

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andrej VONČINA

**OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA KOT GNOJILI
V EKOLOŠKI PRIDELAVI ŠPARGLJA (*Asparagus
officinalis* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Andrej VONČINA

**OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA KOT GNOJILI V EKOLOŠKI
PRIDELAVI ŠPARGLJA (*Asparagus officinalis* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**SHEEP WOOL AND LEATHER WASTE AS FERTILIZERS IN
ORGANIC PRODUCTION OF ASPARAGUS (*Asparagus officinalis* L.)**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija agronomije. Opravljeno je bilo na Centru za pedologijo in varstvo okolja Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Analitsko delo je potekalo v pedološkem laboratoriju, terensko delo pa v Kranju.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala doc. dr. Roka Miheliča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Katja VADNAL
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Marijana JAKŠE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje diplomske naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Andrej Vončina

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 631.147: 635.31: 631.867: 631.559 (043.2)
- KG Gnojenje/gnojila živalskega izvora / organska gnojila / ovčja volna / stružki usnja/ ekološka pridelava / špargelj/beluš / pridelek / kemična sestava / odpadni material
- KK AGRIS F01 / F04
- AV VONČINA, Andrej
- SA MIHELIC, Rok (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- LI 2010
- IN OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA KOT GNOJILI V EKOLOŠKI PRIDELAVI ŠPARGLJA (*Asparagus officinalis* L.)
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XI, 36 [7] str., 10 pregl., 16.sl., 7 pril., 43 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Ovčja volna in ostružki usnja so odpadki, ki nastajajo v industriji usnja. Če usnje strojijo brez kromovih (III) soli, so ti ostanki primerni tudi za uporabo v kmetijstvu, predvsem ekološkem, kjer primanjkuje gnojil z lahko dostopnim dušikom. V poljskem poskusu smo želeli preveriti podatke, da se zmleta ovčja volna in ostružki usnja dobro obnesejo kot gnojilo z veliko dušika, kar je pokazal predhodni lončni poskus (Hodnik in sod., 2008). Te podatke smo želeli potrditi v naravnih razmerah na špargljišču na ekološki kmetiji v Kranju. Čeprav je kmetija ekološka, so bile vrednosti dostopnih P in K v tleh pred poskusom v E razredu. Zasnovali smo bločni poskus s tremi bloki in osmimi obravnavanji, v katere so bili zajeti enkratni, dvakratni in trikratni odmerek ovčje volne in ostružkov usnja, obravnavanje, gnojeno z govejim hlevskim gnojem, ter negnojeno obravnavanje. Odmerke gnojil smo določili tako, da so ustrezali 0, 140, 280 in 560 kg N/ha. smo Z laboratorijskimi analizami smo vzorcem tal in rastlinskim vzorcem izmerili pomembne parametre, kot so vsebnost nitrata, amonija, skupnega dušika, pH, C/N razmerje, vsebnost P in K. Poleg analiz smo še primerjali pridelke šparglja, ki smo jih pobirali v treh terminih v dveh letih. Ugotovili smo, da so se pridelki pri obravnavanjih, gnojenih z ovčjo volno ter ostružki usnja povečali, čeprav razlika med obravnavanji ni značilna. V drugem letu poskusa so se pridelki po obravnavanjih približali pričakovanim, gnojena obravnavanja so imela večje pridelke kot negnojena kontrola. Opazili smo, da se je iz dodanih gnojil sproščal N, saj so imela obravnavanja, gnojena z volno in usnjem, večjo povprečno vrednost nitratnega N v tleh kot obravnavanje, gnojeno s hlevskim gnojem in negnojeno obravnavanje. Vsebnost nitratnega N v rastlinskih vzorcih je bila največja pri prvem vzorčenju, opravljenem 9.5.2008, najmanjša pa drugo leto poskusa, ko obravnavanj nismo gnojili. Pokazalo se je, da je imelo obravnavanje, gnojeno z ovčjo volno (280 kg N/ha) majhno vsebnost nitratnega N v rastlinskih vzorcih, v tleh pa je bila ta vrednost največja, prav tako je bil velik tudi pridelek. To kaže, da sta bili mineralizacija in poraba N pri temu obravnavanju usklajeni. V drugem letu se je s pridelki obravnavanj, gnojenih z ovčjo volno in ostružki usnja, odvzelo več N kot pri negojenem obravnavanju in tudi obravnavanju, gnojenem s hlevskim gnojem, medtem ko se v prvem letu te razlike niso pokazale. Kaže, da so se razlike v mineralizaciji N in posledično tudi odvzemu N med obravnavanji pokazale šele drugo leto. Ob primerjavi pridelkov, nitratnega N v tleh ter odvzema N vidimo, da je predvsem ovčja volna, v neki meri pa tudi ostružki usnja, v tla in posledično v rastline sprostila več N kot negojeno obravnavanje in obravnavanje, gnojeno s hlevskim gnojem, čeprav so se pričakovani rezultati pokazali šele leto po gnojenju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
DC UDC 631.147: 635.31: 631.867: 631.559 (043.2)
CX Plant nutrition / organic fertilizers / waste material / sheep wool / leather waste / organic production / asparagus / crop yields / chemical composition
CC AGRIS F01 / F04
AU VONČINA, Andrej
AA MIHELIC, Rok (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
PY 2010
TI SHEEP WOOL AND LEATHER WASTE AS FERTILIZERS IN ORGANIC ASPARAGUS (*Asparagus officinalis* L.) PRODUCTION
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XI, 36 [7] p., 10 tab., 16 fig., 7 ann., 43 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Sheep wool and leather waste are waste materials produced by leather industry. If leather is processed without chrome (III) salts, this waste material could be utilized by agriculture, especially organic farms, where fertilizers with easily available nitrogen are not that common. In our field trial we wanted to confirm the data from the pot trial, conducted by Center za pedologijo in varstvo okolja (Hodnik et al., 2008) that show that sheep wool and leather waste are a good source of nitrogen. We tested the fertilizers on an asparagus field, a part of an organic farm near Kranj. Even though the farm is organic, the phosphorus and potassium levels were very high. We designed a 3 block experiment with 8 treatments, 3 of them fertilized with sheep wool, 3 fertilized with leather waste, a treatment fertilized with cow manure and an unfertilized treatment. The amount of fertilizer (sheep wool and leather waste) was equal to 140, 280 and 560 kg N/ha. Some of the components of the soil samples and plant material, picked in the trial, were analyzed on NO₃-N, NH₄-N, total nitrogen, P, K, C/N ratio. We also compared the yield of the treatments. The yield of the treatments, fertilized with sheep wool and leather waste was higher, though the difference between treatments wasn't significant. Nitrate N level in soil samples was higher in treatments, fertilized with sheep wool and leather waste. Level of nitrate N in plant samples was the highest in the samples, picked in the first picking (9.5.2008) and in the second year the level went down. Treatment, fertilized with sheep wool, equal to 280 kg N/ha, had the lowest concentration of nitrate N in plant samples, but the highest concentration in soil samples. The yield of the treatment was also high. Mineralization and uptake of N in that treatment were probably well balanced. In the second year of the trial there was a greater uptake of N from the soil of treatments, fertilized with sheep wool and leather waste than from the soil fertilized with manure and the unfertilized treatment. It looks like the differences in the mineralization and consequently the uptake of N didn't show before the second year of the trial. When comparing the yield, nitrate N in soil and the N uptake, we can see, that sheep wool and, in some cases leather waste released more N in the soil than manure, but that didn't show until the second year.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
ZAHVALA	VII
PRILOGE	VII
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
1 UVOD	1
1.1 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.2 CILJ NALOGE	1
2.1 OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA	2
2.1.1 Strojenje usnja	2
2.1.2 Lončni poskus	3
2.2 ŠPARGELJ	3
2.3 DUŠIK	4
2.3.1 Kroženje dušika	4
2.3.2 Gnojenje z N	5
2.4 EKOLOŠKO KMETIJSTVO	6
2.4.1 Gnojenje v ekološkem kmetijstvu	7
3 MATERIAL IN METODE	9
3.1 LOKACIJA POSKUSA	9
3.2 TALNE RAZMERE	9
3.3 KLIMATSKE RAZMERE	9
3.3.1 Temperatura	9
3.3.2 Padavine	9
3.3.3 Trajanje sončnega obsevanja	9
3.4 POSTAVITEV POSKUSOV	10
3.5 DELO NA TERENU	11

3.5.1	Gnojenje	11
3.5.2	Obdelava tal	11
3.5.3	Vzorčenje tal	11
3.5.4	Pobiranje špargljev	11
3.6	DELO V LABORATORIJU	12
3.6.1	Mehanska analiza tal	12
3.6.2	Meritev NO₃-N in NH₄-N v talnih in rastlinskih vzorcih	12
3.6.3	Meritev električne prevodnosti v talnih vzorcih	13
3.6.4	Meritev pH v talnih vzorcih	13
3.6.5	Meritev kalija in fosforja	14
3.6.6	Meritev skupnega dušika v talnih vzorcih	14
3.6.7	Meritev organske snovi tal	14
3.6.8	Odvzem N	14
4	REZULTATI	15
4.1	PRIDELKI	15
4.2	NITRATNI DUŠIK V TLEH	17
4.3	AMONIJSKI DUŠIK V TLEH	18
4.4	VNEŠENI DUŠIK V TLEH	19
4.5	SKUPNI DUŠIK V TLEH	21
4.6	VSEBNOST OGLJIKA V TLEH	21
4.7	C/N RAZMERJE	21
4.8	NITRATNI DUŠIK V RASTLINSKIH VZORCIH	22
4.9	SKUPNI N V RASTLINSKIH VZORCIH	23
4.10	FOSFOR IN KALIJ V TLEH	24
4.11	PH VREDNOST	25
4.12	ELEKTRIČNA PREVODNOST	25
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	26
5.1	RAZPRAVA	26
5.1.1	Pridelki	26
5.1.2	Vnešeni dušik	26
5.1.3	Nitratni dušik v tleh	27
5.1.4	Amonijski dušik v tleh	27
5.1.5	Skupni dušik v tleh	27

5.1.6	Vsebnost ogljika v tleh	28
5.1.7	C/N razmerje tal	28
5.1.8	Nitratni dušik v rastlinskih vzorcih	28
5.1.9	Skupni dušik v rastlinskih vzorcih	29
5.1.10	Ostale analize	29
5.1.11	Problematika pobiranja špargljev	29
5.2	SKLEPI	30
6	POVZETEK	31
7	VIRI	32
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Primerjava klasične in okolju prijazne pridelave usnja (IUV ..., 2007)	3
Preglednica 2: Obseg nasadov špargljev v Sloveniji do leta 2006 (Pridelava zelenjadnic ..., 2010)	4
Preglednica 3: Oznake obravnavanj, količina dodanega gnojila ter količina dodanega N	10
Preglednica 4: Datumi vzorčenja parcel	11
Preglednica 5: Čas pobiranja špargljev	12
Preglednica 6: Nabrani šparglji (kg/obravnavanje) po blokih	15
Preglednica 7: Razvrstitev obravnavanj v skupine glede na vsebnost NO ₃ -N v tleh (LSD test)	18
Preglednica 8: Povprečne vrednosti fosforja in kalija v tleh po datumih vzorčenja	24

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Simulacija mineraliziranega N in N, sprejetega v rastline v rastni dobi (Pang in Letey, 2000)	8
Slika 2: Postavitev poskusa po blokkih in obravnavanjih	10
Slika 3: Nabrani pridelek špargljev v letu 2008 (kg/obr.) po obravnavanjih	16
Slika 4: Nabrani pridelek špargljev v letu 2009 (kg/obr.) po obravnavanjih	16
Slika 5: Vrednosti NO ₃ -N v tleh po datumih vzorčenja	17
Slika 6: Povprečje vsebnosti NO ₃ -N v tleh po obravnavanjih	18
Slika 7: Vrednost NH ₄ -N v tleh po datumih vzorčenja	19
Slika 8: Povprečna količina NO ₃ -N v tleh v odvisnosti od vnosa različnih količin N v tla z gnojenjem	19
Slika 9: Povprečni pridelek (kg/obravnavanje) v letu 2008 v odvisnosti od vnosa N v tla (kg/ha)	20
Slika 10: Povprečni pridelek (kg/obravnavanje) v letu 2009 v odvisnosti od vnosa N v tla (kg/ha)	20
Slika 11: Gostota porazdelitve vzorcev C/N analiz	21
Slika 12: Vrednosti NO ₃ -N obravnavanj rastlinskih vzorcev po datumih vzorčenja	22
Slika 13: Vsebnost NO ₃ -N (mg/kg) v rastlinskih vzorcih glede na obravnavanja	22
Slika 14: Skupni dušik (%) v rastlinskih vzorcih – povprečje treh vzorčenj v odvisnosti od vnosa N (kg/ha)	23
Slika 15: Odvzem N (g) s pridelkom po obravnavanjih v letu 2008	23
Slika 16: Odvzem N (g) s pridelkom po obravnavanjih v letu 2009	24
Slika 17: Primerjava EC (mS/cm) in NO ₃ -N v tleh (mg/100g tal) med obravnavanji pri vzorčenju 12.6.2008	25

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Analize vzorcev tal: NO₃-N

PRILOGA B: Analize rastlinskih vzorcev: NH₄-N

PRILOGA C: Analiza vzorcev tal: skupni N, skupni C, C/N razmerje, EC

PRILOGA D: Analiza vzorcev tal: fosfor, kalij

PRILOGA E: Analiza rastlinskih vzorcev: NO₃-N, skupni N

PRILOGA F: Pridelek (kg/ha), odvzem N na parcelo (g), odvzem N (kg/ha) po letih

PRILOGA G: Analize varianc (ANOVA)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

sod.	sodelavci
pH	reakcija tal - stopnja kislosti ali alkalnosti tal
EC	električna prevodnost
SIST	Slovenski inštitut za standardizacijo
ISO	Mednarodna organizacija za standardizacijo (International Organization for Standardization)
NO ₃ - N	nitratni dušik
NH ₄ - N	amonijski dušik
ARSO	Agencija Republike Slovenije za Okolje
M	molarno
P ₂ O ₅	fosforjev pentoksid
K ₂ O	kalijev oksid
CaCl ₂ ·2H ₂ O	kalcijev klorid
HCl	vodikov klorid
GVŽ	glava velike živine
NO ₂ ⁻	nitritni ion
NO ₃ ⁻	nitratni ion
NH ₄ ⁺	amonijev ion
Na ₂ S	natrijev sulfid
NaSH	natrijev hidrosulfid
GSO	gensko spremenjen organizem
APEO	alkilfenol etoksilat
EDTA	etilen-diamin-tetraacetat
HNO ₃	dušikova kislina
mS	milisiemens

1 UVOD

Število kmetovalcev, ki prehajajo iz konvencionalnih na ekološko tehnologijo pridelave rastlin in reje živali, je vsako leto več. Ekološki kmetje se soočajo z veliko omejitvami, ena od teh je tudi prepoved uporabe sintetičnih mineralnih gnojil. Posledica tega je pogosto pomanjkanje gnojil z lahko dostopnim dušikom.

Organska gnojila vsebujejo veliko organskega dušika, vendar pa se ta ne mineralizira dovolj hitro, da bi zadostil potrebam rastlin v kritičnih obdobjih (Pang in Letey, 2000). Zato je potreba po gnojilu, ki bi zapolnilo ta primanjkljaj in bilo hkrati dostopno ekološkim kmetijam, kar velika.

Ker pa v ekološkem kmetijstvu ni veliko izbire pri uporabi gnojil (Uredba komisije (ES) št. 889..., 2008), bi lahko bila dodatna možnost tudi uporaba stranskih proizvodov usnjarske industrije, ki običajno neuporabljeni končajo na deponijah. Dva taka ostanka ekološkega pridelovanja usnja, ki smo ju testirali v poljskem poskusu, sta ekološko pridelana ovčja volna ter ostružki usnja. V predhodnem lončnem poskusu, ki ga je izvedel Center za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, sta se izkazala za dober vir dušika (Hodnik in sod, 2008). Zaradi tehnologije, uporabljene pri predelavi kože, ne vsebujeta težkih kovin ali sintetičnih sredstev in sta kot taka primerna tudi za uporabo v ekološkem kmetijstvu.

V poljskem poskusu smo preverili, ali se ostanki pri pridelavi šparglja na polju obnesejo tako dobro, kot v umetnih razmerah lončnega poskusa.

1.1 DELOVNA HIPOTEZA

Ovčja volna in ostružki usnja so dober vir dušika v tleh.

Šparglji naj bi se s količino pridelka ter vsebnostjo nitratov v mladih poganjkih odzivali na gnojenje s temi stranskimi proizvodi usnjarske industrije.

1.2 CILJ NALOGE

Gnojila preizkusiti v poljskem poskusu, v naravnih razmerah, ter jih primerjati z obravnavanjem, gnojenim s hlevskim gnojem.

S pomočjo rezultatov analiz vzorcev tal ter rastlinskih vzorcev primerjati obravnavanja med seboj.

Preveriti, če so pridelki špargljev večji pri obravnavanjih, gnojenih z ostanki pridelave usnja, kot pri obravnavanju, ki ni gnojeno, in obravnavanju, gnojenem s hlevskim gnojem.

2 PREGLED OBJAV

2.1 OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA

Tipični stranski proizvodi industrije usnja, kot so ostanki usnja, odpadna volna se danes večinoma deponirajo na odlagališča ter tam zaključijo svojo pot. Iz teh odpadkov ne moremo več izkoristiti hranil, ki jih vsebujejo. Alternativna, bolj okolju prijazna možnost je, da jih uporabimo kot gnojila. Vsem tem stranskim proizvodom je skupno, da so bolj bogata z organskim N (več kot 5%) in C (30-50%) od hlevskega gnoja in komposta. (Baker, 1991)

V raziskavi v Bolgariji (Nustorova in sod., 2005) so rezultati pokazali, da hidrolizat ovčje volne izboljšuje rastne razmere, saj se je povečala vsebnost skupnega N, C in povečalo C/N razmerje. Dodatek hidrolizirane volne je tudi izboljšal vznik in rast rastlin.

Tudi poskus na blitvi in baziliki z dodatkom neoprane in nerazrezane ovčje volne je pokazal podobne rezultate (Zheljazkov in sod., 2009). Vrednost $\text{NH}_4\text{-N}$ in $\text{NO}_3\text{-N}$ v substratu se je pri obravnavah z ovčjo volno povečala.

Uporaba hidroliziranega usnja za gnojenje se je izkazala kot dobra rešitev, saj se je vsebnost organskega N v tleh povišala in s tem se je povečala tudi rodovitnost tal (Govi in sod., 1998).

2.1.1 Strojenje usnja

Če bi hoteli odpadke usnja, pridelanega po normalnih postopkih, uporabiti za gnojilo pri ekološkem kmetijstvu, bi naleteli na okoljski problem.

Za običajno strojenje kož se uporabljajo kromove (III) soli. Kromove soli kot težke kovine in zaradi potencialne nevarnosti oksidacije v kancerogeni krom (VI) postajajo vedno bolj vprašljive za uporabo v usnjarski industriji (Blackman in Kildegaard, 2003). Enako velja za barvila, ki vsebujejo težke kovine. Poleg kroma so to pogosto še kobalt, nikelj, baker itd.

Iz 1 tone soljenih kož dobimo okoli 200 kg usnja in okoli 600 kg odpadkov. Ostalo se izgubi v odpadni vodi. Letno v industriji usnja v svetu proizvedejo okoli 600.000 ton odpadkov (Cabeza in sod., 1998).

Čeprav v svetu več kot 95 % usnja ustrojijo s kromovimi (III) solmi, so nekatere družbe želele poizkusiti druge, manj nevarne načine strojenja. S tem so želele postati odgovornejše do okolja, delavcev in kupcev usnja.

S prenehanjem uporabe kromovih soli za strojenje in barvil s težkimi kovinami za barvanje se odprejo tudi druge možnosti za uporabo odpadkov, ki nastanejo v proizvodnji usnjenih izdelkov. - Ena takih možnosti je tudi uporaba odpadkov za gnojilo v kmetijstvu, še posebej v ekološkem kmetijstvu. Ker se večina odpadkov lahko porabi, se s tem zmanjša tudi potreba po odlaganju odpadkov na deponije (IUV ..., 2007).

Preglednica 1: Primerjava klasične in okolju prijazne pridelave usnja (IUV ..., 2007)

	Surovina	Luženje	Strojenje	Mehanske operacije	Barvanje	Dodelava
Klasična pridelava usnja	Klasična vzreja živali	Uporaba Na ₂ S, NaSH, encimov iz GSO, APEO, EDTA	Amonijeve soli za razluženje, kromove soli za strojenje	Odlaganje ostružkov in obreznin na deponije	Uporaba sintetičnih barvil, nekatera s težkimi kovinami	Sintetični polimeri, organski laki in tiski
Okolju prijazna pridelava usnja	Ekološka vzreja živali	Brez sulfida, encimov iz GSO, APEO in EDTA	Razluževanje brez amonijevih soli, za strojenje naravna strojila	Minimiziranje odpadkov	Uporaba naravnih barvil in masti	Naravna sredstva, kot so voski, sojino mleko

2.1.2 Lončni poskus

V lončnem poskusu, ki ga je predhodno opravil Center za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti (Hodnik in sod., 2008), so se ostanki, kot so neoprana ovčja volna, jelenje dlake in ostružki usnja, pridobljeni pri ekološki izdelavi usnja, izkazali kot kakovostna organska gnojila, ki po analizah ne prekoračujejo mejnih vrednosti za uporabo v ekološkem kmetijstvu.

-V študiji ni bilo ugotovljenih negativnih učinkov gnojil na tla ali rastline, ugotovili pa so še, da ovčja volna in v neki meri tudi ostružki usnja izboljšujejo zadrževalno kapaciteto substrata za vodo.

Vsi dodatki zemlji v vseh odmerkih so v nasprotju z negnojeno kontrolo povzročili, da se je nitrat v tleh nakopičil. To pomeni, da so ti stranski proizvodi dober vir mineralnega dušika. Dušično delovanje je hitro in izdatno predvsem pri ovčji volni, počasnejše pa pri ostružkih usnja.

Glavno testiranje je bil lončni poskus v 25 l loncih, napolnjenih z zemljo, dodanimi gnojili in odvodom za odcedno vodo. V lonce so posejali oves. Pridelek je bil pri vzorcu, gnojenem z ovčjo volno celo večji kot pri obravnavanju, gnojenem z mineralnim gnojilom. Dodatek usnja je dal manjši pridelek od obravnavanja z dodanim mineralnim gnojilom, vendar še vedno več od negnojene kontrole.

2.2 ŠPARGELJ

Špargelj (*Asparagus officinalis* L.) je zelnata trajnica. Gojimo jo zaradi njenih mladih omesenelih poganjkov, ki se razvijejo iz podzemnega rizoma (Osvald in Kogoj - Osvald, 2005). Zadnja leta postaja pridelava tudi pri nas vse bolj zanimiva (preglednica 2) tudi zaradi različnih študij, ki govorijo o potencialu šparglja za zdravje. Špargelj je v svetu znan kot rastlina, ki po zaužitju deluje kot diuretik (Combent in sod., 2005), vsebuje pa tudi veliko glutationa, antioksidanta, ki ima vlogo pri zaščiti telesa pred prostimi radikali (Saito, 2000, cit. po Shalaby, 2004)

Preglednica 2: Obseg nasadov špargljev v Sloveniji do leta 2006 (Pridelava zelenjadnic ..., 2010)

Leto	2000	2003	2006
Nasadi (ha)	18,4	19,3	25,8

Rastline gojimo v vrstah, oddaljenih 2,5 m med seboj, saj se koreninski sistem močno razraste. Komericalno špargelj gojimo 10 -15 let, lahko tudi do 20 let (Lešić in sod., 2002).

Po tehnologiji pridelovanja ločimo zeleni in obeljeni špargelj – beluš. Pri zelenemu šparglju pobiramo poganjke, ki zrastejo iz zemlje in so zelene barve, pri obeljenemu šparglju pa nagrinjamo zemljo, ki prepreči stik poganjka s svetlobo, zato pobiramo obeljene – etiolirane poganjke (Osvald in Kogoj - Osvald, 2005).

Najbolj primerna tla za gojenje šparglja so srednje težka tla. Za gojenje obeljenega šparglja pa so najprimernejša peščena tla. Za rast so najboljša nevtralna ali rahlo bazična tla, uspeva tudi v kislih tleh do pH 5,0. Špargelj lahko gojimo tudi na rahlo slanih tleh, zato je pridelava mogoča tudi na območjih ob morju (Lešić in sod., 2002).

Nasad šparglja pred sajenjem obilno pognojimo z organskim gnojilom. V letih koriščenja nasad vsako drugo leto pognojimo spomladi ob obdelavi špargljišča s hlevskim gnojem ali kompostom za zračnost tal, dognojujemo tudi z mineralnimi gnojili. Nasad šparglja za uspešno rast letno potrebuje 120 do 150 kg/ha dušika, 100 do 150 kg/ha fosforja in 100 do 120 kg/ha kalija (Osvald in Kogoj - Osvald, 2005).

Ekološko pridelovanje šparglja ima v svetu veliko prihodnost, saj trg ekološko pridelanih rastlin raste (Lorlowhakarn in sod., 2008). Vendar pa je razvijanje prave tehnologije za ekološko pridelovanje večletne rastline, kjer uporaba kolobarja ni mogoča, še vedno v začetnih fazah (Watson in sod., 2002).

Študija kakovosti špargljev je pokazala, da je prekomerno gnojenje z dušikom povzročilo povišanje vrednosti nitratov v poganjkih šparglja in s tem zmanjšalo njihovo kakovost (Shalaby, 2004).

2.3 DUŠIK

Dušik je eno najpomembnejših hranil in je potreben za preživetje vseh živih bitij. Je sestavni del aminokislin, nukleinskih kislin, fitohormonov in encimov. Je življenjskega pomena za rastline, ki ga potrebujejo več kot kateregakoli elementa v tleh (Mihelič, 2002).

2.3.1 Kroženje dušika

Kar 78% atmosfere predstavlja dušik, vendar ga rastline neposredno ne morejo uporabiti za svojo rast in razvoj (Leskošek, 1993). Največ dušika v tleh izvira prav iz atmosferskega dušika, ki ga prostoživeči ali simbiotski mikroorganizmi vežejo iz zraka. Od prostoživečih so najpomembnejše modrozelenne alge iz družine *Nostocaceae*, fotosintetske bakterije iz rodu *Rhodospirillum* ter bakterije iz rodu *Clostridium*. Ti mikroorganizmi letno fiksirajo od

20-50 kg/ha N. Pomembnejše za kmetijstvo so simbiotske bakterije, predvsem rod *Rhizobium*, ki iz zraka letno vežejo 50 - 300 kg N (Zupan in sod., 2002).

Tako vezan organski N v obliki aminoskupin in proteinov postane del organske snovi – humusa v tleh. V tleh je običajno od 3.000 do 10.000 kg N/ha (Sustaining fertile ..., 2006). Ponavadi ga je 90-95% v organski obliki.

Organski dušik pa je slabo dostopen za rastline, zato mora prej poteči še proces mineralizacije dušika. Vsako leto se mineralizira približno 2% organskega N (Sustaining fertile ..., 2006). Stopnja mineralizacije je odvisna predvsem od C/N razmerja. Če je razmerje ozko, poteka mineralizacija, če pa je razmerje široko, pa poteče mineralizaciji obraten proces, to je biološka vezava dušika (Tremblay, 2001).

NH_4^+ se sprosti iz organskih spojin, nato ga mikroorganizmi v procesu, ki ga imenujemo nitrifikacija, oksidirajo do nitrata. Proces poteka v dveh stopnjah:

1. oksidacija amonijskega iona (NH_4^+) do nitrita (NO_2^-) - sodelujejo bakterije iz rodu *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus* in *Nitrosospira*
2. oksidacija nitrita (NO_2^-) do nitrata (NO_3^-)

NO_3^- in NH_4^+ rastline lahko uporabijo za svojo prehrano in jih vežejo v organske spojine.

Vsega dušika v tleh rastline ne morejo uporabiti, določen del se ga tudi izgubi. Izgube nastanejo s spiranjem pod ornico in z izhlapevanjem. Medtem ko se npr. v Quebecu v Kanadi N iz tal izpira v glavnem le zgodaj spomladi in v jeseni (Tremblay, 2001), se pri nas, še posebno v zahodnejših delih Slovenije, zaradi obilnih padavin izpira tudi med rastno dobo (Leskošek, 1993).

V anaerobnih razmerah se nitrat izgublja iz tal v procesu denitrifikacije. Le ta poteka zaradi nekaterih mikroorganizmov, npr. rod *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, ki uporabijo nitrat za dihanje, ko na razpolago ni kisika – anaerobni pogoji. Pri denitrifikaciji se NO_3^- pretvori v N_2 , ki izhlapi v atmosfero (Zupan in sod., 2002). Proces je bolj pogost v tleh s pomanjkanjem kisika, kot so barja, šotnata tla ter slabo odcedna tla (Tremblay, 2001). Ugodne razmere so temperatura nad 25 °C, nevtralen pH, zadostna količina organske snovi ter primerna vlažnost.

2.3.2 Gnojenje z N

Dušik je hranilo, ki se največkrat aplicira na kmetijska zemljišča, saj so zaloge v tleh velikokrat nezadostne za optimalno preskrbo rastlin z njim (Clark in sod., 1999). Dušik, ki ga uporabimo za gnojenje, rastline sprejmejo v sorazmerno kratkem času v primerjavi z drugimi elementi, zato gnojimo na kratek rok (Leskošek, 1993). Na kratek rok gnojimo tudi zato, ker je N, predvsem v nitratni obliki, bolj podvržen spiranju. Tudi zato veljajo omejitve glede gnojenja z živinskimi gnojili, pri katerih lahko v tla vnesemo 170 kg N/ha naenkrat (Poročilo ..., 2008). Najboljša rešitev za ugotavljanje potreb po hranilih za posamezne rastline ter za strokovno gnojenje z organskimi in mineralnimi gnojili je izdelava gnojilnega načrta (Leskošek, 1993).

Če rastlinam primanjkuje dušika, ostane njihovo listje majhno in blede-zeleno ter porumeni. Gnojenje z N pospešuje nastajanje klorofila, zato je listje temno zeleno (Leskošek, 1993).

Večino rastlin v vrtnarstvu pridelajo v intenzivnih kolobarjih, ki zahtevajo velike vnose N, da bi obdržali kakovost ter količino pridelka, zahtevano s strani kupcev. N, dodan zelenjadnicam, se porablja zelo neučinkovito, zato velikokrat prihaja do onesnaženja tal, podtalnice (Schmutz in sod., 2004).

Ena izmed negativnih posledic prekomernega gnojenja z dušikom pa je tudi kopičenje nitratov v rastlinah, kar se posebej zgodi ob pomanjkanju svetlobe (Leskošek, 1993).

2.4 EKOLOŠKO KMETIJSTVO

Ekološko kmetijstvo je način kmetijstva in temelji na ravnovesju v sistemu tla-rastline-človeka in na kroženju hranil v njem (Bavec, 2001).

Ekološka pridelava naj bi združevala najboljšo okoljsko prakso, visoko raven biotske raznovrstnosti, ohranjanje naravnih virov, uporabo visokih standardov dobrega počutja živali in način pridelave v skladu z željami nekaterih potrošnikov za proizvode, pridelane z uporabo naravnih snovi in postopkov (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008).

Delež ekološke pridelave v večini članic EU narašča, samo v Sloveniji je od leta 2000 iz 115 kmetij, ki se ukvarjajo z ekološko pridelavo število v letu 2009 naraslo na 1835 (Kmetijska gospodarstva ..., 2010).

Koncept gnojenja v ekološkem kmetijstvu temelji na gnojilih, pridobljenih od živine, rejene na kmetiji, na doma pripravljenem kompostu in na uporabi kupljenih naravnih mineralnih gnojil (superfosfati, roževinasta moka). S temi je ob dobremu kolobarju ter predhodno dobro založeni zemlji mogoče doseči sorazmerno velike pridelke (Leskovšek, 1993).

Osnovne prepovedi v ekološkem kmetijstvu so: uporaba kemično sintetičnih sredstev za varstvo rastlin, uporaba razkuženega semena, uporaba sintetičnih mineralnih gnojil, uporaba sintetičnih dodatkov v krmi, uporaba surovin živalskega izvora v krmilih, uporaba gensko spremenjenih organizmov, preventivno zdravljenje živali s kemoterapevtiki (antibiotiki, kokcidostatiki,...) (Bavec, 2001). Rastline pridobijo hranila, potrebna za svojo rast, predvsem skozi ekosistem in ne prek lahko topnih mineralnih gnojil, ki se dodajajo tlam (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008)

Temelj ekološke pridelave na kmetiji je vzreja živali, saj se prek hlevskega gnoja pridobi večino organske snovi in hranil, potrebnih za rast rastlin. Količina gnoja – iz lastne reje ali dokupljenega - ne smeta preseči vrednosti 2 GVŽ/ha. Količina živalskih gnojil ne sme presegati 50 m³/ha, to je 170 kg N/ha (Bavec, 2001). Poleg tega bi morale biti krmne rastline iz večletnih kolobarjev zaradi manjšega onesnaževanja in manjše izgube hranil porabljene na sami kmetiji ali pa v njeni okolici. Odpadke in stranske proizvode rastlinskega in živalskega izvora bi bilo potrebno reciklirati in ponovno vrniti v tla, da se tja vrnejo hranilne snovi, potrebne za doseganje večjih pridelkov (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008).

Pri izbiri vrst, pasem živali in sort rastlin je pomembno upoštevati njihovo prilagojenost na okolje, odpornost na različne bolezni itd. Za setev v ekološkem kmetijstvu se sme uporabljati ekološko pridelano seme, če tega ni na voljo, je dovoljena uporaba nerazkuženega semena iz konvencionalne pridelave (Bavec, 2001).

Zdravje živali naj bi se ohranjalo s spodbujanjem naravne imunološke zaščite živali, kot tudi s pravilnim izbiranjem pasem. Zdravje rastlin pa v prvi vrsti ohranjamo s preventivnimi ukrepi, kot so izbor sort, odpornih na škodljivce in bolezni, z ustreznim kolobarjem, z mehanskimi in fizičnimi postopki ter z zaščito naravnih sovražnikov škodljivcev (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008).

Proizvodi iz ekološke živinoreje se lahko uporabljajo samo, če so živali že celo življenje bivale na ekoloških gospodarstvih. Živino krmimo s krmo, sestavljeno iz sestavin ekološkega izvora in naravnih snovi nekmetijskega izvora. Živalim z redno telesno aktivnostjo, po potrebi z dostopom do pašnih površin krepimo imunski sistem in povečujemo naravno zaščito pred boleznimi (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008). V ekološki reji živali je omejeno število živali 2GVŽ/ha (Bavec, 2001).

2.4.1 Gnojenje v ekološkem kmetijstvu

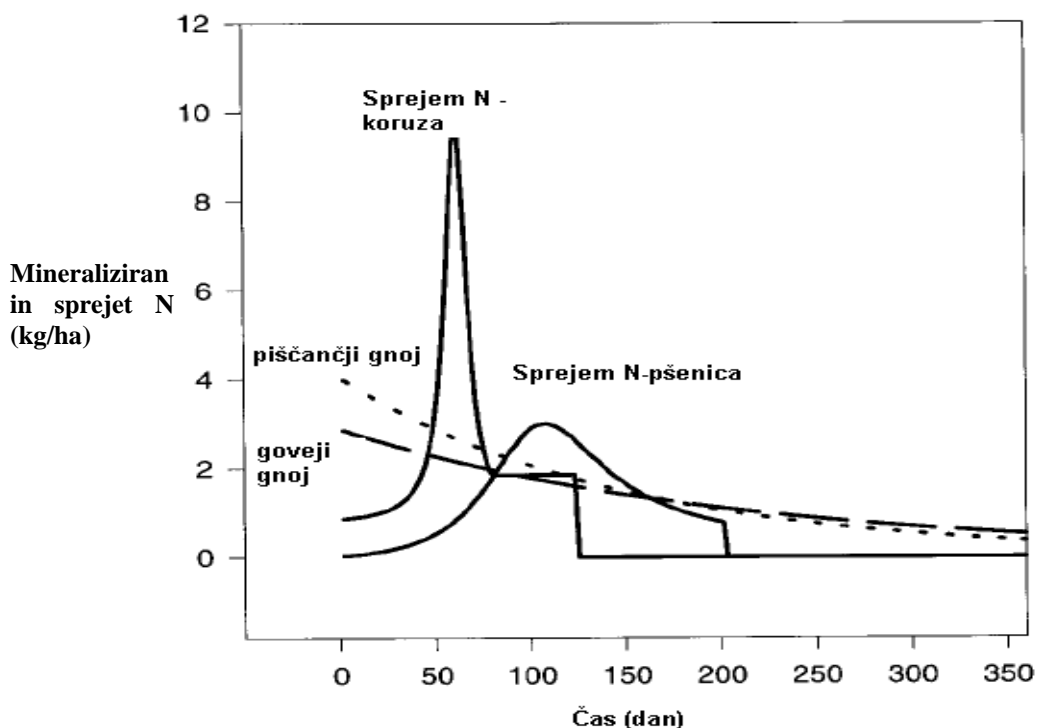
V ekološki pridelavi rastlin uporabljajo postopke obdelovanja zemlje in gojenja rastlin, ki ohranjajo in povečujejo vsebnost organske snovi v tleh, povečujejo stabilnost in biotsko raznovrstnost tal ter preprečujejo zbitost in erozijo (pravilna obdelava tal, pravilno gnojenje, zaoravanje organske snovi, mulčenje, zastiranje golih tal, ...) (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008). V kolobarju, pomembnem delu ekološke pridelave rastlin, uporabljajo stročnice zaradi zviševanja N v tleh, s kolobarjem tudi v čim večji meri izkoristimo dostopna hranila v tleh (Sustaining fertile ..., 2006). Za izboljšanje rodovitnosti in biološke aktivnosti v tleh je pomembno tudi uporaba hlevskega gnoja ali drugih organskih materialov iz ekološke pridelave.

Dovoljeni proizvodi ali stranski proizvodi živalskega izvora kot gnojila in dodatki za izboljšanje tal (Uredba komisije (ES) št. 889 ..., 2008):

krvna moka	}	Najvišja koncentracija kroma (VI) v mg/kg suhe snovi: 0
moka iz parkljev		
moka iz rogov		
kostna moka		
deželatinirana kostna moka		
ribja moka		
mesna moka		
moka iz perja, dlake in „chiquette“		
volna		
krzno		
dlaka		
mlečni izdelki		

V 21-letni primerjalni študiji so primerjali ekološko, biodinamično in konvencionalno kmetovanje. Izračunali so, da je vnos N, P, K v ekoloških sistemih 34-51 % manjši od tistega v konvencionalnih, medtem ko je bil pridelek le 20 % manjši. To nakazuje na učinkovitejše kmetovanje. Mikrobna aktivnost je večja v tleh, ki so obdelana po načelih ekološkega kmetovanja, tudi raznovrstnost mikrobne populacije je večja v tleh, obdelanih na ekološki način (Mäder in sod., 2002).

Pri gnojenju z organskimi gnojili velikokrat prihaja do pomanjkanja dostopnega dušika predvsem takrat, ko ga rastline najbolj potrebujejo (Pang in Letey, 2000). Z računalniško simulacijo (Slika 1) so na poskusu s korožo in pšenico, gnojenima z govejim in piščančjim gnojem pokazali, da se ob času, ko rastline za svojo rast potrebujejo največ dušika, ne mineralizira dovolj organskega dušika, da bi zadovoljil potrebe rastlin. Zato je pomembno pravilno gnojenje ter kolobar, ki vključuje metuljnice (Kayser in sod., 2009).



Slika 1: Simulacija mineraliziranega N in N, sprejetega v rastline v rastni dobi (Pang in Letey, 2000)

3 MATERIAL IN METODE

3.1 LOKACIJA POSKUSA

Poskus je potekal v letih 2008 in 2009 na 3 leta staremu špargljišču (zeleni špargelj) v Kranju na posesti kmetije, ki se ukvarja z ekološko pridelavo rastlin in živali.

3.2 TALNE RAZMERE

Tla, kjer je bil zasnovan poskus, so rjava evtrična na prodih in peskih. Tekstura tal je ilovnata. Skeleta je v ornici okoli 20 %, vendar z globino hitro narašča. Horizonti si sledijo v naslednjem zaporedju: AP (0-25 cm), AB (20-40 cm) in BC (40-60 cm). Tla vsebujejo približno 7,5 % organske snovi, pH tal je 6,9. Tla so zračna, strukturno obstojna in dobro odcedna. Kapaciteta tal za zadrževanje vode je relativno dobra, vendar zaradi plitvosti tal in deleža skeleta v celotnem profilu zelo omejena. Efektivna poljska kapaciteta je približno 100 mm (Mihelič, 2004).

3.3 KLIMATSKE RAZMERE

3.3.1 Temperatura

Povprečna temperatura v letu 2008 je bila okoli 1 °C višja od dolgoletnega povprečja. Nadpovprečno je bilo tudi število toplih in vročih dni. Po številu toplih dni je bilo leto 2008 v Ljubljani, od leta 1951 dalje, peto, po številu vročih dni pa sedemnajsto po vrsti. Aprila so bile vremenske razmere z nadpovprečnimi temperaturami v osrednjem in zahodnem delu Slovenije ugodne za rastline. Tudi maj je bil za 1 °C nad povprečjem (letališče Brnik: 16,2 °C). Junija so se vroča obdobja mešala z deževnimi. Leto 2009 je bilo peto zelo toplo leto. V Ljubljani je bila povprečna temperatura 11,7 °C, kar se uvršča na peto mesto, odkar merijo temperaturo. Večina mesecev je bila nadpovprečno toplih, najbolj so izstopali april, maj in avgust (ARSO ..., 2010).

3.3.2 Padavine

Leto 2008 je bilo dobro preskrbljeno s padavinami (letališče Brnik – 1592 mm). Najbolj suha je bila zima, podpovprečne padavine so bile tudi v jeseni. Poleti in spomladi je bilo v večjem delu države več padavin kot v dolgoletnem povprečju. V juliju in avgustu so nastajale nevihte in neurja. Preskrbljenost z vodo je bila v teh mesecih ugodna. Količina padavin je bila v letu 2009 na Gorenjskem malo nad povprečjem (1431 mm). Konec junija, pa tudi julija in avgusta so po Sloveniji divjale nevihte in neurja (ARSO ..., 2010).

3.3.3 Trajanje sončnega obsevanja

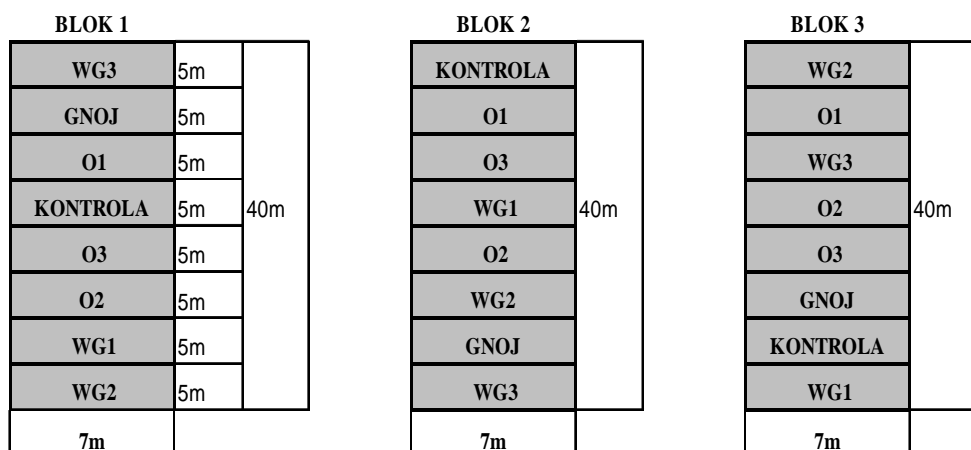
Trajanje sončnega obsevanja je bilo v letu 2008 v zahodni polovici države malo pod povprečjem (v Ljubljani 1824 ur), največji presežki so bili na severovzhodu. Sončnega vremena je bilo povsod več kot običajno v maju in avgustu. Leto 2009 je bilo bolj sončno kot običajno (v Ljubljani 1970 ur). V visokogorju je maja osončenost močno preseгла dolgoletno povprečje, opazen presežek pa je bil tudi avgusta (ARSO ..., 2010).

3.4 POSTAVITEV POSKUSOV

Na bločnem poskusu s 3 bloki smo primerjali učinke dodanih gnojil na rast zelenega šparglja. Zemljišče je bilo dokaj homogeno, zato smo parcele zakoličili po dolžini njive, v parcelo so bile zajete 3 vrste špargljev po širini. Parcelam v bloku smo količino gnojila, ki so ga prejele, določili s slučajno izbiro. V vsakem bloku so bile parcele, gnojene s hlevskim gnojem iz kmetije, različnimi odmerki ovčje volne in usnja ter kontrolno negnojeno parcelo. Poleg označb obravnavanja so pri analizah imele še dodatne označbe bloka (1, 2, 3). Parcele so bile velike 35 m² (5 m x 7 m).

Preglednica 3: Oznake obravnavanj, količina dodanega gnojila ter količina dodanega N

Oznaka	Gnojilo	Količina (t/ha)	Vnešeni N (kg N/ha)
K (Kontrola)	Negnojeno	–	0
G (Gnoj)	Hlevski gnoj	56 t/ha	280
O1	Ovčja volna	1 t/ha	140
O2	Ovčja volna	2 t/ha	280
O3	Ovčja volna	4 t/ha	560
WG1	Ostružki usnja Wet Gold	1,61 t/ha	140
WG2	Ostružki usnja Wet Gold	3,22 t/ha	280
WG3	Ostružki usnja Wet Gold	6,44 t/ha	560



Slika 2: Postavitev poskusa po blokkih in obravnavanjih

3.5 DELO NA TERENU

3.5.1 Gnojenje

Gnojenje smo opravili 15. marca 2008. Odmerke ovčje volne in ostružkov usnja smo ročno enakomerno potresli po parceli, hlevski gnoj smo prav tako čim bolj enakomerno razmetali z vilami.

3.5.2 Obdelava tal

Pred gnojenjem tla v letu še niso bila obdelana. Po končanem gnojenju je gospodar gnojila v tla zadela s krožno brano. Pred začetkom odganjanja poganjkov špargljev iz zemlje je polje obdelal s česalom. Med letom je ob koncu rasti špargljev je gospodar spet uporabil krožno brano, da je onemogočil rast plevelu med vrstami špargljev.

3.5.3 Vzorčenje tal

Tla smo vzorčili šestkrat. Prvič smo vzorce vzeli iz negnojnih tal, ločenih samo na posamezne bloke. Naslednja vzorčenja so potekala na gnojenih tleh. Tla smo vzorčili na globini 0-25 cm z žlebičasto sondo.

Vzorce sem spravil v papirnato vrečko, jo označil in nato dal v sušilno komoro s temperaturo 40 °C za 24 ur. Posušene vzorce sem nato zmel v mlinu za mletje talnih vzorcev. Zmlete vzorce sem presejal na situ s premerom odprtin 2mm ter jih spravil v označene škatlice.

Preglednica 4: Datumi vzorčenja parcel

Datum vzorčenja	Opombe
7.3.2008	Pred gnojenjem, 3 vzorci - 3 bloki
20.4.2008	Združitev 3 ponovitev obravnavanja, vzorci pobrani v začetku pobiranja poganjkov špargljev
12.6.2008	Združitev 3 ponovitev posameznega obravnavanja, po prenehanju pobiranja poganjkov špargljev
1.12.2008	Združitev 3 ponovitev posameznega obravnavanja, v mirovanju tal
19.3.2009	Vzorci ponovitev posameznih obravnavanj, pred začetkom rastne dobe šparglja
14.5.2009	Združitev 3 ponovitev posameznega obravnavanja, v času največje rodnosti

3.5.4 Pobiranje špargljev

Šparglje smo v letu 2008 pobirali v 2 terminih po 5 dni, v letu 2009 pa v 1 terminu, dolgem 4 dni. Tako smo dobili neko povprečno količino pridelka na posamezni parceli. Vsak dan smo pobrali vse poganjke, daljše od 20 cm. Pobirali smo jih z dletom ali pa s škarjami. Na voljo nam je bil tudi električni stroj za nabiranje špargljev, na katerem lahko

sediš in tako hitreje in udobneje pobiraš poganjke. Na vsaki zakoličeni parceli smo pobrali poganjke špargljev, jih stehali in jih prešteli.

Ob koncu pobiranja sem pobral rastlinske vzorce vsake ponovitve za nadaljnje analize. Pobral sem 3 šparglje iz vsake parcele. Rastline sem nato narezal, dal v papirnate vrečke in jih dal v sušilno komoro s temperaturo 40 °C za 24 ur. Ko so bili šparglji suhi, sem jih zmel v kavnem mlinčku in jih spravil v PVC vrečke.

Preglednica 5: Čas pobiranja špargljev

Datum pobiranja špargljev	Št. dni	Opombe
5.5. - 9.5.2008	5	V času največje rodnosti
26.5. - 30.5.2008	5	Ob koncu največje rodnosti
11.5 - 14.5.2009	4	Naknadni učinek gnojenja

3.6 DELO V LABORATORIJU

3.6.1 Mehanska analiza tal

V platenko zatehtamo 10 g tal, prelijemo s 25 ml 0,4 N Na-pirofosfata in pustimo stati preko noči. Naslednji dan stresamo na stresalniku 4 ure. Dobro premešano suspenzijo damo na sito z odprtini, velikimi 0,2 mm in izpiramo z deionizirano vodo tako dolgo, da ostanejo samo še delci, večji od 0,2 mm. Ta grobi pesek stresemo v izparilnico, ga sušimo 1 h na 105 °C in nato stehamo. Suspenzijo, ki je šla skozi sito, damo v valj in prelijemo z vodo do 1000 ml. Valj damo v stresalnik za 3 min. po treh minutah se sedimentacija začne. Po 44 sekundah odpipetiramo prvi vzorec (10 ml) na globini 10 cm in ga prelijemo v izparilnico, kjer ponovimo postopek. Tam so zdaj delci, manjši od 0,05 mm.

Valj ponovno stresamo 3 min in nato po 4 minutah in 27 sekundah usedanja spet odpipetiramo 10 ml suspenzije, kjer se nahajajo delci, manjši od 0,02 mm.

Ponovimo postopek sušenja in tehtanja. Po ponovnem stresanju in po 7 h in 35 min še zadnjič odpipetiramo 10 ml suspenzije, kjer se nahajajo delci, manjši od 0,002 mm, še enkrat damo suspenzijo v izparilnico, posušimo in stehamo (SIST ISO 11277).

Iz dobljenih podatkov o masi posameznih frakcij lahko določimo teksturni razred s pomočjo teksturnega trikotnika.

3.6.2 Meritev NO₃-N in NH₄-N v talnih in rastlinskih vzorcih

3.6.2.1 Princip

Za meritev topnih dušikovih frakcij nitrata in amonija smo ekstrahirali rastlinske in talne vzorce z raztopino kalcijevega klorida in izmerili nitrat oziroma amonij v ekstraktu reflektometrično z uporabo ustreznih, v naprej pripravljenih lističev (MERCK) in reflektrometra Rqflex. Metoda temelji na izmenjavi mineralnih oblik dušika iz sorptivnega dela tal ter talne raztopine v ekstrakcijsko raztopino (SIST ISO 14255).

3.6.2.2 Postopek

Za ugotavljanje nitrata v talnih vzorcih smo zatehtali 3,00 g vzorca ter ga prelili s 30 ml 0,01 M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Za ugotavljanje nitrata v rastlinskih vzorcih smo 1,00 g posušenega rastlinskega vzorca prelili s 100 ml 0,01 M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Vzorce smo nato 2 uri stresali na stresalniku. Po 2 urah smo raztopine filtrirali prek filter papirja (brezdušični) in prvih 15-20 ml filtrata zavrgel. Nato smo v reflektometru pomerili 4 znane vzorce, da smo videli, da je aparat pravilno umerjen. Listič smo pomočili v raztopino, pritisnili tipko na aparatu in listič dobro stresli, da na njem ni ostala odvečna tekočina. Nato smo počakali 60 sekund, listič vstavili v reflektometer ter odčitali rezultat meritve, ki je pokazal vrednost nitrata ($\text{mg NO}_3^-/\text{l}$) v vzorcu. Med meritvami smo reflektometer sprali z deionizirano vodo ter ga občasno testirali.

Za meritev amonija smo vzorec prelili v posodico do oznake 5 ml, dodali 10 kapljic reagenta 1, posodico zaprli ter jo pretresli. Nato smo dodali žličko (priložena) reagenta 2 in spet pretresli. Aparat smo pred meritvami umerili in preizkusili njegovo delovanje. Listič smo pomočil v raztopino ter pritisnili tipko na aparatu, ter počakali 480 s. Po določenem času smo vstavili listič v aparat ter odčitali vrednost ($\text{mg NH}_4^+/\text{l}$), zapisano na ekranu.

3.6.3 Meritev električne prevodnosti v talnih vzorcih

3.6.3.1 Princip

Vzorce ekstrahiramo z destilirano vodo in v ekstrakcijski raztopini izmerimo električno prevodnost (EC) s konduktometrom ISKRA MA 5966 (ÖNORM S 2023; SIST ISO 11265).

3.6.3.2 Postopek

V centrifugirke smo zatehtali 3,00 g vzorca, nato smo vzorec prelili s 30 ml deionizirane vode. Centrifugirke smo zaprli, jih dobro pretresli, da se je omočil ves vzorec in jih dali na stresalnik za 3 ure. Vzorce smo nato filtrirali v epruvete. Uporabili smo filter papir z modrim trakom. Pripravili sem tudi slepi vzorec, katerega EC ni preseгла 1 mS/cm.

Prefiltriranim vzorcem smo izmerili elektroprevodnost. Pomerili smo tudi EC standarda, ki je bil 1,29 mS/cm pri 16 °C. EC vode je bila 0,03 mS/cm. Vse meritve smo opravili dvakrat.

3.6.4 Meritev pH v talnih vzorcih

3.6.4.1 Princip

Reakcijo tal smo izmerili po elektrometrični meritvi aktivnosti H^+ ionov (izraženo kot negativni desetiški logaritem) v suspenziji tal z raztopino 0.01 mol/l kalcijevega klorida v volumskem razmerju 1 : 5 (SIST ISO 10390). Uporabili smo pH – meter znamke WTW, pH 538.

3.6.4.2 Postopek

Z žličko volumna 7,5 ml smo vzeli vzorec, ga izravnali in nato stresli v čašo. Vzorec smo nato prelili s 37,5 ml kalcijevega klorida ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) in dobro premešali. Naslednji dan

smo opravili meritve. Pred meritvijo smo posamezni vzorec premešali s stekleno palčko. Pred vklopom pH-metra smo temeljito oprali elektrodo in nato umerili pH s pufernima raztopinama - pH 4,0 in 7,0. Med meritvami smo kontrolirali pravilnost delovanja pH metra z merjenjem pH pufernih raztopin. pH smo merili tako, da smo elektrodo pomočili v vzorec in počakali, da se je številka na ekranu umirila in nato odčitali pH vrednost na dve decimalki natančno. pH vzorcev smo merili v dveh ponovitvah.

3.6.5 Meritev kalija in fosforja

3.6.5.1 Princip

Izmenljivi fosfor in kalij v tleh smo izmerili po modificirani metodi avstrijskega standarda (ÖNORM L 1087). "Rastlinam dostopni" fosfor in kalij smo ekstrahirali z amon-laktatno raztopino. Fosfor smo izmerili spektrofotometrično (Perkin Elmer, Lambda 2), kalij pa s plamensko fotometrijo (FLAPO 40).

3.6.5.2 Postopek

Za analizo smo najprej zatehtali vzorce (1g). Vzorce v lončkih smo postavili na gorilnik in po približno 10 minutah je v lončkih ostal samo še pepel. Vzorce smo nato čez noč dali v peč na 550°C. Ko smo jih vzeli iz peči, smo jih prelili s 50 ml deionizirane vode in 20 ml HCl (1:1). Razredčene vzorce smo postavili v izparilnik, da je izhlapela tekočina. Vzorcem smo dodali še 50 ml HNO₃ (1:1). Spet smo vzorce postavili v izparilnik, da smo izparili dušikove pare, ter potem prelili v bučke. Vzorcem smo prilili deionizirano vodo do oznake 50 ml ter prefiltrirali čez filter papir (moder trak). Kalij smo nato izmerili s pomočjo plamenske fotometrije. Koncentracijo fosforja smo izmerili preko pretočnega spektrofotometra.

3.6.6 Meritev skupnega dušika v talnih vzorcih

Celokupna vsebnost N je bila izmerjena po sežigu pri 900 °C s pomočjo TCD detektorja (Thermal Conductivity Detector) na CNS elementnem analizatorju VarioMAX –firme Elementar.

3.6.7 Meritev organske snovi tal

Organsko snov tal smo izmerili z oksidacijo v kromžvepleni kislini po slovenskem standardu SIST ISO 14235, modificiranem po Walkley-Black-u.

3.6.8 Odvzem N

Odvzem N s pridelkom smo izračunali tako, da smo skupni N v rastlinskih vzorcih pomnožili s količino nabranih poganjkov vsakega obravnavanja. Odvzem v celi sezoni smo izračunali tako, da smo predpostavili, da je nabiralna sezona trajala 60 dni, količino pridelka obravnavanj pa smo preračunali v količino pridelka na hektar v sezoni.

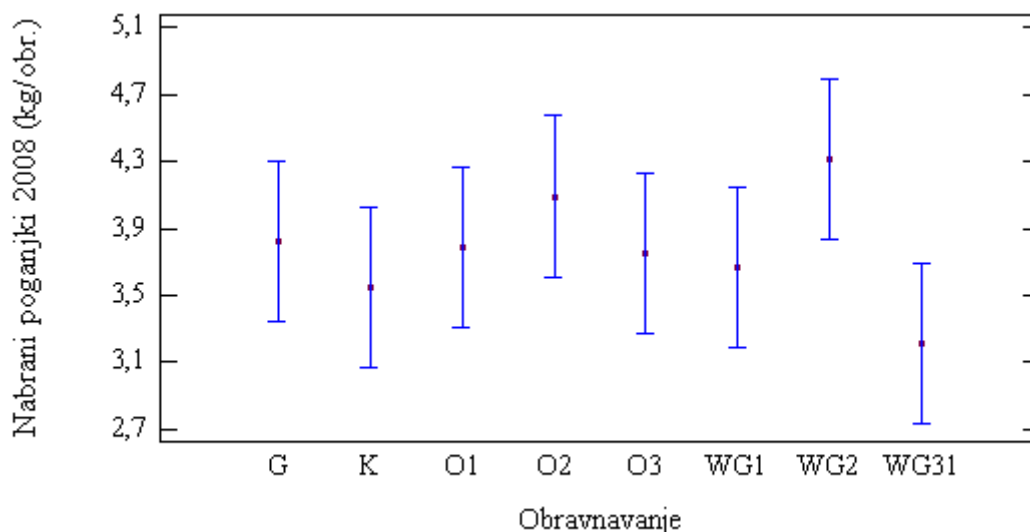
4 REZULTATI

4.1 PRIDELKI

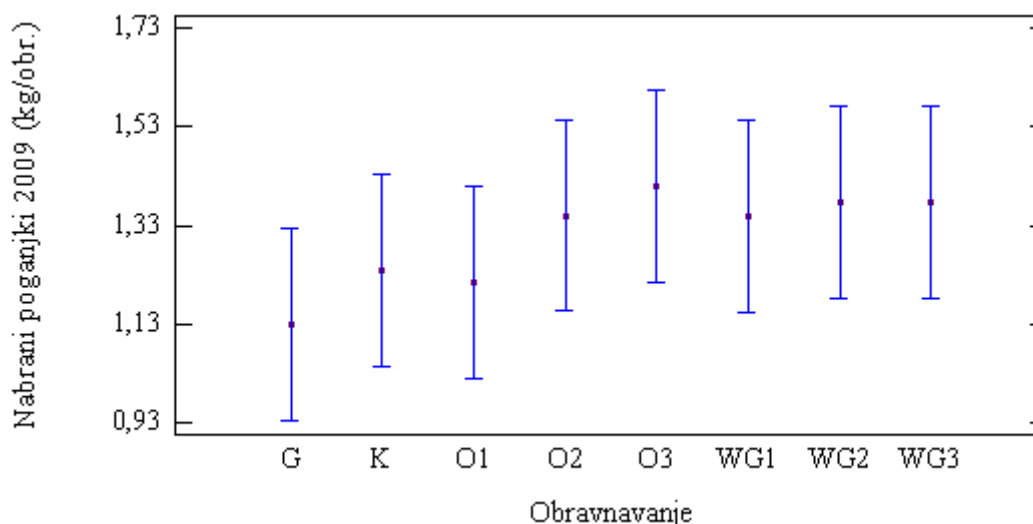
Pri primerjavi pridelkov med različnimi obravnavanji ter bloki ni večjih razlik. Največji povprečni pridelek vseh treh nabiranja je bil dosežen na parceli WG2 (5,68 kg), in sicer za 19 % večji od kontrolnega obravnavanja. Na obravnavanju O2 (5,43 kg) so bili pridelki od kontrole višji za približno 13 %. Na parceli WG3 smo pobrali celo 4 % manj špargljev od kontrole (povprečje 4,56 kg).

Preglednica 6: Nabrani šparglji (kg/obravnavanje) po blokih

Blok	Leto nabiranja	Čas nabiranja	Količina nabranega pridelka (kg / obravnavanje)								
			K	G	O1	O2	O3	WG1	WG2	WG3	
1	Skupaj	14 dni	4,80	4,48	5,16	5,03	4,97	4,92	5,18	4,55	
	2008	10 dni	3,37	3,05	3,83	3,64	3,43	3,48	3,59	2,98	
	2009	4 dni	1,43	1,43	1,34	1,39	1,55	1,44	1,59	1,57	
2	Skupaj	14 dni	4,83	5,34	4,46	6,19	5,99	5,81	6,16	4,50	
	2008	10 dni	3,54	4,45	3,15	4,68	4,42	4,31	5,06	3,22	
	2009	4 dni	1,30	0,89	1,31	1,51	1,57	1,50	1,10	1,28	
3	Skupaj	14 dni	4,71	5,03	5,38	5,10	4,50	4,32	5,72	4,72	
	2008	10 dni	3,72	3,96	4,39	3,95	3,39	3,22	4,28	3,44	
	2009	4 dni	0,99	1,07	0,99	1,15	1,11	1,10	1,44	1,28	
Povprečje 3 blokov		14 dni	4,78	4,95	4,99	5,43	5,15	5,01	5,68	4,56	



Slika 3: Nabrani pridelok špargljev v letu 2008 (kg/obr.) po obravnavanjih



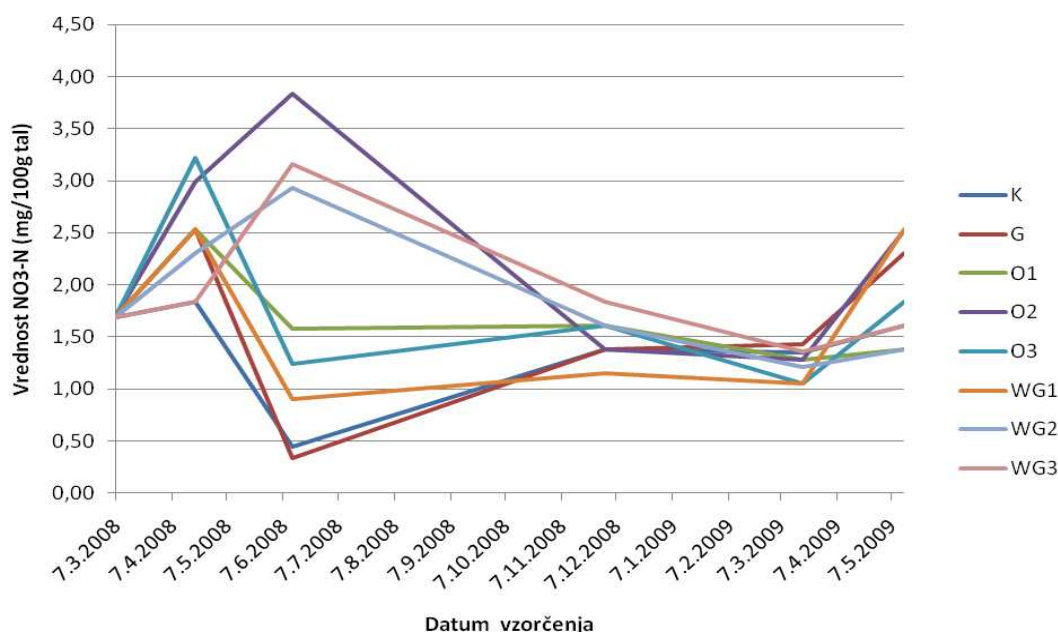
Slika 4: Nabrani pridelok špargljev v letu 2009 (kg/obr.) po obravnavanjih

V letu 2008 so bili najvišji povprečni pridelki pobrani pri obravnavanjih WG2 (4,31 kg) in O2 (4,09 kg), najnižji pa pri obravnavanjih WG3 (3,21 kg) in K(3,54 kg). V letu 2009 so bili najvišji pridelki pobrani pri obravnavanjih O3 (1,41 kg), WG2 (1,38 kg) in WG3 (1,38 kg), najnižji pa pri obravnavanjih G (1,13 kg) in O1 (1,21 kg).

Primerjava pridelkov po ponovitvah obravnavanj je pokazala, da tako v letu 2008, kot tudi v letu 2009 ni statistično značilne razlike med pridelki obravnavanj (priloga G).

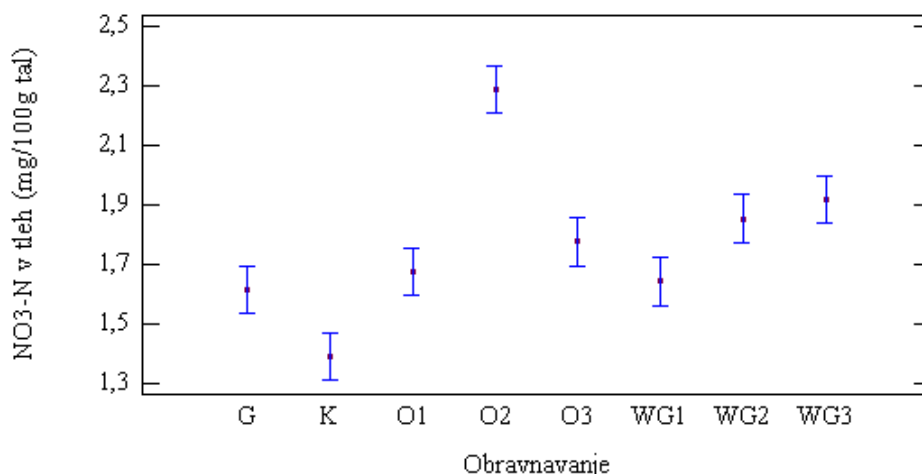
4.2 NITRATNI DUŠIK V TLEH

Vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh se je po gnojenju v povprečju povečala za približno 45 % (največ pri obravnavanju O3 - iz 1,69 mg/100 g tal na 3,22 mg/100 g tal), nato pa se je tekom leta in v naslednjem letu zmanjševala (19.3.09: O3 in WG1 - 1,05 mg/100 g tal). Povečala se je spet v maju naslednje leto. Največjo vrednost sta dosegla obravnavanja O2 in WG1 - 2,53 mg/100 g tal. Najvišjo vrednost je $\text{NO}_3\text{-N}$ dosegel med drugim vzorčenjem (20.4.08) in sicer so imela takrat najvišjo vrednost $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh vsa obravnavanja razen O2, WG2 in WG3, katerih najvišja vrednost je bila izmerjena v naslednjem vzorčenju (12.6.08).



Slika 5: Vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh po datumih vzorčenja

Povprečna količina nitrata je bila najvišja pri obravnavanju O2 (2,29 mg/100 g tal), najnižja pa pri obravnavanju K (1,39 mg/100 g tal). Pri vseh obravnavanjih, gnojenih z usnjem in volno, je bila količina $\text{NO}_3\text{-N}$ višja od kontrolne vrednosti, v večini primerov tudi od obravnavanja, gnojenega s hlevskim gnojem (1,61 mg/100 g tal). Analiza variance je pokazala statistično razlikovanje obravnavanj ($p = 0,00$) pri 95 % stopnji zaupanja (priloga G).



Slika 6: Povprečje vsebnosti NO₃-N v tleh po obravnavanjih

Preglednica 7: Razvrstitev obravnavanj v skupine glede na vsebnost NO₃-N v tleh (LSD test)

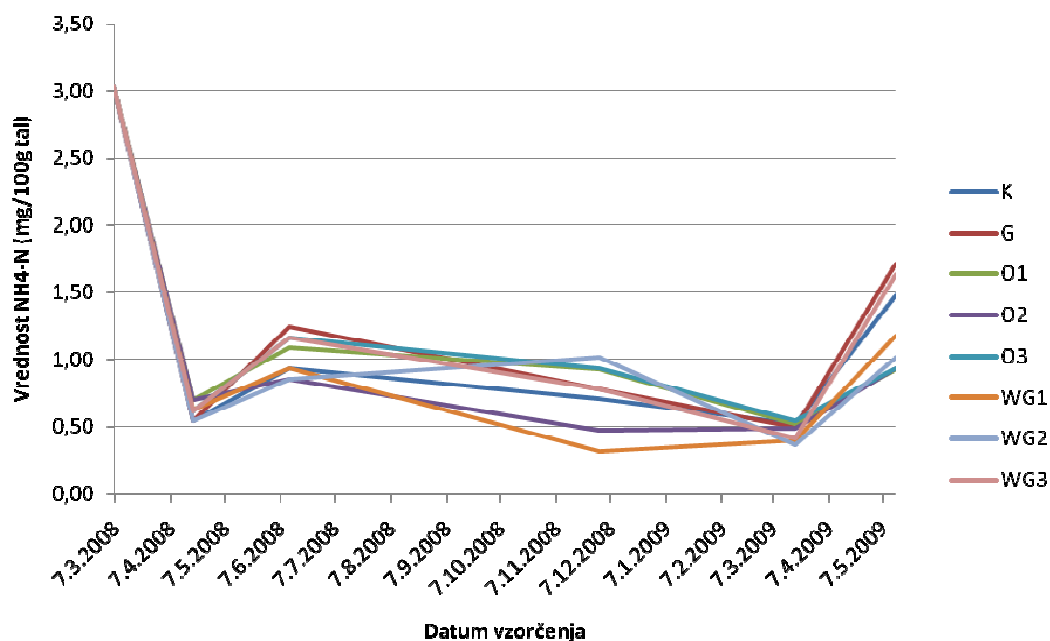
Metoda mnogoterih primerjav: LSD (najmanjša značilna razlika pri 95,0% stopnji zaupanja) = 0,78

Obravnavanje	Povprečje(mg/100g)	Homogenost skupin
K	1,39	X
G	1,61	X
WG1	1,64	XX
O1	1,67	XX
O3	1,77	XX
WG2	1,85	X
WG3	1,92	X
O2	2,29	X

4.3 AMONIJSKI DUŠIK V TLEH

Vrednost NH₄-N je bila najvišja ob prvem vzorčenju pred gnojenjem (3,03 mg/100 g tal), najnižja pa pri vzorčenju 19.3.2009 (0,36-0,52 mg/100 g tal). Vrednost se je spet dvignila med zadnjim vzorčenjem (0,93-1,63 mg/100 g tal). Najvišjo vrednost je takrat imelo obravnavanje G.

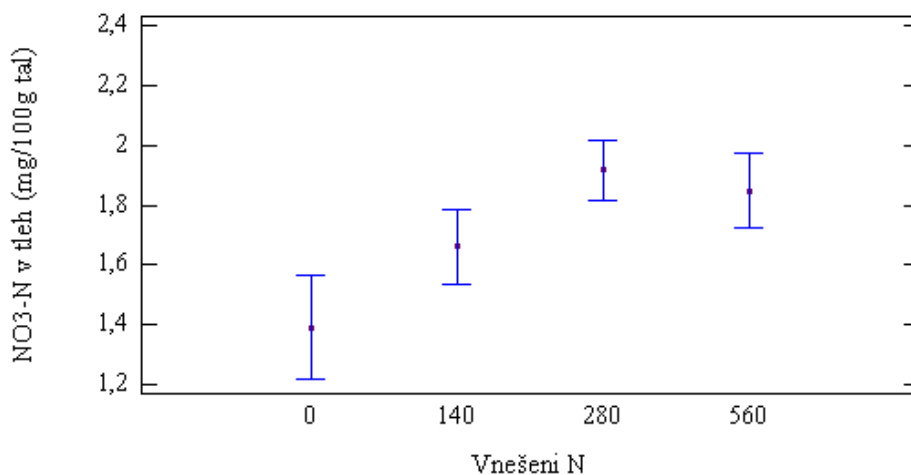
Ob primerjavi vrednosti po obravnavanjih sta imela najvišjo povprečno vrednost NH₄-N obravnavanje G (1,29 mg/100 g tal) ter WG3 (1,27 mg/100 g tal). Najnižjo povprečno vrednost NH₄-N sta imela obravnavanje WG1 (1,07mg/100 g tal) ter O2 (1,28 mg/100 g tal).



Slika 7: Vrednost $\text{NH}_4\text{-N}$ v tleh po datumih vzorčenja

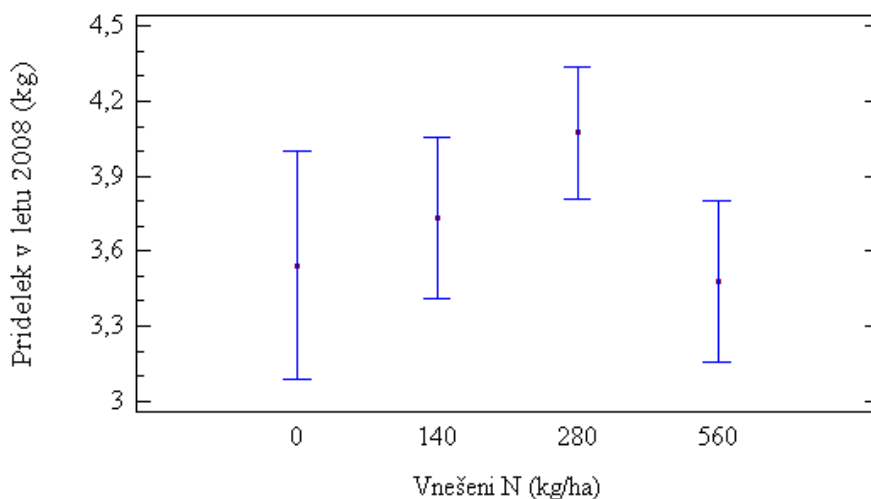
4.4 VNEŠENI DUŠIK V TLEH

Glede povezave med količino dodanega N v tla in izmerjenim $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh smo ugotovili, da je opazen trend naraščanja $\text{NO}_3\text{-N}$ s količino vnešenega N v tla v prvih treh vzorčenjih po dodajanju gnojil. Največje vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ so dosegla obravnavanja, pri katerih je bilo dodanega 280 kg N/ha (pri O2 je povprečje 2,29 mg/100g tal), najmanjše vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ pa je doseglo obravnavanje brez dodanih gnojil (K – 1,39 mg/100g tal).



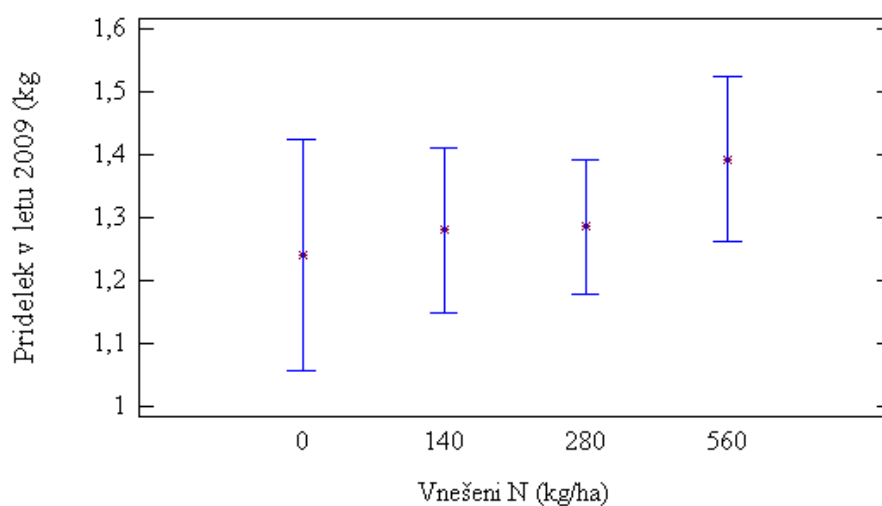
Slika 8: Povprečna količina $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh v odvisnosti od vnosa različnih količin N v tla z gnojenjem

Pridelek se je v letu 2008 s povečevanjem vnešenega N povečal pri obravnavanjih, gnojenih s 140 in 280 kg N/ha, zmanjšal se je le pri obravnavanjih, gnojenih s 560 kg N/ha (slika 8).



Slika 9: Povprečni pridelek (kg/obravnavanje) v letu 2008 v odvisnosti od vnosa N v tla (kg/ha)

V letu 2009 se je pridelek z večanjem odmerka vnešenega N v tla povečal v primerjavi z obravnavanjem, ki ni bilo gnojeno (slika 9).



Slika 10: Povprečni pridelek (kg/obravnavanje) v letu 2009 v odvisnosti od vnosa N v tla (kg/ha)

4.5 SKUPNI DUŠIK V TLEH

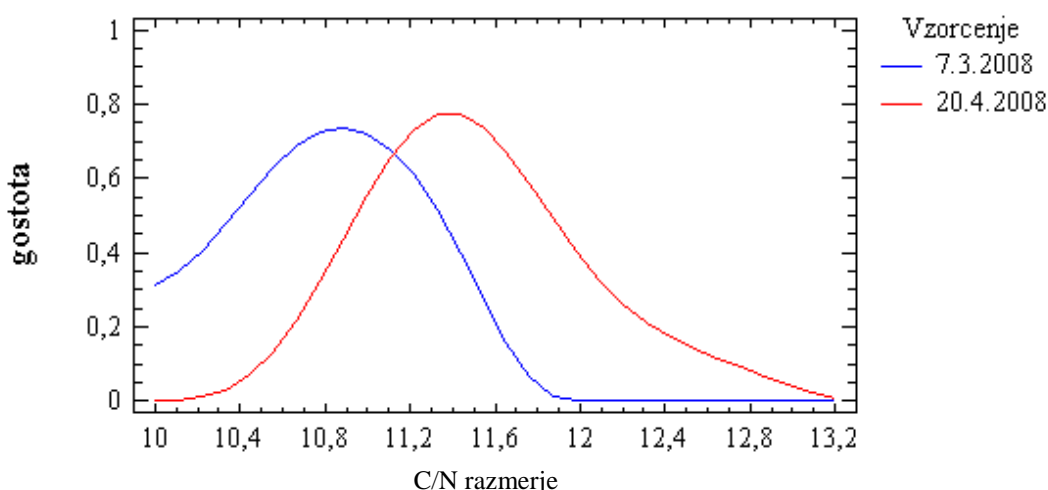
Primerjava vrednosti skupnega dušika med različnimi datumi vzorčenja je pokazala, da se je povprečna količina skupnega N v tleh zmanjšala (priloga C). Pri prvem vzorčenju pred gnojenjem je bila ta vrednost 0,41 %. V vzorčenju po gnojenju se je vrednost povečala le pri obravnavanju O3, pri obravnavanju WG3 je ostala na istem nivoju. Pri tretjem vzorčenju so bile vrednosti skupnega N še manjše (najmanjša pri WG2: 0,33 %), le pri obravnavanju WG1 se je vrednost povečala (0,44 %).

4.6 VSEBNOST OGLJIKA V TLEH

Vrednosti skupnega ogljika v tleh pri analizah vzorcev blokov, vzeti pred gnojenjem, so bile od 4,2 % do 4,6 % (priloga C). Pri vzorčenju, ki smo ga opravili po gnojenju, so bile vrednosti malce večje. Najvišja vrednost je bila izmerjena pri obravnavanju O3 (4,8 %), najmanjša pa pri kontrolnem negnojenem obravnavanju (4,3 %).

4.7 C/N RAZMERJE

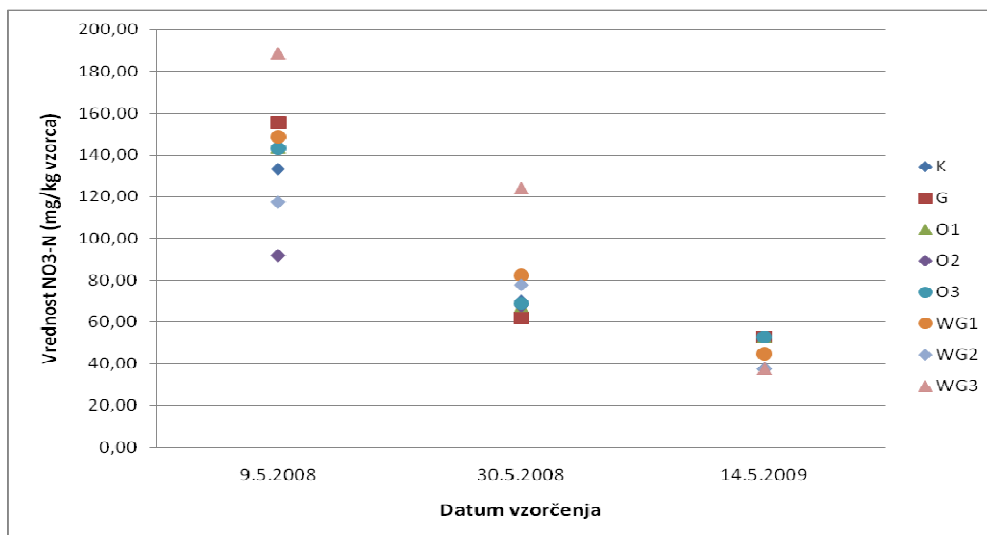
C/N razmerje je bilo merjeno pri vzorcih, vzeti pred gnojenjem in pri vzorcih, vzeti po gnojenju (priloga C). Pri začetnem vzorčenju je C/N razmerje variiralo od 10,2 do 11, pri vzorcih iz vzorčenja, opravljenega po gnojenju pa je bilo C/N razmerje od 11 do 12,4. V primerjavi obravnavanj se je med vzorčenji C/N razmerje povsod dvignilo, razen pri kontrolnem obravnavanju, kjer se po večini ni spremenilo (v dveh od treh ponovitev je ostalo C/N = 11). Največje C/N razmerje vzorčenja po gnojenju je imelo obravnavanje OV2 (12,4), z 11,8 ji sledi obravnavanje G.



Slika 11: Gostota porazdelitve vzorcev C/N analiz

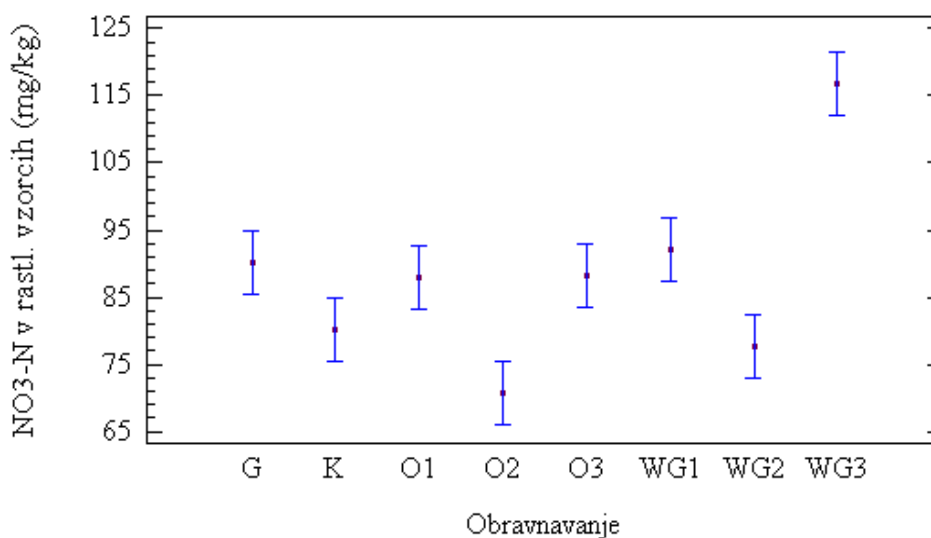
4.8 NITRATNI DUŠIK V RASTLINSKIH VZORCIH

Vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ v rastlinskih vzorcih so se s časom zmanjšale. Največje vsebnosti nitrata v rastlinskih vzorcih so bile izmerjene v vzorcih prvega vzorčenja, najmanjše pa v vzorcih, vzeti drugo leto. Kar v dveh od treh vzorčenj je imelo obravnavanje WG3 največjo vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ (188,5 in 122,1 mg/kg vzorca).



Slika 12: Vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ obravnavanj rastlinskih vzorcev po datumih vzorčenja

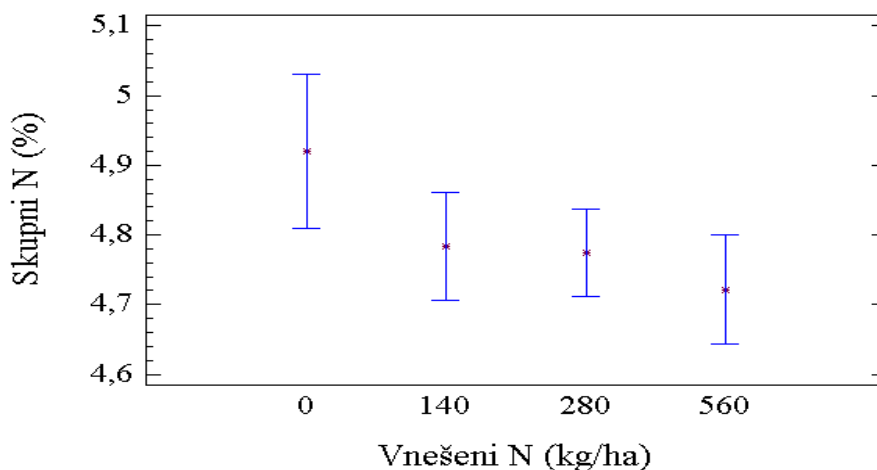
V rastlinskih vzorcih je bila najnižja povprečna vrednost $\text{NO}_3\text{-N}$ pri obravnavanju O2 (70,72 mg/kg), največja pa pri obravnavanju WG3 (116,73 mg/kg). V rastlinskih vzorcih je opaziti razlike med obravnavanji, ki so tudi statistično značilne (priloga G).



Slika 13: Vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/kg) v rastlinskih vzorcih glede na obravnavanja

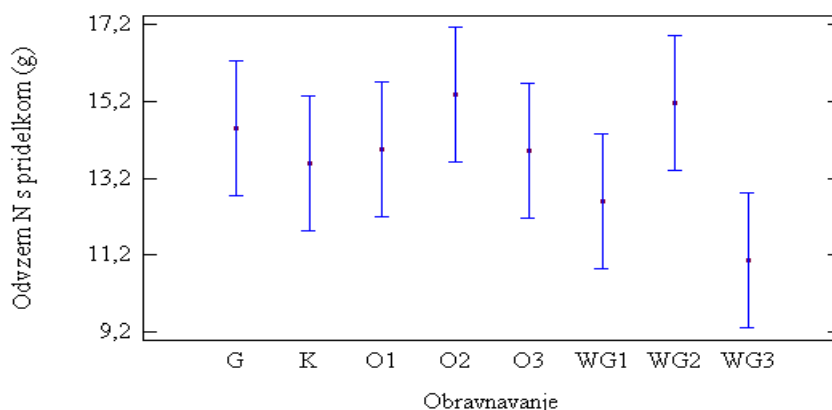
4.9 SKUPNI N V RASTLINSKIH VZORCIH

V primerjavi vsebnosti skupnega N v rastlinskih vzorcih in količino N, ki smo ga vnesli v tla z gnojili, smo ugotovili, da je imelo največjo povprečno vrednost obravnavanje brez dodanega N v tla – K (4,92% N). Najmanjšo vrednost so imela obravnavanja s 560 kg dodanega N, od teh je bila najmanjša vrednost skupnega N pri obravnavanju WG3 (4,6%).

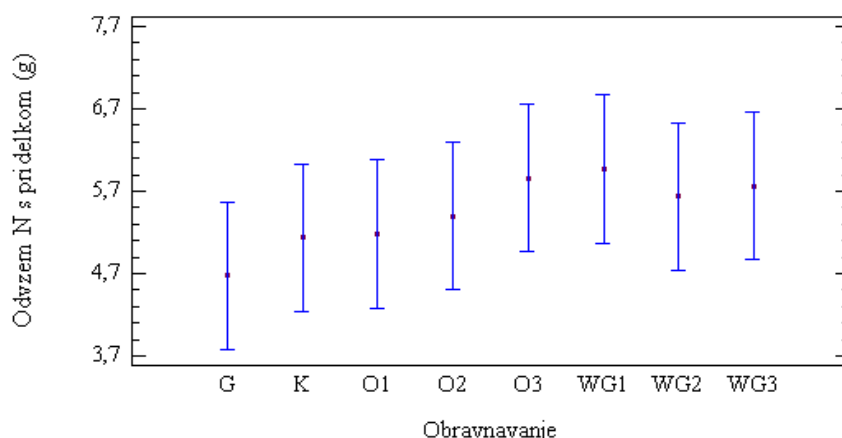


Slika 14: Skupni dušik (%) v rastlinskih vzorcih – povprečje treh vzorčenj v odvisnosti od vnosa N (kg/ha)

Odvzem N s pridelkom na parcelo je bil v letu 2008 največji pri obravnavanju O2 (povprečno 15,4 g) in WG2 (15,2 g), najmanjši pa pri obravnavanju WG3 (11,04 g). V letu 2009 je bil odvzem N s pridelkom največji pri obravnavanju WG1 (5,97 g) in O3 (5,86 g), najmanjši pa pri obravnavanju G (4,67 g).



Slika 15: Odvzem N (g) s pridelkom po obravnavanjih v letu 2008



Slika 16: Odvzem N (g) s pridelkom po obravnavanjih v letu 2009

Ob predvidevanju, da je nabiralna sezona trajala 60 dni, smo izračunali, da bi bili odvzeti N po obravnavanjih od 18,9 do 26,3 kg N/ha, v letu 2009 pa bi bili med 20,0 in 25,6 kg N/ha (priloga F).

Pridelki v letu 2008 bi bili glede na naš pridelek in ob trajanju sezone nabiranja 60 dni od 5,1 t/ha (WG3) do 8,6 t/ha (WG2). V letu so bili pridelki od 3,8 t/ha (G) do 6,8 t/ha (WG2) (priloga F).

4.10 FOSFOR IN KALIJ V TLEH

Preglednica 8: Povprečne vrednosti fosforja in kalija v tleh po datumih vzorčenja

Obravnavanje	Vsebnost P ₂ O ₅ (mg /100g tal)			Vsebnost K ₂ O (mg /100g tal)		
	7.3.2008	20.4.2008	19.3.2009	7.3.2008	20.4.2008	9.3.2009
K	56,8	59,6	57,9	58,2	56,2	51,0
G	56,8	52,1	54,9	58,2	61,9	52,7
O1	56,8	50,7	48,4	58,2	54,0	47,0
O2	56,8	59,2	58,1	58,2	57,4	50,6
O3	56,8	59,7	61,0	58,2	53,3	46,7
WG1	56,8	52,8	60,5	58,2	52,3	50,5
WG2	56,8	48,3	42,8	58,2	49,7	43,5
WG3	56,8	49,0	45,0	58,2	57,1	45,0

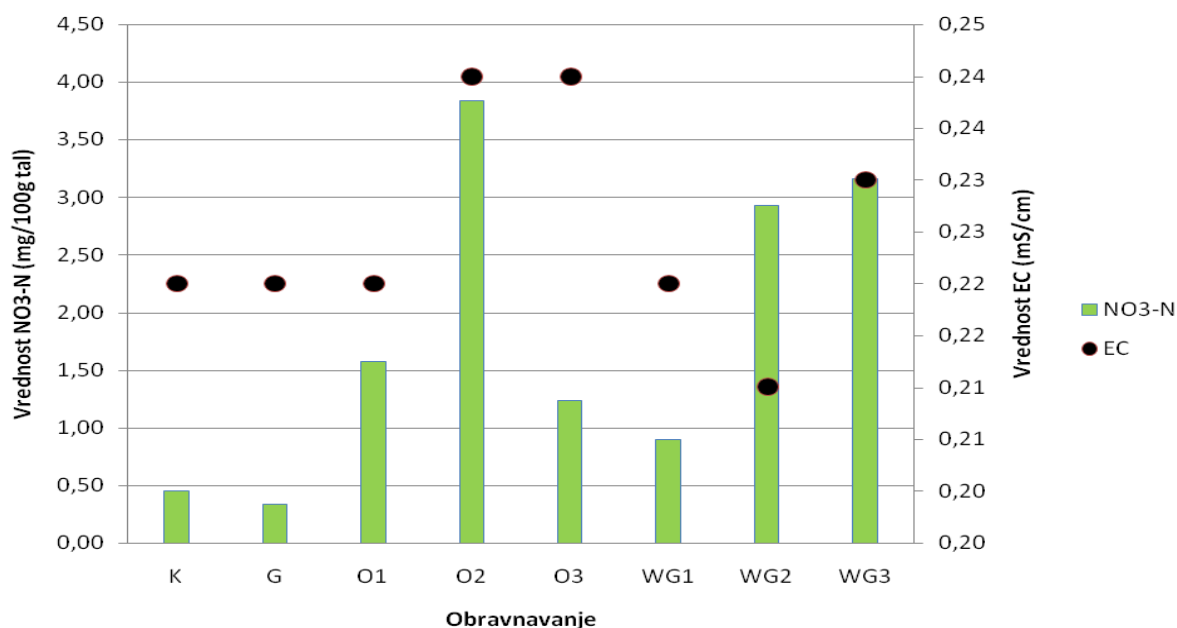
Vsebnost fosforja in kalija je bila pri prvem vzorčenju, ki je potekalo pred gnojenjem, zelo velika. Vsebnost fosforja se je gibala med 51-67,5 mg/100g tal, vsebnost kalija pa od 55-61,2 mg/100g tal. Vrednosti fosforja in kalija so se z vzorčenji zmanjševale, vendar so bile pri zadnjem vzorčenju še vedno zelo velike.

4.11 pH VREDNOST

Rezultati so pokazali, da se pH vrednost tal med poskusom ni veliko spreminjala. Gibala se je od 6,7 do 7,1. Tudi med obravnavanji ni bilo ugotovljenih velikih razlik.

4.12 ELEKTRIČNA PREVODNOST

Električna prevodnost (EC) je bila izmerjena samo enkrat, prvo leto, po pobiranju poganjkov špargljev, pri združenih vzorcih ponovitev obravnavanj. EC je bila najvišja pri obravnavanjih O2 in O3 (oba 0,24 mS/cm). Najnižja električna prevodnost je bila izmerjena pri obravnavanju WG2 (0,21 mS/cm). Vse te vrednosti pa so razmeroma nizke.



Slika 17: Primerjava EC (mS/cm) in NO₃-N v tleh (mg/100g tal) med obravnavanji pri vzorčenju 12.6.2008

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Pridelki

Analiza podatkov je pokazala, da se pridelki med obravnavanji niso statistično značilno razlikovali. Tako smo ovrgli hipotezo o odzivanju pridelkov šparglja na količino dodanega gnojila. Majhne, neznačilne razlike bi lahko bile posledica dejstva, da se rastline niso odzvale na določene odmerke gnojil ali pa, da je bil način pobiranja pridelkov neučinkovit, saj ni bil pobran celoten pridelek ampak le del tega v terminih, dolgih po 4 oziroma 5 dni. Tudi pri lončnem poskusu s šparglji (Shalaby, 2004) različne količine dodanega dušika niso vplivale na pridelek in tudi na število poganjkov različnih obravnavanj. Neodzivanje pridelka pa bi lahko bilo tudi posledica prekomernega gnojenja z organskimi in mineralnimi gnojili v preteklosti, saj so bile vrednosti elementov, izmerjenih v analizah tal, ekstremno visoke.

Pridelki pri dodani ovčji volni so bili največji pri obravnavanju O2, kar je skladno z ugotovitvami poskusa Centra za pedologijo in varstvo okolja (Hodnik in sod., 2008). Tudi sicer je bil povprečni skupni pridelek pri obravnavanjih O večji od negnojene kontrolnega obravnavanja in tudi od parcel, gnojenih s hlevskim gnojem.

Ob dodanih ostružkih usnja so bili pridelki največji pri obravnavanju WG2, kar za 20 % večji od kontrolnega obravnavanja. Pri lončnem poskusu (Hodnik in sod., 2008) so rezultati pokazali, da je največji pridelek ovska izmed obravnavanj, gnojenih z usnjem, dalo obravnavanje WG3, medtem ko smo v našem poskusu pobrali celo manj pridelka kot pri negnojeni kontroli.

Količina pridelka obravnavanj v prvem letu kaže, da se rastline niso odzivale na gnojenje, saj količina pridelka ni bila najmanjša pri negnojenem obravnavanju, kot bi pričakovali. V drugem letu so se pridelki približali pričakovanim, saj so bili pridelki največji pri obravnavanjih z dodanim gnojilom, tako volno kot z ostružki usnja, razen pri obravnavanju O1, ki je imelo slabši pridelek od kontrolnega.

5.1.2 Vnešeni dušik

Pri primerjavi količine N, ki smo ga vnesli v tla z gnojili, in pobranih pridelkov smo ugotovili, da ni statistično značilnih razlik med različnimi vnosi N v tla. Podobne rezultate so dobili tudi pri drugih poskusih (Shalaby, 2004), kjer različna količina dodanega N ni bistveno vplivala na količino pridelka. Če je količina pridelka ob večanju vnosa N naraščala, je pri največji količini – 560 kg N/ha (obravnavanje OV3 in WG3) padla. Že pri lončnem poskusu (Hodnik in sod., 2008) so ugotovili, da so višji odmerki ovčje volne na pridelke vplivali rahlo depresivno. Pri ostružkih usnja se je v istem poskusu z večanjem odmerkov pridelek povečeval.

Z večanjem količine vnešenega N je naraščala tudi količina NO₃-N in NH₄-N v tleh. To kaže, da se je iz gnojil, ki smo jih dodajali tlom, sproščal N. Vendar pa tudi tukaj vrednosti

NO₃-N pri največji količini dodanega N padejo. Tudi pri vrednostih NH₄-N je vidna rast, vendar pa so tu dokaj visoke vrednosti pri obravnavanju, kjer ni bilo dodanega N.

V primerjavi pridelkov špargljev po letih v odvisnosti od količine vnešenega N se je pokazalo, da se je z večanjem odmerka N v tla povečal tudi pridelek, le pri obravnavanjih z najvišjim odmerkom je bil v letu 2008 pridelek manjši. V letu 2009 je bila razlika med obravnavanji, gnojenimi s 140 kg N/ha in 280 kg N/ha zelo majhna.

5.1.3 Nitratni dušik v tleh

Največje povprečne vrednosti nitratnega N v tleh pri obravnavanjih O2 in WG3 ter najnižja pri kontroli nam pokažejo, da so gnojila v tleh res delovala. Povprečna izmerjena vrednost je bila tudi višja kot pri obravnavanju, gnojenem s hlevskim gnojem, kar bi lahko pomenilo, da je mineralizacija N iz ovčje volne in usnja večja kot pri hlevskem gnoju.

Največje izmerjene vrednosti nitratnega N so bile izmerjene 1 mesec po gnojenju, kar je verjetno posledica začetka sproščanja N iz gnojil. Na rezultate bi lahko vplivalo tudi dejstvo, da se gnojilo še ni povsem razkrojilo in da se je v plasti tal, ki smo jo vzorčili, zadržala večja koncentracija N kot v spodnjih plasteh. Nerazkrojena ovčja volna je tudi pri poskusu z rukolo še po 250 dneh povzročala nihanje rezultatov NO₃-N analiz med različnimi ponovitvami vzorcev (Zheljazkov in sod., 2009).

V tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo poljščin, ki so izšla v okviru slovenskega kmetijsko okoljskega programa, so podane največje mejne vrednosti nitratnega dušika v tleh do globine 30 cm. Le te naj bi bile od 21 do 25 mg/kg tal (Tehnol. navodila ..., 2010). Tla, vzorčena v našem poskusu, so povečini vsebovala količino nitrata, ki je pod temi vrednostmi, le obravnavanje O2 je imelo v povprečju količino nitrata v okviru teh vrednosti (22,9 mg/kg tal). Vrednosti pri ostalih obravnavanjih so nihale od 13,9 do 19,2 mg/kg tal. Po datumih vzorčenja je bila povprečna vrednost NO₃-N vseh obravnavanj v območju optimalne vrednosti nitrata le pri drugem vzorčenju tal, to kaže na povečano mineralizacijo dušika v tleh, saj smo pred drugim vzorčenjem tla pognojili.

5.1.4 Amonijski dušik v tleh

Količina amonijskega N v tleh je bila najvišja pri vzorčenju, opravljenem pred gnojenjem. Potem se je vrednost zmanjševala, narasla je spet pri zadnjem vzorčenju. Vrednosti amonijskega N v tleh se med obravnavanji niso veliko razlikovale. Kaže, da količina gnojila ni vplivala na vsebnost amonija v tleh.

5.1.5 Skupni dušik v tleh

Vrednosti skupnega dušika v tleh so se z datumi vzorčenja zmanjševale. Največ skupnega N je bilo v tleh pred gnojenjem, ob primerjavi z vzorčenjem po gnojenju pa se je vrednost povečala le pri obravnavanju O3, medtem ko je pri WG3 ostala na isti ravni. Pri tretjem vzorčenju, ki je bilo opravljeno 12.6.08, so bile vrednosti še nižje, le pri obravnavanju WG1 je vrednost narasla. V poskusu nismo ugotovili povezave med količino NO₃-N v tleh ter skupnim dušikom v tleh.

5.1.6 Vsebnost ogljika v tleh

V nasprotju s skupnim dušikom v tleh je količina ogljika v tleh po prvem vzorčenju negnojnih tal pri drugem vzorčenju v povprečju narasla. Padla je le pri kontrolnem obravnavanju (iz 4,4% na 4,3%), pri obravnavanjih WG1 in WG2 pa je ostala na isti ravni (4,4%). To nakazuje, da količina dodanega gnojila pri teh dveh obravnavanjih ni bila dovolj velika, da bi vplivala na izmerjeno vrednost C. Povprečna vsebnost ogljika v organski snovi tal (humusu) je 58 % (organska snov tal = C x 1,72). V tleh je bilo torej pred gnojenjem v povprečju okoli 7,6 % organske snovi. Ta količina je zelo velika, saj je v povprečnih tleh v Sloveniji okrog 3 % humusa, na Sorškem polju pa 4 % do 6 % (Mihelič, 2004, 2007). Količina organske snovi kaže na izdatno gnojenje z organskimi gnojili pred poskusom.

Pri poskusu z različnimi organskimi gnojili, med njimi tudi z moko hidroliziranega usnja (Govi in sod., 1998), so ugotovili, da so dodatki gnojil povsod povečali vsebnost organske snovi.

5.1.7 C/N razmerje tal

C/N razmerje je v primerjavi z negnojnimi vzorci pri vzorcih, vzetih po gnojenju, torej po približno 1 mesecu, v povprečju povečini naraslo, razen pri obravnavanju K, kjer je ostalo na isti ravni. To lahko pomeni, da dodana organska snov oz. gnojilo vsebuje višje C/N razmerje kot talna organska snov. V poskusu s hidrolizatom ovčje volne (Nustorova in sod., 2005) so ugotovili, da se je C/N razmerje povečevalo z naraščajočimi odmerki ovčje volne. To je kazalo tudi na povišano mineralizacijo hidrolizata s strani mikroorganizmov v tleh.

5.1.8 Nitratni dušik v rastlinskih vzorcih

Med analizami smo opazili razlike med obravnavanji, zanimivo je tudi to, da so imeli vzorci iz obravnavanja O2 povprečno najnižjo vrednost nitrata, medtem ko je imela negnojna kontrola celo višjo vrednost N od obravnavanja WG2.

Pri obravnavanju O2 so pridelki bili veliki, obenem pa je bila nizka vsebnost nitrata v rastlinskih vzorcih. Vsebnost nitrata v tleh kaže na sproščanje N iz gnojila. Kot kaže, sta dobava hranil (predvsem N) iz O2 in sprejem N v rastlino usklajena.

Iz analiz vidimo, da se je vsebnost NO₃-N v rastlinskih vzorcih zmanjšala, najnižja je bila pri vzorcih, pobranih v letu, ko smo spremljali naknadni učinek gnojil in zato parcel nismo gnojili.

Vsi dobljeni podatki bi lahko bili posledica prekomernega gnojenja v letu pred postavitvijo poskusa. Pri poskusu merjenja ¹⁵N v šparglju (Ledgard in sod., 1994) so ugotovili, da spomladi poganjki šparglja dobijo N predvsem z remobilizacijo N iz rizoma in korenin, kjer je shranjen v obdobju mirovanja rastline. Vrednosti N v poganjkih so bile zelo podobne vsebnosti N v nadzemnem delu rastlin, izmerjeni 8 mesecev prej. Tudi zato bi lahko bila vrednost pri prvem vzorčenju najvišja. V istem poskusu se je pokazalo tudi, da rastline N iz tal sprejemajo v večji meri v poletju, in da 90 % sprejetega N jeseni spravijo v rizom in korenine, od koder se potem porablja za rast poganjkov.

5.1.9 Skupni dušik v rastlinskih vzorcih

Pri primerjavi skupnega dušika v rastlinskih vzorcih smo ugotovili, da ima najvišjo vrednost obravnavanje K, ki ni bilo gnojeno, najnižjo vrednost skupnega N pa obravnavanje WG3. Tudi pri primerjavi skupnega N v rastlinah in količine dodanega N v tla smo ugotovili, da je največja vrednost pri negnojeni kontroli, najmanjša pa pri obravnavanjih, gnojenih s 560 kg N/ha. To kaže, da izkoristek gnojil s strani rastlin ni bil velik oz. da se rastline niso odzivale na gnojenje, verjetno so hranila črpale iz založnih organov ali pa je to posledica prekomernega gnojenja v predhodnih letih.

Z upoštevanjem vsebnosti skupnega N ter pridelka smo ugotovili, da je bil največji odvzem N v letu 2008 pri obravnavanjih O2, WG2, in G, najmanjši pa pri obravnavanjih WG3 in WG1, predvsem po zaslugi majhnega pridelka.

Ugotovili smo tudi, da je bil v letu 2009 največji odvzem ravno pri obravnavanju WG1, O3 ter WG3, medtem ko so bile vrednosti najmanjše pri obravnavanjih G, K ter O1. V drugem letu se je s pridelki obravnavanj, gnojenih z ovčjo volno in ostružki usnja, odvzelo več N kot pri negnojenem obravnavanju, kar kaže na večjo mineralizacijo v gnojenih tleh. Pri obravnavanju, gnojenem s hlevskim gnojem, je bil odvzem manjši od ostalih, razen kontrolnega.

5.1.10 Ostale analize

Vrednosti P in K so bile že ob prvem vzorčenju tal zelo velike, kar je verjetno posledica prekomernega gnojenja z organskimi in mineralnimi gnojili še pred vpeljavo ekološke obdelave tal na polju. Vrednosti P in K nad 40 mg/100 g tal predstavljajo E razred založenosti tal s tema dvema elementoma (Leskošek, 1993). Vrednosti so se med časom poskusa zmanjšale, kar kaže na to, da gnojila, ki smo jih dodajali tlem, ne vsebujejo veliko skupnega P in K (Hodnik in sod., 2008). Pri zadnjem vzorčenju so še vedno ostale nad mejno vrednostjo za E razred založenosti tal, kar še vedno predstavlja prekomerno preskrbljenost tal s P in K.

pH-vrednost se med vzorčenji ni spreminjala. Ker špargelj dobro uspeva do pH 5, je izmerjeni pH ugoden za rast te rastline, ki najbolj optimalno raste v območju nevtralnih do rahlo bazičnih tal (Lešič in sod., 2002). Nasprotno od naših ugotovitev pa so v poskusu s hidrolizirano ovčjo volno pri gojenju rži ugotovili, da se je z višanjem odmerkov dodanega gnojila pH tal malce znižal.

Električna prevodnost nam pove, kakšna je skupna vsebnost elektrolitov v raztopini. Z meritvijo smo želeli ugotoviti vpliv NO_3^- ionov na EC oziroma, če se poleg NO_3^- v raztopino v večji meri sproščajo še kakšni drugi ioni. Med poskusom ni bilo ugotovljene povezave med količino nitrata v tleh ter električno prevodnostjo. Električna prevodnost je bila nizka, saj so idealne vrednosti med 0,2 in 1,2 mS/cm (The why and ..., 2009) in tako ne predstavlja omejitev za rast rastlin (Hodnik in sod., 2008).

5.1.11 Problematika pobiranja špargljev

V poskusu smo se soočili s problemom, kako najbolje ugotoviti pridelek obravnavanj z vsemi omejitvami, ki smo jih imeli. Pobiranje celotnega pridelka špargljev v letu je namreč mogoče, vendar je bilo to za naš poskus neizvedljivo, saj lokacija poskusa ni bila na

posestvu Biotehniške fakultete, ampak na zasebnem posestvu v Kranju. Tako smo določili dva termina po pet dni v letu, ko smo pobirali šparglje in jih tudi vzorčili. Morda to ni bil najbolj primeren način, saj v petih dneh ne moremo ugotoviti povprečnega pridelka rastlin v celem letu, saj je rast odvisna od veliko dejavnikov, tudi od rastlin samih. Ker je špargelj trajnica, ki hranila spomladi dobi iz rizoma in korenin, je možno, da se zato rastline niso toliko odzivale na gnojenje.

Ob primerjavi pridelkov, $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh ter odvzema N vidimo, da je predvsem ovčja volna, v neki meri pa tudi ostružki usnja, v tla in posledično v rastline sprostila več N kot negnojeno obravnavanje in obravnavanje, gnojeno s hlevskim gnojem, čeprav so se pričakovani rezultati pokazali šele leto po gnojenju.

Kot se je izkazalo po opravljenih analizah tal, je bila raven določenih elementov (predvsem fosfor in kalij ter tudi organska snov in v njej vezani dušik) že pred poskusom velika. To je verjetno vplivalo na potek celotnega poskusa, saj so bila tla očitno izdatno pognojena v prvih letih pridelave na špargljišču.

5.2 SKLEPI

Ovčja volna in ostružki usnja so dober vir dušika v tleh.

Z večanjem količine vnešenega N se je povečala vrednost nitrata v tleh. Obravnavanja so se med seboj statistično značilno razlikovala v vsebnosti $\text{NO}_3\text{-N}$. Najvišje vrednosti nitrata v tleh so bile pri obravnavanjih O2 in WG2.

Rastline se v prvem letu niso odzivale na gnojenje, kot smo pričakovali. Vsebnosti kalija in fosforja v tleh ter humusa so nakazovale na prekomerno gnojenje špargljišča pred poskusom. V drugem letu smo pri večini obravnavanj, gnojenih z ovčjo volno in ostružki usnja, nabrali večjo količino poganjkov, kot pri negojeni kontroli in obravnavanju, gnojenim s hlevskim gnojem. Pridelki gnojenih rastlin se niso statistično značilno razlikovali od negojene kontrole.

Vsebnost nitratnega N v rastlinskih vzorcih je s časom padala, ugotovili smo statistično značilno razlikovanje obravnavanj, najvišjo vrednost je imelo obravnavanje WG3. Količina nitratnega N v rastlinskih vzorcih ni bila sorazmerna količini dodanega gnojila.

Vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh pri obravnavanju O2 so bile velike, prav tako pridelki, v rastlinskih vzorcih pa so je bila vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ med najmanjšimi, kar pomeni, da se je to obravnavanje najbolje odzivalo na gnojenje. Med poskusom se je povečala vsebnost organske snovi v tleh, prav tako se je povišalo C/N razmerje. pH vrednost je ostala na isti ravni čez celoten poskus.

6 POVZETEK

Ovčja volna in ostružki usnja so odpadki, ki nastajajo v industriji usnja. Če usnje strojijo brez kromovih (III) soli, so ti ostanki primerni tudi za uporabo v kmetijstvu, predvsem ekološkem, kjer primanjkuje gnojil z lahko dostopnim dušikom. V poljskem poskusu smo želeli preveriti podatke, da se zmleta ovčja volna in ostružki usnja dobro obnesejo kot gnojilo z veliko dušika, kar je pokazal predhodni lončni poskus (Hodnik in sod., 2008). Te podatke smo želeli potrditi v naravnih razmerah na špargljišču na ekološki kmetiji v Kranju. Čeprav je kmetija ekološka, so bile vrednosti dostopnih P in K v tleh pred poskusom v E razredu.

Zasnovali smo bločni poskus s tremi bloki in osmimi obravnavanji, v katere so bili zajeti enkratni, dvakratni in trikratni odmerek ovčje volne in ostružkov usnja, obravnavanje, gnojeno z govejim hlevskim gnojem, ter negojeno obravnavanje. Odmerke gnojil smo določili tako, da so ustrezali 0, 140, 280 in 560 kg N/ha. smo Z laboratorijskimi analizami smo vzorcem tal in rastlinskim vzorcem izmerili pomembne parametre, kot so vsebnost nitrata, amonija, skupnega dušika, pH, C/N razmerje, vsebnost P in K. Poleg analiz smo še primerjali pridelke šparglja, ki smo jih pobirali v treh terminih v dveh letih.

Ugotovili smo, da so se pridelki pri obravnavanjih, gnojenih z ovčjo volno ter ostružki usnja povečali, čeprav razlika med obravnavanji ni značilna. V drugem letu poskusa so se pridelki po obravnavanjih približali pričakovanim, gnojena obravnavanja so imela večje pridelke kot negojena kontrola. Opazili smo, da se je iz dodanih gnojil sproščal N, saj so imela obravnavanja, gnojena z volno in usnjem, večjo povprečno vrednost nitrata N v tleh kot obravnavanje, gnojeno s hlevskim gnojem in negojeno obravnavanje.

Vsebnost nitrata N v rastlinskih vzorcih je bila največja pri prvem vzorčenju, opravljenem 9.5.2008, najmanjša pa drugo leto poskusa, ko obravnavanj nismo gnojili. Pokazalo se je, da je imelo obravnavanje, gnojeno z ovčjo volno (280 kg N/ha) majhno vsebnost nitrata N v rastlinskih vzorcih, v tleh pa je bila ta vrednost največja, prav tako je bil velik tudi pridelek. To kaže, da sta bili mineralizacija in poraba N pri temu obravnavanju usklajeni.

V drugem letu se je s pridelki obravnavanj, gnojenih z ovčjo volno in ostružki usnja, odvzelo več N kot pri negojenem obravnavanju in tudi obravnavanju, gnojenem s hlevskim gnojem, medtem ko se v prvem letu te razlike niso pokazale. Kaže, da so se razlike v mineralizaciji N in posledično tudi odvzemu N med obravnavanji pokazale šele drugo leto.

Ob primerjavi pridelkov, nitrata N v tleh ter odvzema N vidimo, da je predvsem ovčja volna, v neki meri pa tudi ostružki usnja, v tla in posledično v rastline sprostila več N kot negojeno obravnavanje in obravnavanje, gnojeno s hlevskim gnojem, čeprav so se pričakovani rezultati pokazali šele leto po gnojenju.

7 VIRI

- ARSO - Agencija Republike Slovenije za okolje. Meteorološki letopisi.
http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorološki%20letopis/meteoroloski_letopisi.htm (10. avg. 2010)
- Baker R.A. 1991. Organic Substances and Sediments in Water: Humics and soils. Chelsea, Lewis Publishers: 408 str.
<http://www.google.com/books?hl=sl&lr=&id=ESaXI8JoCcAC&oi=fnd&pg=PA351&dq=related:NzYa3ExI3JEJ:scholar.google.com/&ots=yUIXXRRVpM&sig=hrk4Br-udL4wJhsZF3qbnGP3Pgs#v=onepage&q&f=false> (15. jun. 2010)
- Bavec M. 2001. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 484 str.
- Blackman A., Kildegaard A. 2003. Clean technological change in developing country industrial clusters: Mexican leather tanning. Discussion paper 03 - 12. Washington D.C., Resources for the Future.
<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/10545/1/dp030012.pdf> (15. jul. 2010)
- Cabeza L.F., Taylor M.M., DiMaio G.L., Brown E.M., Marmer W.N., Carrio R., Celma, P.J., Cot, J. 1998. Processing of leather waste: pilot scale studies on chrome shavings. Isolation of potentially valuable protein products and chromium. Waste Management, 18, 3: 211 - 218
- Clark M.S., Horwath W.R., Shennan C., Scow K.M., Lantni W.T., Ferris H. 1999. Nitrogen, weeds and water as yield-limiting factors in conventional, low-input, and organic tomato systems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 73, 3: 257 - 270
- Combest W., Newton M., Combest A., Kosier J.H. 2005. Effects of herbal supplements on the kidney. Urologic Nursing, 25, 5: 381 - 386
- Govi M., Ciavatta C., Sitti L., Gessa C. 1998. Influence of organic fertilisers on soil organic matter : a laboratory study. 16th World Congress of Soil Science.
<http://nates.psu.ac.th/Link/SoilCongress/bdd/symp40/974-r.pdf> (5. avg. 2010)
- Hodnik, A., Mihelič, R., Zupan, M., Šijanec, V., Ilc, R., Gogič, S., Mohorovič, B. 2008. Možnosti uporabe stranskih produktov iz biološke proizvodnje usnja v IUUV - primernost za rabo v kmetijstvu oziroma hortikulturi. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja: 33 str.
- IUV: »Izveček iz poslovnega načrta«. 2007. sonja.vavken@gmail.com. (osebni vir, 10. nov. 2009)
- Kayser M., Müller J., Isselstein J. 2009. Nitrogen management in organic farming: comparison of crop rotation residual effects on yields, N leaching and soil conditions. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 87, 1: 21 - 31

Kmetijska gospodarstva z ekološkim kmetovanjem in kmetijska gospodarstva v preusmeritvi, Slovenija, letno. Statistični urad Republike Slovenije.

http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1561901S&ti=Kmetijska+gospodarstva+z+ekolo%9Akim+kmetovanjem+in+kmetijska+gospodarstva+v+preusmeritvi%2C+Slovenija%2C+letno&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/11_15619_ekolosko_kmet/&lang=2 (15. avg. 2010)

Ledgard S. F., Douglas J. A., Sprosen M. S., Follett J. M., 1994. Uptake and redistribution of ¹⁵N within an established asparagus crop after application of ¹⁵N-labelled nitrogen fertilizer. *Annals of Botany*, 73: 169 - 173

Leskošek M. 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, za izboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.

Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. 2002. Povračstvo. Čakovec, Zrinski: 627 str.

Leštan D. 2001. Organska snov tal. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (gradivo razdeljeno na predavanjih)

Lorlowhakarn S., Piyatiratitivorakul S., Cherdshewasart W. 2008. Organic asparagus production as a case study for implementation of the national strategies for organic agriculture in Thailand. *Thai Journal of Agricultural Science*, 41, 1-2: 63 - 74

Mäder P., Fliebach A., Dubois D., Gunst L., Fried P., Niggli U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science*, 296, 5573: 1694 -1697

Mihelič R. 2002. Vpliv kmetijstva na kvaliteto okolja – dušik. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (študijsko gradivo)

http://stari.bf.uni-lj.si/cpvo/Novo/PDFs/vplivkmetijstvanakvalitetookolja_dusik.pdf (15. jul. 2010)

Mihelič R. 2004. Influence of farmyard manure fertilization to maize (*Zea mais* L.) on net-nitrogen-mineralization, dynamics of soluble nitrogen fractions in the soil and nitrogen losses from shallow soils under the conditions of the humid climate of central Slovenia. Doktorska disertacija. Aachen, Shaker Verlag: 191 str.

Mihelič, R. 2007. Pomen organske snovi v kmetijskih tleh ter humusna bilanca na njivah v Sloveniji - Significance of soil organic matter in agricultural soil and humus balance in arable fields of Slovenia. V: KNAPIČ, Matej (ur.). Strategija varovanja tal v Sloveniji : zbornik referatov Konference ob svetovnem dnevu tal 5. decembra 2007. Ljubljana: Pedološko društvo Slovenije, 2007, str. 259-260

Nustorova M., Braikova D., Gousterova A., Vasileva-Tonkova E., Nedkov P. 2005. Chemical, microbiological and plant analysis of soil fertilized with alkaline hydrolysate of sheep's wool waste. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 22, 4: 383 - 390

ÖNORM S 2023 - Untersuchungsmethoden und Güteüberwachung von Komposten. 1993: 16 str.

ÖNORM L 1087. Chemische Bodenuntersuchungen: Bestimmung von pflanzenverfügbarem Phosphat und Kalium nach der Calcium-Acetat-Lactat (CAL) – Methode. 1993: 8 str.

- Osvald J., Kogoj Osvald M. 2005. Vrtnarstvo: splošno vrtnarstvo in zelenjadarstvo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 591 str.
- Pang X.P., Letey J. 2000. Organic farming: Challenge of timing nitrogen availability to crop nitrogen requirements. *Soil Science Society of America Journal*, 64, 1: 247 - 253
- Poročilo Slovenije na podlagi 10. člena Direktiva Sveta 91/676/EEC, ki se nanaša na varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov. 2008. Ministrstvo za okolje in prostor RS.
http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/vode/nd_porocilo04_07.pdf (26. avg. 2010)
- Pridelava zelenjadnic po vrstah na prostem in v zaprtem prostoru, Slovenija, po letih. Statistični urad Republike Slovenije.
http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=1512434S&ti=Pridelava+zelenjadnic+po+vrstah+na+prostem+in+v+za%9A%E8itenem+prostoru%2C+Slovenija%2C+po+letih&path=../Database/Okolje/15_kmetijstvo_ribistvo/04_rastlinska_pridelava/02_15124_popis_vrtnarstva/&lang=2 (15. avg. 2010)
- Schmutz U., Firth C., Rayns F., Rahn C. 2004. Can N use and farm income be optimized for organic field vegetable rotations in Europe? V: Organic farming: science and practice for profitable livestock and cropping. BGS/AAB/COR conference, University College, Newport, Shropshire, UK, 20. – 22. April. Hopkins A. (ur.). British Grassland Society: 200 - 203
<http://orgprints.org/4792> (25. avg. 2010)
- Shalaby T.A.E.W. 2004. Genetical and nutritional influences on the spear quality of white asparagus (*Asparagus officinalis* L.). Diplomaska disertacija. Gemeinsamen Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhelminazu Braunschweig: 110 str.
- SIST ISO 11277. Kakovost tal – Ugotavljanje velikostne porazdelitve delcev v mineralnih tleh - sedimentacijska metoda (modificirano po Janytzki). 1998: 45 str.
- SIST ISO 10390. Kakovost tal - Ugotavljanje pH. 1996: 5 str.
- SIST ISO 11265. Kakovost tal - Ugotavljanje specifične električne prevodnosti. 1996: 2 str.
- SIST ISO 14255. Soil quality -- Determination of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and total soluble nitrogen in air-dry soils using calcium chloride solution as extractant. 1998: 12 str.
- SIST ISO 14235. Kakovost tal - Določanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžvepleni kislini (modificirano po Walkley - Black). 1999: 5 str.
- Sustaining fertile soils and productive agriculture. 2006. Chris Dawson ur. Brussels, European fertilizer manufacturers association: 61 str.
<http://www.efma.org/documents/file/publications/EFMASustainingFertileSoil2006.pdf> (20. avg. 2010)

- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo poljščin. 2010. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.
http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/saSSo/2008_Sektor_za_sonaravno_kmetijstvo/2010/IP_poljščine-TN_2010.pdf (25. avg. 2010)
- The why and how to testing the Electrical Conductivity of Soils. 2009. Agriculture Solutions LLC (15. okt.2009).
<http://farmagronomy.wordpress.com/category/soil-health/>
- Tremblay N. 2001. Nitrogen management in field vegetables: a guide to efficient fertilisation. Public Works and Government Services Canada: 65 str.
<http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/A42-92-2001E.pdf> (27. avg. 2010)
- Uredba komisije (ES) št. 889/2008 z dne 5. septembra 2008 o določitvi podrobnih pravil za izvajanje Uredbe Sveta (ES) št. 834/2007 o ekološki pridelavi in označevanju ekoloških proizvodov glede ekološke pridelave, označevanja in nadzora. 2008. Uradni list EU L250/1.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:SL:PDF> (5. jun. 2010)
- Watson, C.A., Atkinson, D., Gosling, P., Jackson, L.R., Rayns, F.W. 2002. Managing soil fertility in organic farming systems. *Soil Use and Management*, 18: 239 - 247
- Zheljazkov V.D., Stratton G.W., Pincock J., Butler S., Jeliaskova E.A., Nedkov N.K., Gerard P.D. 2009. Wool-waste as organic nutrient source for container-grown plants. *Waste Management*, 29, 7: 2160 - 2164
- 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 za podporo pri izdelavi diplomske naloge,

Zahvaljujem se tudi prof. dr. Marijani Jakše za korektno popravljanje diplomskega dela.

Hvala vsem zaposlenim v Centru za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti za njihovo pomoč pri izvedbi poskusa.

Hvala tudi gospodu Miru Roglju iz kmetije Kovač za posojilo parcele za postavitev in izvedbo poljskega poskusa za nesebično pomoč pri izvajanju poskusa.

Hvala staršem za vso moralno, finančno in materialno podporo pri šolanju in izdelavi diplomske naloge.

Hvala tudi Tini za moralno podporo ob težkih trenutkih ter za dobro voljo, ki mi jo je vlivala.

Hvala sošolcem Agronomije UNI, ker so najboljši sošolci.

PRILOGA A

Analize vzorcev tal: NO₃-N

		Vrednost NO ₃ -N (mg/100g tal)						
		7.3.2008	20.4.2008	12.6.2008	1.12.2008	19.3.2009	14.5.2009	Povprečje
Obnavljanje (ponovitev)	K1	1,15	1,84	0,45	1,38	1,36	1,61	1,30
	K2	2,07	1,84	0,45	1,38	1,58	1,61	1,49
	K3	1,84	1,84	0,45	1,38	1,13	1,61	1,38
	G1	1,15	2,53	0,34	1,38	1,36	2,3	1,51
	G2	2,07	2,53	0,34	1,38	1,58	2,3	1,70
	G3	1,84	2,53	0,34	1,38	1,36	2,3	1,63
	O1-1	1,15	2,53	1,58	1,61	1,13	1,38	1,56
	O1-2	2,07	2,53	1,58	1,61	1,13	1,38	1,72
	O1-3	1,84	2,53	1,58	1,61	1,58	1,38	1,75
	O2-1	1,15	2,99	3,84	1,38	1,36	2,53	2,21
	O2-2	2,07	2,99	3,84	1,38	1,36	2,53	2,36
	O2-3	1,84	2,99	3,84	1,38	1,13	2,53	2,29
	O3-1	1,15	3,22	1,24	1,61	1,13	1,84	1,70
	O3-2	2,07	3,22	1,24	1,61	1,13	1,84	1,85
	O3-3	1,84	3,22	1,24	1,61	0,9	1,84	1,78
	WG1-1	1,15	2,53	0,9	1,15	0,9	2,53	1,53
	WG1-2	2,07	2,53	0,9	1,15	1,36	2,53	1,76
	WG1-3	1,84	2,53	0,9	1,15	0,9	2,53	1,64
	WG2-1	1,15	2,3	2,93	1,61	1,13	1,38	1,75
	WG2-2	2,07	2,3	2,93	1,61	1,36	1,38	1,94
	WG2-3	1,84	2,3	2,93	1,61	1,13	1,38	1,87
	WG3-1	1,15	1,84	3,16	1,84	1,36	1,61	1,83
	WG3-2	2,07	1,84	3,16	1,84	1,36	1,61	1,98
	WG3-3	1,84	1,84	3,16	1,84	1,36	1,61	1,94

PRILOGA B

Analiza vzorcev tal: NH₄-N

		Vrednost NH ₄ -N (mg/100g tal)						
		7.3.2008	20.4.2008	12.6.2008	1.12.2008	19.3.2009	14.5.2009	Povprečje
Obnavljanje (ponovitev)	K1	2,87	0,54	0,93	0,7	0,54	1,48	1,18
	K2	3,03	0,54	0,93	0,7	0,54	1,48	1,2
	K3	3,19	0,54	0,93	0,7	0,47	1,48	1,22
	G1	2,87	0,54	1,24	0,78	0,62	1,71	1,29
	G2	3,03	0,54	1,24	0,78	0,39	1,71	1,28
	G3	3,19	0,54	1,24	0,78	0,47	1,71	1,32
	O1-1	2,87	0,7	1,09	0,93	0,7	0,93	1,2
	O1-2	3,03	0,7	1,09	0,93	0,7	0,93	1,23
	O1-3	3,19	0,7	1,09	0,93	0,16	0,93	1,17
	O2-1	2,87	0,7	0,85	0,47	0,7	0,93	1,09
	O2-2	3,03	0,7	0,85	0,47	0,54	0,93	1,09
	O2-3	3,19	0,7	0,85	0,47	0,23	0,93	1,06
	O3-1	2,87	0,62	1,16	0,93	0,54	0,93	1,18
	O3-2	3,03	0,62	1,16	0,93	0,62	0,93	1,22
	O3-3	3,19	0,62	1,16	0,93	0,47	0,93	1,22
	WG1-1	2,87	0,62	0,93	0,31	0,54	1,17	1,07
	WG1-2	3,03	0,62	0,93	0,31	0,54	1,17	1,1
	WG1-3	3,19	0,62	0,93	0,31	0,1	1,17	1,05
	WG2-1	2,87	0,54	0,85	1,01	0,47	1,01	1,13
	WG2-2	3,03	0,54	0,85	1,01	0,31	1,01	1,13
	WG2-3	3,19	0,54	0,85	1,01	0,31	1,01	1,15
	WG3-1	2,87	0,62	1,16	0,78	0,62	1,63	1,28
	WG3-2	3,03	0,62	1,16	0,78	0,23	1,63	1,24
	WG3-3	3,19	0,62	1,16	0,78	0,39	1,63	1,3

PRILOGA C

Analiza vzorcev tal: skupni N, skupni C, C/N razmerje, EC

		Skupni N (%)			Skupni ogljik (%)		C/N razmerje		EC (mS/cm)
		7.3.2008	20.4.2008	12.6.2008	7.3.2008	20.4.2008	7.3.2008	20.4.2008	12.6.2008
Obravnavanje (ponovitev)	K1	0,41	0,39	0,37	4,6	4,3	11	11	0,22
	K2	0,41	0,39	0,37	4,5	4,3	11	11	0,22
	K3	0,41	0,39	0,37	4,2	4,3	10,2	11	0,22
	G1	0,41	0,4	0,37	4,6	4,7	11	11,8	0,22
	G2	0,41	0,4	0,37	4,5	4,7	11	11,8	0,22
	G3	0,41	0,4	0,37	4,2	4,7	10,2	11,8	0,22
	O1-1	0,41	0,4	0,39	4,6	4,5	11	11,3	0,22
	O1-2	0,41	0,4	0,39	4,5	4,5	11	11,3	0,22
	O1-3	0,41	0,4	0,39	4,2	4,5	10,2	11,3	0,22
	O2-1	0,41	0,38	0,38	4,6	4,7	11	12,4	0,24
	O2-2	0,41	0,38	0,38	4,5	4,7	11	12,4	0,24
	O2-3	0,41	0,38	0,38	4,2	4,7	10,2	12,4	0,24
	O3-1	0,41	0,43	0,39	4,6	4,8	11	11,2	0,24
	O3-2	0,41	0,43	0,39	4,5	4,8	11	11,2	0,24
	O3-3	0,41	0,43	0,39	4,2	4,8	10,2	11,2	0,24
	WG1-1	0,41	0,38	0,44	4,6	4,4	11	11,6	0,22
	WG1-2	0,41	0,38	0,44	4,5	4,4	11	11,6	0,22
	WG1-3	0,41	0,38	0,44	4,2	4,4	10,2	11,6	0,22
	WG2-1	0,41	0,39	0,33	4,6	4,4	11	11,3	0,21
	WG2-2	0,41	0,39	0,33	4,5	4,4	11	11,3	0,21
WG2-3	0,41	0,39	0,33	4,2	4,4	10,2	11,3	0,21	
WG3-1	0,41	0,41	0,37	4,6	4,7	11	11,5	0,23	
WG3-2	0,41	0,41	0,37	4,5	4,7	11	11,5	0,23	
WG3-3	0,41	0,41	0,37	4,2	4,7	10,2	11,5	0,23	

PRILOGA D

Analiza vzorcev tal: fosfor, kalij

		Fosfor (mg P ₂ O ₅ /100g)			Kalij (mg K ₂ O/100g)		
		7.3.2008	20.4.2008	19.3.2009	7.3.2008	20.4.2008	K 19.3.09
Obravnavanje (ponovitev)	K1	51,8	59,6	46,8	61,2	56,2	49,7
	K2	67,5	59,6	54,8	58,3	56,2	55,9
	K3	51,0	59,6	72,0	55,2	56,2	47,5
	G1	51,8	52,1	46,1	61,2	61,9	58,3
	G2	67,5	52,1	43,6	58,3	61,9	48,5
	G3	51,0	52,1	75,0	55,2	61,9	51,4
	O1-1	51,8	50,7	41,3	61,2	54,0	49,7
	O1-2	67,5	50,7	65,0	58,3	54,0	51,8
	O1-3	51,0	50,7	38,8	55,2	54,0	39,4
	O2-1	51,8	59,2	52,6	61,2	57,4	59,3
	O2-2	67,5	59,2	52,8	58,3	57,4	47,5
	O2-3	51,0	59,2	69,0	55,2	57,4	45,1
	O3-1	51,8	59,7	49,9	61,2	53,3	47,5
	O3-2	67,5	59,7	64,0	58,3	53,3	49,2
	O3-3	51,0	59,7	69,0	55,2	53,3	43,4
	WG1-1	51,8	52,8	43,6	61,2	52,3	49,0
	WG1-2	67,5	52,8	71,0	58,3	52,3	50,4
	WG1-3	51,0	52,8	67,0	55,2	52,3	52,1
	WG2-1	51,8	48,3	43,6	61,2	49,7	49,2
	WG2-2	67,5	48,3	50,8	58,3	49,7	47,0
	WG2-3	51,0	48,3	34,0	55,2	49,7	34,3
WG3-1	51,8	49,0	46,8	61,2	57,1	49,9	
WG3-2	67,5	49,0	33,3	58,3	57,1	40,3	
WG3-3	51,0	49,0	55,0	55,2	57,1	44,9	

PRILOGA E

Analiza rastlinskih vzorcev: NO₃-N, skupni N

		NO ₃ -N (mg/kg)			skupni N (%)			Odvzem N (g/parcelo)	
		9.5.2008	30.5.2008	14.5.2009	3.5.2008	30.5.2008	14.5.2008	2008	2009
Obnavljanje	K1	133,16	69,97	45,1	4,8	4,8	5,1	12,94	5,83
	K2	133,16	69,97	22,6	4,8	4,8	5,5	13,57	5,70
	K3	133,16	69,97	45,1	4,8	4,8	4,9	14,27	3,88
	G1	155,73	62,07	45,1	4,7	4,8	5,5	11,57	6,29
	G2	155,73	62,07	45,1	4,7	4,8	5,1	16,91	3,63
	G3	155,73	62,07	67,7	4,7	4,8	4,8	15,03	4,11
	O1-1	143,7	67,71	45,1	4,5	4,7	5,2	14,08	5,55
	O1-2	143,7	67,71	45,1	4,5	4,7	5,7	11,57	5,97
	O1-3	143,7	67,71	67,7	4,5	4,7	5,1	16,16	4,02
	O2-1	91,78	67,71	22,6	4,9	4,5	4,8	13,67	5,34
	O2-2	91,78	67,71	67,7	4,9	4,5	5,2	17,58	6,28
	O2-3	91,78	67,71	67,7	4,9	4,5	5	14,85	4,58
	O3-1	143,32	68,84	45,1	4,6	4,7	5,4	12,74	6,67
	O3-2	143,32	68,84	67,7	4,6	4,7	5,1	16,44	6,41
	O3-3	143,32	68,84	45,1	4,6	4,7	5,1	12,61	4,51
	WG1-1	148,96	82,38	66,7	4,5	4,1	5,6	11,96	6,45
	WG1-2	148,96	82,38	22,6	4,5	4,1	5,3	14,81	6,36
	WG1-3	148,96	82,38	45,1	4,5	4,1	5,8	11,06	5,10
	WG2-1	117,36	77,87	22,6	4,2	4,6	5,4	12,64	6,85
	WG2-2	117,36	77,87	45,1	4,2	4,6	5,4	17,81	4,75
WG2-3	117,36	77,87	45,1	4,2	4,6	4,6	15,05	5,30	
WG3-1	188,46	124,14	45,1	4,2	4,4	5,2	10,24	6,53	
WG3-2	188,46	124,14	45,1	4,2	4,4	5,3	11,06	5,43	
WG3-3	188,46	124,14	22,6	4,2	4,4	5,2	11,83	5,32	

PRILOGA F

Pridelek (kg/ha), odvzem N na parcelo (g), odvzem N (kg/ha) po letih

		Nabran pridelek (kg)		Pridelek (kg/ha)		Odvzem N (g/parcelo)		Odvzem N (kg/ha)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Obravnavanje (ponovitev)	K1	3,37	1,43	5777	6129	12,94	5,83	23,6	25,0
	K2	3,54	1,30	6060	5550	13,57	5,70	23,3	24,4
	K3	3,72	0,99	6369	4243	14,27	3,88	24,5	16,6
	G1	3,05	1,43	5220	6129	11,57	6,29	19,8	27,0
	G2	4,45	0,89	7629	3814	16,91	3,63	29,0	15,6
	G3	3,96	1,07	6780	4586	15,03	4,11	25,8	17,6
	O1-1	3,83	1,34	6557	5721	14,08	5,55	24,1	23,8
	O1-2	3,15	1,31	5391	5614	11,57	5,97	19,8	25,6
	O1-3	4,39	0,99	7526	4221	16,16	4,02	27,7	17,2
	O2-1	3,64	1,39	6231	5957	13,67	5,34	23,4	22,9
	O2-2	4,68	1,51	8014	6471	17,58	6,28	30,1	26,9
	O2-3	3,95	1,15	6771	4907	14,85	4,58	25,5	19,6
	O3-1	3,43	1,55	5871	6621	12,74	6,67	21,8	28,6
	O3-2	4,42	1,57	7577	6729	16,44	6,41	28,2	27,5
	O3-3	3,39	1,11	5811	4736	12,61	4,51	21,6	19,3
	WG1-1	3,48	1,44	5961	6171	11,96	6,45	20,5	27,6
	WG1-2	4,31	1,50	7380	6429	14,81	6,36	25,4	27,3
	WG1-3	3,22	1,10	5511	4714	11,06	5,10	19,0	21,9
	WG2-1	3,59	1,59	6154	6793	12,64	6,85	21,7	29,3
	WG2-2	5,06	1,10	8674	4714	17,81	4,75	30,5	20,4
WG2-3	4,28	1,44	7329	6176	15,05	5,30	25,8	22,7	
WG3-1	2,98	1,57	5103	6729	10,24	6,53	17,6	28,0	
WG3-2	3,22	1,28	5511	5486	11,06	5,43	19,0	23,3	
WG3-3	3,44	1,28	5897	5486	11,83	5,32	20,3	22,8	

PRILOGA G

Analize varianc (ANOVA)

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za NO₃-N v tleh po obravnavanjih

vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	1,47	7	0,21	24,47	0,00
Znotraj obravnavanj	0,14	16	0,01		
Skupaj	1,6045	23			

S tveganjem, manjšim od 5 % lahko trdimo, da se obravnavanja po količini NO₃-N v tleh statistično značilno razlikujejo, saj je p-vrednost manjša od 0,05.

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za NO₃-N v rastlinskih vzorcih po obravnavanjih

vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	3939,72	7	562,82	18,57	0,00
Znotraj obravnavanj	484,864	16	30,30		
Skupaj	4424,58	23			

Ker je p-vrednost manjša od 0,05, lahko s tveganjem, manjšim od 5 % trdimo, da se obravnavanja po količini NO₃-N v rastlinskih vzorcih statistično značilno razlikujejo.

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za nabrani pridelek v letu 2008 po obravnavanjih

vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	2,31	7	0,33	1,07	0,43
Znotraj obravnavanj	4,93	16	0,31		
Skupaj	7,24	23			

Ker je p-vrednost večja od 0,05, lahko s tveganjem, manjšim od 5 % trdimo, da razlika med nabranimi pridelki posameznih obravnavanj v letu 2008 ni statistično značilna.

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za pridelek v letu 2009 po obravnavanjih

vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	0,21	7	0,03	0,58	0,76
Znotraj obravnavanj	0,81	16	0,05		
Skupaj	1,01	23			

Ker je p-vrednost večja od 0,05, lahko s tveganjem, manjšim od 5 % trdimo, da razlika med nabranimi pridelki posameznih obravnavanj v letu 2009 ni statistično značilna.