uticaja složenih đubriva proizvedenih različitim tehnologijama a pri različitim dozama azotnog i kalijumovog đubriva. U ogledu su korišćena složena đubriva proizvedena pomoću tri različite tehnologije:

1. prostim mešanjem jedinačnih đubriva
2. hemijskom reakcijom između komponenti
3. kompaktiranjem bez hemijske reakcije između komponenti

Poljski ogled je postavljen po split plot dizajnu u četiri ponavljanja.

Tabela 1. Raspored tretmana đubrenja u ogledu pod salatom
Table 1. Fertilizing treatment schedule in the lettuce experiment

Tretmani <i>Fertilization</i>		đubrenja <i>treatments</i>		Ukupno <i>Total of</i>	unetih <i>introduced</i>	hraniva <i>nutrients</i>
		Jesen <i>Autumn</i>	Proleće <i>Spring</i>	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
1		Ø		/	/	/
2	400kg/ha NPK (8:16:24)	Mešano <i>Mixed</i>	58 kg/ha N	90	64	96
		Kompaktno <i>Compact</i>				
		Kompleksno <i>Complex</i>				
3	400kg/ha NPK (8:16:24)	Mešano <i>Mixed</i>	38 kg/ha N	70	64	96
		Kompaktno <i>Compact</i>				
		Kompleksno <i>Complex</i>				
4	400kg/ha NPK (8:16:24)	Mešano <i>Mixed</i>	58 kg/ha N + 24 kg/ha K ₂ O	90	64	120
		kompaktno <i>Compact</i>				
		Kompleksno <i>Complex</i>				

U jesen, pre upotrebe složenih đubriva uzeti su uzorci zemljišta za analizu osnovnih hemijskih svojstava.

Tabela 2. Agrohemijske osobine zemljišta pre upotrebe đubriva
Table 2. Agrochemical soil properties before an application of fertilizers

Dubina <i>Depth</i>	pH u H ₂ O	pH u KCl	CaCO ₃ (%)	Humus (%)	N (%)	mg P ₂ O ₅ 100g ⁻¹	mg K ₂ O 100g ⁻¹	NO ₃ -N kg/ha
0-30	7,74	7,04	8,4	1,38	0,09	63,87	32,8	13,18
30-60	8,07	7,17	15,96	0,84	0,05	15,45	18,16	17,05

Ispitivano zemljište pripada tipu karbonatnog černozema na aluvijalnom nanosu i odlikuje se sledećim hemijskim osobinama:

- Neutralne je reakcije po Thun-u, a po američkoj klasifikaciji slabo do umereno alkalno. Pripada klasi karbonatnih, slabohumusnih zemljišta, siromašnih sa ukupnim azotom. Sadržaj lakopristupačnog fosfora se ocenjuje kao štetan a lakopristupačni kalijum je na nivou visoke tj. preterane obezbeđenosti.
- Za analizu plodnosti zemljišta su korišćene standardne metode
- Koncentracija nitrata u svežoj masi salate ($\text{mg NO}_3 \text{ kg}^{-1}$) je merena u fazi razvoja lisne rozete i u tehnološkoj zrelosti
- Sadržaj nitrata u svežoj masi salate nakon ekstrakcije destilovanom vodom i primene fenoldisulfonske kiseline i amonijum hidroksida, određivan je spektrofotometrijski (λ 420) (Arsenijević-Maksimović i Pajević, 2002).

Nakon uzimanja uzoraka zemljišta za agrohemijsku analizu, pristupilo se đubrenju složenim đubrivima prema utvrđenom redosledu. Sadnja salate na otvoreno polje obavljena je 29.03.2011 godine. Planirani sklop biljaka je 11 po m^2 . U drugoj polovini aprila u fazi razvoja lisne rozete, izvršeno je prihranjivanje sa urejom i kalijum sulfatom. Berba salate je bila 17.05.2011 godine.

Statistička obrada podataka je urađena metodom analize varijanse pomoću programa STATISTIKA 7. Statistička značajnost razlika testirana je LSD testom.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Sadržaj nitrata u svežoj masi salate u zavisnosti od primenjenih složenih đubriva proizvedenih različitim tehnologijama, pri primeni različitih doza azotnih i kalijumovih đubriva prikazani su u tabeli broj 3.

Vrednosti obeležene različitim velikim i malim slovima statistički se značajno razlikuju na nivou $n < 0,05$. Velika slovase odnose na kolone a mala na redove.

Tretmani dubrenja <i>Fertilization treatments</i>		Faza lisne rozete <i>A phase of leaf rosette developing</i>	Faza tehnološke zrelosti <i>A phase of technological ripeness</i>	Prosek po tretmanima <i>Average in treatments</i>	Prosek <i>Average</i>
U jesen <i>In autumn</i> N32P64K96	U proleće <i>In spring</i>	27.april <i>27.april</i>	17. maj <i>17. may</i>		
Ø Kontrola <i>Control</i>		1022 b	667 b	844 b	844 b
Mešano <i>Mixed</i>	58 kg/ha N	5676 a	2418 a	4047 a	2894 ab
	38 kg/ha N	3918 a	1412 ab	2665 ab	
	58 kg/ha N + 24 kg/ha K ₂ O	2252 ab	1691 ab	1971 b	
Kompaktno <i>Compact</i>	58 kg/ha N	6165 a	2293 a	4229 a	2426 ab
	38 kg/ha N	2136 ab	1531 ab	1833 ab	
	58 kg/ha N + 24 kg/ha K ₂ O	1428 ab	1007 ab	1217 b	
Kompleksno <i>Complex</i>	58 kg/ha N	3967 a	1904 ab	2935 ab	2038 ab
	38 kg/ha N	1906 ab	1472 ab	1689 ab	
	58 kg/ha N + 24 kg/ha K ₂ O	2211 ab	772 b	1491 b	
Prosek <i>Average</i>		3068 A	1517 B		

Tabela 3. Prosečne koncentracije nitrata u svežoj masi salate (mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase)

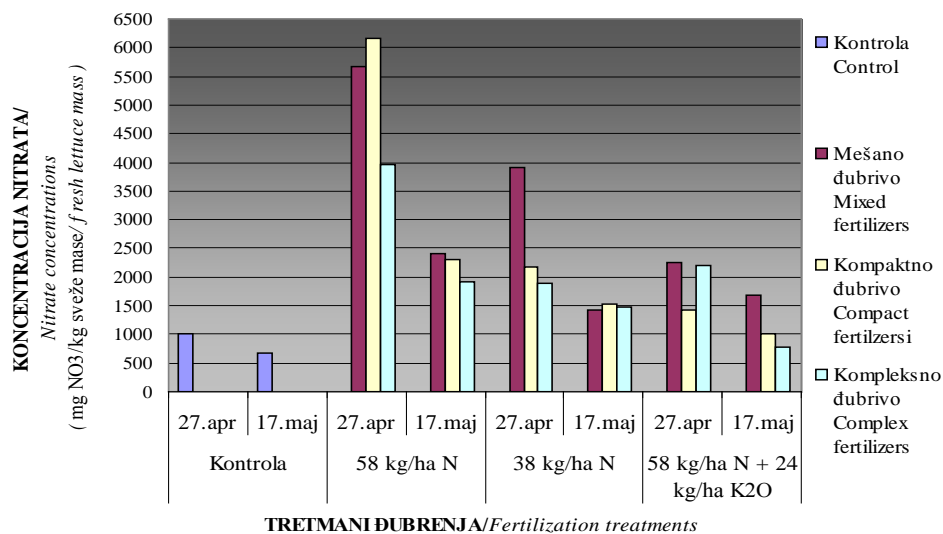
Table 3. Average nitrate concentrations in fresh lettuce mass (mg NO₃ kg⁻¹ of a fresh mass)

U fazi razvoja lisne rozete, najmanja koncentracija nitrata u svežoj masi salate je izmerena na kontrolnoj parceli (1022 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), a najveća (6165 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase) pri primeni kompaktnog đubriva na drugom tretmanu na kome je primenjena i najveća doza azotnog đubriva. U odnosu na kontrolu, postoje visoko signifikantne razlike u sadržaju nitrata u svežoj masi salate na drugom tretmanu kod primene sve tri tehnološke složene đubriva, kao i na tretmanu tri na kome je

primenjeno mešano đubrivo. Prosečna vrednost nitrata iz različitih tretmana u fazi razvoja lisne rozete je iznosila 3068 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase salate.

U tehnološkoj zrelosti došlo je do smanjenja koncentracije nitrata u svežoj masi salate (1517 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), kada posmatramo prosečnu vrednost iz svih tretmana. U ovoj fazi, najmanja koncentracija nitrata je izmerena na kontrolnoj parceli (667 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), a najveća (2418 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase) na drugom tretmanu pri korišćenju mešanog đubriva. U odnosu na kontrolu postoje visoko signifikantne razlike na drugom tretmanu pri primeni tehnologija mešanog i kompaktnog đubriva. Jedino na četvrtom tretmanu pri primeni tehnologije kompleksnog đubriva ne postoje statistički značajne razlike u odnosu na izmerene vrednosti nitrata u svežoj masi salate na kontrolnoj parceli.

Na grafikonu broj 1. su prikazane prosečne vrednosti koncentracije nitrata u svežoj masi salate u fazi razvoja lisne rozete i u momentu berbe.



Grafikon 1. Prosečne koncentracije nitrata u svežoj masi salate

Graph 1. Average nitrate concentrations in fresh lettuce mass

Ukoliko posmatramo prosečan sadržaj nitrata po tretmanima, u fazi tehnološke zrelosti najveća količina nitrata u svežoj masi salate je izmerena na drugom tretmanu (2205 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), na kome je primenjeno azotno đubrivo u količini od 58 kg ha⁻¹, dok je najmanji prosečni sadržaj nitrata u svežoj masi biljke zabeležen na četvrtom

tretmanu (1157 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase). Četvrti tretman je đubren sa azotnim i kalijumovim đubrivom u količini od 58 kg ha⁻¹ N i 24 kg ha⁻¹ K₂O.

Kalijumovo đubrivo koje je korišćeno za prihranjivanje na četvrtom tretmanu je uticalo na smanjenu akumulaciju NO₃⁻ jona u lisnoj masi salate u fazi tehnološke zrelosti. Poznato je da kalijum podstiče metabolizam azota i učestvuje u sintezi proteina. Natočito je značajna njegova uloga u obrazovanju enzima nitrat reduktaze i transportnog sistema, odgovornih za usvajanje nitrata (Kastori i Petrović, 2003). To upućuje na zaključak da je varijanta đubrenja kao na četvrtom tretmanu najbolja za proizvodnju salate.

Kod primene tehnologije mešanog đubriva došlo je do najvećeg nakupljanja nitrata u svežoj masi salate (2894 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), ako imamo u vidu prosečnu vrednost nitrata u toku cele vegetacije. Na drugom mestu je kompaktno đubrivo (2426 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase), a najmanji sadržaj nitrata je izmeren u biljkama salate koje su đubrene sa kompleksnim đubrivom (2038 mg NO₃ kg⁻¹ sveže mase). Ovakvi rezultati ukazuju da je najbolja asimilacija nitrata bila pri primeni kompleksnog đubriva.

ZAKLJUČAK

Na osnovu praćenja uticaja složenih mineralnih đubriva proizvedenih različitim tehnologijama, kao i uticaja različitih doza azotnog i kalijumovog đubriva na sadržaj nitrata u svežoj masi salate, može se izvesti sledeći zaključak:

- Prosečan sadržaj nitrata u svežoj masi salate se u tehnološkoj zrelosti smanjio približno za polovinu u odnosu na izmerene vrednosti nitrata u fazi obrazovanja lisne rozete.
- U tehnološkoj zrelosti najmanja koncentracija nitrata je izmerena na kontrolnoj parceli a najveća, na drugom tretmanu pri primeni tehnologije kompaktnog đubriva.
- U zavisnosti od primenjene tehnologije složenog đubriva, najveća prosečna koncentracija nitrata u svežoj masi salate je bila kod primene mešanog đubriva a najmanja pri upotrebi kompleksnog đubriva.
- Na tretmanima gde je primenjeno azotno i kalijumovo đubrivo u prihrani, izmerena je manja koncentracija nitrata u svežoj masi salate. To ukazuje na pozitivan uticaj kalijuma na ugradnju nitrta u organska azotna jedinjenja.
- Kada je u pitanju sadržaj nitrata u svežoj masi salate, u ovom ogledu najbolji rezultati su postignuti pri primeni N i K đubriva u količini od 58 kg ha⁻¹ N i 24 kg ha⁻¹ K₂O (u proleće) u kombinaciji sa kompleksnim đubrivom u jesen.

LITERATURA

1. Bogdanović, D., Ubavić, M. (2002): Ishrana biljaka u održivoj poljoptivredi. Poglavlje u monografiji „Đubrenje u održivoj poljoprivredi“ ur. Maja Manojlović, Poljoprivrdni fakultet, Novi Sad, 62-67.
2. Bogdanović, D., Čuvardić, M. (2002): Sadržaj nitrata i teških metala u salati u plasteničkoj proizvodnji u Futogu. EKO-Konferencija 2002. Zdravstveno bezbedna hrana, SAFE FOOD, Monografija, Novi Sad, 241-247.
3. Čabilovski, R., Manojlović, M., Bogdanović, D. (2010): Uticaj đubrenja na prinos i sadržaj nitrata u salati u organskoj proizvodnji, Zbornik radova naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Vol. 47, Br. 1, Novi Sad, 251-256
4. Corre, W.J., Breimer, T. (1989): Nitrate and nitrite in vegetables. Literature survey N 39. Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen.
- 5.
6. Đurić, M. et al. (2005): Uticaj različitih doza azota i setve na sadržaj nitrata u salati. Zbornik radova, Hrvatski međunarodni znanstveni skup agronoma, 331-332.
7. Kastori, R. (1983): Uloga elemenata u ishrani biljaka, ur. Ivan Mihaljev, Matica srpska odeljenje za prirodne nauke, Novi Sad, 1 -352.
8. Kastori, R., Petrović, N. (2003): Nitrati u povrću. Poljoprivrdni fakultet, Novi Sad, 1 – 151.
9. Petrović, N., Kastori, R. (1999): Mogućnost smajenja sadržaja nitrata u korenastom i lisnatom povrću. Zbornik radova naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Sv. 31, 315-327
10. Porto, L.M. et al. (2008): Nitrate production and accumulation in lettuce as affected by mineral nitrogen supply and organic fertilization. Horticultura Brasileira, 227-230.

THE INFLUENCE OF THE MINERAL FERTILIZERS RODUCED BY DIFFERENT TECHNOLOGIES ON THE NITRATE CONTENT IN LETTUCE

by

Stanka Prodanović¹, Darinka Bogdanović², Žarko Ilin², Maja Manojlović²

SUMMARY

According to the study of the influence of compound fertilizers produced by different technologies, as well as the observation of the influence of different amounts of nitrogen and potassium fertilizers on the nitrate content in a fresh lettuce mass, we can conclude following:

- An average nitrate content in a fresh lettuce mass has been reduced approximately by half, comparing with the measured nitrate values in a period of leaf rosette forming.
- The lowest nitrate concentration in a technological ripeness has been recorded in the control plot and the highest has been recored in the second treatment when using the technology of compact fertilizers.
- Depending on the applied technology of compound fertilizers, the highest average nitrate concentration in a fresh lettuce mass was gained in mixed fertilizers application, and the lowest concentration was recored in complex fertilizers usage.
- At treatments where nitrate and potassium fertilizers were used in a nourishment a lower nitrate concentration has been recorded in a fresh lettuce mass. This shows a positive influence of potassium on nitrate building into organic nitrate compounds.
- When we talk about nitrate content in a fresh lettuce mass in our experiment, the best results were achieved in N and K fertilizers application in quantities of 58 kg ha⁻¹ N and 24 kg ha⁻¹ K₂O in spring, in a combination with complex fertilizers in autumn.

Key words: lettuce, nitrate content, compound fertilizers, mineral fertilizers amounts

Primljeno: 17.08.2012.

Prihvaćeno: 20.09.2012.