

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tina SUŠELJ

**VSEBNOST NITRATOV V TLEH PRI INTENZIVNI
PRIDELAVI PLODOVK V RASTLINJAKIH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Tina SUŠELJ

**VSEBNOST NITRATOV V TLEH PRI INTENZIVNI PRIDELAVI
PLODOVK V RASTLINJAKIH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**NITRATE LEVELS IN SOIL BY INTENSIVE PRODUCTION OF
FRUITIG VEGETABLES IN GREENHOUSES**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študijskega programa Agronomija. Delo je bilo opravljeno na Kmetijskem inštitutu Slovenije, kjer so bile v agrokemijskem laboratoriju opravljene analize na nitrat. Poskus je bil izveden v rastlinjakih na Ljubljanskem polju.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Roka MIHELICA.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Metka HUDINA
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Rok MIHELIC
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: prof. dr. Nina KACJAN- MARŠIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Tina SUŠELJ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 635.64:631.811.1:631.416.13(043.2)
KG nitrati/gnojenje/Ljubljansko polje/rastlinjak/paprika/paradižnik
AV SUŠELJ, Tina
SA MIHELIČ Rok (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI 2016
IN VSEBNOST NITRATOV V TLEH PRI INTENZIVNI PRIDELAVI PLODOVK V RASTLINJAKIH
TD Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP X, 27, [8] str., 4 pregl., 12 sl., 4 pril., 23 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V rastlinjakih, kjer intenzivno pridelujejo plodovke, so večkrat ugotovili, da je vsebnost nitrata v tleh zelo velika, kar kaže na preveč intenzivno gnojenje. Med junijem in oktobrom 2010 smo v 7 rastlinjakih na Ljubljanskem polju odvzeli vzorce tal v 10 terminih med rastno dobo paradižnika ali paprike in jim v agrokemijskem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije z reflektometrom izmerili vsebnosti nitratov. Želeli smo ugotoviti ali res prihaja do presežkov in časovno dinamiko kopičenja nitratov v tleh med rastno dobo. Na podlagi meritev smo pripravili nasvete za strokovno gnojenje plodovk v rastlinjakih. Ob prvem vzorčenju smo ugotovili, da je vsebnost nitrata v nekaterih rastlinjakih izredno velika (455 kg N/ha-683 kg N/ha) – paradižnik v celi rastni dobi potrebuje 400-490 kg N/ha – kar nakazuje na to, da pridelovalci pred rastno dobo gnojijo z dušikom na zalogo, brez poznavanja dejanskega stanja v tleh. Med rastno dobo so se vrednosti v večini primerov zmanjševale, kar pomeni, da so pridelovalci večinoma upoštevali mnenja o gnojenju. Ob zadnjem vzorčenju so bile vrednosti nitrata v tleh sprejemljive (pod 100 kg N/ha) (15 kg N/ha – 116 kg N/ha) in glede na to, da so rastline še vedno rastle, smo predpostavili, da so bili ostanki nitratov po spravi pridelka še manjši.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
DC UDC 635.64:631.811.1:631.416.13(043.2)
CX nitrate/fertilization/Ljubljana field/greenhouse/bell pepper/tomato
AU SUŠELJ, Tina
AA MIHELIČ, Rok (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2016
TI NITRATE LEVELS IN SOIL BY INTENSIVE PRODUCTION OF FRUITING VEGETABLES IN GREENHOUSES
DT Graduation thesis (University studies)
NO X, 27, [8] p., 4 tab., 12 fig., 4 ann., 23 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In greenhouses with the intensive fruiting vegetable production, very high nitrate level in the soil is frequently found, indicating a very intensive fertilization. Between June and October 2010 in seven greenhouses at Ljubljana field soil samples in 10 times during the growing season of tomatoes or peppers were taken and analyzed on nitrates by reflectometer in the agrochemical laboratory of the Agricultural Institute of Slovenia. We wanted to determine whether nitrate really comes to surpluses and temporal dynamics of accumulation of nitrates in the soil. Based on the measurements, we prepared a professional advice for fertilizing fruiting vegetables in greenhouses. At the first sampling, we found the content of nitrate nitrogen in some greenhouses extremely high (455 kg N/ha-683 kg N/ha), which indicates that the growers fertilize with nitrogen in stock before the growing season, without knowing the nutrient status in the soil. During the growing season, the nitrate nitrogen in the majority of cases decreased, which means that the producers have largely followed the recommendations for fertilization. At the last sampling nitrate nitrogen levels were acceptable (15 kg N/ha - 116 kg N/ha) and the fact that the plants were still growing, we have assumed that the remains of nitrate after the harvest were even lower.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA (KDI)	III
KEY WORDS DOCUMENTATION (KWD)	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.2 NAMEN RAZISKAVE	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 KROŽENJE DUŠIKA V NARAVI	2
2.1.1 Fiksacija atmferskega N	3
2.1.2 Mineralizacija	3
2.1.3 Nitrifikacija	3
2.1.4. Imobilizacija	4
2.1.5 Denitrifikacija	4
2.1.6 Izpiranje	4
2.2 ZAKONODAJA NA PODROČJU VARSTVA VODA PRED ONESNAŽENJEM Z NITRATI	5
2.3 GNOJENJE ZELENJADNIC Z DUŠIKOM	7
2.4 LJUBLJANSKO POLJE	8
2.4.1 Omejitve in zahteve gnojenja na VVO	9
2.4.2 Monitoring nitratnega dušika v tleh na VVO MOL	10
3 MATERIAL IN METODE	11
3.1 ZBIRANJE VZORCEV NA TERENU	11
3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA MERITVE NITRATA	11
3.3 MERJENJE NITRATA	12
4 REZULTATI Z RAZPRAVO	14
4.1 RASTLINJAK ŠT. 1	14
4.2 RASTLINJAK ŠT. 2	15

4.3	RASTLINJAK ŠT. 3	16
4.4	RASTLINJAK ŠT. 4	17
4.5	RASTLINJAK ŠT. 5	18
4.6	RASTLINJAK ŠT. 6	19
4.7	RASTLINJAK ŠT. 7	20
6	POVZETEK	24
7	VIRI	25
	ZAHVALA	
	PRILOGA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Časovne prepovedi gnojenja v celinskem podnebju na območju Republike Slovenije (Uredba ..., 2009)	6
Preglednica 2: Posledice pomanjkanja N v različnih fazah rasti (Mihelič in sod., 2010)	7
Preglednica 3: Odvzem N, ciljne vrednosti N _{min} in orientacijske vrednosti ostankov N _{min} po pravilu pri pridelavi plodovk v zaščitenih prostorih (Tehnološka navodila za IPZ, 2012)	8
Preglednica 4: Potrebe plodovk (paprika, paradižnik) po dušika v različnih razvojnih fazah, ki jih lahko dodamo s fertigacijo (Bavec, 2003)	8

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Kroženje dušika v naravi (Nitrogen cycle, 2016)	2
Slika 2: Vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, merilo 1:75000 (Atlas okolja, 2016)	9
Slika 3: Pribor za odvzem vzorcev tal v rastlinjakih (sveder, vedro, papirnate vrečke, nož, rokavice)	11
Slika 4: Pribor za laboratorijske meritve (večje in manjše plastenke, liji, filter papir, RQ-flex, nitratni lističi)	12
Slika 5: RQ – flex, testni lističi za merjenje NO ₃ (Reflectometre rqlflex, 2016)	12
Slika 6: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 1 (kg NO ₃ -N/ha)	15
Slika 7: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 2 (kg NO ₃ -N/ha)	16
Slika 8: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 3 (kg NO ₃ -N/ha)	17
Slika 9: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 4 (kg NO ₃ -N/ha)	18
Slika 10: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 5 (kg NO ₃ -N/ha)	19
Slika 11: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 6 (kg NO ₃ -N/ha)	20
Slika 12: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 7 (kg NO ₃ -N/ha)	21

KAZALO PRILOG

Priloga A: Meritve parametrov tal v rastlinjakih in stopnje založenosti tal s hranili

Priloga B: Vsebnost nitratnega dušika v obravnavanih rastlinjakih

Priloga C: Vzorec zapisnika o spremljanju nitratnega dušika v tleh

Priloga D: Analitsko poročilo merjenih parametrov v rastlinjakih, ki se predloži pridelovalcem

SEZNAM OKRAJŠAV

Okrajšava	Pomen
N	dušik
N _{min}	mineralni dušik
NO ₃ ⁻	nitrat
NO ₃ -N	nitratni dušik
N ₂	atmosferski dušik
NH ₄ ⁺	amonijev ion
NH ₃	amonijak
VVO	vodovarstveno območje
KIS	Kmetijski inštitut Slovenije
CaCl ₂	kalcijev diklorid
P	fosfor
K	kalij
MOL	Mestna občina Ljubljana
IPZ	integrirana pridelava zelenjave
MKGP	Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano

1 UVOD

Nitrati so najmobilnejša oblika dušika v tleh. Zaradi njihove mobilnosti jih rastline najlažje sprejmejo iz talne raztopine, vendar se nitrati tudi hitro izpirajo iz površja tal v globlje plasti. V rastlinjakih, kjer intenzivno pridelujejo plodovke, so večkrat ugotovili, da je gnojenje preveč intenzivno (Sušin, 2009). Posledica tega je, da se v tleh in rastlinah kopiči nitrat, ki lahko povzroča onesnaženje okolja (izpiranje, denitrifikacija) in poslabša kakovost pridelka.

1.2 NAMEN RAZISKAVE

Z meritvami nitrata v talnih vzorcih pri zadostnem številu rastlinjakov na Ljubljanskem polju smo želeli ugotoviti ali res prihaja do presežkov in časovno dinamiko kopičenja nitratov v tleh med rastno dobo. Na podlagi meritev bi lahko izboljšali nasvete za strokovno gnojenje plodovk v rastlinjakih.

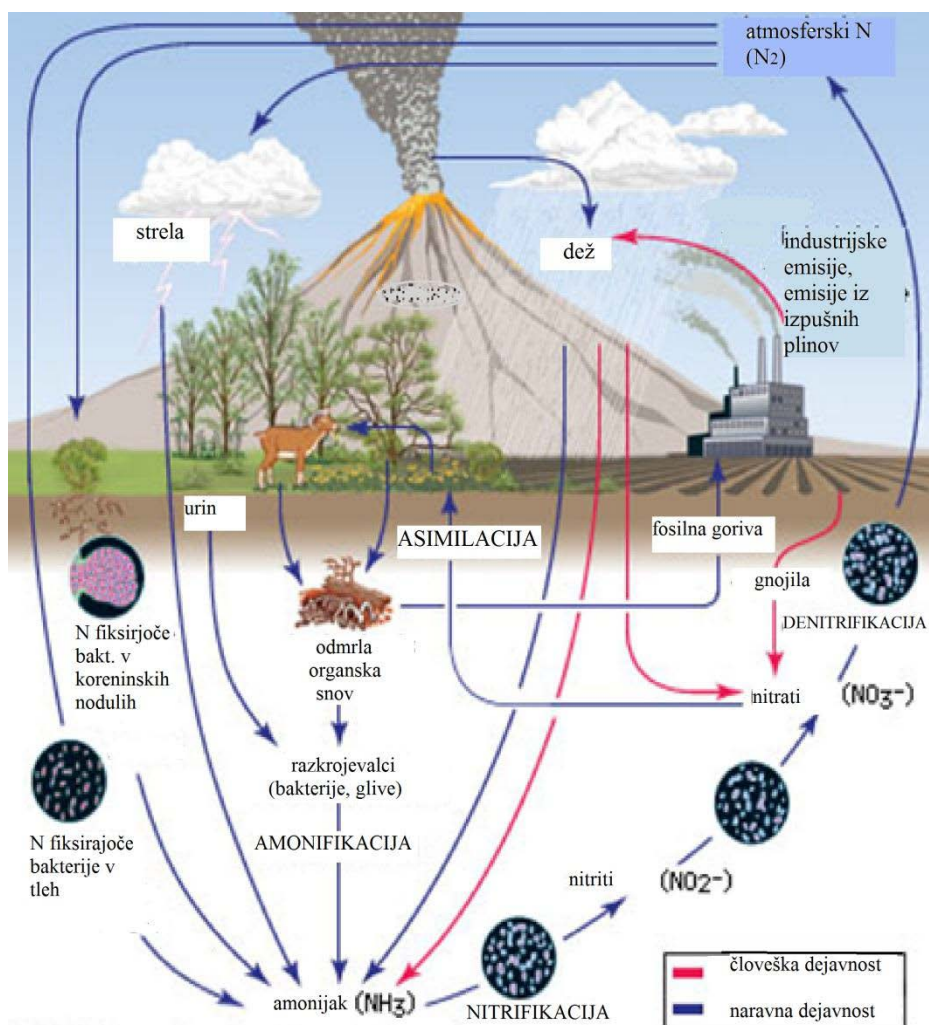
1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Pridelovalci velikokrat gnojijo s prevelikimi odmerki gnojil, brez upoštevanja predhodnega gnojenja in potrebe rastlin po hranilih. Predpostavili smo, da bomo z meritvami ugotovili presežke nitrata v tleh med rastno dobo in neposredno po njej ter da pridelovalci ne bodo upoštevali našega mnenja o potrebi po gnojenju.

2 PREGLED OBJAV

2.1 KROŽENJE DUŠIKA V NARAVI

Dušik (N) je gradnik vseh živih organizmov (beljakovine, nukleinske kisline, DNA, ...) in ima pomembno vlogo pri različnih procesih. Razumevanje kroženja N nam koristi pri načrtovanju gnojenja (ob upoštevanju potreb rastlin po hranilih) in hkratnem varovanju okolja (Johnson in sod., 2005).



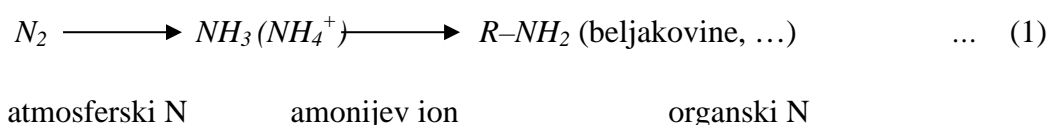
Slika 1: Kroženje dušika v naravi (Nitrogen cycle, 2016)

Procesi, ki povečajo dostopnost N so fiksacija atmosferskega N, mineralizacija in nitrifikacija; pri denitrifikaciji, izhlapevanju in imobilizaciji pa se N izgublja iz agroekosistema (Johnson in sod., 2005).

2.1.1 Fiksacija atmosferekega N

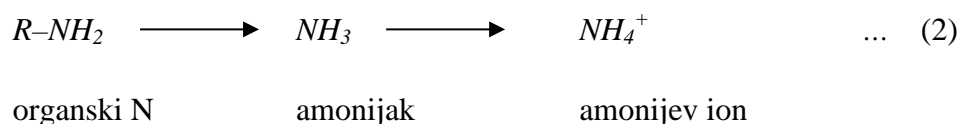
Fiksacija je pretvorba atmosferekega N (N_2) v rastlinam dostopno obliko (organski N) (formula 1). Delimo jo na:

- industrijska fiksacija: tvorba mineralnih gnojil;
- fiksacija s strelo: strela pretvori N_2 do amonija (NH_3) oz. nitrata (NO_3^-);
- biološka fiksacija: N fiksirajoče bakterije v koreninskih nodulih metuljnic (*Rhizobium* sp.) – simbiotski fiksatorji; nekatere modro zelene alge (*Nostocaceae*), fotosintetske bakterije iz rodu *Rhodospirillum*, nekatere aerobne in anaerobne bakterije iz rodu *Clostridium* – prostoživeči fiksatorji (Zupan in sod., 2002).



2.1.2 Mineralizacija

Večina N v tleh (95 %) je vezanega v organski snovi, v odmrlih organskih ostankih v tleh, ki ostajajo na njivi po žetvi, v delno predelanih rastlinskih ostankih, s katerimi gnojimo (hlevski gnoj, gnojevka, kompost), ter v humusu tal. Dostopnost organsko vezanega N je odvisna predvsem od mikroorganizmov, ki se hranijo z organsko snovjo. Pri tem se sprošča N iz vezanih oblik v talno raztopino, iz katere ga lahko kot ione sprejemajo skozi korenine tudi rastline (Mihelič, 1997). Je biološki proces pretvorbe organskega N iz tal do amonijaka (NH_3) oz. NH_4^+ (formula 2). Mineralizacija je odvisna od temperature tal, vlage v tleh in prezračeni tal (% kisika v tleh).

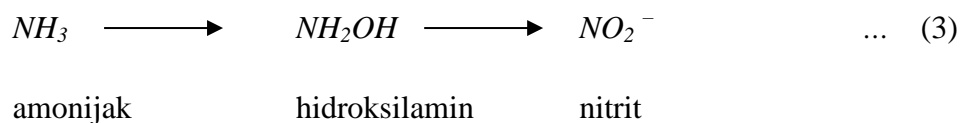


2.1.3 Nitrifikacija

Nitrifikacija je biološki proces pretvorbe reduciranih oblik N (NH_3 , NH_4^+) do oksidiranih (NO_2^- , NO_3^-). V večini kmetijskih tal se NH_4^+ hitro pretvori v NO_3^- . Rastlinam je NO_3^- najbolj dostopna oblika N, vendar zaradi svoje mobilnosti se tudi hitro izgublja iz tal z izpiranjem in denitrifikacijo. Zato je pomembno, da s pravilno uporabo N gnojil zmanjšamo nitrifikacijo in povečamo učinkovitost gnojil (Norton, 2008).

Nitrifikacija poteka v dveh stopnjah, in sicer:

- nitritacija (formula 3) poteka s pomočjo amonij oksidirajočih bakterij (AOB) (*Nitrosomonas*, *Nitrospira*) z encimom amonij monoooksigenaza (AMO).



- nitratacija (formula 4) pa poteka s pomočjo nitrit oksidirajočih bakterij (NOB) (*Nitrobacter*, *Nitrospira*) z encimom hidroksilamin oksidoreduktaza (HAO).



Na nitrifikacijo vplivajo: dostopnost substrata za rast (NH_4^+ , CO_2 , O_2), zračnosti tal (v tleh, ki so dlje čas nasičena z vodo se nitrifikacija zmanjšuje), temperatura tal (optimalna je med 25 in 30 °C), pH tal (rahlo bazičen je optimalen).

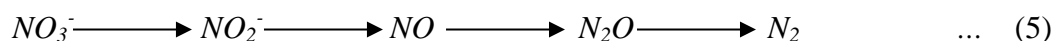
Kontrola nitrifikacije v tleh je potrebna, če želimo povečati izkoriščenost N iz gnojil in zmanjšati izgube. Sploh je to gospodarsko upravičeno v primeru opaznih izgub NO_3^- (v peščenih tleh, slabo zračnih tleh in tleh, kjer jeseni gnojimo z amonijskimi oblikami N gnojil (Norton, 2008).

2.1.4. Imobilizacija

Je mikrobnno odvzemanje N iz talne raztopine. Proces je nezaželen v času, ko gojene rastline potrebujejo N, zaželen pa po žetvi oz. v času, ko ni rasti (Mihelič, 1997).

2.1.5 Denitrifikacija

V anaerobnih razmerah se NO_3^- hitro izgublja iz tal v procesu denitrifikacije, ki poteka pod vplivom nekaterih heterotrofnih organizmov (*Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*). Ti organizmi uporabljajo NO_3^- kot končni prejemnik elektronov pri anaerobnem dihanju. Ugodne razmere za denitrifikacijo so: temperatura tal nad 25 °C (pri nižjih temperaturah se proces upočasni, pri 2 °C pa ustavi), nevtralen pH, zadostna količina hitro razgradljive organske snovi v tleh in primerna vlažnost tal. Stopnje pretvorbe NO_3^- do plinastega stanja so prikazane v spodnji formuli (5) (Zupan in sod., 2002):



2.1.6 Izpiranje

Višek NO_3^- v tleh se ne veže na talne delce, ampak se zaradi negativnega naboja odbija od njih. NO_3^- je dobro topen v vodi, zato se ob presežku vode v tleh izpira v podtalnico (Mihelič, 1997). V kolikšni meri se bo izpiral iz površinskih slojev tal je odvisno od (Podgornik in Pintar, 2007):

- količine padavin: večje količine padavin lahko povzročijo pronicanje NO_3^- v nižje talne profile
- količine uporabljenih N gnojil ter sprejema N v rastline;
- vrste vegetacije: s prezimnimi dosevkami, ki sprejemajo vase N, lahko zmanjšamo izpiranje NO_3^- ;
- lastnosti tal: manjša verjetnost izpiranja NO_3^- v glinenih tleh (voda težje pronica skozi) kot v peščenih; v tleh s fino teksturo z veliko vertikalnimi rovi (zaradi deževnikov ali drugih dejavnikov) je večja verjetnost izpiranja NO_3^- ;
- namakanja: povečana vlažnost tal poveča mobilnost odvečnega NO_3^- v tleh in tako se poveča možnost njegovega izpiranja (večja vlažnost pospeši tudi mineralizacijo).

2.2 ZAKONODAJA NA PODROČJU VARSTVA VODA PRED ONESNAŽENJEM Z NITRATI

Zaradi naraščanja deleža NO_3^- v vodi je Svet evropskih skupnosti dne 12. decembra 1991 sprejel Direktivo 91/676/EGS o varstvu voda pred onesnaženjem z NO_3^- iz kmetijskih virov (nitratna direktiva), z dvema ciljema:

- zmanjšati onesnaževanje voda, ki ga povzročajo NO_3^- iz kmetijskih virov in
- preprečiti nadaljnje onesnaževanje z NO_3^- .

V skladu z nitratno direktivo je bila v Republiki Sloveniji sprejeta Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uredba o varstvu..., 2009), ki določa:

- mejne vrednosti vnosa N iz kmetijskih virov v in na tla in
- ukrepe za zmanjšanje in preprečevanje onesnaženja voda, ki ga povzročajo NO_3^- iz kmetijskih virov.

Celotno območje Republike Slovenije je opredeljeno kot ranljivo območje. Zato letni vnos N iz živinskih gnojil ne sme presegati 170 kg N/ha. Ukrepi za zmanjševanje in preprečevanje onesnaženja voda z NO_3^- iz kmetijskih virov so določeni:

- z obdobji, v katerih je vnos določenih gnojil v ali na tla prepovedan (preglednica 1),
- s pravili gnojenja na različnih tleh (strma zemljišča, tla, ki so nasičena z vodo, poplavljen tla, zamrznjena tla, tla prekrita s snežno odejo; gnojenje v bližini vodotokov, ...),
- s postopki pri gnojenju, vključno z odmerki in homogenostjo mineralnih in živinskih gnojil.

Preglednica 1: Časovne prepovedi gnojenja v celinskem podnebnju na območju Republike Slovenije (Uredba o varstvu ..., 2009)

Vrsta gnojila		SEPT	OKT	NOV	DEC	JAN	FEB
Tekoča organska gnojila	SPLOŠNO				Podaljšanje MKGP za največ 30 dni (najdlje do 15. decembra)	Časovna Prepoved	
	IZJEMA (priprava zemljišč za setev jarih žit, TDM in ozimin)					Časovna Prepoved	
Hlevski gnoj						Časovna Prepoved	
	ZAŠČITENI PROSTORI	NI PREPOVEDI					
Mineralna gnojila	SPLOŠNO	Dovoljeno do največ 40 kg N/ha	Časovna Prepoved				
	IZJEMA (gnojenje ozimin)			Časovna Prepoved			
	ZAŠČITENI PROSTORI	NI PREPOVEDI					

Omejitve vnosa N v tla so potrebne, saj so prevelike količine vnesenega N v tla izpostavljene izpiranju (NO_3^-), zato Uredba opredeljuje več zahtev vezanih na gnojenje in so v skladu s smernicami za integrirano pridelavo zelenjave (IPZ):

- gnojila, ki vsebujejo N je potrebno uporabljati v skladu s potrebami rastlin, zato je treba upoštevati pričakovane pridelke, tip tal, razmere v tleh, podnebne razmere, rabo tal in druge pridelovalne razmere;
- mineralna in organska gnojila morajo biti po gnojenju površini nanosena enakomerno z ustrežno kmetijsko mehanizacijo;
- gnojenje je potrebno opraviti ob pravem času (med rastjo, ko rastline najbolj potrebujejo N), na ustrezen način (da bo gnojilo čim boljše delovalo s čim manj izgubami) z ustreznim gnojilom (glede na fazo rasti, določimo s hitrimi talnimi nitratnimi testi, uporaba počasi delujočih gnojil);
- analize tal v zaščitelih prostorih je potrebno opraviti najmanj na 2 leti (zunaj na 4 leta) in jih je potrebno upoštevati pri dodajanju hranil;
- pred dognojevanjem z N je obvezno izvajanje analiz N_{\min} in upoštevanje referenčnih vrednosti N_{\min} kot osnovo za gnojenje z N;
- gnojilni načrt je obvezen in mora biti izdelan v pisni obliki (vsebovati mora podatke o vrsti in količini uporabljenega gnojila – mineralno, organsko – za posamezno kmetijsko rastlino in okvirni čas gnojenja);
- pri potrebah nad 80 kg/ha je potrebna delitev obrokov z N;

- v rastlinjakih je lahko največja količina uporabljenega N iz mineralnih gnojil 200 kg/ha letno.

2.3 GNOJENJE ZELENJADNIC Z DUŠIKOM

Rastline potrebujejo N za bujno vegetativno rast ter njihovo kakovost in odpornost. Ker je NO_3^- zelo mobilno hranilo, se lahko kopiči v zelenjadnicah (sploh listnatih) ali izpere iz tal. Zato je potrebno posebej pazljivo odmerjati količino dodanega N v tla, v skladu s potrebami rastlin v posamezni razvojni fazi. Potrebe po N so odvisne od tal, ravninskih razmer in tehnologije gojenja, poleg tega pa še od vrste in sorte zelenjadnice, razvojnega stadija rastline in dosegljivega pridelka. Med rastno dobo potrebujejo rastline več mineralnega N, kot ga vzamejo z nadzemnimi deli. Preglednica 2 prikazuje posledice pomanjkanja N v tleh v različnih fazah rasti. Če na začetku rasti ne pognojimo z N, je tudi pridelok manjši (Mihelič in sod., 2010).

Preglednica 2: Posledice pomanjkanja N v različnih fazah rasti (Mihelič in sod., 2010)

Faza rasti	Posledice pomanjkanja N
Začetek rasti (sejanje, sajenje)	Izrazito poslabšanje rasti
Začetek cvetenja	Prehitro dozorevanje in posledično poslabšanje pridelka; prehiter prehod iz vegetativne v generativno fazo rasti
Skozi celo rastno dobo	Počasnejša rast (ob dodatku N, si rastline opomorejo, vedno težko nadoknadijo zamujeno – sploh tiste s kratko rastno dobo)

Poleg količine mineralnih oblik N, moramo poznati tudi ciljno vrednost – to je tista količina N, ki mora biti v tleh v določenem času razvoja nekega posevka, da zadovolji njegove potrebe do naslednjega dognojevanja z N oz. do konca rastne dobe (Leskošek in Mihelič, 1998, cit. po Zupan in sod., 2002).

Plodovke so veliki potrošniki N, vendar je preobilna vsebnost N med rastjo v tleh nezaželena, saj poslabša kakovost plodov, poveča se občutljivost na različne bolezni, zmanjša se tudi skladiščna sposobnost pridelka.

Tako kot vse ostale zelenjadnice, imajo tudi plodovke v različnih razvojnih fazah različne potrebe po N. Pri pridelavi v rastlinjakih raste paprika bujnejše (3 rastline/m²) kot na prostem, prav tako paradižnik (2-2,5 rastlin/m²), ki se ga napeljuje na vrvice, ki jih lahko popuščamo s čimer uravnavamo višino. V preglednici 4 so prikazane potrebe po N v različnih razvojnih fazah. Priporočljivo je redno dognojevanje po obrokih glede na potrebe rastlin, v katerega vključimo tudi kalcijeva gnojila, s katerimi preprečimo tvorbo peg na muhi plodov (Bavec, 2003).

Preglednica 3: Odvzem N, ciljne vrednosti N_{\min} in orientacijske vrednosti ostankov N_{\min} po spravi pri pridelavi plodovk v zaščitenih prostorih (Tehnološka navodila ..., 2012)

	Količina N ob setvi/presajanju (kg/ha)	Odvzem N kg/ha	Ciljna vrednost N_{\min} (kg/ha)	Pridelek (t/ha)	Orientacijske vrednosti ostankov N_{\min} (kg/ha)
Paprika	60-40	250	310	55	< 100
Paradižnik z dolgo rastno dobo	80-40	410	490	250	< 100
Paradižnik s kratko rastno dobo	80-40	320	400	110	< 100

Preglednica 4: Potrebe plodovk (paprika, paradižnik) po dušika v različnih razvojnih fazah, ki jih lahko dodamo s fertigracijjo (Bavec, 2003)

Razvojni stadij	Potrebe po N pri papriki (kg N/dan/ha)	Potrebe po N pri paradižniku (kg N/dan/ha)
Začetek rasti po sajenju	1	1
Do pojava 1. cvetov	2	2,5
Cvetenje – prvi plodovi	3	3
Razvoj plodov	5	3
Zorenje, obiranje	2	1

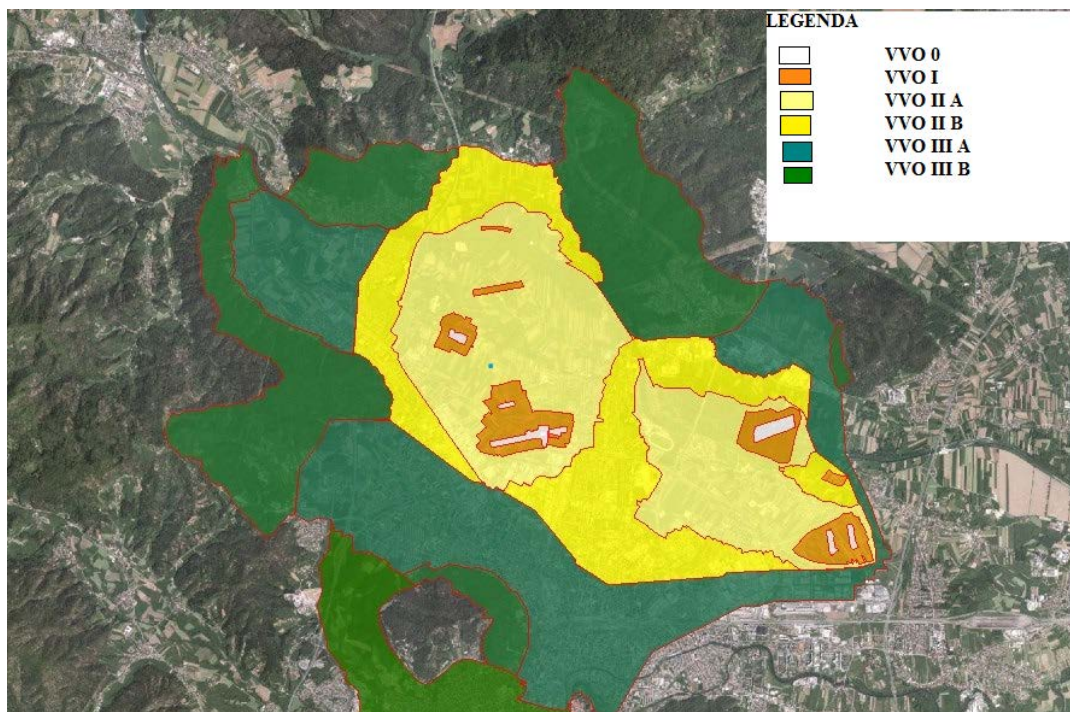
2.4 LJUBLJANSKO POLJE

Ljubljansko polje je 20 km dolga in do 6 km široka ravnina v vzhodnem delu Ljubljanske kotline (Gams, 1992, cit. po Kladnik in Petek, 2007). Prevladujoča tla so relativno plitva, lahka in dobro prepustna za vodo, kar pomeni manjšo zaščito podtalnice pred onesnaževanjem v primerjavi s težjimi, glinastimi in z organsko snovjo bogatimi tlemi (Brancelj Rejec in sod., 2005).

Ožje varstvene pasove vodnih črpališč na Ljubljanskem polju so prvič določili leta 1955, nato so z Odlokom o varstvu pitne vode leta 1988 določili varstvene pasove ter pogoje in načine oskrbe z vodo. Leta 2004 (spremenjena 2015) je bila sprejeta Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika na Ljubljanskem polju (2015), ki je na novo določila varstvene pasove ter pogoje in načine oskrbe z vodo za varovanje vodnega vira (Kladnik in Petek, 2007) (slika 2):

- VVO 0 – območje zajetja,
- VVO I – najožje vodovarstveno območje,
- VVO IIA – ožje vodovarstveno območje s strožjim režimom varovanja,
- VVO IIB – ožje vodovarstveno območje z blažjim režimom varovanja,
- VVO IIIA – širše vodovarstveno območje z ukrepi varovanja vodonosnika,

- VVO III B – širše vodovarstveno območje z ukrepi za varovanje napajalnega zaledja nad območjem vodonosnika.



Slika 2: Vodovarstveno območje za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja, merilo 1:75000 (Atlas okolja, 2016)

2.4.1 Omejitve in zahteve gnojenja na VVO

VVO I: prepovedano je uporabljati mineralna N gnojila in tekoča organska gnojila; dovoljeno je uporabljati samo kompost I. razreda, organska gnojila iz ekstenzivne živinoreje, zoren (najmanj 6 mesecev) hlevski gnoj, posušen hlevski gnoj in dehidriran perutninski gnoj; obdelovalna kmetijska zemljišča morajo biti ozelenjena čez celo leto.

VVO II: izjemoma je dovoljeno gnojiti v skladu z določili za integrirano oz. ekološko pridelavo, če niso presežene vrednosti N na VVO in če rezultati monitoringa kakovosti voda kažejo, da je imela voda iz zajetja v obdobju zadnjih 5 let dobro kemično stanje.

VVO III: dovoljeno je običajno gnojenje, če niso presežene mejne vrednosti N na VVO.

Preveč intenzivno in časovno neustrezno gnojenje z N gnojili povzroči izpiranje neizrabljenega N v obliki NO_3^- . Kljub temu da se hranila v rastlinjakih ne izpirajo tako intenzivno kot pri pridelavi na prostem, obstaja večja nevarnost onesnaženja podtalnice zaradi preobilnega gnojenja z N (Johnson in sod., 2005). Leta 2001 so Sušin in sodelavci v sklopu raziskovalne naloge »Monitoring rastlinskih hranil v tleh na vodovarstvenih območjih Mestne občine Ljubljana« poleg ostalih hranil spremljali tudi

NO₃-N v zaprtih prostorih, in izmerili močno presežene količine NO₃-N v tleh (Sušin in sod., 2009).

2.4.2 Monitoring nitratnega dušika v tleh na VVO MOL

Ker so obdobju 2001-2004 rezultati monitoringa pokazali izredno velike vsebnosti NO₃-N v tleh, ki so presegale še dopustne mejne vrednosti v skladu s smernicami za integrirano pridelavo zelenjave (IPZ), so na KIS-u leta 2005 izvedli delavnico o gnojenju z N v zaščitenih prostorih. V sklopu le te so predstavili uporabo hitrih talnih nitratnih testov, kot pripomočka za usmerjeno gnojenje z N.

Analize opravljene leta 2005 v 8 rastlinjakih so pokazale močno presežene koncentracije NO₃-N (176-1232 kg NO₃-N/ha), zato so v letu 2006 vzeli 21 lokacij pod drobnogled in ponovno so rezultati analiz pokazali presežene vrednosti NO₃⁻N (Sušin in sod., 2007).

Med oktobrom 2007 in marcem 2008 so v 5 rastlinjakih, kjer so pridelovalci gojili v večini primerov listno zelenjavo, opravili 10 meritev na NO₃-N in ugotovili presežene vrednosti le-teh. Vendar so rezultati pokazali, da se da s pomočjo hitre terenske metode zelo dobro usmerjati gnojenje z N tekom rasti, če pridelovalci upoštevajo rezultate analiz in nasvete svetovalcev. Pri 3 pridelovalcih, ki so sodelovali in upoštevali priporočila, so uspeli doseči izrazito zmanjšanje prevelikih zalog NO₃-N v tleh brez vpliva na rast in razvoj posevkov. Pri ostalih 2 pridelovalcih, pa se je zaradi neupoštevanja priporočil že tako velika zaloga NO₃-N še dodatno povečala (Sušin in sod., 2008a).

Prav tako v letih 2008 in 2009 so bile med junijem in oktobrom opravljene analize, ki so pokazale močno povečane vsebnosti NO₃-N v tleh, zato so v začetnih fazah rasti pridelovalcem odsvetovali gnojenje. Nenavadno velike vsebnosti NO₃-N v tleh so lahko posledica segrevanja tal, pospešene mineralizacije, tudi kombiniranje različnih vrst gnojenja (konvencionalno z granuliranimi NPK gnojili v tla, z namakanjem,...) (Sušin in sod., 2008b, 2009).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 ZBIRANJE VZORCEV NA TERENU

Na območju Ljubljanskega polja smo med rastjo, od junija do oktobra 2010, opravili vzorčenje tal v 7 rastlinjakih, kjer so pridelovalci gojili plodovke (paradižnik, paprika). Skupaj smo opravili 10 vzorčenj, ki smo jih izvedli na vsakih 10 do 14 dni. Vzorce smo odvzeli do globine tal 30 cm.

V vsakem rastlinjaku smo na 10 različnih mestih v tla dvakrat zabodli sveder za jemanje vzorcev tal dolžine 15 cm. Sestavljen vzorec smo shranili v papirnati vrečki, katero smo predhodno označili z oznako vzorčenega rastlinjaka. Odvzet vzorec smo sproti premešali s potresavanjem vrečke. Po odvzemu vzorca smo izpolnili zapisnik vzorčenja (prilogi C1 in C2), kamor smo zapisali stanje na terenu (morebitna gnojenja, ki jih je pridelovalec opravil med enim in drugim odvzemom vzorca, vlažnost tal, višina rastlin). Vzorce smo odnesli v agrokemijski laboratorij na KIS, kjer smo opravili analize na NO_3 z RQflexom.



Slika 3: Pribor za odvzem vzorcev tal v rastlinjakih (sveder, vedro, papirnate vrečke, nož, rokavice)

3.2 PRIPRAVA VZORCEV ZA MERITVE NITRATA

Iz vrečke smo del vsebine stresli na 2 mm sito in to presejali. Zatehtali smo 50 g presejane zemlje in jo stresli v plastenko, ki smo jo predhodno označili s številom rastlinjaka. Z merilnim valjem smo odmerili 200 ml 0,01 M ekstrakcijske raztopine CaCl_2 (pripravimo, tako da 1,4 g CaCl_2 dodamo 1 liter destilirane vode) in jo dolili k

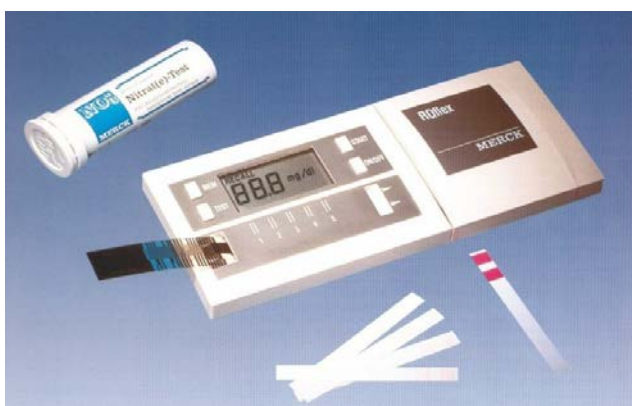
vzorcu tal ter plastenko zaprli. Ko smo postopek ponovili z vsemi vzorci, smo jih postavili na stresalnik za 1 uro. Medtem smo pripravili in označili manjše plastenke na katere smo namestili lije in nanje okrogel filter papir. Po pretečeni eni uri smo s stresalnika vzeli plastenke in prelili mešanico v manjše plastenke z ujemajočo se oznako. Počakali smo, da se je nabralo dovolj filtrata za izvedbo meritev.



Slika 4: Pribor za laboratorijske meritve (večje in manjše plastenke, liji, filter papir, RQ-flex, nitratni lističi)

3.3 MERJENJE NITRATA

Reflektometer (RQ-flex) je priročen aparat za merjenje vsebnosti mineralnih oblik N ($N_{\min} = NH_4-N + NO_3-N$) v tleh po N_{\min} metodi. Ta temelji na izmenjavi mineralnih oblik N iz sorptivnega dela tal in talne raztopine v ekstrakcijsko raztopino, iz katere izmerimo NO_3-N v tleh (Sušin in Kmecl, 2000). Pred uporabo smo aparat očistili z destilirano vodo in vanj vstavili črtno kodo priloženo testnim lističem za merjenje $NO_3^- - N$ (MERCK, No. 1.16995.0001). Najprej smo izmerili vsebnost NO_3-N v standardni raztopini. Testni listič smo vstavili v aparat, ki je moral pokazati vrednost med 6 in 8. Če ni bilo tako, smo aparat ponovno očistili in ponovili postopek. Nato smo nadaljevali z analizo vzorcev.



Slika 5: RQ – flex, testni lističi za merjenje NO_3 (Reflectometre rflex, 2016)

Testni listič smo za 2 sekundi pomočili v filtrat, ga otresli odvečnih kapljic in sočasno pritisnili START na RQ-flexu (na ekranu aparata se pojavi 60 sek). Po 54 sekundah (pojav zvočnega signala) smo listič vstavili v merilni del aparata in počakali še 60 sekund, da se je na zaslonu pojavil rezultat v mg NO₃⁻/l ekstrakcijske raztopine. V primeru da ni pokazalo rezultata, smo vzorec razredčili tako, da smo s pipeto odvzeli 5 ml prefiltrirane raztopine v bučko in ji dodali destilirano vodo do oznake 50 ml.

Za pripravo gnojilnih nasvetov nas je zanimalo kakšna je vsebnost NO₃-N v kg/ha, zato smo dobljene rezultate preračunali po naslednjem obrazcu (6):

$$NO_3-N = NO_3- * f_{razt.} * 14/62 * F * G \quad \dots (6)$$

<i>NO₃-N</i>	vsebnost nitratnega dušika v vzorcu tal (kg N/ha)
<i>NO₃-</i>	meritev na RQ-flexu (mg NO ₃ ⁻ /l)
<i>f_{razt.}</i>	razmerje med maso vzorca (50 g) in volumnom ekstrakcijske raztopine (200 ml) = 4
<i>14/62</i>	faktor preračuna nitratnega iona v nitratni dušik (izračun temelji na molskih masah dušika in kisika)
<i>F</i>	gostota tal (1,4 g/cm ³)
<i>G</i>	globina iz katere je bil odvzet vzorec (za vsakih 10 cm je G=1, mi smo vzorčili do globine 30 cm, torej je G=3)

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

Odvzem vzorcev smo opravili vsakih 10-14 dni po predhodnem obvestilu pridelovalcem in po vsakem odvzemu smo jih sproti telefonsko obveščali o rezultatih analiz in s predložitvijo poročila v tiskani obliki (priloga D).

Težave so se pokazale pri zbiranju podatkov o gnojenju, saj je od 7 pridelovalcev samo lastnik rastlinjaka št. 4 predložil gnojilni dnevnik. Poleg tega sumimo, da so pridelovalci skrivali prave podatke o gnojenju oziroma nam jih niso posredovali zaradi nezaupanja (študentka je opravila delo, ne pa svetovalec, strah pred možnimi prijavi inšpekcijskim službam, ...), zato nismo mogli pripraviti ustreznih gnojilnih nasvetov.

Vsi pridelovalci so za zalivanje rastlin uporabljali kapljično namakanje in velikokrat so bili rastlinjaki namakani (tla nasičena z vodo) tudi med odvzemom vzorcev, kar bi lahko povzročilo napačno razlago izmerjenih vrednosti NO_3^- v laboratoriju (mineralizacija, denitrifikacija, vendar tega nismo merili). Prav tako so bile v vseh rastlinjaki rastline zastirane s črno folijo, pod katero smo opazili zasoljevanje tal, kar je posledica prekomernega gnojenja (tako z organskimi, kot z mineralnimi gnojili) in povečane evapotranspiracije. Glede na to, da so pridelovalci večinoma tla rastlinjakov jeseni ali spomladi pognojili s hlevskim gnojem, bi lahko bile povečane vsebnosti NO_3^- -N posledica mineralizacije le-tega.

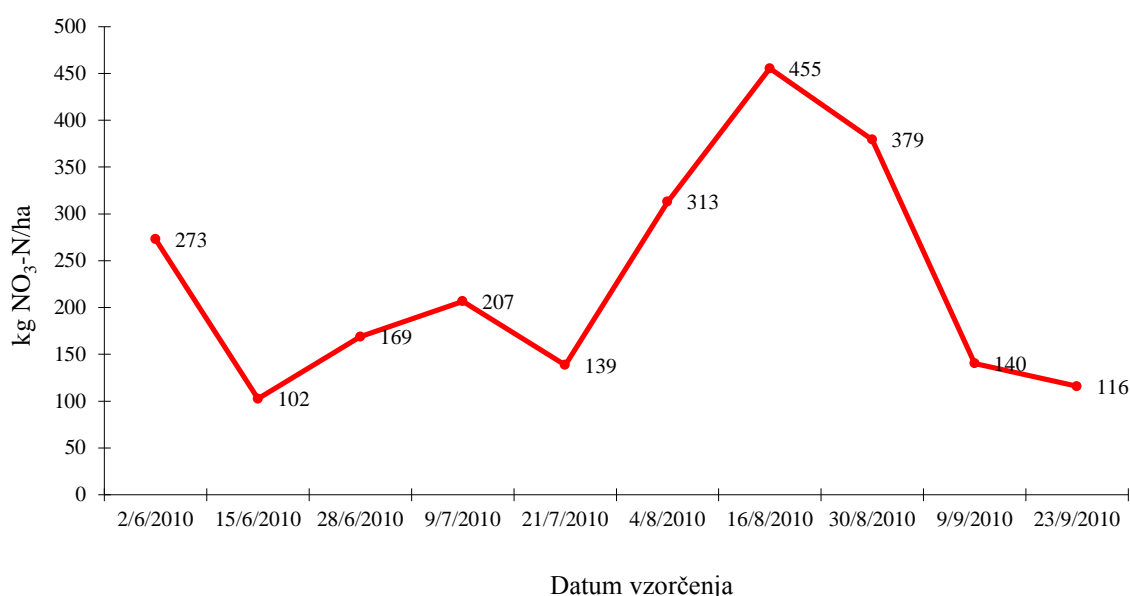
Pri zadnjem vzorčenju smo pri 3 rastlinjaki (št. 2, št. 3, št. 6) izmerili sprejemljive vrednosti ostankov N (pod 100 kg N/ha), in sicer med 15 in 65 kg NO_3^- -N. V rastlinjaki št. 1, št. 4 in št. 7 so bili vrednosti izmerjenega NO_3^- -N v tleh sicer večje od dovoljenih, vendar smo predpostavili, da so do konca rastne dobe dodatno zmanjšale in ob spravilu pridelka dosegle sprejemljivo raven.

V sledečih poglavjih je opisana dinamika NO_3^- po posameznih rastlinjaki. V prilogi B so prikazane izmerjene vrednosti NO_3^- -N v odvzetih vzorcih (mg NO_3^- -N /kg tal) in preračunane v kg NO_3^- -N/ha. Pridelovalcem smo svetovali ali je dognojevanje potrebno ali ne, nismo pa jim posredovali točnega izračuna potrebnih količin dušika.

4.1 RASTLINJAK ŠT. 1

Pridelovalec je v rastlinjaku prideloval paradižnik. To je bil edini rastlinjak v raziskavi, ki stoji na VVO II, kjer je dovoljeno gnojiti le po načelih IPZ. Rastlinjak je bil v začetku junija izrazito prenojen s fosforjem in kalijem, tla pa so bila tudi zelo dobro založena z organsko snovjo (priloga A1). Ob koncu septembra, ko smo ponovili meritve, smo ugotovili enako stanje založenosti tal s hranili, pri čemer se je bistveno zmanjšala predvsem založenost tal s kalijem, a je bila le-ta še vedno ekstremno velika (priloga A2).

V začetku junija, ko smo pričeli z meritvami, smo zaradi velike zaloge $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh (273 kg N/ha) pridelovalcu odsvetovali uporabo N gnojil v naslednjih tednih. Ob naslednjih vzorčenjih so bile izmerjene vrednosti med 102 in 207 kg N/ha, do začetka avgusta, ko se povečala koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh (455 kg N/ha). Glede na izmerjeno vrednost, predpostavljamo, da je pridelovalec gnojil, vendar ne vemo, koliko. Od konca avgusta se je zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh začela zmanjševati (379 kg N/ha). Ob zadnjem vzorčenju je dosegla še sprejemljivo raven, 116 kg N/ha. Glede na to, da je v času zadnjega vzorčenja pridelek še rasel, predvidevamo, da so bili ostanki $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh med spraviom pridelka še manjši (slika 6). Glede na to, da je zemljišče na VVO, pridelovalec ni gnojil z mineralnimi gnojili. Pridelovalec je rastline namakal vsak dan, po njegovih zagotovilih samo z vodo brez dodanih hranil.



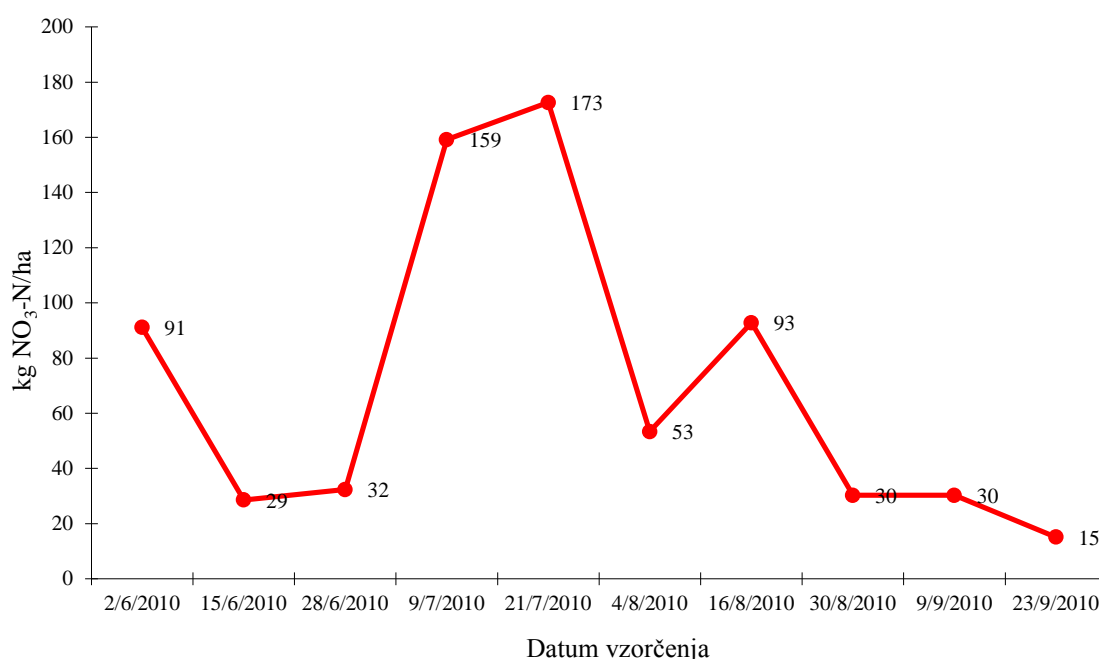
Slika 6: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 1 (kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$)

4.2 RASTLINJAK ŠT. 2

V rastlinjaku je pridelovalec gojil paradižnik. Gnojil je v jeseni 2009 s hlevskim gnojem, vendar ni znal povedati s kakšno količino. Tudi ta rastlinjak je bil v začetku junija izrazito pregnojen s fosforjem in kalijem, tla pa so bila tudi zelo dobro založena z organsko snovjo (priloga A1). Do konca septembra se je založenost tal s fosforjem in kalijem pomembno zmanjšala, pri čemer so bila tla še vedno prezaložena s fosforjem, preskrbljenost s kalijem pa se je zmanjšala na optimalno stopnjo (priloga A2). Glede na rezultate analiz bo v rastlinjaku pri gnojenju še posebej s fosforjem moral biti pridelovalec previden tudi v prihodnjih letih, saj je založenost tal s fosforjem še vedno ekstremno velika.

Zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh v začetku junija ni bila pretirano velika (91 kg N/ha), vendar smo pridelovalcu v tem času vseeno odsvetovali gnojenje z N. V mesecu juniju se je zaloga

NO₃-N v tleh še dodatno zmanjšala (29 kg N/ha), zato smo pridelovalcu konec junija svetovali gnojenje z N. Iz slike 7 je razvidno, da je mnenje upošteval, saj se je koncentracija NO₃-N v tleh v mesecu juliju povečala (159 kg N/ha). Nismo pa pridobili podatka s čim in na kakšen način je opravil gnojenje. Avgusta (53 kg N/ha) in septembra (30 kg N/ha) se je nato koncentracija NO₃-N v tleh močno zmanjšala, ob zadnjem vzorčenju pa je bila že zelo majhna (15 kg N/ha). Glede na rezultate analiz, predpostavljamo, da pridelovalec ni pretiraval z gnojenjem. Obstaja možnost, da so bile tako majhne vrednosti izmerjenega NO₃-N v tleh, posledica prenasičenosti tal z vodo med odvzemom vzorcev. Pridelovalec je gnojil v 14 dnevnih razmikih preko sistema fertigacije s kalcijevim nitratom. Koliko gnojila je uporabil, nam ni znal povedati.

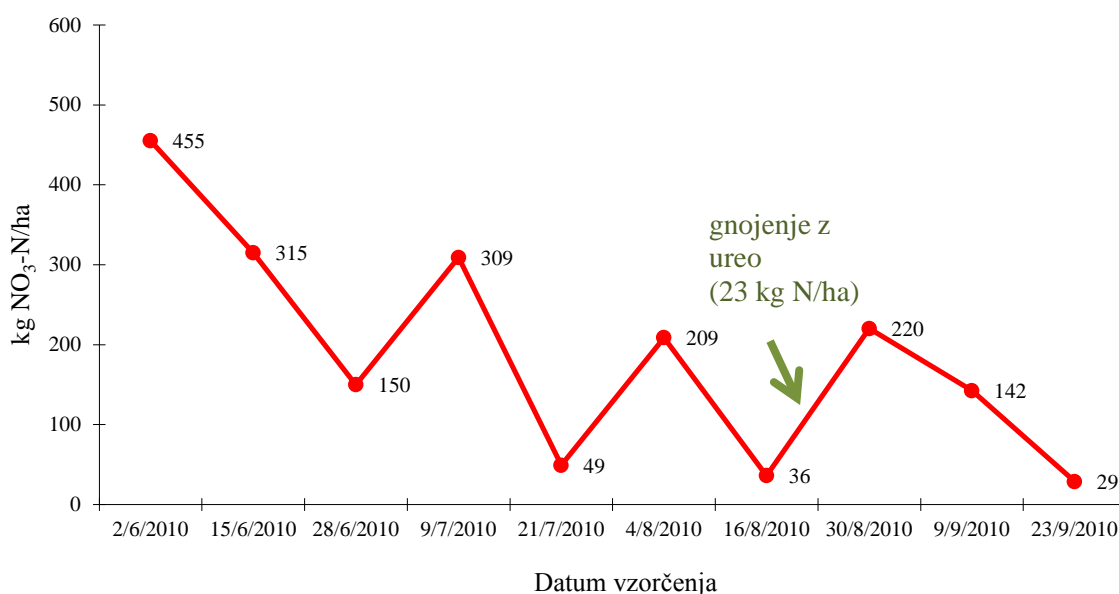


Slika 7: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 2 (kg NO₃-N/ha)

4.3 RASTLINJAK ŠT. 3

V rastlinjaku je pridelovalec gojil paradižnik. Pridelovalec je primerjal rast cepljenih sadik v primerjavi z necepljenimi, ki so rastle v rastlinjaku št. 7. Vse skupaj je gojil okoli 50 rastlin paradižnika (20 sadik/slabih 20 m² v rastlinjaku št. 3 in 30 sadik/20 m² v rastlinjaku št. 7). Rastlinjak je bil v začetku junija 2010 izrazito pregnojen s fosforjem, kalija je bilo ravno dovolj, tla pa so bila tudi zelo dobro založena z organsko snovjo (priloga A1). Glede na rezultate analiz smo pridelovalcu odsvetovali predvsem gnojenje s fosforjem, enako pa tudi s kalijem. Rezultati analiz fosforja in kalija v tleh konec septembra kažejo, da se je založenost že tako pregnojenih tal s fosforjem še dodatno povečala, zmanjšala pa se je založenost tal s kalijem (priloga A2). V rastlinjaku tako še naprej ostaja problem prevelika založenost tal s fosforjem, čemur bo moral pridelovalec nameniti večjo pozornost v prihodnjih letih.

Zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh je bila v začetku junija relativno velika (455 kg N/ha), zato smo pridelovalcu v tem času odsvetovali gnojenje z N. Pridelovalec je omenjeno priporočilo verjetno upošteval, saj se je koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh tekom rasti večinoma zmanjševala (315 kg N/ha). 28. avgusta je gnojil z ureo (100 g/5 l vode za približno 20 sadik = 50 kg uree/ha = 23 kg N/ha), kar se pokaže tudi na sliki 8 (220 kg N/ha). Konec septembra, torej ob koncu rasti, so bili ostanki $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh že povsem sprejemljivi (29 kg N/ha). Nenavadna se nam je zdela tako izrazita dinamika tekom celotnega rastnega obdobja, vendar to bi lahko tudi pripisali višji temperaturi in vlažnosti tal v namakanih rastlinjakih.

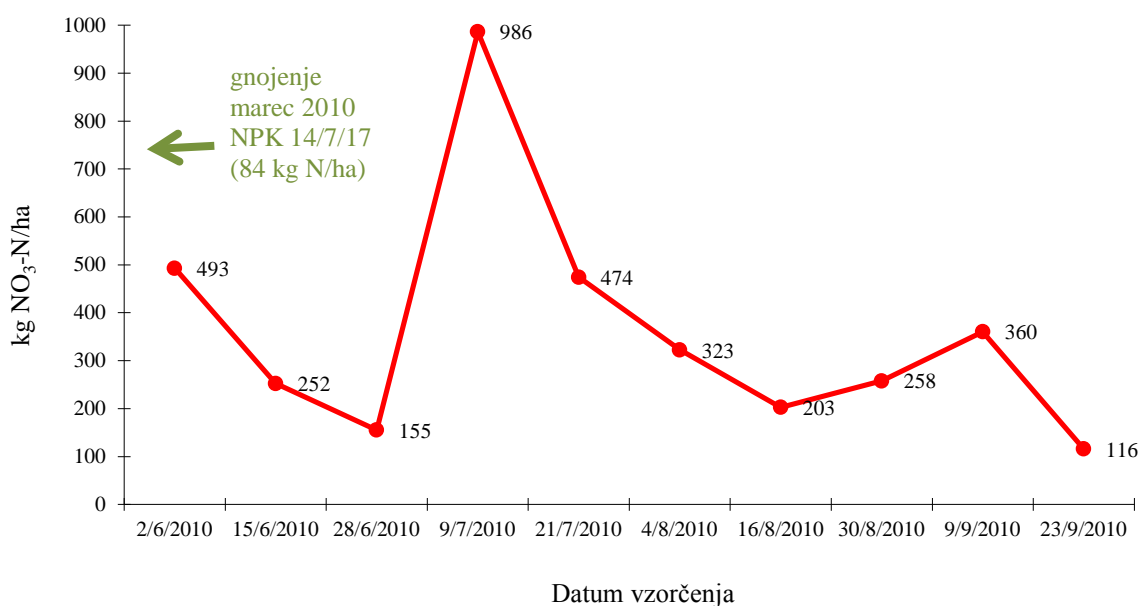


Slika 8: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 3 (kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$)

4.4 RASTLINJAK ŠT. 4

V rastlinjaku je pridelovalec gojil paradižnik. Predposevek je bila listnata zelenjava (solata, motovilec), tla so bila pognojena v marcu 2010 z mineralnim gnojilom NPK 14/7/17 (30 kg/ 500 m² = 600 kg/ha = 84 kg N/ha). Rastlinjak je bil v začetku junija 2010 optimalno založen s fosforjem in kalijem, tla pa so bila v rastlinjaku relativno slabo založena z organsko snovjo (2,4 %). Poskus smo torej izvajali v rastlinjaku, ki za razliko od večine ostalih obravnavanih rastlinjakov na VVO MOL ni bil pregnojen. Zato smo pridelovalcu svetovali zmerno gnojenje s fosforjem in kalijem, kar je tudi storil. Do konca septembra 2010 se je založenost tal s fosforjem in kalijem malenkost zmanjšala, a je raven P še vedno ostala optimalna, raven K pa je bila srednja (priloga A2).

Zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh je bila v začetku junija zelo velika (493 kg N/ha), zato smo pridelovalcu odsvetovali gnojenje z N. Pridelovalec je priporočilo, glede na rezultate analiz, očitno upošteval do konca junija (155 kg N/ha). V začetku julija se je koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh močno povečala (986 kg N/ha), kar nakazuje na možnost, da je pridelovalec opravil gnojenje. Vendar tega ne vemo zagotovo, saj nas o tem ni obvestil. Od takrat naprej se je koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh večinoma zmanjševala, tako da je ob koncu septembra že dosegla sprejemljivo raven (116 kg N/ha). Glede na rezultate analiz N sklepamo, da je pridelovalec predvsem v drugi polovici raziskave upošteval naša priporočila o negnojenju z N (slika 9).



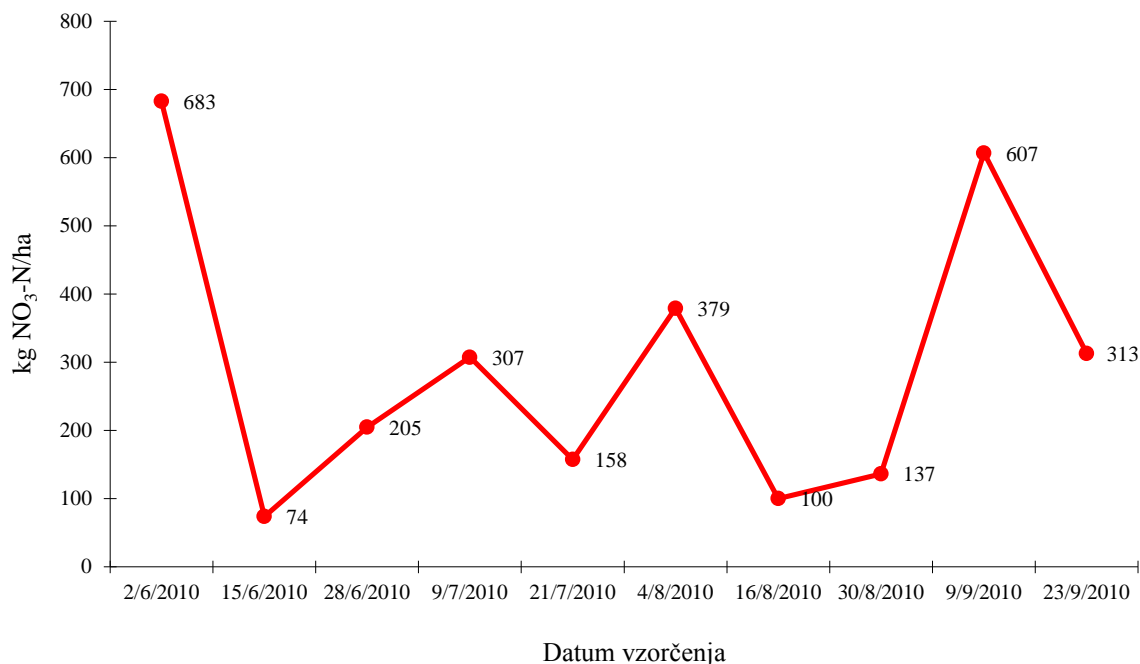
Slika 9: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 4 (kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$)

4.5 RASTLINJAK ŠT. 5

V rastlinjaku je pridelovalec gojil paradižnik (približno 450 rastlin). Na mestu rastlinjaka je bila sezono prej (2009) njiva, ki jo je pognojil v jesenskem času s hlevskim gnojem. Glede na opravljen razgovor, predpostavljamo, da je gnojil s 100 t hlevskega gnoja/ha. Tla v rastlinjaku so bila v začetku junija ekstremno založena s fosforjem in kalijem, pa tudi dobro založena z organsko snovjo (priloga A1). Do septembra se založenost tal s fosforjem in organsko snovjo ni bistveno spremenila, zmanjšala pa se je založenost tal s kalijem. Raven fosforja se v tleh ni bistveno zmanjšala, za kar bo, glede na majhen odvzem fosforja s pridelkom, očitno potreben daljši čas (priloga A2).

Zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh je bila v začetku junija relativno velika (683 kg N/ha), zato smo pridelovalcu odsvetovali gnojenje z N. Nenavadno se nam zdi predvsem povečanje

zaloge $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh v začetku septembra (607 kg N/ha), ko se je intenzivna rast že zaključevala. Glede na to, da je pridelovalec med rastjo vseskozi namakal (vendar ne gnojil), ne izključujemo možnosti, da je povečana vlaga v tleh sprožala procese mineralizacije, kar se lahko zrcali tudi v izraziti dinamiki $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh (slika 10).



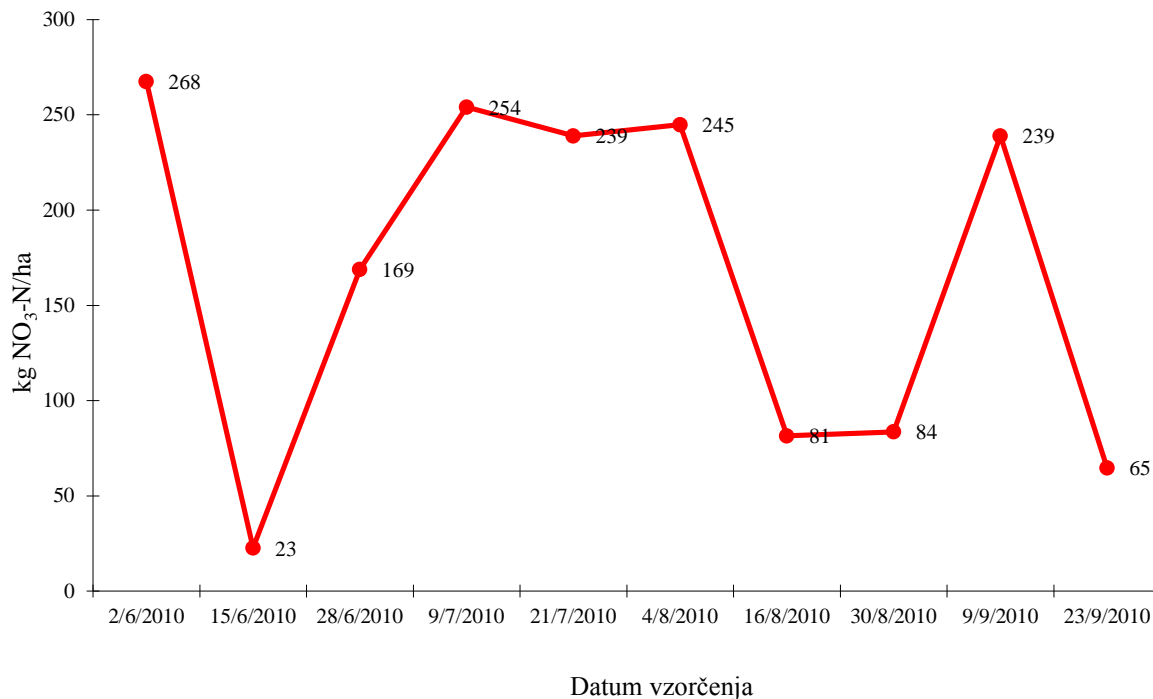
Slika 10: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 5 (kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$)

4.6 RASTLINJAK ŠT. 6

V rastlinjaku je pridelovalec gojil papriko. Rastlinjak je bil v začetku junija izrazito pregnojen s fosforjem, kalija pa je bilo ravno dovolj. Tla so bila tudi zelo dobro založena z organsko snovjo. Do septembra se založenost tal s fosforjem in organsko snovjo ni bistveno spremenila, zmanjšala pa se je založenost tal s kalijem. V prihodnje se bo v rastlinjaku potrebno še naprej izogibati predvsem gnojenju s fosforjem (priloga A).

Zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh je bila v začetku junija prevelika (268 kg N/ha), zato smo pridelovalcu odsvetovali gnojenje z N. Dinamika $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh je bila pri kasnejših vzorčenjih zelo različna. Pridelovalec je vsakih 14 dni gnojil preko fertigacije s kalcijevim nitratom, vendar ne vemo s kakšno koncentracijo in količino. Nenavadno se nam je zdelo predvsem izrazito zmanjšanje $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh že pri drugem vzorčenju (23 kg N/ha) ter takoj nato izrazit porast konec junija (169 kg N/ha) in v začetku julija (254 kg N/ha). Podobno izrazito dinamiko smo opazili tudi v mesecu avgustu (od 245 kg N/ha do 84 kg N/ha) in septembru (iz 239 kg N/ha zmanjšanje na 65 kg N/ha). Tako izrazito dinamiko bi lahko pripisali dejstvu, da so bila tla ob odvzemih vzorcev različno nasičena z vodo, in bi lahko potekli mineralizacija ali denitrifikacija, vendar tega ne

moremo zanesljivo vedeti, saj teh meritev nismo opravili. Ob zadnjem vzorčenju je bila zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh sprejemljiva glede na dovoljene mejne vrednosti ostankov N_{\min} v tleh po spravi pridelka (slika 11).



Slika 11: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 6 ($\text{kg NO}_3\text{-N/ha}$)

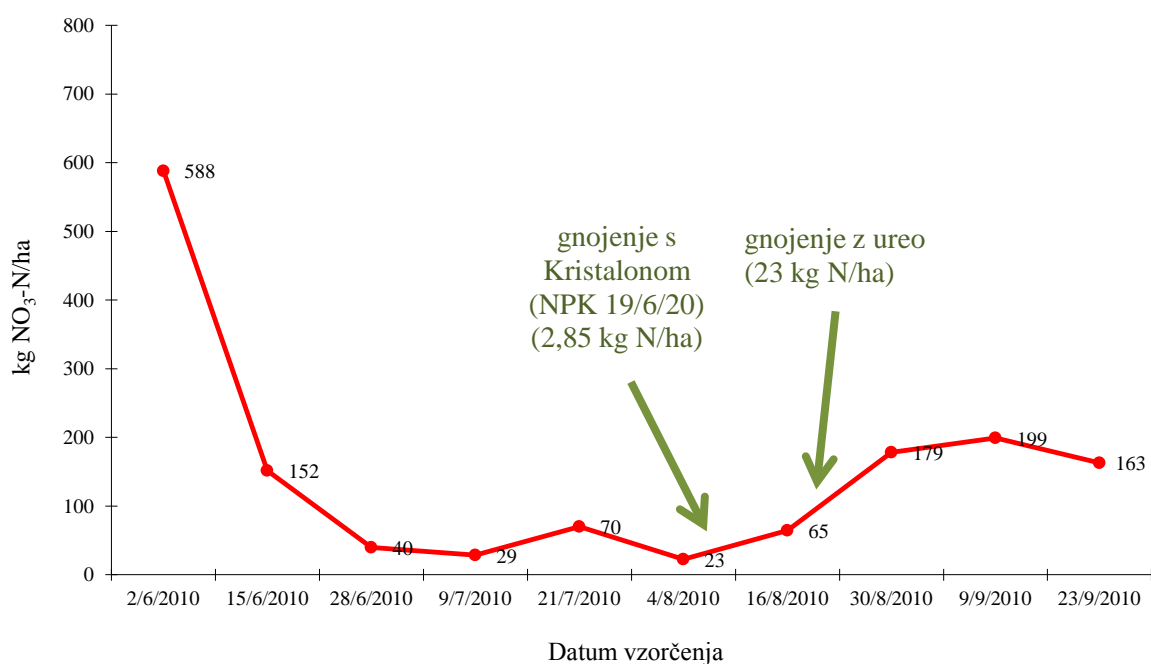
4.7 RASTLINJAK ŠT. 7

V rastlinjaku je pridelovalec gojil cepljen paradižnik in primerjal rast z necepljenim paradižnikom, ki je rasel v rastlinjaku z oznako 3. To je bil edini rastlinjak, pri katerem smo prvo vzorčenje opravili pred presaditvijo sadik. V rastlinjaku je rastle 30 sadik/20 m^2 . Rastlinjak je bil v začetku junija izrazito pregnojen s fosforjem, tla so bila s kalijem optimalno založena, pa tudi zelo dobro založena z organsko snovjo (priloga A1). Glede na rezultate analiz smo pridelovalcu odsvetovali predvsem gnojenje s fosforjem. Rezultati analiz fosforja in kalija v tleh konec septembra kažejo, da se je že tako ekstremno založenost tal s fosforjem še dodatno povečala, zmanjšala pa se je založenost tal s kalijem (priloga A2). V rastlinjaku tako še naprej ostaja problem prevelika založenost tal s fosforjem, čemur bo moral pridelovalec nameniti večjo pozornost v prihodnjih letih.

Zaloga $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh je bila v začetku junija izrazito velika (588 kg N/ha), zato smo pridelovalcu v tem času odsvetovali gnojenje z N. Pridelovalec je omenjeno mnenje, glede na rezultate analiz, upošteval, saj se je koncentracija $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh med rastjo večinoma zmanjševala (najprej na 152 kg N/ha , nato na nivo med 40 in 70 kg N/ha). Sredi avgusta se je sicer malenkost povečala (65 kg N/ha), saj je pridelovalec glede na

zelo majhno vsebnostjo N v tleh v začetku avgusta (23 kg N/ha) opravil gnojenje z mineralnim gnojilom Kristalon (19/6/20 + 3 (S)) – vsako rastlino je zalil s 3 l pripravljene hranilne raztopine (1 g gnojila/3 l vode = 15 kg/ha = 2,85 kg N/ha). Vendar, glede na ostale rezultate merjenih parametrov, to ni bila najboljša izbira gnojila, saj je dodal izredno malo N, ostalih elementov (fosfor, kalij) pa je bilo že pred dognojevanjem preveč. Rahlo povečanje NO_3^- v tleh na koncu avgusta, bi lahko bila posledica gnojenja z ureo (100 g/5 l vode za 30 sadik = 50 kg uree/ha = 23 kg N/ha), ki ga je opravil 28. avgusta 2010 (179 kg N/ha), vendar se nam zdi nenavadna majhna količina dodanega gnojila. Konec septembra, torej proti koncu rasti, so bili ostanki $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh sicer še preveliki (163 kg N/ha), a predpostavili smo, da se bodo do spravila pridelkov še zmanjšali, saj so rastline v času zadnjega vzorčenja v rastlinjaku še rastle (slika 12).

Pridelovalec je v svojem poskusu ugotovil, da so cepljene sadike rastle hitreje, bile so močnejše ter imele boljši in lepši pridelek.



Slika 12: Dinamika nitratnega dušika v rastlinjaku št. 7 (kg $\text{NO}_3\text{-N/ha}$)

Večina rastlinjakov je merila okrog 500 m², vzorce smo odvzeli na površini od 50-100 m² (vzorčena površina rastlinjakov 3 in 7 je bila manjša – približno 20 m²) in gostota sajenja je bila 2-3 sadike/m² (paradižnik) oziroma 3 sadike/m² (paprika). Pričakovani pridelek na 100 m² v rastlinjaku je približno 1,1 t paradižnika in 0,6 t paprike. Pri obeh vrstah je odzvem N podoben (4 kg/100 m²), ob doseganju pričakovanih pridelkov (Mihelič in sod., 2010).

Pridelovalcem priporočamo odvzem vzorcem tal pred sajenjem sadik. Na podlagi meritev nitratnega dušika se odločimo o gnojenju, da se izognemo izgubam N v času, ko rastline ne rastejo. Poleg tega priporočamo še gnojenje z uporabo sistema fertigacije v določenih časovnih intervalih. S fertigacijskim načinom dognojevanja pridelovalci prilagajajo količino in vrsto hranil razvojnim fazam gojenih rastlin, vremenskim razmeram in lastnostim tal ter dodajo plodovkam tudi kalcij, katerega pomanjkanje je krivec za nastanek peg na muhi plodov (Mihelič in sod., 2010).

5 SKLEPI

Vse analize $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh v rastlinjakih opravljene med leti 2005 in 2009 so pokazale močno povečanje vsebnosti le tega, zato smo z diplomskim delom želeli ugotoviti ali bodo tudi v letu 2010 te vrednosti prevelike. Ugotovili smo, da so vrednosti v začetku rasti (junij) v večini primerov bile še vedno prevelike (273 kg N/ha-683 kg N/ha), vendar izrazito manjše od vrednosti preteklih let. Paradižnik potrebuje v celi rastni dobi od 400-490 kg N/ha, paprika pa 310 kg N/ha. To bi lahko pripisali dejstvu, da si KIS in KSS uspešno prizadevata pridelovalcem predstaviti ukrepe in načine dobre prakse gnojenja (delavnice, svetovanja, izdajanje priporočil na podlagi analiz,...). Vendar kljub temu rezultati kažejo, da pridelovalci še vedno gnojijo "na pamet" pred sajenjem sadik, zato predlagamo odvzem vzorcev tal in merjenje NO_3^- v tleh pred samim presajanjem sadik na stalno mesto.

Kljub preveliki založenosti tal z $\text{NO}_3\text{-N}$ med samo rastno dobo v nekaterih rastlinjakih (309 kg N/ha-986 kg N/ha), so ostanki $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh proti koncu rastne dobe bili manjši (15 kg N/ha-116 kg N/ha) v primerjavi s preteklimi leti. To nakazuje na dobro delo KIS-a in KSS, ki si prizadevata za večjo ozaveščenost pridelovalcev na področju gnojenja z N.

Težave, ki so se pojavljale med izvajanjem poskusa, so bile vezane predvsem na čas in pomanjkanje komunikacije. Tako so se pojavljale težave pri posredovanju podatkov o gnojenju s strani pridelovalcev. To lahko tudi pripišemo dejstvu, da smo odvezemali vzorce ob časih, ko ni bilo pridelovalcev v bližini, da bi nam podatke posredovali. Poleg tega smo bili časovno omejeni, saj smo morali vzorce čim prej odnesti v laboratorij. Zato tudi nismo mogli primerno oceniti, kaj je bil pravi vzrok povečanih vsebnosti $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh. Kljub temu pa je večina pridelovalcev upoštevala večino mnenj, ki smo jim jih podali in so bili ostanki $\text{NO}_3\text{-N}$ proti koncu rastne dobe sprejemljivi (pod 100 kg N/ha).

6 POVZETEK

Dušik je rastlinsko makrohranilo, ki ima pomembno vlogo pri različnih procesih. Rastlinam najbolj dostopna oblika N je nitrat (nastaja v procesu nitrifikacije s pomočjo aerobnih mikroorganizmov iz amonija), ki se zaradi svoje mobilnosti, hitro izgublja iz tal z izpiranjem in preko procesa denitrifikacije.

Leta 1991 je Svet evropskih skupnosti zaradi naraščanja deleža NO_3^- v vodi sprejel nitratno direktivo, v skladu s katero je bila v Republiki Sloveniji sprejeta Uredba o varstvu voda pred onesnaženji z nitrati iz kmetijskih virov. Ta določa mejne vrednosti vnosa N iz kmetijskih virov v in na tla ter ukrepe za zmanjšanje in preprečevanje onesnaženja voda zaradi NO_3^- .

Na Ljubljanskem polju, kjer smo opravili raziskavo, so tla relativno plitka, lahka in lahko prepustna z vodo, kar pomeni, da je tudi verjetnost izpiranja NO_3^- večja. V obdobju 2001-2004 so rezultati monitoringa pokazali izredno visoke koncentracije NO_3^- v tleh, zato so Sušin in sod. (2005, 2006, 2007, 2008a, 2009) v naslednjih letih nadaljevali z analizami in te dopolnili s predavanji za pridelovalce o gnojenju z N.

Med junijem in oktobrom 2010 smo v 7 rastlinjakih na Ljubljanskem polju opravili odvzem vzorcev tal (na 10-ih mestih v rastlinjaku) in jih nato odnesli v agrokemijski laboratorij na KIS, kjer smo pripravili vzorce za merjenje vsebnosti NO_3^- . To smo opravili z reflektometrom (RQ-flex). Dobljeni rezultat smo preračunali iz vsebnosti NO_3^- v kg N/ha, in na podlagi te vrednosti pridelovalcem svetovali oziroma odsvetovali gnojenje.

Na začetku rasti je bila založenost tal z NO_3^- v nekaterih rastlinjakih izredno velika (683 kg N/ha). Med rastjo so se vrednosti v večini primerov zmanjšale, vendar so bile v nekaterih primerih še zmeraj izredno velike (455 kg N/ha- 986 kg N/ha). Pri 2 rastlinjakih (rastlinjaka št. 3 in št. 5) nam je bila nenavadna izrazita dinamika NO_3^- N v tleh, vendar to lahko pripišemo tudi namakanju ob odvzemu vzorcev in prenasičenosti tal z vodo. Ob zadnjem vzorčenju, na koncu septembra, so bili ostanki NO_3^- N v tleh skoraj vseh rastlinjakov sprejemljivi (dovoljeni ostanki N_{\min} so pod 100 kg N/ha pri pridelavi plodovk) – (15 kg N/ha-116 kg N/ha), kar bi lahko pomenilo, da so pridelovalci, vsaj nekateri, upoštevali potrebe rastlin po hranilih in naša mnenje o potrebah po gnojenju za plodovke. Vendar bi to zmanjšanje lahko pripisali tudi preveč namočenim tlem v nekaterih rastlinjakih, kar bi lahko povzročilo izgube nitrata zaradi denitrifikacije (procesa nismo merili).

7 VIRI

Atlas okolja. 2016.

http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (18. maj 2016)

Bavec M. 2003. Tehnike pridelovanja zelenjadnic. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 58 str.

Brancelj Rejec, I., Smrekar A., Kladnik D. 2005. Podtalnica Ljubljanskega polja, geografija Slovenije 10. Ljubljana, Založba ZRC: 251 str.

<http://www.vo->

[ka.si/sites/default/files/vo_ka_si/stran/datoteke/4088_brancelj_rejec_irena_smrekar_ales_kladnik_drago_2005_podtalnica_ljubljanskega_polja_zalozba_zrc_optimizacija.pdf](http://www.vo-ka.si/sites/default/files/vo_ka_si/stran/datoteke/4088_brancelj_rejec_irena_smrekar_ales_kladnik_drago_2005_podtalnica_ljubljanskega_polja_zalozba_zrc_optimizacija.pdf) (29. junij 2016)

Johnson C., Albrecht G., Kettering Q., Beckman J., Stockin K. 2005. Nitrogen basics – The nitrogen cycle. Agronomy fact sheet series: Fact sheet 2. Cornell University, College of agriculture and life science, Department of crop and soil science.

<http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet2.pdf> (29. junij 2016)

Kladnik D., Petek F. 2007. Kmetijstvo in spreminjanje rabe tal na Ljubljanskem polju. Geografski vestnik, 79, 2: 25-40

Mihelič R., Čop J., Jakše M., Štampar F., Majer D., Tojnko S., Vršič S. 2010. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 182 str.

Mihelič R. 1997. Vpliv dušika - kmetijstvo in varovanje tal. Kmečki glas, 54, 14:12

Nitrogen cycle. 2016.

<https://www.britannica.com/science/nitrogen-cycle> (20. avgust 2016)

Norton J.M. 2008. Nitrification in agricultural soils. V: Nitrogen in Agricultural – Systems. Schepers J. S., Raun W. R. (ur.): 173-194

Podgornik M., Pintar M. 2007. Causes of nitrate leaching from agriculture land in Slovenia. Acta agriculturae Slovenica, 89-1: 207-220

Reflectometre rqlflex. 2016.

<http://www.humeau.com/reflectometre-rqlflex.html> (18. maj 2016)

- Sušin J., Žnidaršič Pongranc V., Kmecl V., Jenko A., Kuhar Š. 2006. Rodovitnost tal na vodovarstvenem območju Mestne občine Ljubljana. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 46 str.
- Sušin J., 2009. Problemi pri gnojenju z dušikom v zaščitenih prostorih. Kako smo se problema lotili na vodovarstvenem območju v Mestni občini Ljubljana. Izobraževanje za Kmetijsko svetovalno službo. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije.
- Sušin J., Žnidaršič Pongranc V., Kmecl V. 2008a. Monitoring rastlinskih hranil v tleh na vodovarstvenem območju Mestne občine Ljubljana. Poročilo za leto 2008. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 31 str.
- Sušin J., Žnidaršič Pongranc V., Kmecl V., Jenko A., Kuhar Š. 2005. Monitoring rastlinskih hranil v tleh na vodovarstvenem območju Mestne občine Ljubljana. Poročilo za leto 2005. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 28 str.
- Sušin J., Žnidaršič Pongranc V., Kmecl V., Jenko A., Kuhar Š. 2007. Monitoring rastlinskih hranil v tleh na vodovarstvenem območju Mestne občine Ljubljana. Poročilo za leto 2006. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 31 str.
- Sušin J., Žnidaršič Pongranc V., Kmecl V., Jenko A., Kuhar Š. 2008b. Monitoring rastlinskih hranil v tleh na vodovarstvenem območju Mestne občine Ljubljana. Poročilo za leto 2007. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 68 str.
- Sušin J., Žnidaršič Pongranc V., Kmecl V., Jenko A., Kuhar Š. 2009. Monitoring rastlinskih hranil v tleh na vodovarstvenem območju Mestne občine Ljubljana. Poročilo za leto 2009. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 37 str.
- Sušin J., Kmecl, V. 2000. Navodila za uporabo RQ – flexa. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 14 str.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave 2012. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 120 str.
http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/podrocja/Kmetijstvo/Integrirana_pridelava/TN_IPZ_2012.pdf (12. avgust 2016)
- Uredba o varstvu voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov. 2009. Ur. l. RS, št. 113/09
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja. 2015. Ur. l. RS, št. 43/15)

Zupan M., Grčman H., Prus T., Hodnik A. Vrščaj B. 2002. Praktikum iz pedologije.
Delovni zvezek. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 115 str.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Roku MIHELIČU in recezentki prof. dr. Nini KACJAN – MARŠIĆ za vso pomoč in podporo, ki so mi jo ponudili v izjemno hitrem času. Zahvaljujem se tudi Agrokemijskemu laboratoriju na KIS-u, kjer smo opravili analize.

Posebna zahvala gre tudi Janezu SUŠINU za vse napotke, predloge in pojasnila v zvezi z obravnavano temo ter Tanji KOKALJ za vso podporo in pomoč pri laboratorijskem delu.

Zahvaljujem se tudi staršem, ki so mi omogočili študij in vsem najbližjim, posebej sestri, ki so me spodbujali pri pisanju diplome.

PRILOGA A

Meritve parametrov tal v rastlinjakih in stopnje založenosti tal s hranili

Priloga A1: Meritve parametrov tal v obravnavanih rastlinjakih ob prvem vzorčenju (začetek junija 2010)

Oznaka rastlinjaka.	Analitska številka	pH (KCl)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	Stopnja preskrbljenosti s fosforjem	K ₂ O (mg/100g)	Stopnja preskrbljenosti s kalijem	Organska snov (%)
1	10-02216	6,9	98	E	90	E	4,2
2	10-02217	7,2	122	E	43	E	3,8
3	10-02218	7,3	357	E	27	C	6,3
4	10-02219	7,9	21	C	20	C	2,4
5	10-02220	7,4	47	E	75	E	4,2
6	10-02221	7,2	184	E	28	C	4,0
7	10-02222	7,5	180	E	21	C	3,6

Priloga A2: Meritve parametrov tal v obravnavanih rastlinjakih ob zadnjem vzorčenju (konec septembra 2010)

Oznaka rastlinjaka	Analitska številka	pH (KCl)	P ₂ O ₅ (mg/100 g tal)	Stopnja preskrbljenosti s fosforjem	K ₂ O (mg/100 g tal)	Stopnja preskrbljenosti s kalijem	Organska snov (%)
1	10-03914	6,9	82	E	46	E	4,2
2	10-03915	7,0	96	E	23	C	3,7
3	10-03916	7,2	430	E	19	B	6,3
4	10-03917	7,8	16	B	12	B	2,1
5	10-03918	7,3	46	E	37	D	5,2
6	10-03919	7,1	172	E	15	B	3,6
7	10-03920	7,6	201	E	14	B	3,9

Priloga A3: Stopnja preskrbljenost tal s P₂O₅ in K₂O po AL – metodi v lahkih tleh v globini oranja

Oznaka	mg P ₂ O ₅ /100 g tal	mg K ₂ O/100 g tal	Stanje preskrbljenosti tal
A	<6	<10	siromašno
B	6 – 12	10 – 19	srednje preskrbljeno
C	13 – 25	20 – 30	dobro (cilj dosežen)
D	26 – 40	31 – 40	prekomerno
E	> 40	> 40	ekstremno

PRILOGA B

Vsebnost nitratnega dušika v obravnavanih rastlinjakih

Priloga B1: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 1

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO ₃ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (kg/ha)
10-02216	02. 06. 2010	65	273
10-02287	15. 06. 2010	24,4	102
10-02399	28. 06. 2010	40,2	169
10-02488	09. 07. 2010	49,2	207
10-02581	21. 07. 2010	33	139
10-02984	04. 08. 2010	74,5	313
10-03410	16. 08. 2010	108,4	455
10-03505	30. 08. 2010	90,3	379
10-03726	09. 09. 2010	33,4	140
10-03914	23. 09. 2010	27,6	116

Priloga B2: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 2

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO ₃ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (kg/ha)
10-02217	02. 06. 2010	21,7	91
10-02288	15. 06. 2010	6,8	29
10-02400	28. 06. 2010	7,7	32
10-02489	09. 07. 2010	37,9	159
10-02582	21. 07. 2010	41,1	173
10-02985	04. 08. 2010	12,7	53
10-03411	16. 08. 2010	22,1	93
10-03506	30. 08. 2010	7,2	30
10-03727	09. 09. 2010	7,2	30
10-03915	23. 09. 2010	3,6	15

Priloga B3: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 3

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO ₃ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (kg/ha)
10-02218	02. 06. 2010	108,4	455
10-02289	15. 06. 2010	75	315
10-02401	28. 06. 2010	35,7	150
10-02490	09. 07. 2010	73,6	309
10-02583	21. 07. 2010	11,7	49
10-02986	04. 08. 2010	49,7	209
10-03412	16. 08. 2010	8,6	36
10-03507	30. 08. 2010	52,4	220
10-03728	09. 09. 2010	33,9	142
10-03916	23. 09. 2010	6,8	29

Priloga B4: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 4

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO ₃ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (kg/ha)
10-02219	02. 06. 2010	117,4	493
10-02290	15. 06. 2010	60,1	252
10-02402	28. 06. 2010	37	155
10-02491	09. 07. 2010	234,8	986
10-02584	21. 07. 2010	112,9	474
10-02987	04. 08. 2010	76,8	323
10-03413	16. 08. 2010	48,3	203
10-03508	30. 08. 2010	61,4	258
10-03729	09. 09. 2010	85,8	360
10-03917	23. 09. 2010	27,6	116

Priloga B5: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 5

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO ₃ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (kg/ha)
10-02220	02. 06. 2010	162,6	683
10-02291	15. 06. 2010	17,6	74
10-02403	28. 06. 2010	48,8	205
10-02492	09. 07. 2010	73,2	307
10-02585	21. 07. 2010	37,5	158
10-02988	04. 08. 2010	90,3	379
10-03414	16. 08. 2010	23,9	100
10-03509	30. 08. 2010	32,5	137
10-03730	09. 09. 2010	144,5	607
10-03918	23. 09. 2010	74,5	313

Priloga B6: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 6

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO ₃ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (kg/ha)
10-02221	02. 06. 2010	63,7	268
10-02292	15. 06. 2010	5,4	23
10-02404	28. 06. 2010	40,2	169
10-02493	09. 07. 2010	60,5	254
10-02586	21. 07. 2010	56,9	239
10-02989	04. 08. 2010	58,3	245
10-03415	16. 08. 2010	19,4	81
10-03510	30. 08. 2010	19,9	84
10-03731	09. 09. 2010	56,9	239
10-03919	23. 09. 2010	15,4	65

Priloga B7: Vsebnost nitratnega dušika v rastlinjaku z oznako 7

Analitska številka	Datum vzorčenja	NO₃-N (mg/kg)	NO₃-N (kg/ha)
10-02222	02. 06. 2010	140	588
10-02293	15. 06. 2010	36,1	152
10-02405	28. 06. 2010	9,5	40
10-02494	09. 07. 2010	6,8	29
10-02587	21. 07. 2010	16,7	70
10-02990	04. 08. 2010	5,4	23
10-03416	16. 08. 2010	15,4	65
10-03511	30. 08. 2010	42,5	179
10-03732	09. 09. 2010	47,4	199
10-03920	23. 09. 2010	38,8	163

PRILOGA C

Vzorec zapisnika o spremljanju nitratnega dušika v tleh



Kmetijski inštitut Slovenije
1001 Ljubljana, Hacquetova 17, Slovenija
Tel. +386 1 / 2805-262, p.p. 2553
Telefex +386 1 / 2805-255

SPREMLJANJE NITRATNEGA DUŠIKA V TLEH V RASTLINJAKIH

PODATKI O LASTNIKU RASTLINJAKA

Ime in priimek _____
Naslov _____
Pošta _____
Telefon _____

PODATKI O RASTLINJAKU

Domaća ime _____

GERK _____

PODATKI O RABI TAL

Oznaka rastlinjaka

PODATKI O VZORČENJU

Zap. št.	Datum vzorčenja	Anališka številka	Opombe
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

PRILOGA D

Analitsko poročilo merjenih parametrov v rastlinjakih, ki se predloži pridelovalcem



Ljubljana, 18.06.10

POROČILO O PRESKUSU št.: 02216/2010

Opis vzorca: ZEMLJA
+ RASTLINJAK
paradiznik
Ladnik vzorca: [redacted]
Analitska številka: 10192216
Datum prejema vzorca: 03.06.10
Datum izvajanja preskusa: 04.06.10 - 18.06.10

REZULTATI ANALIZE:

Parametr	Enota	Vrednost	Metoda	Referenca
pH v KCl	-	6,9	MET12/001	ISO 10390
P2O5 (dostopni)	mg/100g	98	MET12/016	INTERNA METODA
K2O (dostopni)	mg/100g	90	MET12/017	INTERNA METODA
Organika azov (N=1,724)	%	4,2	MET12/005	ISO 14225
NO3-N (NO-fix)	mg/kg	05,0	MET12/027	INTERNA METODA

Odgovorni analitik:



mag. Vlasta Žnidarič Pongrac, univ. dipl. kem.