

Influence of Drain Spacing upon the Quantity of Nitrogen Leached

Lepomir ČOGA¹

Mirjana ČUSTIĆ¹

Marija PECINA²

Ines VRŠEK²

SUMMARY

The research goal was to determine the influence of drainpipe spacing on the quantity of nitrogen leached, under standard agricultural practices, in the ecological conditions of eastern Slavonija. The field trial was set up at the agroecological station Kapelna-Donji Miholjac in the period 1993-1994, on amphigley soil, drained through an open channel network and drainpipes spaced 10, 20 and 40 m, according to the split-plot method with three replications. Winter wheat, cultivar Marija, served as test crop.

Research results revealed differences in the concentration of nitrate and ammonium nitrogen in soil, depending on drainpipe spacing, plot location and sampling time. Significantly lower concentrations of nitrate nitrogen were recorded on plots overlying drainpipes compared to the plots situated between drainpipes, regardless of drainpipe spacing. Nitrogen in drainage water and groundwater was mainly present in the nitrate form. The highest average concentration of nitrate nitrogen in drainage water of 25.9 mg NO₃-N / l and in groundwater of 16.7 mg NO₃-N / l were recorded at the drainpipe spacing of 10 m, and the lowest at the drainpipe spacing of 40 m. The significantly highest quantity of leached nitrogen of 11.2 kg N/ha was recorded at the drainpipe spacing of 10 m, whereas differences in the leached nitrogen quantities between drainpipe spacing of 20 and 40 m were not significant. The relatively small quantities of nitrogen leached, despite high nitrate concentrations in drainage water, resulted from the low drainage discharge during the trial period.

KEY WORDS

drainage water and groundwater, nitrate and ammonium nitrogen, leaching.

Faculty of Agriculture, University of Zagreb
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia

¹ Department of Plant Nutrition
E-mail: lselaj@agr.hr

² Department of Plant Breeding, Genetics, Biometrics and Experimentation
E-mail: mpecina@agr.hr

³ Department of Ornamental Plants, Landscape Architecture and Garden Art
E-mail: ivrsek@agr.hr

Received: October 17, 2002

Utjecaj razmaka drenova na količinu ispranog dušika

Lepomir ČOGA¹

Mirjana ČUSTIĆ¹

Marija PECINA²

Ines VRŠEK²

SAŽETAK

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj razmaka drenova na količinu ispranog dušika, pri standardnoj agrotehnici, u ekološkim uvjetima istočne Slavonije. Poljski pokus postavljen je u razdoblju 1993-1994. godina, na agroekološkoj postaji Kapelna-Donji Miholjac, na amfiglejnem tlu, hidromelioriranom otvorenom kanalskom mrežom i drenskim cijevima razmaka 10, 20 i 40 m, po split-plot metodi u tri ponavljanja. Test kultura bila je ozima pšenica, sorta Marija.

Rezultati istraživanja pokazuju da postoje razlike u koncentraciji nitratnog i amonijskog dušika u tlu, ovisno o razmaku drenova, položaju parcela i vremenu uzorkovanja. Značajno niže koncentracije nitratnog dušika utvrđene su na parcelama iznad drenova u odnosu na parcele između drenova, neovisno o razmaku drenova. Dušik u drenažnim i podzemnim vodama prisutan je uglavnom u nitratnom obliku. Najveća prosječna koncentracija nitratnog dušika u drenažnoj vodi 25,9 mg NO₃-N/l i podzemnoj vodi 16,7 mg NO₃-N / l, utvrđena je pri razmaku drenova 10 m, a najniža pri razmaku drenova 40 m. Signifikantno najveća količina ispranog dušika 11,2 kg N/ha utvrđena je pri razmaku drenova 10 m, dok razlike u količini ispranog dušika između razmaka drenova 20 i 40 m nisu bile signifikantne. Relativno male količine ispranog dušika, unatoč visokim koncentracijama nitrata u drenažnoj vodi, rezultat su malog drenažnog isteka u istraživanom razdoblju.

KLJUČNE RIJEČI

drenažna i podzemna voda, nitratni i amonijski dušik, ispiranje

Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska

¹ Zavod za ishranu bilja
lselaj@agr.hr

² Zavod za oplemenjivanje bilja, genetiku i metodiku istraživanja
E-mail: mpecina@agr.hr

³ Zavod za ukrasno bilje i krajobraznu arhitekturu
E-mail: ivrsek@agr.hr

Primljeno: 17. listopada 2002.

ZAHVALA

Zahvaljujemo se djelatnicima Hrvatskih voda iz Donjeg Miholjca, na pruženoj pomoći i suradnji u ovim istraživanjima.

UVOD

Hidromelioracijskim mjerama izvedenim na 161 530 ha u Republici Hrvatskoj u cilju povećanja poljoprivredne proizvodnje, uvelike je izmijenjena filtracijska sposobnost tih tala. Ograničene su mogućnosti sorpcije, povećana opasnost od onečišćenja tla, podzemnih voda i cijelog agroekosustava.

Najveću opasnost za onečišćenje površinskih i podzemnih voda, od svih mineralnih gnojiva, koja se danas koriste, predstavljaju dušična gnojiva. Dušična gnojiva u tlu ili u plitkom procjednom sloju oksidiraju, a kao konačan produkt oksidacije nastaju ioni nitrata, koji se ne vežu na adsorpcijski kompleks tla (Alföldi, 1982). Kruženje dušika u agroekosustavu od posebnog je interesa za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju i očuvanje čovjekove okoline. Osnovni procesi kruženja dušika su: fiksacija, denitrifikacija i procesi ispiranja dušika. Azem i sur. (1985) su utvrdili da svega 50 % dušika dodanog gnojivom primi biljka, 25 % se gubi ispiranjem, a 15 % procesima denitrifikacije. Gubitci dušika, na hidromelioriranim tlima, nastali ispiranjem, prvenstveno ovise o primijenjenoj količini i vrsti gnojiva (Pratt i Jury, 1984), uzgajanoj kulturi (Vomel, 1965), razmaku drenova (Šoškić i Đumija, 1987; Vidaček i sur. 1994; Šimunić i sur. 1998), količini oborina (Gerwing i sur. 1979) i uvjetima za mineralizaciju organske tvari (Thomas i Crutchfield, 1974). Prema Simpson-u i Reney-u (1974), ispiranje nitrata nije jednostavno descendno kretanje. Česti slučaj kretanja nitrata u tlu je podpovršinsko lateralno kretanje iznad nepropusnog ili slabije propusnog sloja.

Da bi pridonijeli boljem poznavanju ove složene i važne problematike postavljen je zadatak istražiti kako razmak drenova utječe na koncentraciju i količinu ispranog dušika na amfiglejnem tlu istočne Slavonije.

MATERIJAL I METODE

Istraživanja su provedena na agroekološkoj postaji Kapelna-Donji Miholjac, u razdoblju od rujna 1993. do prosinca 1994. godine. Poljski pokus postavljen je na močvarno-glejnem amfiglejnem tlu, hidroemilioriranom otvorenom kanalskom mrežom

i drenskim cijevima, po split –plot metodi u tri ponavljanja. Glavni faktor bio je razmak drenova (10, 20 i 40 m), a podfaktor položaj parcelica (na drenu i između drenova). Za svaki razmak drenova formirano je šest parcelica veličine 50 m² od čega su tri postavljene iznad drene, a tri između drenova. Test kultura bila je ozima pšenica, sorta Marija, a predkultura ozimi ječam. U pokusu je primijenjena standardna agrotehnika kao i zahvati njege. Sa žetvenim ostacima ozimog ječma (rujan 1993) zaorano je 189 kg/ha URE-e, te predstjetveno (listopad 1993) 217 kg/ha NPK 10:20:30. Sjetva pšenice je obavljena 16. listopada 1993. godine. Tijekom vegetacijskog razdoblja izvršene su tri prihrane: prva u veljači sa 98 kg/ha NPK 15:15:15, druga u travnju sa 104 kg/ha 28 % KAN-a i treća u svibnju 1994. godine sa 75 kg/ha 28 %-tnog KAN-a.) Predstjetveno i prihranama ukupno je dodano 173,5 kg N/ha. Sa žetvenim ostacima pšenice (rujan 1994) zaorano je 150 kg/ha URE-e.

Prije postavljanja pokusa određena su fizikalno-kemijska svojstva tla standardnim metodama za tlo: granulometrijski sastav tla s Na-pirofosfatom, apsolutni kapacitet tla za vodu i zrak, specifična gustoća čvrstih čestica po Gračaninu, vodopropusnost prema Darcy-Thiem-u,

(JDPZ 1971), reakcija tla (pH) potenciometrijski kombiniranom elektrodom u suspenziji s vodom i 1M KCl-om, humus metodom po Tjurin-u (JDPZ 1966), te fiziološki aktivni fosfor i kalij amonij laktatnom metodom po Egner i sur. (1960). Minerološki sastav tla određen je metodom difrakcije röntgenskih zraka na praškastim uzorcima.

Prema minerološkom nalazu u tlu dominira kvarc, a još su prisutni tinjac, plagioklas, kalijski feldšpat, od sekundarnih minerala glina klorit i mineral iz smektitne grupe sa 20 %-tnim udjelom. U pogledu mehaničkog sastava, po dubini profila dominira praškasto ilovasta tekstura, osim u podoraničnom sloju tla, koji je praškasto glinasto ilovaste teksture (tablica 1).

Prema ukupnom sadržaju pora, tlo je porozno do malo porozno . Najmanji porozitet 41,9 % vol., utvrđen je u podoraničnom sloju tla, u kojem je utvrđen i najmanji kapacitet tla za zrak 4,2 % (tablica 2).

Tablica 1. Mehanički sastav tla

Table 1. Soil mechanical composition

Oznaka horizonta	Dubina cm	% čestica u mm					Teksturna oznaka
		2.0-0.2	0.2-0.05	0.05-0.02	0.02-0.002	<0.002	
P	0-35	2.5	1.5	41.2	32.6	22.2	PrI
Gr	35-50	4.4	2.5	45.1	20.0	28.0	PrGI
Gso	50-70	8.9	2.8	51.7	20.6	16.0	PrI
Gso	70-88	4.8	3.7	55.1	22.2	14.2	PrI
Gr	88-118	2.3	5.1	48.0	30.0	14.6	PrI

Tablica 2. Fizikalna svojstva tla
Table 2. Soil physical properties

Dubina cm	Porozitet % vol.	Kz	Kv	Tv mm	FAv	Stv g/cm ³	Stp
0-35	47.7	11.6	126.7	48,7	78,0	1,36	2.60
35-50	41.9	4.2	56.6	27,9	28,7	1,53	2.63
50-70	44.0	9.6	69.6	11,6	58,0	1,50	2.67
70-88	43.5	7.9	66.7	17,0	49,7	1,51	2.68

Tablica 3. Kemijska svojstva tla
Table 3. Soil chemical properties

Dubina cm	PH H ₂ O	PH 1M KCl	Humus %	N %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g
0-35	7,1	5,9	3,08	0,28	9,4	8,0
35-50	7,3	6,2	2,74	0,18	6,0	7,4
50-70	8,0	7,1	1,09	0,10	1,5	4,0
70-88	8,2	7,2	0,57	0,16	0,6	3,4
88-118	8,4	7,6	0,38	0,15	0,3	2,6

Reakcija tla sa dubinom raste, dok količina humusa, fiziološki aktivnog kalija i fosfora dubinom opada. Količina ukupnog dušika opada do dubine 70 cm, a ispod 70 cm zabilježen je porast ukupnog dušika (tablica 3).

U svrhu praćenja dinamike dušika u sustavu tlo-voda, uzorci tla uzeti su devet puta, uzorci drenažnih voda 7 puta, a uzorci podzemnih voda 8 puta. Drenažni istek mjeren je na poluautomatskom mjeracu, svakih sedam dana. Iz sume sedmodnevnih očitavanja dobivena je ukupna količina drenažnog isteka za razdoblje u kojem je drenaža radila i maksimalni višednevni drenažni isteci. Uzorci podzemne vode uzimani su iz pjezometara, promjera 50 mm. Na svakoj parceli postavljena su tzv. pjezometarska gnijezda sa dubinom pjezometara od 1,0 do 2,5 m. Oko svakog pjezometra postavljen je bentonit da se spriječi podpovršinski dotok vode u pjezometar.

Ukupni dušik u tlu određen je metodom po Kjeldahl-u (AOAC 1995). Nitratni dušik u tlu određen je pomoću fenoldisulfonske kiseline, a amonijski dušik pomoću Nessler-ovog reagensa (Jackson 1958). Nitratni i amonijski oblik dušika u vodama određeni su standardnim metodama (APHA 1992.).

Statistička obrada rezultata za sve mjerene parametre provedena je na PS 486SX uz korištenje programa za statističku obradu poljskih pokusa (SAS 1990).

REZULTATI I RASPRAVA

a) Dinamika mineralnog dušika u tlu

Praćenjem dinamike mineralnog dušika u oraničnom sloju tla, utvrđene su razlike u koncentraciji nitratnog i amonijskog oblika dušika, ovisno o razmaku drenova,

položaju parcela i vremenu uzorkovanja (grafikon 1). Mineralni dušik u jesenskom razdoblju uglavnom je prisutan u nitratnom obliku (grafikon 1a), zbog povoljnih pedoklimatskih uvjeta (temperatura i vlaga), koji su pogodovali procesima nitrifikacije. Najveća koncentracija nitratnog dušika, u oraničnom sloju tla 1,13 mg NO₃-N/100 g, izmjerena je pri najširem razmaku drenova 40 m, a najmanja 0,79 mg NO₃-N/100 g tla, pri razmaku drenova 10 m. Do značajnijeg smanjenja nitratnog dušika i porasta amonijskog dušika došlo je u zimskom razdoblju. Ovo bi moglo biti posljedica ispiranja nitrata u dublje slojeve tla i usporenih procesa nitrifikacije uzrokovanih nižim temperaturama. Pored gubitka nitrata ispiranjem jedan manji dio nitrata se vjerojatno izgubio i procesima denitrifikacije, zbog pojave reducirajućih uvjeta, uzrokovanih mokrom fazom u mjesecu siječnju. Prema Alföldi-u (1982), u reducirajućim uvjetima pod utjecajem denitrificirajućih bakterija može doći do denitrifikacije djela nitrata, što je s ekološke točke gledišta pozitivan proces.

Trend povećanja amonijskog dušika nastavljen je do konca ožujka (grafikon 1b), kada su izmjerene najveće koncentracije amonijskog dušika u oraničnom sloju tla. Razlog tomu su vjerojatno povoljni uvjeti za mineralizaciju mikrobiološki imobiliziranog dušika, gnojidba tla i oslobađanje amonijskog dušika vezanog u međulamelarnim prostorima sekundarnih minerala gline. Prema Mengel-u i sur. (1990), tako oslobođena količina dušika može čak dosegnuti vrijednost i do 300 kg N/ha, ako se radi o mineralima iz smektitne grupe.

Do smanjenja nitratnog i amonijskog dušika u oraničnom sloju tla došlo je u svibnju u vrijeme najintenzivnijeg nakupljanja suhe tvari u pšenici, a

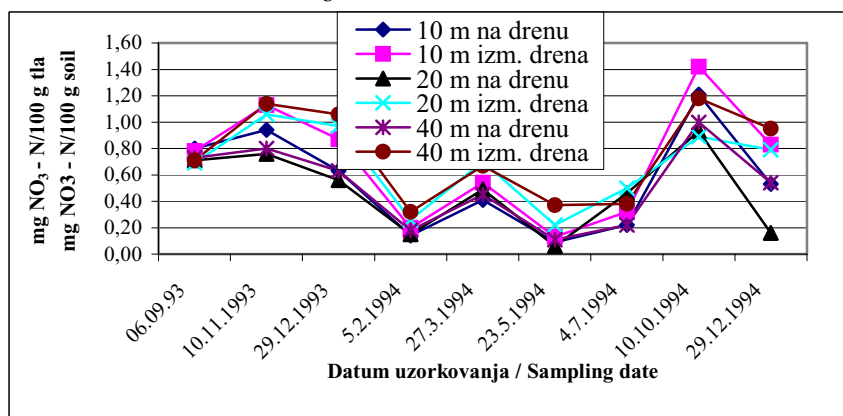
Tablica 4. Rezultati F-testa za dinamiku nitratnog dušika u tlu

Table 4. F-test results on the fluctuation of nitrate nitrogen in soil

Izvor varijabilnosti Source of variability	Dinamika nitratnog dušika u oraničnom sloju tla Fluctuation of nitrate nitrogen in the plough-layer								
	06.09.93	10.11.93	29.12.93	05.02.94	27.03.94	23.05.94	04.07.94	10.10.94	29.12.94
Faktor A- Factor A	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	*	*
Faktor B-Factor B	n.s.	**	**	**	**	**	*	*	**
Interakcija-Interaction AxB	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	**	*	*	*

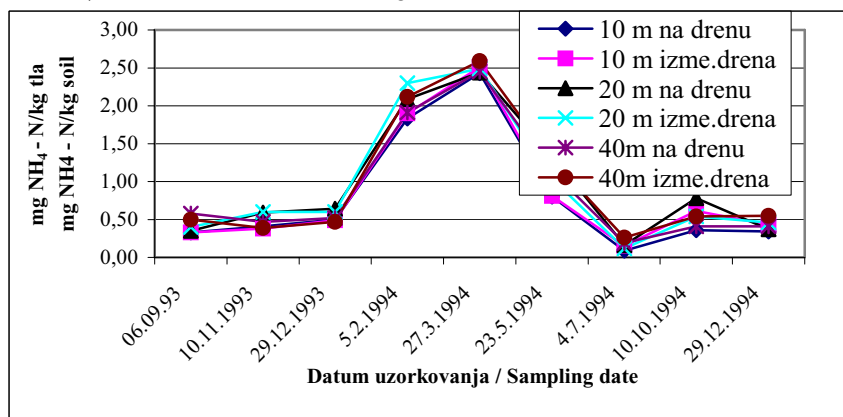
n.s. = nesigifikantno-not significant; *=sigifikantno uz $p < 0,05$ -significant at $p < 0,05$; **=sigifikantno uz $p < 0,01$ -significant at $p < 0,01$; Factors: A = razmak drenova-drain distance; B = položaj parcela-parcel position

a) nitratni dušik a) nitrate nitrogen



Grafikon 1. Utjecaj razmaka drenova na dinamiku mineralnog dušika u oraničnom sloju tla
Graph 1. Influence of drain spacing on the fluctuation of mineral nitrogen in the plough-layer

b) amonijski dušik b) ammonium nitrogen



najniže vrijednosti su izmjerene u srpnju. Ponovni porast nitratnog dušika u tlu zabilježen je u jesenskom razdoblju, nakon zaoravanja URE-e sa žetvenim ostacima pšenice.

Na dinamiku nitrata u oraničnom sloju tla, značajniji je utjecaj imao položaj parcela, nego razmak drenova (tablica 4).

a) Dinamika dušika u drenažnim i podzemnim vodama

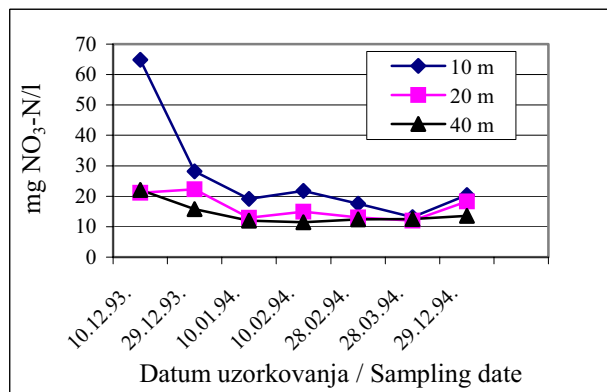
Dušik u drenažnim i podzemnim vodama zastupljen je uglavnom u nitratnom obliku. Najveće koncentracije nitratnog dušika u drenažnoj vodi 65,2 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (grafikon 2a) i podzemnoj vodi 20,3 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (grafikon 3a), izmjerene su pri razmaku drenova

10 m, u prosincu 1993. godine, kada je izmjerena i najveća količina oborina (grafikon 4). Dobiveni rezultati potvrđuju utjecaj različitih razmaka drenova na ispiranje nitrata, i podudaraju se s rezultatima Skaggsa i Gilliama (1981), Klaghofer (1986), Šoškić i Đumija (1987), te Klačića i sur. (1998).

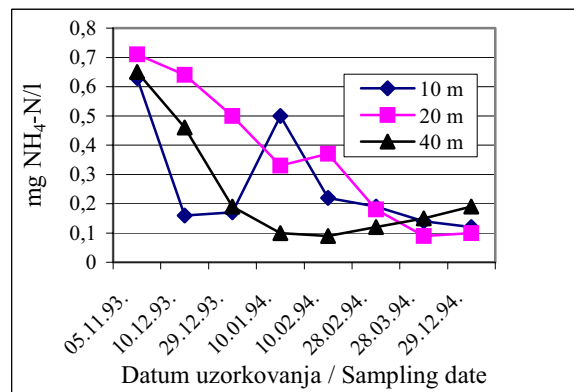
Koncentracije amonijskog dušika u drenažnoj vodi kretale su se u rasponu od 0,09 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, pri razmaku drenova 40 m, do 0,72 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, pri razmaku drenova 20 m

(grafikon 2b), a u podzemnoj vodi od 0,08 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, pri razmaku drenova 10 m, do 0,78 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, pri razmaku drenova 20 m, (grafikon 3b). Utvrđene koncentracije amonijskog dušika znatno su

a) nitratni dušik - nitrate nitrogen

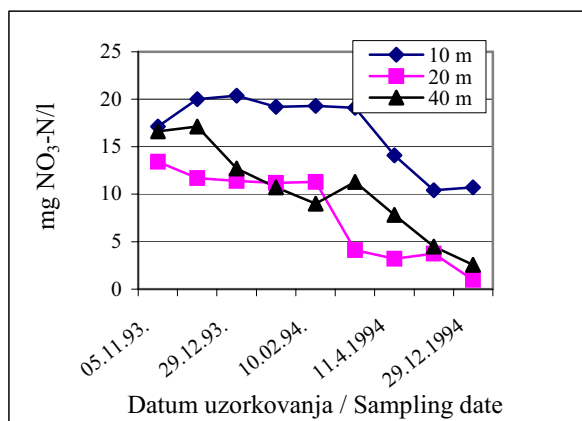


b) amonijski dušik - ammonium nitrogen

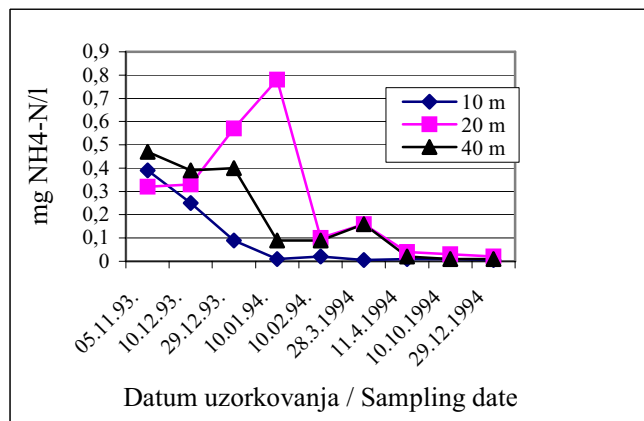


Grafikon 2. Utjecaj razmaka drenova na dinamiku mineralnog dušika u drenažnim vodama
Graph 2. Influence of drain spacing on the fluctuation of mineral nitrogen in drainage water

a) nitratni dušik - nitrate nitrogen



b) amonijski dušik - ammonium nitrogen



Grafikon 3. Utjecaj razmaka drenova na dinamiku mineralnog dušika u podzemnim vodama
Graph 3. Influence of drain spacing on the fluctuation of mineral nitrogen in groundwater

niže od onih koje su utvrdili Šoškić i Đumija (1987), te Anić i Durman (1989). Navedeni autori utvrdili su prosječne koncentracije amonijskog dušika u drenažnim vodama od 0,7 do 0,8 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$.

Prema Uredbi o maksimalno dozvoljenim koncentracijama opasnih tvari u vodama i obalnom moru (NN 2/84), utvrđene koncentracije amonijskog dušika u našim istraživanjima nisu prelazile maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) od 1,0 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$, dok su koncentracije nitrata u drenažnim vodama u više navrata prelazile MDK od 10 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$.

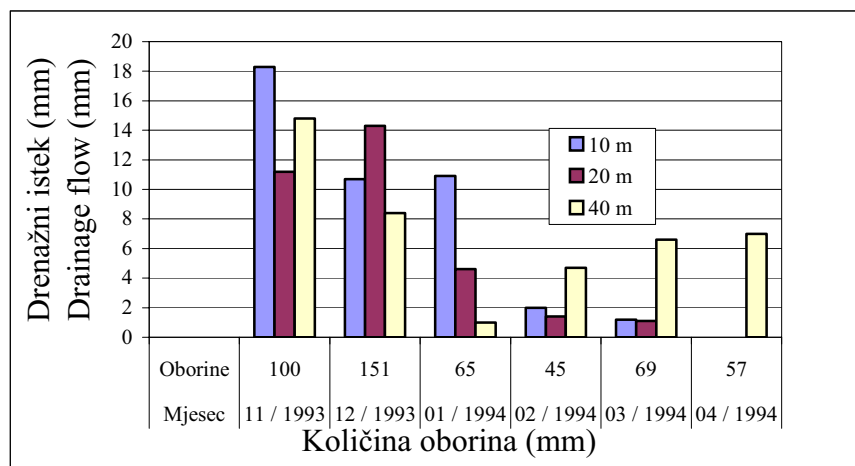
Koncentracija nitratnog i amonijskog dušika u drenažnim i podzemnim vodama, varirala je ovisno o vremenu uzorkovanja i razmaku drenova. Najveće koncentracije nitratnog i amonijskog dušika utvrđene su u hladnom dijelu godine, kada su izmjereni i najveći drenažni isteci (grafikon 4).

U proljetnom razdoblju zbog manjih količina oborina i veće evapotranspiracije smanjena je količina procjedne vode, a time i količina ispranog dušika. Od ukupne količine vode koja je istekla drenažom, čak 94,7 % isteklo je u razdoblju studeni-siječanj,

kod razmaka drenova 10 m, 91,9 % kod razmaka drenova 20 m te 56,7 % kod razmaka drenova 40 m. Maksimalni istek od 18,3 % u odnosu na ukupnu količinu oborina, izmjeren je u studenom, kod razmaka drenova 10 m. Naši rezultati potvrđuju rezultate koje su dobili Šimunić (1998), te Vidaček i sur. (1999). Suprotno tome, znatno veće vrijednosti drenažnog isteka u odnosu na oborine 32,1-52,2 % utvrdili su Schuch i Jordan (1985).

Nakon provedenog t-testa, utvrđene su statistički značajne razlike u koncentraciji nitrata u drenažnoj vodi, ($p < 0,05$), između razmaka drenova 10 i 20 m, te 10 i 40 m, dok razlike u koncentraciji nitrata između razmaka drenova 20 i 40 m nisu statistički opravdane. U podzemnoj vodi statistički značajne razlike u koncentraciji nitrata na razini $p < 0,05$ utvrđene su između svih razmaka drenova, a na razini $p < 0,01$ samo za razmak 10 m (tablica 5).

Na temelju utvrđenih koncentracija NO_3^- i NH_4^+ oblika dušika u drenažnoj vodi, ukupnog drenažnog isteka, veličine drenažne površine i gnojivom dodanom dušika, izračunata je ukupna količina



Grafikon 4. Količina drenažnog isteka u odnosu na oborine (1993 – 1994 godina)
Graph 4. Amount of drainage discharge in relation to precipitation (1993 – 1994 year)

ispranog dušika za svaki razmak drenova, kao i postotak ispranog dušika u odnosu na dušik dodan gnojibom (tablica 6).

Premda su koncentracije nitrata u drenažnim vodama u više navrata prelazile maksimalno dozvoljene koncentracije, količine ispranog dušika relativno su male, zbog malog drenažnog isteka. Prema Šoškiću i sur. (1987), količina ispranog dušika u linearnoj vezi je s količinom drenažnog isteka. Najveća količina ispranog dušika 11,21 kg N/ha i najveći postotak ispranog dušika 6,45 % u odnosu na dušik dodan gnojibom, utvrđeni su kod razmaka drenova 10 m. Rezultati naših istraživanja su sukladni rezultatima istraživanja Gossa i sur. (1987), Milburna i Richardsa (1994), te Klačića i sur. (1998), koji su u sličnim uvjetima utvrdili da se drenažom ispere od 3 do 12 % ukupno dodanog dušika. Značajno veće količine ispranog dušika (27 %) utvrdili su Foerster-a (1984) i Klaghofer-a (1986), ali pri većoj količini oborina i većim količinama dodanog dušika. Dobiveni podaci

ukazuju na činjenicu da na količinu ispranog dušika uz količinu, vrstu i vrijeme aplikacije mineralnih gnojiva, te uzgajanu kulturu, znatan utjecaj ima količina i raspored oborina.

ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata istraživanja utjecaja razmaka drenova na koncentraciju i količinu ispranog dušika na amfiklejnom tlu, u ekološkim uvjetima istočne Slavonije, mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Dušik u drenažnim i podzemnim vodama prisutan je uglavnom u nitratnom obliku. Najveća količina ispranog dušika (11,21 kg N/ha) utvrđena je pri najužem razmaku drenova 10 m, a najmanja pri razmaku drenova 40 m.
2. Utvrđene vrijednosti nitratnog dušika u drenažnoj i podzemnoj vodi, u više navrata prelazile su maksimalno dozvoljene koncentracije od 10 mg

Tablica 5. Koncentracija nitratnog i amonijskog iona u drenažnim i podzemnim vodama
Table 5. Concentration of nitrate and ammonium ions in drainage water and in groundwater

Razmak drenova-Drain spacing (m)		Drenažne vode-Drainage water (mg/l)		Podzemne vode-Groundwater (mg/l)	
		NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺
10		114,5	0,34	73,97	0,12
20		76,07	0,47	35	0,34
40		64,49	0,34	45,4	0,24
LSD	5 %	38,16	n.s.	9,52	n.s.
	1 %	n.s.	n.s.	13,1	n.s.

Tablica 6. Količina ispranog dušika u odnosu na dušik dodan gnojibom
Table 6. Quantity of nitrogen leached in relation to nitrogen added with fertilizers

Razmak drenova Drain spacing M	NO ₃ -N NO ₃ -N	NH ₄ -N NH ₄ -N kg/ha	ukupni N Total N	% ispranog N-a % of N leached
10	11,1	0,11	11,21	6,45
20	5,59	0,12	5,71	3,28
40	6,19	0,11	6,3	3,62

NO₃-N/l, naročito u hladnijem dijelu godine s većom količinom oborina. Koncentracije amonijskog dušika u niti jednom uzorku nisu prešle vrijednost od 1,0 mg NH₄-N/l.

3. Gubitci mineralnog dušika ispiranjem kretali su se u rasponu od 3,25-6,45 %, ovisno o razmaku drenaže.

LITERATURA

- Alföldi, L. (1982). Movement and interaction of nitrates and pesticides in the vegetation cover-soil ground water rock system. International symposium on impact of agricultural activities on groundwater, vol.16. part 2. Prague, pp 5-33
- American Public Health Association (1992). Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater. 18th Edition. APHA-AWWA-WPCF, Washington D.C.
- Anić, Jelka, Durman P. (1989). Utjecaj hidromelioracija i gnojidbe na kontaminaciju voda. Zbornik radova sa savjetovanja "Rijeka Sava zaštita i korištenje", Zagreb, 100-107
- AOAC (1995). Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Washington
- Azem F., Malik K.A., Sajjad M.J. (1985). Transformation in soil and availability to plants of ¹⁵N applied as inorganic fertilizer and legume residues. Plant and Soil 86: 3-13
- Chapman, H.D., Pratt, P.F. (1961). Methods of Analysis For Soils Plants and Waters. University of California
- Egner H., Riehm H., Domingo W.R. (1960). Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor und Kaliumbestimmung. Kungl. Lantbrukshögsk. 26 :199-215.
- Foerster, P. (1984). Stoffgehalte im Draen und im Grundwasser und Stoffanreicherung in einem Standboden ordwest Deutschlands bei Minereraldüngung und bri zusacflischer Guelenduenkung, Kali-Briefe (Butehof), 17/5 : 373-405
- Gerwing, J.R., Caldwell, A.C., Goodroad, L.L. (1979). Fertilizer nitrogen distribution under irrigation between soil, plant and aquifer. Journal of Environmental Quality, Vol. 8.2
- Goss M.J., Colbourn P., Harris G.L., Howse K.R. (1987). Leaching of nitrogen under autumn-sown crops and the effects of tillage. In Nitrogen efficiency in agricultural soils. Proceedings Symposium Edinburg 16-18 September, UK
- Jackson, M.L. (1958). Soil Chemical Analysis. Madison. Wisconsin., 498
- Klačić, Ž., D. Petošić., L. Čoga. (1998). Ispiranje dušika pri različitim sustavima cijevne drenaže. Poljoprivredna znanstvena smotra, vol. 63 : 331-338
- Klaghofer, E. (1986). Möglichkeitam zur Minimehrung des nitrateintrages in das Grundwasser, Förderungsdienst, Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wien, 235-240
- Mengel, K., D. Horn, H. Tributh (1990). Availability of interlayer ammonium as related to root vicinity and mineral type. Soil Sci. USA, vol. 149 (3) : 131-137
- Milburn P., Richards J.E. (1994). Nitrate concentration of the subsurface drainage water from a corn field in southern New Brunswick. Canadian Agricultural Engineering 36 (2): 69-78
- Narodne Novine (1984). Uredba o maksimalno dozvoljenim koncentracijama opasnih tvari u vodama i obalnom moru. Službeni list Republike Hrvatske (2) : 7-11
- Pratt, P.F., W.A. Jury (1984). Pollution of the unsaturated zone with nitrate. Ecol. Stud. 47: 52-67
- SAS (1990). SAS / STAT user's guide, ver. 6, 4th ed. vol. 2. SAS Institute Inc., Cary, NC
- Schuch, M., Jordan, F. (1985). Troetapne melioracije i gubitak hranjiva iz zemljišta (Agro i hidromelioracije), Zagreb, Vodoprivreda (94-95) : 87-93
- Simpson, J.R., J.R. Reney (1974). The fate of fertilizer nitrogen under different cropping systems. Australian Institute Of Agricultural Science. Sydney
- Skkaggs, R.W., J.W. Gilliam (1981). Effect of drainage system design and operation on nitrate transport. Transactions of the ASAE, (24) : 829-934
- Šimunić I., Tomić F., Klačić Ž. (1998). Die Konzentration von NO₃⁻, NH₄⁺ und die Menge des ausgewaschenen Stickstoffs im Dranwasser bei verschiedenen detaillierten Entwässerungssystemen. Sammelband die XIX Konferenz der Donau-Anrainerstaaten über hydrologische Prognosen und die hydrologischen Grundlagen der Wasserbewirtschaftung. Beitrag N0 5.17 : 869-878
- Šoškić, M., Ljubica Đumija (1987). Količina dušika u drenažnim vodama u ovisnosti o različitim sustavima detalne odvodnje. Agrohemija (4) : 305-313
- Thomas, G.W., J.D. Crutchfield (1974) . Nitrate-nitrogen and phosphorus contents of streams drainag small agricultural watersheds in Kentucky. Journal of Environmental Quality. 3.1
- Vidaček, Ž., M. Sraka, L. Čoga, Aleksandra Mihelić (1999). Nitrati, teški metali i herbicidi u tlu i vodama. Poljoprivredna znanstvena smotra, 64 (2): 143-150.
- Vidaček, Ž., V. Drevenkar., S. Husnjak, M. Sraka, P. Karavidović (1994). Nitrati, pesticidi i teški metali u dreniranim tlima i vodama na području sliva Karašice i Vučice. Zbornik radova sa znanstvenog skupa "Poljoprivreda i gospodarenje vodama ". Bizovačke toplice 211-222
- Vomel, A. (1965). Der Versuch einer Nährstoffbilanz am Beispiel verschiedener Lysimeterboden, Z. Acker und Pflanzebann, 123
- XXX, JDPZ (1966). Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 1 – Kemijske metode ispitivanja zemljišta, Beograd
- XXX, JDPZ (1971). Priručnik za ispitivanje zemljišta, knjiga 5 – Metode istraživanja fizičkih svojstava zemljišta, Beograd

acs68_01