

UTJECAJ GNOJIDBE DUŠIKOM NA PRINOS I  
KONCENTRACIJU NITRATA U SALATI UZGJANOJ U  
STAKLENIKU

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD AND NITRATE CON-  
CENTRATION IN LETTUCE GROWN IN GLASSHOUSE

P. Durman, M. Čustić

IZVOD

Gnojidbeni pokus s pet nivoa dušika bio je postavljen na salati u stakleniku. Primjena visokih doza N gnojiva dovela je do povećanja nitrata u salati, ali ne i do povećanja prinosa.

ABSTRACT

An experiment with five different nitrogen levels was set up with lettuce in the glasshouse.

Applications of high nitrogen doses resulted in an increase of nitrates in lettuce without an apparent increase in the yield.

UVOD

Proizvodnja povrća u staklenicima i plastenicima vrlo je intenzivna i ima niz karakteristika po kojima se bitno razlikuje od proizvodnje na otvorenom prostoru. Razlike proizlaze u prvom redu iz uzgoja u kontroliranim uvjetima kao što su pojačana gnojidba, regulirane temperature i vlaga, te relativno vrlo visoki prinosi po jedinici površine koji se ostvaruju u zimskom i ranom proljetnom periodu godine.

Salata (*Lactuca sativa*) najzastupljenije je povrće uzgajano ispod stakla u Hrvatskoj. Spada u grupu nitrofilnih biljaka i sklona je akumulaciji nitrata. Zna se da 90% nitrata u ljudskoj ishrani potječe baš od povrća, a među njima u prvom redu od salate i špinata (Corre i Breimer, 1979). Povećanje doze nitrata u konzumnom povrću predstavljaju potencijalnu opasnost po zdravlje čovjeka, a naročito djece (methemoglobinemija).

## METODIKA RADA

Istraživanja su provedena u stakleniku Zadar - Jankolovica u zimskom periodu godine. U stakleniku je postavljena drenaža, sistem za kišenje, grijanje i ventilaciju.

Prije postavljanja pokusa zaorano je 10 kg/m<sup>2</sup> zrelog stajskog gnoja na svim varijantama tretiranja. U pokusu su upotrijebljena mineralna gnojiva: NPK-7:20:30, kalij kao K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, tripleks 46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i KAN-27% N. Sva mineralna gnojiva unesena su u tlo startno pomoću freze na dubinu do 20 cm. Pokus je bio postavljen u pet varijanti tretiranja s četiri ponavljanja, slučajnim bloknim rasporedom.

Za utvrđivanje prinosa brali smo svaki drugi red salate u repeticijama. Rezultati su obrađeni analizom varijance.

Varijante tretiranja:

1. NOPK NO = bez dušika
2. N1PK N1 = 100 kg N/ha
3. N2PK N2 = 200 kg N/ha
4. N2PK N3 = 300 kg N/ha
5. N4PK N4 = 400 kg N/ha  
P = 300 kg P/ha  
K = 350 kg K/ha

Veličina parcelice bila je 1,2 m<sup>2</sup> s razmakom od 20 cm među redovima. Sorta salate u pokusu bila je Juliet.

Prije sadnje u staklenik, salata je posijana u kocke (brikerirana), te su gotove kocke posađene u pokusu 28.X.1985.

Zaštita usjeva obavljena je kao i u redovitoj proizvodnji. Analize supstrata radene su nizozemskom metodom u vodnom ekstraktu (1:2). Određena su sva vodotopiva hraniva te pH i E.C. (elektroprovodljivost).

Prije postavljanja pokusa napravljena je analiza supstrata, a u toku vegetacije (nakon sadnje salate) uzorci salate uzimani su i kontrolirani više puta. Paralelno s uzimanjem uzorka supstrata uzimani su i uzorci biljnog materijala u kojima se odmah u svježem stanju određivala koncentracija NO<sub>3</sub> - ksilenol metodom.

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tabela 1. Sadržaj hraniva u supstratu (kationa i aniona) prije postavljanja kocka

*Concentration of nutrients in substrate before the experiment*

Staklenik <i>Glasshouse</i>	pH u H <sub>2</sub> O	E.C. mmhos	soli % <i>Salats</i>	m.e./l						mg/l	
				NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	K	Na	Mg	Cl	P	
Zadar - stakl. Blok IV	8,1	2,07	0,24	3,10	0,35	5,0	9,4	1,8	4,3	3,3	

Voda kojom je navodnjavana salata u stakleniku Jankolovica (Zadar) slabije je kvalitete zbog povećanog sadržaja Na, Cl i B prema normativima danim u Službenom listu 1978, te na osnovi neobjavljenih istraživanja Tomaša i suradnika 1980. i višegodišnjih rezultata redovitih kontrola vode obavljenih u Zavodu za ishranu bilja u toku vegetacije.

Voda za navodnjavanje vjerojatno je dovela do povećanja Na<sup>+</sup> i Cl<sup>-</sup> u supstratu što je rezultiralo povećanjem ukupnih soli (E.C. oko 2).

Supstrat u kojem je pokus bio postavljen pokazuje prilično visok sadržaj hranjivih elemenata N, P i K (tabela 1). Porijeklo im je vjerojatno od višegodišnje obilne gnojidbe mineralnim i organskim gnojivima. Stoga možemo konstatirati da je supstrat na kojem je bio postavljen pokus vrlo dobro opskrbljen hranivima.

Kroz čitav period vegetacije salate, pH reakcija se kretala u vodnom ekstraktu supstrata u granicama od 7,5-8,6.

Koncentracije ukupnih soli bile su malo povišene početkom i sredinom vegetacije (E.C. 1,76-2,29) zbog unešenih većih količina stajskog gnoja i njegove mineralizacije. Krajem vegetacije u svim se varijantama zapaža smanjenje koncentracije ukupnih soli (E.C. = 0,89-1,25). U prvom periodu vegetacije koncentracija ostalih kationa i aniona (NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, K i P) bila je uglavnom povišena. Zbog usvajanja hraniva od strane biljaka i mogućeg ispiranja, sadržaj u supstratu znatno se smanjio krajem vegetacije. Ovo posebno ističemo na primjeru smanjenja koncentracije Cl<sup>-</sup>.

Općenito gledano, sva su se hraniva kretala u granicama normalnih koncentracija, osim povišenih nitrata u varijantama s dodanih 300 i 400 kg N/ha u obliku mineralnih gnojiva.

Dobiveni rezultati analiza pokazuju da su se maksimalne količine kod varijante 5 samo NO<sub>3</sub>-oblika dušika u supstratu kretale (20cm x 1 ha x 6,79 m.e.N) oko 842 kg NO<sub>3</sub>/ha porijeklom iz stajskog i mineralnih gnojiva (što odgovara 190 kg/ha čistog N mineralnog). To su bile za uzgoj salate previsoke koncentracije NO<sub>3</sub> oblika dušika (Szwonek 1986.).

Tabela 2 Sadržaj hraniva u salati tijekom vegetacije (vodni ekstrakt 1:2)  
*Concentration of nutrients in substrate during growth period (water extract 1:2)*

Varijante i dat.uzimanja <i>Treatment and sampling date</i>	pH u H <sub>2</sub> O	E.C. mmhos	soli % salats	m.e./l					mg/l
				NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	K	Mg	Cl	
Var.-1 7.XI.85.	8,1	1,96	0,25	4,35	0,10	0,50	1,52	6,95	5,22
13.XII.85.	8,5	1,76	0,23	3,84	0,48	1,10	1,40	5,80	2,20
31.I.86.	8,0	1,25	0,76	1,94	0,34	1,07	1,08	4,60	3,05
x	8,2	1,66	0,21	3,37	0,30	0,89	1,33	5,78	2,82
Var.-2 7.XI.85.	7,9	2,03	0,26	5,84	0,42	0,52	1,72	4,95	3,30
13.XII.85.	8,4	2,11	0,27	3,03	0,22	0,89	1,36	5,10	2,39
31.I.86.	8,0	0,89	0,11	3,53	0,18	0,96	1,27	4,40	2,27
x	8,1	1,68	0,21	4,13	0,27	0,79	1,43	4,81	2,98
Var.-3 7.XI.85.	8,0	2,29	0,29	6,45	0,18	0,62	1,92	6,90	3,52
13.XII.85.	8,5	2,11	0,27	4,05	0,39	0,91	1,00	5,30	2,10
31.I.86.	8,0	1,06	0,13	2,96	0,25	1,03	5,50	2,45	
x	8,1	1,82	0,23	4,49	0,27	0,85	1,48	5,90	2,69
Var.-4 7.XI.85.	8,0	2,20	0,25	6,45	0,72	0,52	1,32	6,25	3,13
13.XII.85.	8,6	2,11	0,27	3,42	0,22	1,00	1,04	5,30	2,20
31.I.86.	8,0	1,06	0,13	3,28	0,19	1,23	1,12	4,60	2,50
x	8,2	1,79	0,22	4,38	0,17	0,92	1,16	5,38	3,27
Var.-5 7.XI.85.	7,9	2,25	0,29	6,79	0,42	0,47	2,20	5,75	3,39
13.XII.85.	8,5	1,70	0,21	3,87	0,22	1,10	1,72	6,20	2,20
31.I.86.	8,0	1,09	0,14	3,34	0,20	1,94	1,26	5,00	2,10
x	8,1	1,60	0,21	4,37	0,28	0,83	1,72	5,65	2,56

Tabela 3 Utjecaj gnojidbe i vremena uzimanja uzorka na koncentraciju nitrata u salati (mg NO<sub>3</sub>/kg zelene mase)  
*Influence of fertilization and sampling dates on nitrate concentration in lettuce (mg NO<sub>3</sub>/kg fresh weight)*

Varijante tretiranja <i>Treatments</i>	Vrijeme uzimanja uz. salate <i>Sampling dates</i>			x	Relativ. %
	13.12.85.	16.01.86.	31.01.86.		
VAR 1	2035	2850	1950	2391	100
VAR 2	2375	3625	2237	2741	115
VAR 3	2375	4075	2525	2933	123
VAR 4	2400	4550	2700	3065	128
VAR 5	2500	5550	3050	3525	147
x POKUSA MEAN	2337	4130	2492	2731	123

Povećan sadržaj nitrata u salati općenito u svim varijantama tretiranja vjerojatno je rezultat primjene 10 kg stajnjaka/m<sup>2</sup>, i visokih doza NPK gnojiva u već ionako dobro opskrbljenom supstratu. Redovito se događa da se pod salatu stavlja stajski gnoj zbog druge kulture koja slijedi, a to je obično rajčica ili krastavac.

Rezultati pokazuju da su koncentracije NO<sub>3</sub> - u prvih 25 dana vegetacije bile najniže. Od 13.XII. do 26.I.1986. došlo je do naglog porasta nitrata (npr. od 2850 na 5550 mg/kg zelene mase, ZM) kod varijante 5 sa 400 kg N/ha. To je ujedno bio period maksimalne koncentracije nitrata u svim varijantama tretiranja. Za slijedećih 14 dana vegetacije došlo je do znatnog smanjenja nitrata, ovisno o varijantama (od 1950-3050 mg/kg ZM). Značajno je istaći da je koncentracija NO<sub>3</sub>- u fazi berbe u varijanti gnojenoj s 400 kg N/ha bila ispod maksimalno dozvoljenih granica u Nizozemskoj, Švicarskoj i prema FAO preporukama.

Tabela 4. Utjecaj doze n gnojiva na visinu prinosa salate  
*Influence of nitrogen fertilization on lettuce yield*

Varijanta <i>Treatment</i>	Prinos <i>Yield</i>		Napomena <i>Note</i>
	kg/m <sup>2</sup>	Relat.%	
1. NOPK!	5,99	100,00	Zdravstveno stanje je dobro <i>Healthy plants</i>
2. N1PK!	5,65	94,32	
3. N2PK!	5,62	93,82	
4. N3PK!	5,63	93,99	Pojačan pad Sclerotinia-e <i>Apparent signs of Sclerotinia</i>
5. N4PK!	5,32	88,81	

Na temelju dobivenih rezultata prinosa salate vidljivo je da je najniža gnojidba (Var. 1) dala najveći, ali ne i statistički značajan prinos od  $5,99 \text{ kg/m}^2$  prvoklasne salate s najnižim sadržajem  $\text{NO}_3^-$  oblika dušika. Očito proizlazi da kod uzgoja salate u zatvorenom prostoru (staklenici i plastenici) ne treba primjenjivati visoke i vrlo visoke doze dušika, jer u najvećem broju slučajevima one ne utječu na povećanje prinosa, a djeluju na povećan sadržaj nitrata.

### DISKUSIJA REZULTATA

Rezultati istraživanja pokazuju da je primjena visokih doza dušičnih gnojiva dovela do povećanja nitrata u salati (tabela 3), ali ne i do povećanja prinosa salate (tabela 4).

S obzirom da je salata šadena u zimskom periodu godine, s puno hladnih i oblačnih dana, došlo je do značajnog nagomilavanja nitrata (tabela 3). Slična istraživanja radio je i Van Eysinga 1984.

Osim smanjenog svjetla povećan sadržaj nitrata mogao bi biti rezultat i smanjenog zalijevanja supstrata zbog većih hladnoća u zimskom periodu godine.

Bitno je da se koncentracije  $\text{NO}_3^-$  krajem vegetacije ipak smanjuju u supstratu (tabela 2) i u biljnom materijalu (tabela 3). To smanjenje u biljci može biti uzrokovano intenzivnijim porastom biomase, te boljim i intenzivnijim metaboliziranjem nitrata u odnosu na brzinu usvajanja nitrata iz supstrata.

Molibden, kao element potreban za redukciju nitrata vjerojatno nije bio limitirajući faktor u ovom slučaju s obzirom da se radilo o supstratu alkalne reakcije.

Lazić i suradnici (1986.) konstatirali su da u SFRJ ne postoji jedinstven normativ za koncentracije  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$  u povrću, te stoga naše rezultate možemo jedino uspoređivati s normativima drugih evropskih zemalja i FAO-om.

U Švicarskoj je maksimalna dozvoljena količina  $\text{NO}_3^-$  u salati iznosila  $3500 \text{ mg/kg}$  ZM prema normativima koji su vrijedili do 1981. godine. Krajem 1982. godine u ovoj zemlji koncentracije nitrata su korigirane na  $4000 \text{ mg/kg}$  zelene mase salate.

U Danskoj je dozvoljeni nivo  $\text{NO}_3^-$  u endiviji, špinatu i salati do  $4000 \text{ mg/kg}$  ZM (od 1982.).

Prema FAO-u, dozvoljena konzumna norma za odraslog čovjeka iznosi  $500 \text{ mg}$   $\text{NO}_3^-$  na dan, ili po drugim izvorima ne više od  $5 \text{ mg/kg}$  tjelesne težine organizma na dan.

Najveći dio nitrata unosi se u organizam povrćem, no ipak treba imati na umu da i drugom hranom i vodom unosimo i druge manje ili veće količine nitratne forme dušika u organizam čovjeka.

Iako povećane doze dušika dovode do povećanja nitrata u konzumnoj salati (tabela 3), dobivene vrijednosti, unatoč primjeni visokih i vrlo visokih doza dušika ( $300\text{-}400 \text{ kg N/ha}$ ), ispod su normativa u Švicarskoj i Danskoj.

## ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenih istraživanja uzgoja salate u zimskom periodu godine mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Dobiveni prinosi pokazuju da je za uzgoj salate na supstratu sa 3,1 m.e. N/1 NO<sub>3</sub>-forme dušika prije sadnje samo gnojidba s 10 kg/m<sup>2</sup> stajskog gnoja bila dovoljna.
2. Povećana primjena N-gnojiva nije dovela do statistički značajnih razlika u prinosu, a dovela je do istovremenog porasta nitrata u supstratu i biljnom materijalu.
3. Gnojidbu salate dušikom u staklenicima treba pažljivo dozirati ovisno o količini N-min. dušika u tlu.

## SAŽETAK

Istraživanja su provedena na salati u stakleniku Zadar. Pokus je sadržavao pet nivoa dušika, od 0-400 kg/ha. Ostvareni su visoki prinosi (5,32-5,99 kg/m<sup>2</sup>), iako ovisno o nivou dušika nije bilo statistički značajnih razlika.

Povećana gnojidba dušikom dovela je do povećanja nitrata u listu salate naročito u drugom dijelu vegetacije s maksimalnom vrijednošću od 5550 mg/kg Z.M. u vairjanti s najvećom dozom N. Međutim, treba ipak konstatirati da je u fazi berbe došlo do smanjenja sadržaja nitrata na vrijednosti koje su bile ispod vrijednosti normativa FAO-a.

Ova su istraživanja pokazala da smanjenom gnojidbom dušikom na već dobro opskrbljenom supstratu (oko 3 m.e. NO<sub>3</sub>/1) možemo ostvariti visoke prinose salate uz nizak sadržaj nitrata u biljnom materijalu.

## SUMMARY

Investigations were carried out with lettuce in a glasshouse. The experiment contained five nitrogen levels (0-400 kg/ha).

High yields were recorded (5,32-5,99 kg/m<sup>2</sup>) although no statistically significant differences were caused by various nitrogen rates.

Fertilizing with high nitrogen levels resulted in an increase of nitrate content in lettuce up to 5550 mg/kg fresh weight later in the growth.

However, at harvest nitrate content dropped below the levels considered safe for human consumption by FAO standards.

This research showed that high yields of lettuce with low nitrate content in leaves may be achieved by reduced nitrogen levels.

## LITERATURA

- Corre W.J., Breimer G. (1979): Nitrate and nitrite in vegetables, Wageningen  
Durman P., Pavlek P. (1972): Utjecaj raznih doza i oblika N- gnojiva na neka

kvantitativno-kvalitativna svojstva špinata; Zemljište i biljka, vol. 21, No. 2. (305-318)

Eysinga van R. (1984): Nitrate and glasshouse vegetables; Fertilizer Research 5. (149-156).

Lazić B., Krsmanović D., Blagojević (1986): Utjecaj sorte i klimatskih uslova na sadržaj NO<sub>3</sub> i NO<sub>2</sub> kod boranije i mrkve; Jugoslavenski simpozij: Intenzivna proizvodnja za zdravu ishranu - Zbornik radova, Split.

Swzonek E. (1986): Nitrates concentration in lettuce and spinach as dependent on nitrate; Acta Hort. 176. (93-97).

**Adresa autora - Author's address:**

Prof. dr. Petar Durman

mr. Mirjana Čustić

Fakultet poljoprivrednih znanosti

Sveučilište u Zagrebu

Institut za agroekologiju

41000 Zagreb, Šimunska 25