

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Mateja ZUPIN

**OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA KOT
ORGANSKI GNOJILI V EKOLOŠKI PRIDELAVI
KORUZE (*Zea mays* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Mateja ZUPIN

**OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA KOT ORGANSKI GNOJILI V
EKOLOŠKI PRIDELAVI KORUZE (*Zea mays* L.)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**SHEEP WOOL AND LEATHER WASTE AS ORGANIC
FERTILIZERS IN ORGANIC PRODUCTION OF
MAIZE (*Zea mays* L.)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

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 na parceli kmetije Rogelj 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. Franc Batič
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: doc. dr. Marjetka SUHADOLC
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 oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Mateja Zupin

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 631.867/633.15/631.559(043.2)
KG	gnojila živalskega izvora / organska gnojila / ovčja volna / ostružki usnja / ekološko kmetijstvo / koruza / pridelek / kemična sestava / odpadni material
KK	AGRIS F01/F04
AV	ZUPIN, Mateja
SA	MIHELIČ, Rok (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2012
IN	OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA KOT ORGANSKI GNOJILI V EKOLOŠKI PRIDELAVI KORUZE (<i>Zea mays</i> L.)
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 41, [12] str., 6 pregl., 26 sl., 8 pril., 41 vir.
IJ	Sl
JJ	sl/en
AI	Prepovedana uporaba N-mineralnih gnojil v ekološkem kmetijstvu pogosto povzroči pomanjkanje dušika v obdobju največje potrebe rastline po tem hranilu. V predhodnem lončnem poskusu Centra za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti v Ljubljani je bilo ugotovljeno, da je dušik iz ovčje volne (OV) in ostružkov usnja (WG) zelo dobro dostopen. Volna in ostružki usnja vsebujejo veliko organsko vezanega N, manj pa P in K, zato jih lahko smatramo kot naravno organsko dušično gnojilo. Ker ne vsebujejo anorganskih potencialno toksičnih snovi, bi bila njihova uporaba v kmetijstvu ali hortikulturi koristna in okolju prijazna. V poljskem poskusu smo želeli preveriti rezultate lončnega poskusa v naravnih razmerah s posevkom koruze na ekološki kmetiji v Kranju. Zasnovali smo bločni poskus s tremi bloki in devetimi različnimi obravnavanji pognojjenimi z odmerki gnojil 0, 140, 280 in 560 kg N/ha. Obravnavanja OV in WG smo preizkusili v enkratnem (140 kg N/ha), dvakratnem (280 kg N/ha) in trikratnem odmerku (560 kg N/ha), obravnavanje gnojeno z govejim hlevskim gnojem (G) je bilo enako dvakratnemu odmerku, gnojenje z ureo (obravnavanje MIN) pa je ustrezalo trikratnemu odmerku N. Kontrolno obravnavanje (K) je bilo negnojeno. Pred gnojenjem, po gnojenju in po spravilu pridelka smo opravili analize tal in izmerili vsebnost mineralnega N, skupnega N, P in K, pH, organsko snov, C/N razmerje in električno prevodnost. Preverili smo vpliv obravnavanj na mikrobno aktivnost v tleh. V rastlinskih vzorcih smo izmerili skupne vsebnosti N, P in K ter vsebnost nitrata v zelinju. Izmerili smo tudi vsebnost klorofila v listih koruze s klorofilomerom. Ugotovili smo, da so bili pridelki gnojenih obravnavanj z organskimi gnojili BIO-IUV statistično značilno večji od obravnavanj K in G. Pridelek se je sorazmerno večal z dodanim dušikom v tla. To smo potrdili tudi z vrednostmi klorofilomera. Sproščanje dušika iz tal je bilo pri obravnavanjih OV in WG postopno, saj ni prišlo do nalaganja nitrata v tleh in ne do kopičenja le tega v rastlinah kot v MIN. Organska gnojila BIO-IUV so povečala mikrobno aktivnost v tleh. Po 24-ih urah je bila poraba kisika pri srednjih odmerkih dušika OV in WG večja kot pri obravnavanju G. Rezultati poskusa so pokazali, da bi bila ovčja volna in tudi ostružki usnja lahko boljši vir dušika kot goveji hlevski gnoj, kar predstavlja prednost predvsem v ekološkem kmetijstvu, kjer je velik problem sinhronost dostopnosti dušika v tleh s časom največjih potreb rastlin po njem.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 631.867/633.15/631.559(043.2)
CX Plant nutrition / organic fertilizers / waste material / sheep wool / leather waste / organic production / maize / crop yields / chemical composition
CC AGRIS F01/F04
AU ZUPIN, Mateja
AA MIHELIČ, Rok (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
PY 2012
TI SHEEP WOOL AND LEATHER WASTE AS ORGANIC FERTILIZERS IN ORGANIC PRODUCTION OF MAIZE (*Zea mays* L.)
DT Graduation Thesis (University Studies)
NO XI, 41, [12] p., 6 tab., 26 fig., 8 ann., 41 ref.
LA Sl
AL sl/en
AB Prohibited use of N mineral fertilizers in organic farming often results in a lack of nitrogen in the peak period of the plants need for that nutrient. The previous pot trial, conducted by the Centre for Soil and Environmental Protection at the Biotechnical Faculty in Ljubljana, discovered that the nitrogen from sheep wool (OV) and leather waste (WG) is very well accessible. They contain an abundance of organically bound N and less P and K and can therefore be seen as natural organic nitrogen fertilizers. Organic BIO-IUV wastes do not contain potentially toxic inorganic substances, therefore they are adequate for environmentally friendly agricultural or horticultural use. We conducted a field experiment to verify the results of pot trial under natural conditions using maize field at a certified organic farm in Kranj. We designed field experiment with three blocks and nine different treatments fertilized with fertilizer doses 0, 140, 280 and 560 kg N/ha. OV and WG treatments were tested in single (140 kg N/ha), double (280 kg N/ha) and triple (560 kg N/ha) doses treatment fertilized with cattle farmyard manure (G) was equal to double dose, mineral fertilizer urea (MIN) corresponded to triple dose of N. The control treatment (K) was without fertilizer. Before fertilization, after fertilization and post-harvest soil analyses were conducted and measured the content of mineral N, total N, P and K, pH, organic matter, C/N ratio and electrical conductivity. Effect of treatments on microbial activity in soil was also checked. The plant samples were measured on the total content of N, P and K, and nitrate. Chlorophyll content in leaves of maize was measured in crop stand with chlorophyll meter. We found that yields fertilized with OV and WG were significantly higher than those in treatments K and G. The yield was increased in proportion with the addition of nitrogen into the soil. This was confirmed by the values of chlorophyll meter. Release of nitrogen from the soil was gradual in treatment OV and WG; there was no accumulation of nitrate in the soil or in plants. Organic BIO-IUV wastes also increased the microbial activity in soil. After 24 hours, the consumption of oxygen in the treatments OV and WG was greater than in G. The results of the experiment have shown that sheep wool and leather waste, can be better organic fertilizer than farmyard manure, especially in organic farming, which has a major problem in soil nitrogen availability during peak needs of the crop.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
KAZALO PRILOG	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XI
1 UVOD	1
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA	1
1.2 CILJI RAZISKOVANJA	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 EKOLOŠKO KMETIJSTVO	2
2.1.1 Gnojenje v ekološkem kmetijstvu	3
2.2 OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA	4
2.3 REZULTATI PREDHODNIH POSKUSOV IN ANALIZ	5
2.4 KORUZA (<i>Zea mays</i> L.)	5
2.4.1 Kolobar	5
2.4.2 Tla	6
2.4.3 Voda in temperatura	6
2.4.4 Gnojenje	7
2.4.5 Pridelek koruze v Sloveniji	8
3 MATERIAL IN METODE	9
3.1 LOKACIJA POIZKUSA	9
3.2 TALNE RAZMERE	9
3.3 KLIMATSKE RAZMERE	9
3.3.1 Temperature	9
3.3.2 Padavine	9
3.3.3 Trajanje sončnega obsevanja	10
3.4 POSTAVITEV POSKUSOV	10
3.5 DELO NA TERENU	11
3.5.1 Gnojenje	11
3.5.2 Setev koruze	11
3.5.3 Obdelava tal	12
3.5.4 Vzorčenje tal	12
3.5.5 Klorofilomer	12
3.5.6 Žetev koruze in tehtanje ter štetje rastlin	13
3.6 PRIPRAVA VZORCEV	14
3.6.1 Talni vzorci	14
3.6.2 Rastlinski vzorci	14
3.7 DELO V LABORATORIJU	15
3.7.1 Mehanska analiza tal	15
3.7.2 Meritev NO₃-N in NH₄-N v talnih in rastlinskih vzorcih	15
3.7.3 Meritev električne prevodnosti v talnih vzorcih	16

3.7.4	Meritev pH v talnih vzorcih	17
3.7.5	Meritev kalija in fosforja	17
3.7.6	Meritev skupnega dušika v talnih vzorcih	18
3.7.7	Meritev organske snovi v tleh	18
3.7.8	Odvzem dušika	18
3.7.9	Meritev mikrobne aktivnosti	18
3.8	STATISTIČNE METODE	18
4	REZULTATI	19
4.1	PRIDELEK	19
4.1.1	Število in masa celih rastlin	19
4.1.2	Število in masa koruznih storžev in zrn	20
4.2	VSEBNOST KLOROFILA	22
4.3	NITRATNI DUŠIK V TLEH	23
4.4	AMONIJSKI DUŠIK V TLEH	25
4.5	VNESENI DUŠIK IN PRIDELEK KORUZE	25
4.6	SKUPNI DUŠIK V TLEH	26
4.7	VSEBNOST OGLJIK V TLEH	26
4.8	C/N RAZMERJE	26
4.9	pH VREDNOST	26
4.10	ELEKTRIČNA PREVODNOST	27
4.11	FOSFOR IN KALIJ V TLEH	27
4.12	NITRATNI DUŠIK V RASTLINSKIH VZORCIH (ZELINJE)	27
4.13	SKUPNI DUŠIK V RASTLINSKIH VZORCIH	28
4.13.1	Dušik v zelinju koruze	28
4.13.2	Dušik v koruznem zrnju	28
4.14	ODVZEM DUŠIKA S PRIDELKOM	30
4.14.1	Odvzem dušika z zelinjem koruze	30
4.14.2	Odvzem dušika s koruznim zrnjem	30
4.15	FOSFOR IN KALIJ V RASTLINSKIH VZORCIH	31
4.15.1	Kalij	31
4.15.2	Fosfor	32
4.16	MIKROBNA AKTIVNOST	34
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	35
5.1	RAZPRAVA	35
5.2	SKLEPI	37
6	POVZETEK	38
7	VIRI	39
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Delež površin z ekološkim kmetovanjem (skupaj s površinami v preusmeritvi v ekološko kmetovanje) v skupnih kmetijskih zemljiščih v uporabi v Sloveniji (SURŠ, 2011)	3
Preglednica 2: Zgodnja napoved pridelkov poljščin, september 2008 (SURŠ, 2008)	8
Preglednica 3: Oznake obravnavanj ter količina dodanega gnojila in vnesenega N	10
Preglednica 4: Povprečno število in masa rastlin (t/ha) po obravnavanjih	19
Preglednica 5: Povprečno število storžev na vzorec 15 rastlin in na hektar ter masa zračno suhih storžev in zrn (t/ha)	21
Preglednica 6: Vrednosti klorofilomera po obravnavanjih	22

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Postavitev poskusa po blokkih in obravnavanjih	10
Slika 2: Setev koruze (foto: M. Zupin)	11
Slika 3: Poskusno polje po gnojenju in vkopavanju gnojil v zemljo s krožno brano (foto: M. Zupin)	12
Slika 4: Žetev, štetje in tehtanje rastlin koruze (foto: M. Zupin)	13
Slika 5: Ločevanje storžev od zelinja koruze (foto: M. Zupin)	14
Slika 6: Merjenje $\text{NH}_4\text{-N}$ v talnih vzorcih (foto: M. Zupin)	16
Slika 7: Povprečna sveža masa rastlin in zračno suha masa rastlin (t/ha) po obravnavanjih	19
Slika 8: Razlike pridelka koruze v začetku avgusta 2008 na poskusnem polju v Kranju (foto: M. Zupin)	20
Slika 9: Povprečna masa zračno suhih storžev in zrn (t/ha) po obravnavanjih	21
Slika 10: Sveža masa rastlin in masa zrn (t/ha) v primerjavi z vrednostmi klorofilomera po obravnavanjih	22
Slika 11: Odvisnost pridelka koruze (t/ha) od vrednosti klorofilomera (merjene 15. 7. 2008) po obravnavanjih	23
Slika 12: Vsebnosti $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh (mg/100 g) po datumih vzorčenja tal	24
Slika 13: Povprečne vsebnosti in časovna variabilnost $\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/100 g) v tleh med letom 2008 po obravnavanjih	24
Slika 14: Vsebnosti $\text{NH}_4\text{-N}$ v tleh (mg/100 g) po treh analizah	25
Slika 15: Povprečni pridelek koruze (t/ha) v odvisnosti od vnosa N v tla (kg/ha)	26
Slika 16: Vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ v suhih vzorcih zelinja (mg/kg) po obravnavanjih	27
Slika 17: Vsebnost N v suhih vzorcih zelinja po obravnavanjih	28
Slika 18: Povprečni deleži N v suhih vzorcih zrnja po obravnavanjih	29
Slika 19: Odvisnost % N v zrnju koruze od % N v zelinju po obravnavanjih	29
Slika 20: Odvzem N s pridelkom zelinja koruze (kg/ha) po obravnavanjih	30
Slika 21: Odvzem N s pridelkom koruznega zrnja (kg/ha) po obravnavanjih	31
Slika 22: Povprečne vsebnosti kalija v suhih vzorcih zelinja (g/kg) po obravnavanjih	31
Slika 23: Povprečne vsebnosti kalija v suhih vzorcih koruznega zrnja (g/kg) po obravnavanjih	32
Slika 24: Povprečne vsebnosti fosforja v suhih vzorcih zelinja (g/kg) po obravnavanjih	33

Slika 25: Povprečne vrednosti fosforja v suhih vzorcih koruznega zrnja (g/kg) po obravnavanjih	33
Slika 26: Poraba kisika (mg O ₂ /100 g tal) v steklenih kozarcih s talnimi vzorci obravnavanj v času 24 ur	34

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Analiza vzorcev tal: TMN ($\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NH}_4\text{-N}$)

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

PRILOGA C: Analiza rastlinskih vzorcev: kalij, fosfor, skupni dušik

PRILOGA D: Nitratni dušik v zelinju rastlinskih vzorcev

PRILOGA E: Enosmerna analiza variance (ANOVA) za pridelek (t/ha) po obravnavanjih

PRILOGA F: Enosmerna analiza variance (ANOVA) za število rastlin/ha po
obravnavanjih

PRILOGA G: Enosmerna analiza variance (ANOVA) za pridelek zrn (t/ha) po
obravnavanjih

PRILOGA H: Načrt IUV

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

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)
$\text{NO}_3 - \text{N}$	nitratni dušik
$\text{NH}_4 - \text{N}$	amonijski dušik
ARSO	agencija Republike Slovenije za okolje
M	molarno
P_2O_5	fosforjev pentoksid
K_2O	kalijev oksid
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	kalcijev klorid
HCl	klorovodikova kislina (= solna kislina)
GVŽ	glava velike živine
NO_2^-	nitritni ion
NO_3^-	nitratni ion
NH_4^+	amonijev ion
Na_2S	natrijev sulfid
NaSH	natrijev hidrosulfid
GSO	gensko spremenjeni organizem
APEO	alkilfenol etoksilat
EDTA	etilen-diamin-tetraacetat
HNO_3	dušikova kislina
mS	milisiemens
OV	ovčja volna
WG	ostružki usnja (wet gold)
G	hlevski gnoj
K	kontrola, negnojeno
MIN	mineralno gnojilo (urea)

1 UVOD

1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

V ekološkem kmetijstvu je poleg kemično sintetiziranih fitofarmacevtskih sredstev (pesticidov), gensko spremenjenih organizmov in proizvodov pridobljenih iz teh organizmov ter različnih regulatorjev rasti, prepovedana uporaba skoraj vseh gnojil, ki jih uvrščamo med mineralna gnojila. Slaba stran tega je pogosto pomanjkanje gnojil z lahko dostopnim dušikom.

Obilno organsko gnojenje oziroma zadovoljitev potreb po dušiku po večini z organskimi gnojili, ki vsebujejo veliko organskega dušika, poveča možnost za izpiranje nitratov, ki nastanejo po razgradnji organskih gnojil (Leskošek, 1993), poleg tega pa mineralizacija organskih gnojil ne poteka dovolj hitro, da bi zadostila potrebam po dušiku rastlinam v kritičnih obdobjih (Pang in Letey, 2000).

V IUUV d.d. so pridobivali dlako in ščetine oz. predelovali kožo v usnje od prosto-živečih ali domačih živali, ki so bile vzgojene v skladu z določili za ekološko kmetovanje. Ker so v proizvodnji uporabljali naravi prijazne snovi (brez uporabe kroma in drugih nevarnih snovi), je vračanje bio-odpadkov iz take proizvodnje v naravni obtok preko uporabe v kmetijstvu ali hortikulturi koristno in okolju prijazno.

S predhodnim lončnim poizkusom v kontroliranih razmerah v rastlinjaku, ki ga je izvedel Center za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti v Ljubljani, je bilo ugotovljeno, da je dušik iz ovčje volne (OV) in ostružkov usnja, pridobljeni po postopku struženja z ekstrakti rastlin (brez kemikalij) (postopek wet gold – WG), zelo dobro dostopen (Hodnik in sod., 2008). Ti ostanki vsebujejo veliko organsko vezanega dušika, manj pa fosforja in kalija, zato jih lahko smatramo kot naravno organsko dušično gnojilo. Pomembna je tudi ugotovitev, da ti odpadki ne vsebujejo anorganskih potencialno toksičnih snovi.

1.2 CILJI RAZISKOVANJA

Ugotovitve iz prejšnjih kontroliranih poskusov z uporabo ovčje volne in ostružkov usnja (ugodno delovanje na talne fizikalno-kemijske lastnosti, dober vir dušika, pospeševanje delovanja mikroorganizmov...), želimo preveriti v realnih razmerah na polju pri ekološko gojeni koruzi. V raziskavi želimo učinke gnojenja z ovčjo volno in ostružki usnja primerjati s hlevskim gnojem oziroma mineralnimi gnojili ter negojeno kontrolo.

1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavljamo, da sta ovčja volna in ostružki naravno strojenega usnja (organski gnojili BIO-IUV) boljši vir dušika kot običajni goveji hlevski gnoj, zato bodo pridelki koruze večji pri enaki količini dodanega dušika pri obeh gnojilnih variantah.

Sproščanje dušika iz teh gnojil bo postopno, zato ne bo povečane vsebnosti nitratov v tleh in ne kopičenja nitratov v rastlinskem tkivu v primerjavi z gnojenjem s hlevskim gnojem. Smatramo, da organska gnojila BIO-IUV značilno povečujejo mikrobovno aktivnost v tleh.

2 PREGLED OBJAV

2.1 EKOLOŠKO KMETIJSTVO

Poimenovanje tega načina pridelave je v različnih evropskih državah različno. Uporabljajo se izrazi biološko, organsko in ekološko kmetijstvo. Najpomembneje pa je, da uporabniki, ne glede na izraz, upoštevajo zahteve in predpise ekološke pridelave in predelave, ter da je postavljen sistem kontrole od njive in hleva prek predelave in prodaje do končnega porabnika (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. V ekološki pridelavi rastlin se uporabljajo postopki obdelovanja zemlje in gojenja rastlin, ki ohranjajo ali povečujejo vsebnost organskih snovi v tleh, povečujejo stabilnost in biotsko raznovrstnost tal ter preprečujejo zbitost in erozijo tal. Rodovitnost in biološka aktivnost tal se ohranjata in povečujeta z večletnim kolobarjenjem, vključno s stročnicami in drugimi podorinami, uporabo hlevskega gnoja ali organskih materialov, obeh po možnosti kompostiranih, iz ekološke pridelave. Uporaba biodinamičnih pripravkov je dovoljena (Uredbe Komisije (ES) št. 889 ..., 2008).

Osnovne prepovedi v ekološkem kmetijstvu so: uporaba kemično sintetičnih sredstev za varstvo rastlin, uporaba s kemikalijami 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). Zdravje rastlin tako v prvi vrsti ohranjamo s preventivnimi ukrepi, kot so izbor sort odpornih na škodljivce in bolezni, z ustreznim kolobarjem, mehanskimi in fizičnimi postopki ter z zaščito naravnih sovražnikov škodljivcev.

Število ekoloških kmetij, pridelovalcev oz. predelovalcev v Sloveniji iz leta v leto narašča. V letu 1999 je za plačilo za podukrep Ekološko kmetovanje v okviru Programa razvoja podeželja 2007-2013 zaprosilo 41 pridelovalcev, v letu 2009 pa že 1.978. V letu 2009 je bilo v ekološko kontrolo vključenih 2.096 kmetijskih gospodarstev (kar predstavlja 2,6 % vseh kmetij v Sloveniji) z 29.388 ha kmetijskih zemljišč v uporabi (6,2 % od vseh kmetijskih zemljišč v uporabi v letu 2009). Od teh je 1.853 kmetij že zaključilo preusmeritveno obdobje (pridobilo eko certifikat), ki traja najmanj 24 mesecev od prve prijave v kontrolo (Ministrstvo za kmetijstvo ..., 2011).

Preglednica 1: Delež površin z ekološkim kmetovanjem (skupaj s površinami v preusmeritvi v ekološko kmetovanje) v skupnih kmetijskih zemljiščih v uporabi v Sloveniji (SURS, 2011)

Kmetijska zemljišča	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Površine z ekološkim kmetijstvom (ha)	5446	10828	13828	20018	23019	23169	26831	29322	29836,4
Travinje (ha)	-	10000	12800	18500	20908	21670	24458	25796	26309
Njive in vrtovi (ha)	-	721	908	1368	1722	1066	1684	2652	2608,2
Vinogradi (ha)	-	52	55	50	49	67	125	184	190,7
Oljčniki (ha)	-	-	-	-	4	6	28	21	16,2
Sadovnjaki (ha)	-	55	65	100	336	360	536	669	712,3
Kmetijska zemlja v uporabi (KZU) skupaj (ha)	508960	509624	505462	509709	490520	508759	490318	498466	492424
Delež KZU z ekološkim kmetijstvom (%)	1,1	2,1	2,7	3,9	4,7	4,6	5,5	5,9	6,1

2.1.1 Gnojenje v ekološkem kmetijstvu

Temelj ekološke pridelave na kmetiji je vzreja živali, saj se preko hlevskega gnoja pridobi večino organske snovi in hranil potrebnih za rast rastlin. Količina gnoja - iz lastne reje ali dokupljenega – ne sme presegati vrednosti 2 GVŽ/ha (Bavec, 2001), kar pomeni da skupna količina živinskih gnojil v smislu Direktive Sveta 91/676/EGS (8) o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov, ki se uporabi na kmetijskem gospodarstvu, ne sme presegati 170 kg dušika na leto/hektar kmetijskih zemljišč v uporabi. Ta zgornja meja se uporablja samo za hlevski gnoj, posušeni hlevski gnoj in dehidrirani gnoj perutnine, kompostirane živalske iztrebke, vključno z gnojem perutnine, kompostirani hlevski gnoj in tekoče živalske iztrebke. Krmne rastline iz večletnih kolobarjev bi morale biti zaradi manjšega onesnaževanja in manjše izgube hranil porabljene na sami kmetiji ali 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 (Uredbe Komisije (ES) št. 889 ..., 2008).

Za povečanje rodovitnosti tal v ekološkem kmetijstvu, je potrebno upoštevati pravilen kolobar, vključevati čim več metuljnic (detelje, zrnate stročnice,...), sejati čim več vmesnih posevkov za zeleno gnojenje, tla obdelovati ob primernem času, jih rahljati in vzpodbujati sproščanje hranil iz tal (Bavec in sod., 2001).

Kadar potreb rastlin po gnojilih ni mogoče zagotoviti z zgoraj naštetimi možnostmi, se lahko gnoji z dokupljenimi gnojili ali dodatki za izboljšanje tal, ki so v skladu s Prilogo I iz Uredbe Komisije (ES) št. 889/2008. Pred uporabo nekaterih gnojil pa je potrebno predhodno dobiti soglasje kontrolne službe in imeti dokazila o potrebah po uporabi proizvoda. Na primer, kot gnojila ali dodatke za izboljšanje tal iz proizvoda ali stranske proizvodnje živalskega izvora se lahko uporablja: krvna moka, moka iz parkljev, moka iz rogov, kostna moka, deželatinirana kostna moka, ribja moka, mesna moka, moka iz perja, dlake, volna, krzno, dlaka, mlečni izdelki. Vsi ti dodatki ne smejo vsebovati kroma (VI) (Uredbe Komisije (ES) št. 889 ..., 2008).

2.2 OVČJA VOLNA IN OSTRUŽKI USNJA

Usnjarska industrija je bila kategorizirana kot ena od najbolj onesnaževalnih industrij, saj so negativne posledice takega obrata na okolje zaskrbljujoče. Globalna produkcija usnja leta 2005 je bila 24 bilijonov m², kar predstavlja velik izziv usnjarski industriji zaščititi naravo pred kemikalijami, ki jih uporabljajo v procesu (Kanagaraj in sod., 2006).

Zaradi velike nevarnosti onesnaževanja okolja z odpadnimi snovmi in odpadnimi vodami, ki nastanejo pri procesu strojenja in obdelovanja usnja, so se mnoge organizacije zavzele za poostren nadzor nad industrijo in nekatere izdale tudi smernice za bolj okolju prijazno delovanje, kot so recikliranje odpadkov, zmanjšana oziroma nadomestljiva uporaba strupenih snovi in pravilno čiščenje odpadnih voda.

Za proizvodnjo usnja se v osnovi uporabljata dva različna procesa. Najbolj razširjen je proces strojenja, pri katerem se uporabljajo kromove (III) soli, saj je hitrejši in cenejši, vendar se le 70% dodanega kroma veže na usnje, 30 % pa se ga spere v odpadno vodo. Drugi način strojenja je z uporabo naravnega tanina ali sintetičnih snovi bolj prijazen okolju, saj se uporabljena tekočina lahko ponovno uporabi, vendar je proces dolgotrajnejši in dražji (Environmental management guideline ..., 1997).

Kromove (III) soli kot vir težke kovine in zaradi potencialne nevarnosti oksidacije v kancerogeni krom (VI) postajajo vedno bolj vprašljive za uporabo v usnjarski industriji. Enako velja za barvila, ki vsebujejo težke kovine. Poleg kroma so to pogosto še kobalt, nikelj, baker itd.

Razvoj in raziskave potekajo v smeri strojenja in barvanja brez težkih kovin (heavy metal free – HMF). Uporaba tako imenovanega organskega strojenja, barvanja in dodelava usnja ter predelava odpadkov iz proizvodnje usnja v uporabne izdelke zmanjša potrebe po odlaganju odpadkov na deponije. Odpadki, ki ne bodo uspešno predelani v uporabne produkte in blato, ki nastane pri čiščenju odpadne vode, se uporabi za proizvodnjo toplotne in električne energije. Trdni ostanek pri pridobivanju energije pa se uporabi/proda kot gnojilo (IUV ..., 2007). Ostanki usnja (wet blue leather) lahko kot gnojilo pripomorejo k povečanju pridelka riža. Pridelki so primerljivi ali lahko celo večji kot pri gnojenju z mineralnimi gnojili (Nogueira in sod., 2011).

V raziskavi v Bolgariji (Nustorova in sod., 2005) so hidrolizant ovčje volne na podlagi kemičnih in mikrobioloških lastnosti preizkusili na rastlinah trpežne ljulke (*Lolium perenne*). Odpadni materiali ovčje volne naj bi vsebovali 75-80% vodotopnih snovi: peptidi, aminokisline, soli, barvila, maščobe, nekaj ogljikovih hidratov, kalijevih ionov. Zelo verjetno bi se pridobljen hidrolizant lahko uporabljal kot neškodljivo in dragoceno gnojilo v kmetijstvu. Raziskava je pokazala, da ta organski material pozitivno vpliva na mikrobno aktivnost tal in rast rastlin. V ZDA (Zheljazkov, 2005; Zheljazkov in sod., 2009) so ne kompostirano odpadno volno in dlake preizkusili na različnih kontejnerskih rastlinah (blitva, bazilika, meta, žajbelj) in ugotovili, da bi ti organski odpadki lahko služili kot dušični gnojili kontejnersko gojenim rastlinam, saj so zasledili povečanje mineralnega in celokupnega dušika ter mikrobne biomase.

2.3 REZULTATI PREDHODNIH POSKUSOV IN ANALIZ

Na Centru za pedologijo in varstvo okolja, na oddelku za agronomijo, na Biotehniški fakulteti so z laboratorijskimi, inkubacijskimi in lončnimi poskusi in analizami temeljito proučili fizikalne, kemijske in agronomske lastnosti organskih odpadkov, ki so nastali pri biološki pridelavi usnja v IUV d.d. (Hodnik in sod., 2008).

Analiza vsebnosti mikroelementov je pokazala, da zmleta neočiščena ovčja volna, jelenova dlaka in ostružki usnja vsebujejo veliko organsko vezanega dušika. Skupnega fosforja in kalija v vzorcih ni bilo veliko, zato te odpadne živalske materiale lahko smatramo predvsem kot naravno organsko dušično gnojilo. Parametri bio-usnjarskih odpadkov dokazujejo, da te snovi ne vsebujejo anorganskih potencialno toksičnih snovi, zato je možna njihova uporaba tudi v ekološkem kmetijstvu. V vseh vzorcih odcedne vode je bila koncentracija skupnega kroma pod detekcijsko mejo, pod 0,2 mg Cr/l.

Glavno testiranje je bilo lončni poskus v rastlinjaku z ustrezno temperaturo in svetlobo. Ugotovitve lončnega poskusa so se v glavnem skladale z ugotovitvami inkubacijskega poskusa. Optimalni odmerki ovčje volne in jelenjih dlak bi bili na nivoju 1 g/l substrata oziroma 3 t/ha, ostružkov »wet white« 6 t/ha in »wet gold« 6 do 9 t/ha (Hodnik in sod., 2008).

2.4 KORUZA (*Zea mays* L.)

Koruza izvira iz Srednje in Južne Amerike. V večini virov je navedeno, da je seme koruze Kolumb pripeljal v Španijo ob vrnitvi iz prve poti v Ameriko. Prvi pisni vir, ki opisuje posevek koruze na evropskem ozemlju izvira iz Italije iz leta 1494. Sprva so jo gojili po vrtovih kot eksotično rastlino. Nekaj prvih desetletij se je pridelovanje koruze širilo zelo počasi v 16. stoletju pa se je razširila v večji del Evrope, Afriko in Azijo (Čergan in sod., 2008).

Koruza (*Zea mays* L.) je enoletna enodomna rastlina, ki spada v družino trav (*Gramineae*), natančneje v poddružino prosastih trav. Na osnovi notranjih in zunanjih lastnosti zrnja ločimo več zvrsti (convarietas). Zanje obstaja več sistematičnih razvrstitev, ki pa se med seboj ne razlikujejo pomembno (Čergan in sod., 2008).

Razlikujemo osem oziroma devet zvrsti koruze od katerih so v naših razmerah gospodarsko pomembne zabanke, trdinke, poltrdinke, polzabanke in deloma pokovke. Ekološki pridelek koruze ponuja številne možnosti trženja (vloženo mlečno seme in storžki, koruzni kruh, testenine, kosmiči, zdrob, pokovka...) (Bavec, 2001).

2.4.1 Kolobar

Za kolobar koruza ni zahtevna. Je dobra prejšnja rastlina večini poljščin, dobro pa uspeva tudi za drugimi poljščinami. Čim slabša so tla in podnebje, skratka čimbolj neugodne so razmere, tembolj moramo paziti na pravilno vrstenje poljščin (Tajnšek, 1980).

Ponavljajočo setev na isto zemljišče prenaša bolje kot večina drugih poljščin, saj jo lahko po nekaterih podatkih v monokulturi pridelujemo od 10 do 15 let brez pomembnega zmanjšanja pridelka (Čergan in sod., 2008). Med pglavitnimi problemi monokulturnega pridelovanja koruze je erozija tal zaradi velike množine padavin. Tudi koruza zelo slabo pokriva tla. Poleg tega pa je pridelovanje koruze v monokulturi povezano z večjo nevarnostjo okužb z nevarnimi glivičnimi boleznimi in množenja škodljivcev (Tajnshek in sod., 1991).

V ekološkem kolobarju jo na isto njivo sejemo šele vsakih 4 do 5 let. V kolobarju s koruzo se izogibamo setvi prosa. Ugodni prejšnji posevki so vse stročnice, gnojene okopavine in tudi strna žita. Prepozno požeta koruza ni primeren prejšnji posevek za ozimine. V naših razmerah je zaenkrat dovoljena setev vseh priporočenih kultivarjev z nerazkuženim semenom v širši prodaji. Setev gensko spremenjenih rastlin ni dovoljena. Pri izbiri je zelo pomembna dolžina rastle dobe, ki znaša za FAO 190 okoli 115 dni, za FAO 400 pa okoli 160 dni (Bavec, 2001).

2.4.2 Tla

Koruza najbolje uspeva na srednje težkih, strukturnih in zračnih tleh, ki so dobro oskrbljena s humusom (2 do 4 odstotki humusa). Najprimernejše so združbe rjavih tal, primerna pa so tudi ilovnata tla na apnencih in dolomitih ter tla na laporjih in peščenjakih. Prav tako koruza dobro uspeva na barjanskih tleh. Slabo odcedna in zračna glinasta ter ilovnata tla so manj primerna. V povezavi s pomanjkanjem padavin so za koruzo neugodna lahka peščena tla (Čergan in sod., 2008).

2.4.3 Voda in temperatura

Količina vode, ki jo potrebuje koruza v posameznih obdobjih rasti in razvoja, je različna. Poraba vode se močno poveča v obdobju hitre rasti koruze, doseže vrhunec v času cvetenja in oplodnje ter postopoma pada do fiziološke zrelosti. Najbolj kritična so obdobja metličenja, svilanja, in oplodnje, ki lahko traja tudi do 20 dni. Koruza je rastlina z majhnim transpiracijskim koeficientom (300 do 350 l/kg suhe snovi), vendar imajo novejši hibridi ob primerni tehnologiji pridelave sposobnost oblikovati izjemno velike pridelke suhe snovi, zato so potrebe po vodi v tem primeru pomembno večje. Za pridelek 10 ton zrnja na hektar koruza porabi vsaj 7000 ton (700 l/m²) vode, pri čemer nista upoštevani evaporacija in odcedna voda (Čergan in sod., 2008).

Za pridelovanje koruze mora biti srednja mesečna temperatura od začetka maja do konca septembra vsaj 13,5 °C. Za optimalno toploto večina virov navaja srednjo dnevno temperaturo 19 °C v poletnih mesecih, medtem ko nočne temperature v tem obdobju naj ne bi bile pod 13 °C. Optimalna temperatura je odvisna tudi od vlažnosti tal in ozračja ter od osvetlitve. V primeru, da voda ni omejitveni dejavnik za rast koruze, je najugodnejša temperatura med 25 in 30 °C. Koruza preneha z rastjo pri temperaturi nižji od 8 °C. Negativne temperature so nevarne po vzniku koruze. Mlade rastline prenesejo od -1 do -2 °C. Če pri pozebi odmrejo le deli prvih listov, si lahko rastlina opomore, v primeru, da odmre rastni vršiček, koruza propade. Zato je zelo pomembno načrtovanje časa setve. Začetek setve omogočajo temperature tal med 10 in 12 °C. V pretežnem delu naših

pridelovalnih območij se setev začne v začetku zadnje dekade aprila (Tajnšek in sod., 1991; Čergan in sod., 2008).

2.4.4 Gnojenje

Potreba po gnojenju v začetku rasti koruze je zelo majhna, saj prvi mesec rasti - ves maj - zelo počasi raste. Ob koncu maja je visoka komaj od 10 do 25 cm, ponavadi ima le 4 do 6 listov in je porabila na hektar le okoli 10 kg dušika, kar je lahko dobila iz starih zalog v tleh. Ker pa je maja pri nas veliko padavin, se lahko veliko dušika iz gnojila izpere, če smo ga potresli pred setvijo in se ni porabil za prehrano koruze. Čas največjih potreb koruze po dušiku se običajno začne med prvim in drugim tednom junija, ko kuruza zraste do kolena (ima 7 do 9 razvitih listov) in traja do konca julija oziroma do sredine avgusta. Tedaj se tudi v tleh postopoma sproščajo največje količine dušika, vendar je to tudi čas, ko potrebuje dober koruzni posevek praviloma tudi dodatne količine dušika, ki ga je potrebno dodati z gnojili (Leskošek, 1993).

Poleg kemične analize tal je odvzem hranil s pridelki eden od temeljev za določanje potrebe po gnojenju. Odvzem hranil je odvisen od pridelka.

Z 10 tonami zrnja koruze odpeljemo z njive okvirno (Leskošek, 1993; Leskošek in Mihelič, 1998):

- 130 kg N/ha,
- 70 kg P₂O₅/ha,
- 40 kg K₂O/ha.

Če k temu dodamo še koruznico je skupni odvzem okvirno:

- 230 kg N/ha,
- 110 kg P₂O₅/ha,
- 260 kg K₂O/ha.

Zrnje je torej pretežni porabnik dušika in fosforja, koruznica pa kalija (čez 80%).

Sprejem dušika iz zalog v tleh je predvsem odvisen od založenosti tal z drugimi hranili in organsko snovjo. Na zelo revnih njivah znaša sprejem dušika iz zalog okoli 20 odstotkov od skupno potrebne količine, na srednje bogatih okoli 50 odstotkov, na zelo bogatih tleh pa tudi do 80 odstotkov. Iz tega sledi, da lahko na stopnjo razpoložljivosti dušika v tleh pomembno vplivamo z rednim gnojenjem z organskimi gnojili, kar ob primerni mikrobiološki aktivnosti zagotavlja ugodno bilanco dušika v tleh (Čergan in Sušin, 2005).

Gnojenje z dušikom pred setvijo z odmerkom največ 40 kg N/ha priporočamo samo v primeru tal z majhno rodovitnostjo ter če njiva v kolobarju ni gnojena z živinskimi gnojili (Mihelič, 2003).

Čas za dognojevanje koruze je razvit 7. do 9. list, kar sovpada z višino posevka 50 cm oziroma s 1. ali 2. tednom v juniju. Do te faze je namreč tehnološko še možen raztros mineralnih gnojil (Sušin, 2002).

Okvirni dolgoročni (večletni) izkoristki dušika pri gnojenju z živinskimi gnojili so (Čergan in sod., 2008):

- gnojnica: 85-odstoten izkoristek,
- gnojevka: 75-odstoten izkoristek,
- hlevski gnoj, uporabljen na njivah: 70-odstoten izkoristek,
- hlevski gnoj, uporabljen na travnikih: 50-odstoten izkoristek.

2.4.5 Pridelek koruze v Sloveniji

V svetovnem merilu je v pridelovanju koruza na tretjem mestu med vsemi kulturnimi rastlinami, takoj za pšenico in rižem.

V Sloveniji je koruza najbolj razširjena poljščina. Pridelujemo jo na okoli 40 odstotkov vseh njiv, kar je največji delež v setveni sestavi med vsemi evropskimi državami. Približno tretjina posevkov koruze je namenjena pridelavi silaže, dve tretjini pa pridelavi suhega zrnja, siliranega vlažnega zrnja in siliranih mletih storžev (Čergan in sod., 2008).

Leta 2008, v času našega poskusa, so na Statističnem uradu Republike Slovenije po podatkih o pridelkih opazovanih poljščin, zbranih 15. septembra 2008, napovedali, da se pričakuje zaradi poletnih neurij s točo, kljub nekaj večjih posejanih površinah s koruzo kot v letu prej, za 5 % manjši pridelek koruznega zrnja in silažne koruze.

Preglednica 2: Zgodnja napoved pridelkov poljščin, september 2008 (SURS, 2008)

Leto	Pridelek (t)		Indeksi	Povprečni pridelek (t/ha)		Indeksi
	2007	2008	2008/2007	2007	2008	2008/2007
Koruza za zrnje	308.259	292.776	95,0	7,5	6,7	88,9
Silažna koruza	1.092.365	1.036.437	94,9	42,1	40,4	96,0

3 MATERIAL IN METODE

3.1 LOKACIJA POIZKUSA

Poizkus je potekal v osrednjem delu Slovenije na posesti ekološke kmetije Rogelj v Kranju, in sicer od sredine aprila do sredine septembra leta 2008.

3.2 TALNE RAZMERE

Tla, na katerih smo izvedli poskus, so srednje težka plitva rjava tla na produ in pesku. Obdeluje se jih lahko do globine 20 – 25 cm globlje je delež skeleta (prodnikov) tako velik, da onemogoča obdelavo in vzorčenje z običajno talno sondo. Tekstura tal je ilovnata (25,4 % gline, 43,1 % melja in 31,5 % peska), pH je ugoden 6,5 in organske snovi je dobrih 5 %. 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 (Mihelič, 2003).

Po programu Soil water characteristic (Saxton, 2006) smo s pomočjo podatkov deleža peska in gline v tleh, deleža organske snovi in skeleta določili poljsko kapaciteto tal, 34 vol. % H₂O, ob nasičenosti tal 53,8 vol. % H₂O, rastlinam dostopno vodo, 0,13 cm/cm (= 26 mm v 20 cm debeli ornici), točko venenja, 17, 7 vol. %, in volumsko gostoto, 1,22 g/cm³.

Na obravnavanem polju je potekal kolobar z naslednjimi poljščinami: 1. leto pšenica, naslednji 2 leti črna detelja, 4. leto krompir in 5. leto koruza (v času našega poskusa).

3.3 KLIMATSKE RAZMERE

3.3.1 Temperature

Leto 2008 je bilo eno izmed toplejših let, saj je bila povprečna maksimalna dnevna temperatura kar za 1,5 – 2°C višja od dolgoletnega povprečja, prav tako pa je bila za skoraj 1,5°C višja tudi povprečna minimalna dnevna temperatura. April je bil toplejši in bolj moker od dolgoletnega povprečja (1961 – 1990). V poletnih mesecih pa je bilo kar nekaj neviht, tudi s točo, ki so prinesle nekaj izrazitih hladnih front predvsem v avgustu in septembru (ARSO, 2011; Cegnar, 2008).

3.3.2 Padavine

Dolgoletno povprečje padavin je bilo v letu 2008 preseženo v večjem delu Slovenije. Presežek je bil največji v severozahodnem delu države (Kranj – 1719 mm). Najbolj suho je bilo januarja, februarja, septembra in oktobra, najbolj namočena meseca pa sta bila december in julij z nevihtami. Povprečna količina padavin v rastni dobi koruze, v času našega poskusa (april – september 2008), je bila 144,8 mm (ARSO, 2011; Cegnar, 2008).

3.3.3 Trajanje sončnega obsevanja

Leto 2008 je bilo v Ljubljani že dvanajsto zapored z nadpovprečnim trajanjem sončnega obsevanja; sonce je sijalo 1824 ur, kar je 7 % več od dolgoletnega povprečja. Od dolgoletnega povprečja je najbolj odstopal mesec februar (presežek je bil od 50 % do 75 %), najbolj siva meseca glede na povprečje pa sta bila januar in december (ARSO, 2011; Cegnar 2008).

3.4 POSTAVITEV POSKUSOV

Pri zasnovi poskusa smo se odločili za 9 obravnavanj v treh ponovitvah (blokih). Poleg treh različnih odmerkov ovčje volne in ostružkov usnja smo parcele za primerjavo pognojili še s hlevskim gnojem in z mineralnim gnojilom ureo, tri parcele pa so bile kontrolne. Parcele so bile široke 6 m in dolge 5 m (30 m² površine). Skupna površina obravnavanega polja je bila 810 m² (3 x 9 parcel x 30 m²).

Preglednica 3: Oznake obravnavanj ter količina dodanega gnojila in vnesenega N

Oznaka	Gnojilo	Količina gnojila (t/ha)	Vneseni N (kg N/ha)
K	negnojeno	-	0
G	hlevski gnoj	56	280
MIN	urea (46% N)	1,22	560
OV1	ovčja volna	1	140
OV2	ovčja volna	2	280
OV3	ovčja volna	4	560
WG1	ostružki usnja Wet Gold	1,61	140
WG2	ostružki usnja Wet Gold	3,22	280
WG3	ostružki usnja Wet Gold	6,44	560

BLOK 1

OV1	WG1	OV3	WG2	MIN	WG3	K	G	OV2	6 m
5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m	
45 m									

BLOK 2

WG2	OV2	WG3	OV3	OV1	WG1	G	MIN	K	6 m
45 m									

BLOK 3

WG1	OV2	K	MIN	WG2	G	WG3	OV1	OV3	6 m
45 m									

Slika 1: Postavitev poskusa po blokih in obravnavanjih

3.5 DELO NA TERENU

3.5.1 Gnojenje

Poskusno polje smo pognojili 20. aprila 2008. Odmerke ovčje volne, ostružke usnja in mineralnega gnojila smo ročno enakomerno potresli po prej določenih parcelah, hlevski gnoj pa smo enakomerno razporedili z vilami.

3.5.2 Setev koruze

Koruzo smo sejali z vrstno sejalnico 3. maja 2008. Razdalja med vrstami je bila 75 cm, zato smo morali s štiri lemežno sejalnico napraviti dve dolžini. Razdalja med semeni je bila 15 cm.



Slika 2: Setev koruze (foto: M. Zupin)

3.5.3 Obdelava tal

Po gnojenju smo gnojila vkopali v zemljo s krožno brano.



Slika 3: Poskusno polje po gnojenju in vkopavanju gnojil v zemljo s krožno brano (foto: M. Zupin)

3.5.4 Vzorčenje tal

Vzorke za analizo tal smo vzeli trikrat na globini 0-25 cm z žlebičasto sondo (približno 0,8 kg vsak vzorec). Prvič pred gnojenjem (20. aprila 2008), in sicer skupno po posameznih blokkih, drugič 13. junija 2008 po posameznih obravnavanjih in tretjič po žetvi koruze (1. 12. 2008) prav tako po posameznih obravnavanjih.

Talne vzorce smo v primerno označenih papirnatih vrečkah takoj odnesli v laboratorij.

3.5.5 Klorofilomer

Klorofilomer (npr. Hydro N-tester[®], HNT, ki smo ga uporabili v poskusih) je prenosni terenski pripomoček za ugotavljanje oskrbljenosti rastlin z dušikom na podlagi meritev vsebnosti klorofila v listih rastlin. Metoda temelji na spoznanju, da je oskrbljenost rastlin z dušikom v neposredni povezavi z vsebnostjo klorofila v listih rastlin. Vendar je ta odvisna tudi od genetskega potenciala rastlin, osvetlitve, vsebnosti vode v listih, časa meritve tekom dneva, temperature zraka, mesta meritve na listih ter pedoloških lastnosti tal (Sušin in sod., 2004).

Ker je tvorba klorofila odvisna tudi od drugih dejavnikov in ne samo od oskrbljenosti rastlin z dušikom, izmerjena vrednost ne pomeni veliko, če ni umerjena na točno določeno polje, hibrid in okolje (Mihelič, 1995).

Meritve s klorofilomerom smo opravili 15. 7. 2008. Na vsako obravnavanje po ponovitvah smo skupaj vzeli 30 meritev od katerih nam je aparat sam izračunal povprečje. Meritve smo opravili na naključno izbranih rastlinah iz posamezne parcele na najmlajših že dokončno razvitih listih (3. – 4. list štet od zgoraj navzdol), na sredini lista.

3.5.6 Žetev koruze in tehtanje ter štetje rastlin

Žetev koruze smo opravili 10. 9. 2008. Želi smo ročno s srpom. Da bi se izognili vplivu sosednjih parcel, gnojenih z drugačnim gnojilom, smo poželi samo rastline na sredini parcele, in sicer tri srednje vrste v dolžini 3 m (na vsaki strani 1 m od sosednje parcele) približno 15 cm nad tlemi. Za določitev pridelka smo te rastline stehali, zapisali vrednost in med njimi naključno izbrali 15 rastlin. Tudi te smo stehali in jih spravili v označene vreče za nadaljnje analitske postopke.



Slika 4: Žetev, štetje in tehtanje rastlin koruze (foto: M. Zupin)

3.6 PRIPRAVA VZORCEV

3.6.1 Talni vzorci

Vzorci tal v primerno označenih papirnatih vrečkah smo za 24 ur dali v sušilno komoro na 40°C. Posušene smo zmleli v mlinu za mletje talnih vzorcev in jih presejali na situ s premerom odprtin 2 mm. Tako pripravljene vzorce smo spravili v primerno označene škatlice za nadaljnje laboratorijske analize.

3.6.2 Rastlinski vzorci

15 vzorčnih rastlin vsake parcele smo dali v sušilnico na 70°C dokler niso bili zračno suhi. Od posušanih vzorcev smo ločili koruzne storže in jim odstranili ličkanje (listi, ki obdajajo storže). Zelinje (ličkanje, stebela in listje koruze) smo ponovno stehtali, nato pa zmleli z mlinom za rastlinske vzorce (Brabender®, Rotormühle) in jih dali v primerno označene PVC vrečke. Koruzne storže smo najprej prešteli in stehtali, nato pa s pomočjo stroja ločili zrnje od sredice storža (oklaska) in stehtali še samo zrnje. Vzorce zrnja smo nato zmleli s kavnim mlinčkom znamke Gorenje in jih spravili v primerno označene PVC vrečke za nadaljnje analitske postopke.



Slika 5: Ločevanje storžev od zelinja koruze (foto: M. Zupin)

3.7 DELO V LABORATORIJU

3.7.1 Mehanska analiza tal

V platenko smo zatehtali 10 g tal, prelili s 25 ml 0,4 N Na-pirofosfata in pustili stati preko noči. Naslednji dan smo vzorec dali na stresalnik za 4 ure. Dobro premešano suspenzijo smo prenesli na sito s premerom odprtin 0,2 mm in izpirali z deionizirano vodo toliko časa, da so ostali na situ le delci večji od 0,2 mm (grobi pesek). Tega smo prenesli v izparilnico, kjer smo ga sušili 1 uro pri 105°C. Nato smo ga ohladili in stehtali.

Suspenzijo, ki je šla skozi sito, smo prenesli v valj in prelili z deionizirano vodo do volumna 1000 ml. Valj smo zamašili in dali v stresalnik za 3 minute. Po tem se začne sedimentacija. Prvič smo odpipetirali po 44 sekundah, in sicer 10 ml suspenzije iz globine 10 cm (delci manjši od 0,05 mm). Odpipetirano suspenzijo smo dali v peščeno kopel, sušili 1 uro pri 105 °C (voda izpari), ohladili in stehtali. Valj smo ponovno stresali 3 minute. Po 4 minutah in 27 sekundah smo odpipetirali 10 ml iz globine 10 cm (delci manjši od 0,02 mm). Nato smo ponovili postopek sušenja in tehtanja. Še tretjič smo valj dali v stresalnik za 3 minute in nato po 7 urah in 35 minutah odpipetirali 10 ml iz globine 10 cm (delci manjši od 0,002 mm). Odpipetirano suspenzijo smo po enakem postopku posušili in stehtali (SIST ISO 11277).

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

3.7.2 Meritev $\text{NO}_3\text{-N}$ in $\text{NH}_4\text{-N}$ v talnih in rastlinskih vzorcih

3.7.2.1 Princip

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

3.7.2.2 Postopek

Zatehtali smo 3,00 g tal. Pri merjenju nitrata smo vzorce prelili s 30 ml 0,01 M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Za ugotavljanje nitrata v rastlinskih vzorcih (zelinje) smo 1,00 g posušenega rastlinskega vzorca prelili s 100 ml M $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Vzorce smo 2 uri stresali na stresalniku. Nato smo vzorce prefiltrirali s pomočjo lijaka skozi filter papir (brezdušični) in prvih 15 – 20 ml filtrata zavrgli. Pri merjenju nitrata smo napravo najprej nastavili s kodnim lističem in jo preizkusili s 4 standardnimi vzorci z že znanimi vrednostmi, da smo preverili pravilno delovanje aparata. Ko smo pomočili testni listič v izbrani vzorec, smo pritisnili tipko za odštevanje. Po 60 sekundah smo listič vstavili v reflektometer in odčitali vrednost (mg NO_3^-/l). Med meritvami smo reflektometer testirali s standardnimi vzorci z znanimi vrednostmi.

Za meritev amonija smo iz pripravljenih vzorcev odlili 5ml in v to dodali 10 kapljic reagenta 1, posodico zaprli in dobro pretresli. Nato smo dodali žličko (priložena) reagenta 2 in zopet zaprli in pretresli. Aparat smo pred meritvami umerili z ustrezno kodo in testirali delovanje. Testni listič smo pomočili v izbrani vzorec in istočasno pritisnili na tipko za odštevanje. Po 480 sekundah (8 minutah) smo listič vstavili v reflektometer in odčitali vrednost ($\text{mg NH}_4^+/\text{l}$).



Slika 6: Merjenje $\text{NH}_4\text{-N}$ v talnih vzorcih (foto: M. Zupin)

3.7.3 Meritev električne prevodnosti v talnih vzorcih

3.7.3.1 Princip

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

3.7.3.2 Postopek

V centrifugirke smo zatehtali 3,00 g vzorca, prelili s 30 ml deionizirane vode, zaprli, dobro pretresli in jih dali na stesalnik za 3 ure. Vzorce smo nato filtrirali (filter papir z modrim trakom) v epruvete in v tako pripravljenem vzorcu izmerili EC. Napravili smo tudi slepi vzorec, katerega EC ni preseгла $1 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Električna prevodnost standarda je bila 1,29 mS/cm pri 16°C, deionizirane vode pa 0,003 mS/cm. Vse meritve smo opravili dvakrat.

3.7.4 Meritev pH v talnih vzorcih

3.7.4.1 Princip

Reakcijo tal smo izmerili po elektrometrični meritvi aktivnosti H^+ ionov (izraženo kot negativni dekadični 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.

3.7.4.2 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 ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) 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 pufernih raztopin. pH smo dobili tako, da smo elektrodo pomočili v vzorec in počakali, da se je številka na ekranu umirila in nato odčitali vrednost na dve decimalki natančno. Naredili smo dve ponovitvi.

3.7.5 Meritev kalija in fosforja

3.7.5.1 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).

3.7.5.2 Postopek

Zatehtali smo 1 g vzorca. Vzorce v lončkih smo postavili na gorilnik za 10 minut, ko je v njih ostal le še pepel. Vzorce smo nato čez noč dali v peč na 550°C. Potem smo jih prelili s 50 ml deionizirane vode in 20 ml HCl (1:1). Razredčene vzorce smo postavili v izparilnik, da je izhlapela tekočina in jim dodali še 50 ml HNO_3 (1:1). Vzorce smo ponovno postavili v izparilnik, da smo izparili dušikove pare in ostalo s pomočjo deionizirane vode prelili v bučke do 50 ml in prefiltrirali čez filter papir (moder trak). Kalij smo nato izmerili s pomočjo plamenske fotometrije, koncentracijo fosforja pa preko pretočnega spektrofotometra.

3.7.6 Meritev skupnega dušika v talnih vzorcih

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

3.7.7 Meritev organske snovi v tleh

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

3.7.8 Odvzem dušika

Odvzem dušika s pridelkom smo izračunali tako, da smo pridelek celotne nadzemne biomase (t/ha v suhi snovi) pomnožili s koncentracijo dušika v rastlinah koruze.

3.7.9 Meritev mikrobne aktivnosti

3.7.9.1 Princip

Sistem, kjer z glukozo induciramo dihanje v tleh, meri porabo kisika posredno z določanjem upada pritiska v steklenih posodah zaradi porabe kisika mikrobov in sorpcije izločenega CO₂ v raztopino NaOH.

3.7.9.2 Postopek

100 g vzorca (nabranega 13. 6. 2008) smo dali v 1 l steklene kozarce in dodali 23 g H₂O/100g tal, da smo dosegli 100 % poljske kapacitete. Po 6 dneh smo dodali še 200 mg glukoze (10 µmol/g). V steklene posode smo dodali v stekleni čašici še 10 ml 25 % NaOH. Vse skupaj smo pokrili z manometričnimi merilnimi glavami (OxiTop, WTW, Weilheim) in 24 ur spremljali spremembo tlaka v posodah. Ves čas (6 dnevna predinkubacija in 24 urni test respiracije) smo posode imeli v komori s termostatsko uravnano temperaturo 25°C.

3.8 STATISTIČNE METODE

Za statistične analize podatkov smo uporabili analizo variance (ANOVA) in HSD (Tukey) test s 95 % stopnjo zaupanja s pomočjo programa Statgraphics plus 4, grafično pa smo podatke predstavili s programom Microsoft Excel.

4 REZULTATI

4.1 PRIDELEK

4.1.1 Število in masa celih rastlin

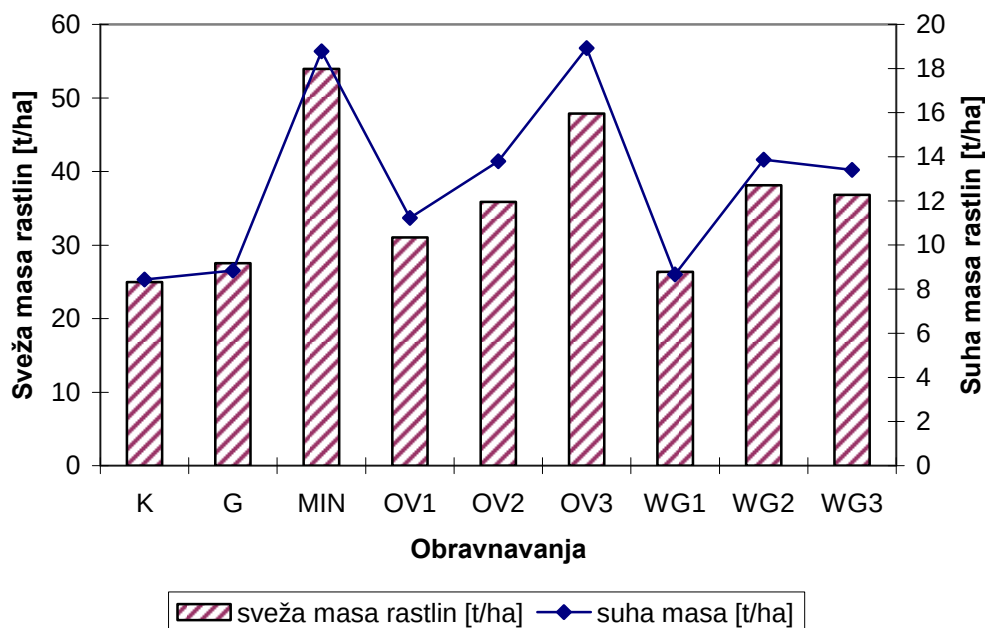
Na vsaki parceli smo na 6,75 m² (3 m v dolžino in srednje tri vrste v razmaku 0,75 m) prešteli rastline in jih stehtali. Od teh smo na vsaki parceli naključno izbrali po 15 rastlin in jih prav tako stehtali. Izračunali smo tudi delež suhe snovi (preglednica 4). Primerjava pridelkov koruze (t/ha) po obravnavanjih je pokazala, da so med obravnavanji statistično značilne razlike (priloga E). Pridelek smo označili s črkami za signifikantnost (A, B, C, D,...). Število rastlin/ha po obravnavanjih ni bilo statistično značilno različno (priloga F).

Preglednica 4: Povprečno število in masa rastlin (t/ha) po obravnavanjih

Obravnavanje	Število rastlin/ha *	Sveža masa rastlin [t/ha] **	Suha masa [t/ha]	% sušine
K	69136 A	24,99	8,43	33,75
G	67654 A	27,56	8,84	32,09
MIN	57284 A	53,93	18,78	34,82
OV1	69136 A	31,01	11,23	36,21
OV2	70617 A	35,85	13,80	38,50
OV3	70617 A	47,90	18,92	39,50
WG1	66173 A	26,37	8,67	32,89
WG2	76543 A	38,12	13,88	36,40
WG3	61728 A	36,84	13,40	36,39

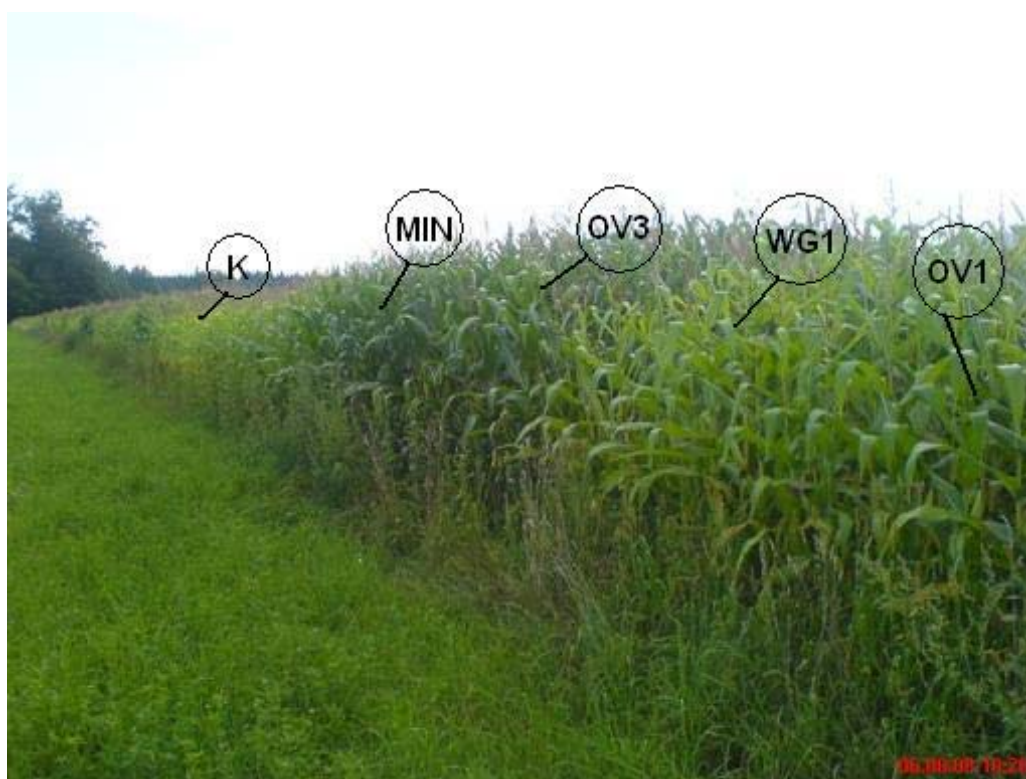
*HSD = +/- 20717,7 št. rastlin/ha

**HSD = +/- 15,36 t/ha



Slika 7: Povprečna sveža masa rastlin in zračno suha masa rastlin (t/ha) po obravnavanjih

Kljub temu, da je bilo povprečno število rastlin koruze po obravnavanjih, preračunano na ha, največje pri obravnavanju WG2 (76543 rastlin/ha), je bila masa rastlin statistično značilno največja pri primerjalnem vzorcu gnojenim z mineralnim gnojilom (53,93 t/ha), ki je imelo najmanjše število rastlin na ha (57284 rastlin/ha). Pridelek je bil statistično značilno večji tudi pri vzorcu OV3 (47,90 t/ha), za skoraj 92 % večji kot pri kontroli. Ostala obravnavanja niso imela statistično značilnih razlik pridelka koruze. Obravnavanje OV2 je imelo enako število rastlin na hektar kot OV3, a so imele rastline tu povprečno za četrtno manjšo maso kot OV3. OV2 je imelo za 43,5 % večjo maso rastlin od kontrole in za 30 % večjo od obravnavanja G. Tudi obravnavanje WG2 je imelo večji pridelek od kontrolnega obravnavanja in G. Najmanjši pridelek sta poleg kontrole (24,99 t/ha) imela obravnavanja WG1 (26,37 t/ha) in G (27,56 t/ha). Razlike v pridelku so bile dobro vidne tudi na samem poskusnem polju (slika 8).



Slika 8: Razlike pridelka koruze v začetku avgusta 2008 na poskusnem polju v Kranju (foto: M. Zupin)

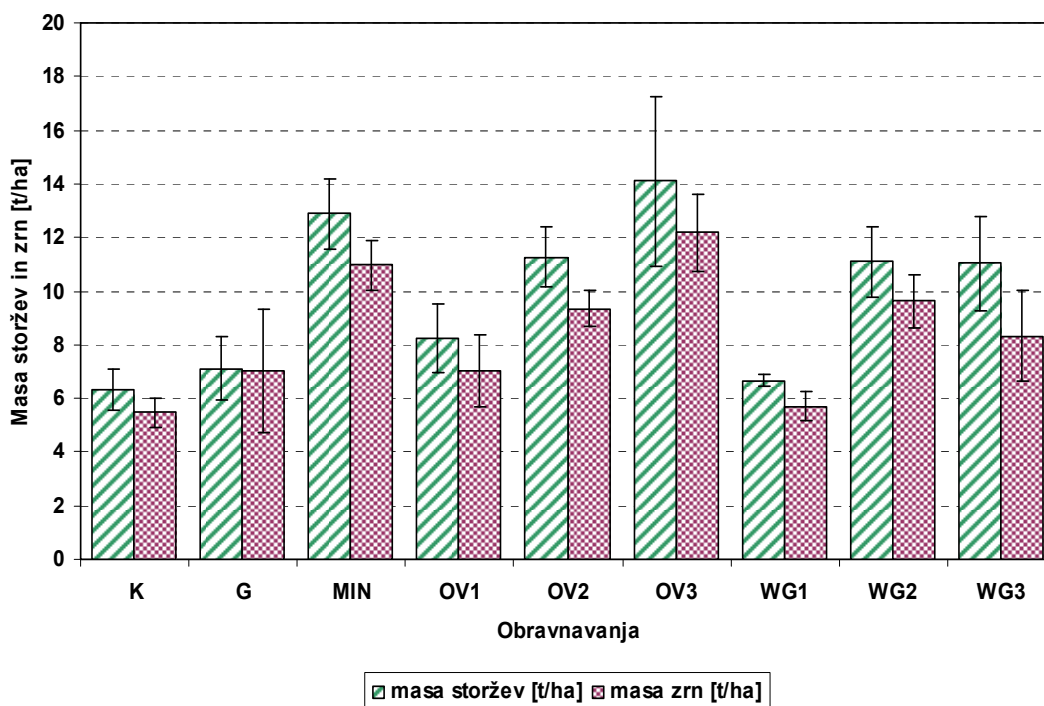
4.1.2 Število in masa koruznih storžev in zrn

Na vsaki rastlini koruze vzorčnih 15 rastlin smo prešteli storže in izračunali povprečno število storžev po obravnavanjih. Nato smo stehali cele storže in sama koruzna zrna ter vse preračunali na ha. Primerjava pridelkov zrna (t/ha) po obravnavanjih je pokazala, da so med obravnavanji statistično značilne razlike (priloga G). Pridelek zrna smo označili s črkami za signifikantnost (A, B, C, D,...).

Preglednica 5: Povprečno število storžev na vzorec 15 rastlin in na hektar ter masa zračno suhih storžev in zrn (t/ha)

Obravnavanje	Število storžev/vzorec		Masa storžev [t/ha]	Masa zrn [t/ha]	
	15 rastlin	Število storžev/ha			
K	15	22222	6,33	5,47	A
G	15	22222	7,11	7,0	AB
MIN	19	28148	12,88	10,97	CD
OV1	15	22222	8,27	7,01	AB
OV2	16	23704	11,27	9,35	BCD
OV3	17	24691	14,09	12,18	D
WG1	14	20741	6,68	5,71	A
WG2	15	22222	11,09	9,63	BCD
WG3	17	24691	9,66	8,31	ABC

HSD = +/- 3,49433 t/ha



Slika 9: Povprečna masa zračno suhih storžev in zrn (t/ha) po obravnavanjih

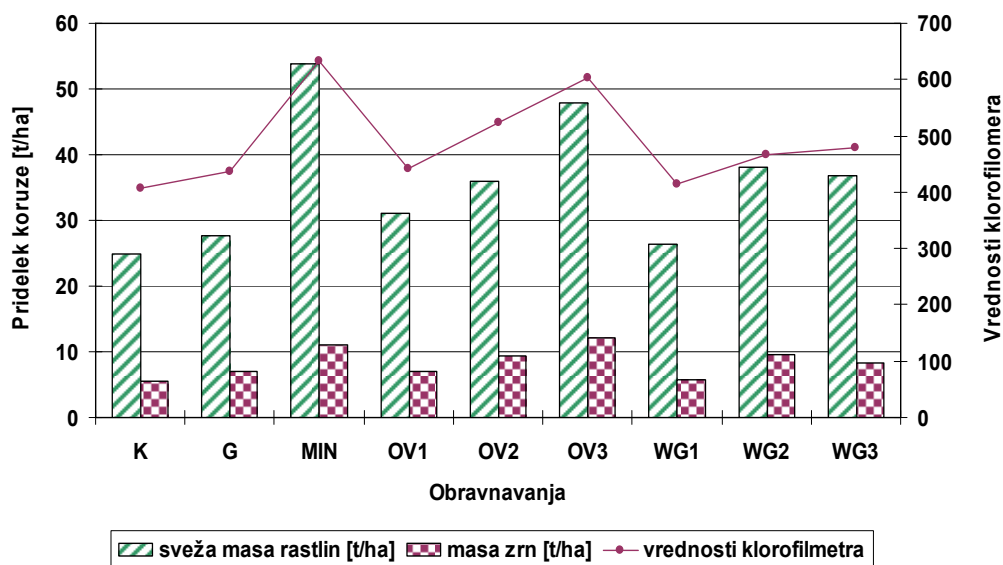
Povprečno število storžev po obravnavanjih je bilo približno 1 storž na rastlino. Odstopajo le parcele pognojene z mineralnim gnojilom, pri katerih smo našli povprečno 19 storžev na vzorec 15 rastlin. Obravnavanje MIN je imelo tudi velik pridelek zrnja, vendar zaradi manjšega števila rastlin/ha ne največjega. Signifikantno največji pridelek zrnja, za 122 % večji od kontrole, je imelo obravnavanje OV3 (12,18 t/ha). Statistično značilne razlike pridelka zrnja so bile tudi med obravnavanji z dodanim srednjim odmerkom dušika s kontrolo, kljub večjemu pridelku pa razlike niso bile statistično značilne od obravnavanja G. Obravnavanje gnojeno z govejim hlevskim gnojem je imelo večji pridelek zrnja le od obravnavanj OV1 in WG1 ter za 29 % večjega od kontrole.

4.2 VSEBNOST KLOOROFILA

Ker je vsebnost klorofila močno odvisna od prehranjenosti rastline z dušikom, so rezultati, merjeni 15. 7. 2008, pokazali pričakovano največjo vrednost klorofilomera pri obravnavanju MIN in OV3, s 55 in 48 % večjo vsebnostjo klorofila kot kontrola, najmanjšo pa pri WG1 in G, ki imata 2 oz. 7 % večjo vsebnost od kontrole.

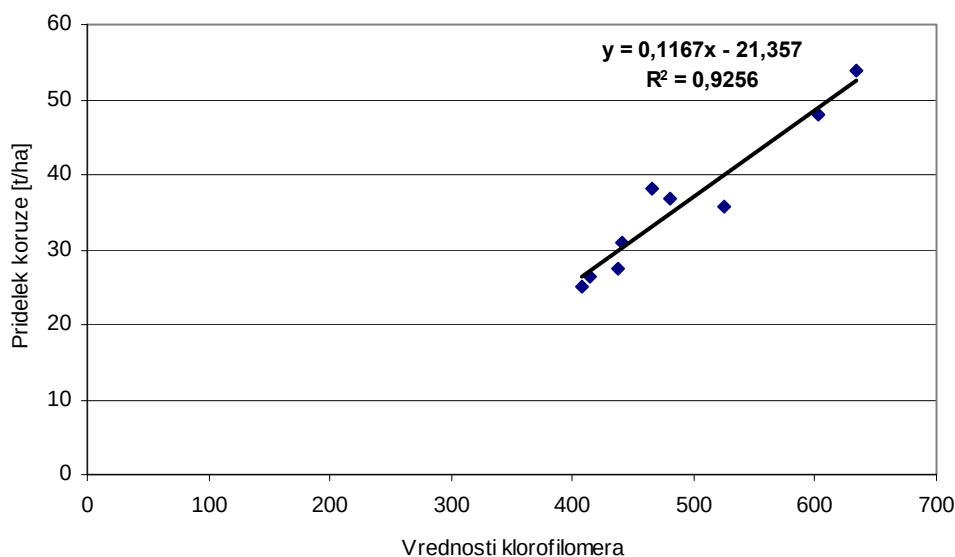
Preglednica 6: Vrednosti klorofilomera po obravnavanjih

Obravnavanje	Vrednosti klorofilmetra	Relativna vrednost glede na MIN
K	408	64
G	438	69
MIN	634	100
OV1	441	70
OV2	525	83
OV3	603	95
WG1	415	65
WG2	466	74
WG3	480	76



Slika 10: Sveža masa rastlin in masa zrn (t/ha) v primerjavi z vrednostmi klorofilomera po obravnavanjih

Primerjava pridelka koruze z vrednostmi klorofilomera na sliki 11 kaže, da za večino obravnavanj lahko signifikantno in zelo na tesno napovemo količino pridelka z intenziteto obarvanosti listov oz. vsebnostjo klorofila.



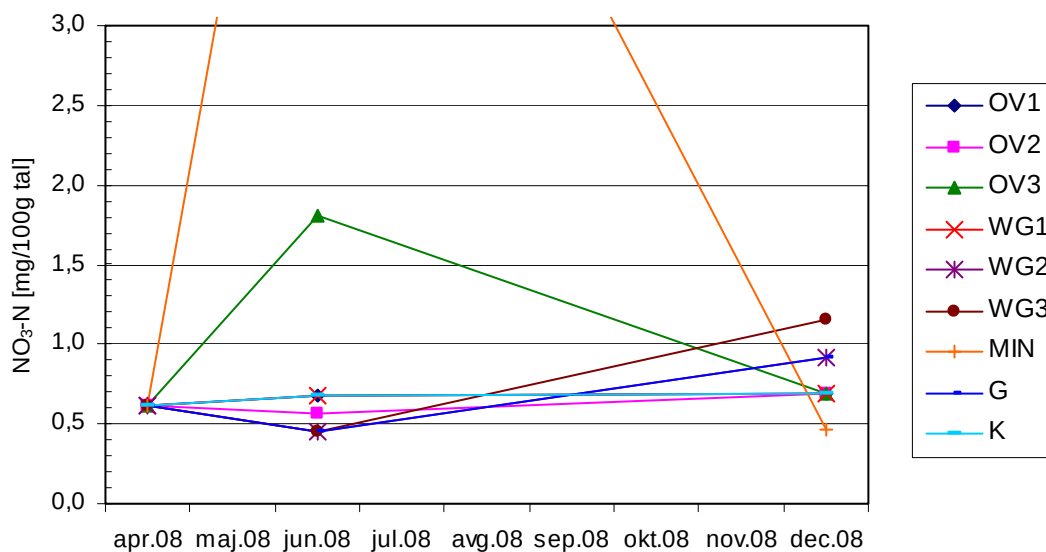
Slika 11: Odvisnost pridelka koruze (t/ha) od vrednosti klorofilomera (merjene 15. 7. 2008) po obravnavanjih

93 % variabilnost pridelka koruze je pojasnjena z vrednostmi klorofilomera, ostalih 7 % ostaja nepojasnjenih (slika 11).

4.3 NITRATNI DUŠIK V TLEH

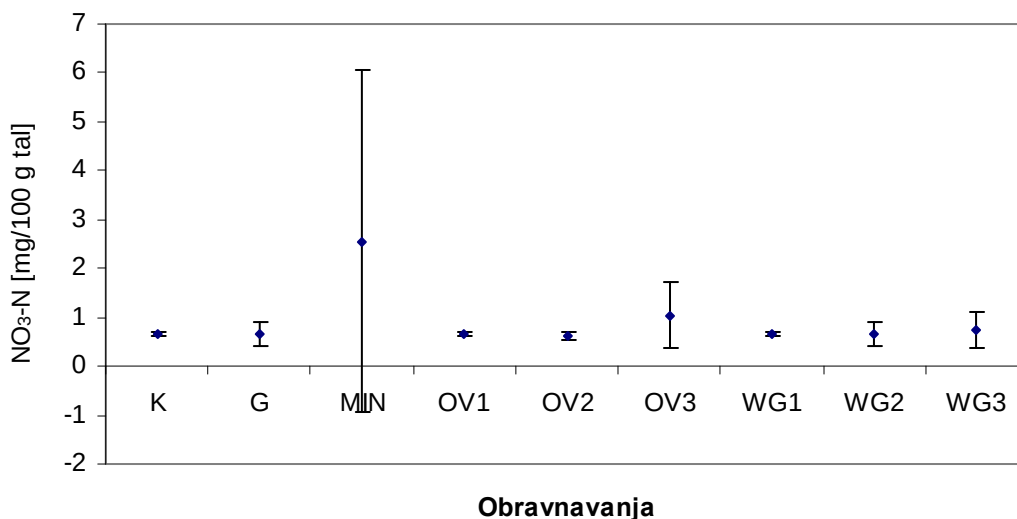
Pred gnojenjem, 20. 4. 2008, je bila vsebnost nitratnega dušika na vseh parcelah po ponovitvah enaka 0,61 mg/100 g tal. Po gnojenju (13. 6. 2008) pa se je močno povečala na parcelah, kjer smo gnojili z mineralnim gnojilom (MIN), in sicer za 10-krat (6,58 mg/100 g tal), pri obravnavanjih OV3 pa za 3-krat. Obravnavanja OV1 in WG1 so imela vsebnost NO₃-N v tleh enako kontroli, kjer se je po gnojenju vsebnost povečala za 11 %, pri vseh ostalih obravnavanjih pa se je vsebnost zmanjšala za 26 %.

V tretji analizi tal (1. 12. 2008) se je vsebnost NO₃-N v tleh pri obravnavanjih OV3 in MIN zmanjšala, pri OV1, WG1 je ostala enaka kontroli. Na parcelah pognojenih z WG2, WG3 in G pa se je vsebnost nitratnega dušika še enkrat povečala (slika 12; priloga A).



Slika 12: Vsebnosti NO₃-N v tleh (mg/100 g) po datumih vzorčenja tal

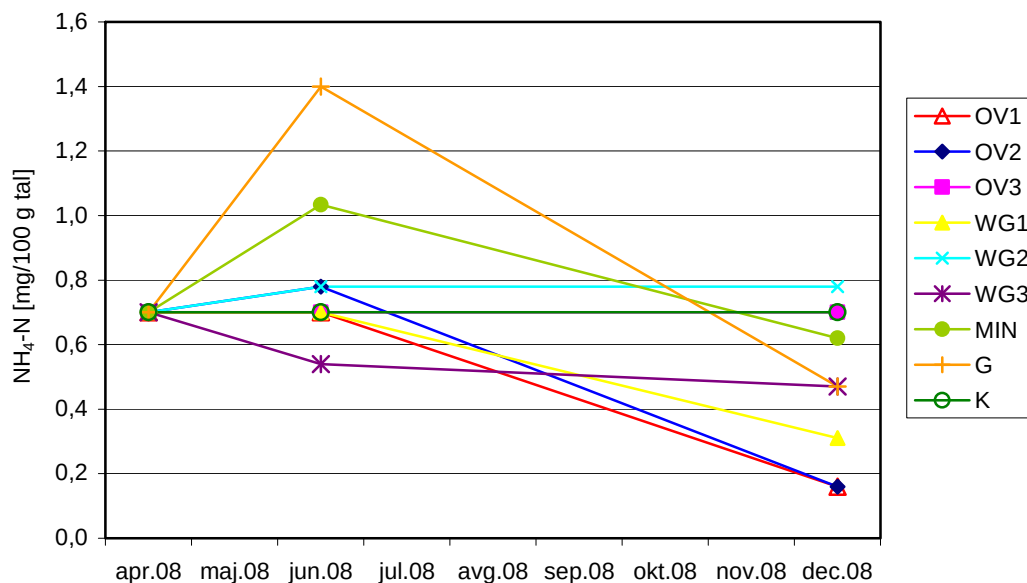
Povprečna količina nitrata med letom 2008 je bila največja pri obravnavanju MIN (2,55 mg/100 g tal), najmanjša pa pri OV2 (0,62 mg/100 g tal). Večjo povprečno vrednost nitrata sta imeli tudi obravnavanji pognojeni z največjim odmerkom dušika, OV3 in WG3, ostala obravnavanja, pa so imela povprečno vrednost enako kontroli (0,66 mg/100 g tal) (slika 13).



Slika 13: Povprečne vsebnosti in časovna variabilnost NO₃-N (mg/100 g) v tleh med letom 2008 po obravnavanjih

4.4 AMONIJSKI DUŠIK V TLEH

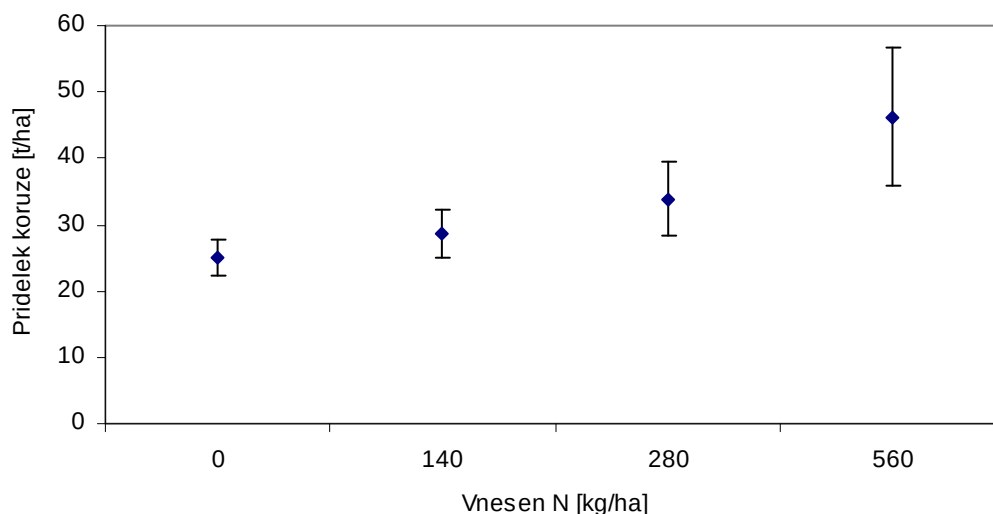
Vsebnost amonijskega dušika v tleh je bila v vseh treh analizah tal enaka pri kontroli in pri obravnavanju OV3. Po gnojenju se je raven $\text{NH}_4\text{-N}$ v primeru gnojenem z WG3 zmanjšala za 23 %, v ostalih primerih se je povečala. Največ pri obravnavanjih kjer smo pognojili s hlevskim gnojem, in sicer za 100 %. Po žetvi je vsebnost $\text{NH}_4\text{-N}$ v tleh padla, največ pri obravnavanju OV1 in OV2, za 78 % (slika 14; priloga A).



Slika 14: Vsebnosti $\text{NH}_4\text{-N}$ v tleh (mg/100 g) po treh analizah

4.5 VNESeni DUŠIK IN PRIDELEK KORUZE

Pridelek koruze je bil pri obravnavanjih gnojenih z večjo količino dušika/ha povprečno večji, kot pri obravnavanjih gnojenih z manjšo količino dušika. Najmanjši pridelki so bili pri kontroli (negnojeno), največji pa pri OV3, WG3 in MIN, kjer smo gnojili s 560 kg N/ha (slika 15).



Slika 15: Povprečni pridelek koruze (t/ha) v odvisnosti od vnosa N v tla (kg/ha)

4.6 SKUPNI DUŠIK V TLEH

Delež skupnega dušika v tleh se je gibal med 0,27 in 0,31 %. Na spremembe vsebnosti skupnega N (%) v tleh niso značilno vplivala niti različna obravnavanja niti termini vzorčenja (priloga B).

4.7 VSEBNOST OGLJIKA V TLEH

Meritve ogljika v tleh smo naredili pred gnojenjem po ponovitvah. V vseh treh ponovitvah je bila vrednost enaka 3,0 oz. 3,1 %. Z odmerki organskih gnojil nismo značilno spremenili vsebnosti ogljika oz. organske snovi v tleh (priloga B).

4.8 C/N RAZMERJE

C/N razmerje smo izmerili pred gnojenjem po ponovitvah. Vrednosti so se gibale od 9,7 do 10,7. Tako razmerje je značilno za humus uravnotežena tla (Mihelič, 1997) (priloga B).

4.9 pH VREDNOST

Rezultati so pokazali, da se pH vrednost tal med poskusom ni veliko spreminjala. Pred gnojenjem je bila pH vrednost 6,4, po gnojenju pa 7,1. Tudi med obravnavanji ni bilo ugotovljenih velikih razlik.

4.10 ELEKTRIČNA PREVODNOST

Električno prevodnost (EC) tal smo izmerili enkrat, in sicer v sredini junija. Pri vseh obravnavanjih smo izmerili večjo EC kot pri kontroli, razen WG3, ki je imela enako vrednost. EC se je najbolj povečala pri obravnavanjih MIN, OV3 in G (do 0,13 mS/cm) (priloga B).

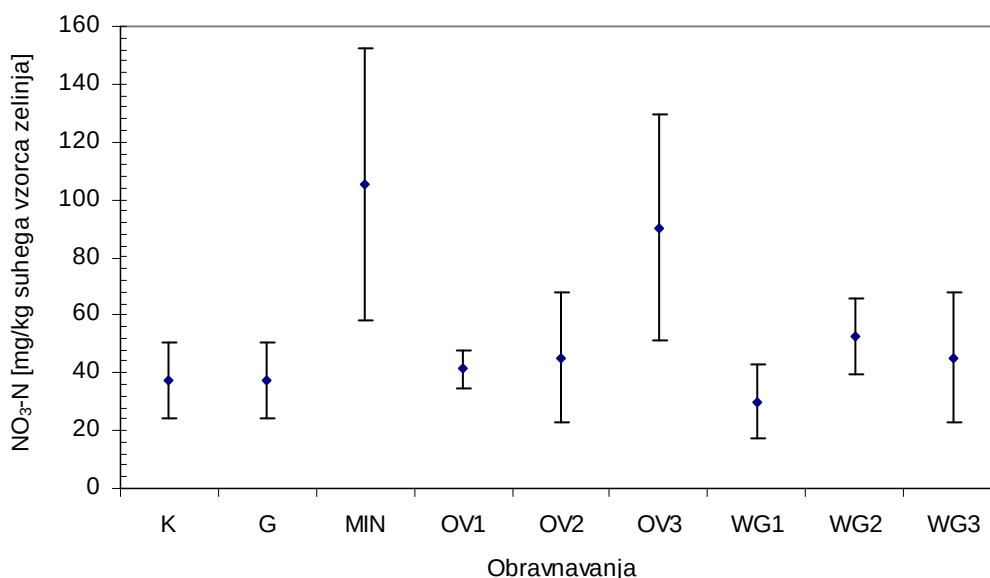
4.11 FOSFOR IN KALIJ V TLEH

Vsebnost fosforja in kalija smo izmerili v vzorcih pred gnojenjem po ponovitvah. Vrednosti P_2O_5 so se gibale od 30,8 do 34,9 mg/100 g tal (13,44 – 15,23 mg P/100 g tal). Založenost tal s fosforjem po AL metodi je čezmerna (Leskošek, 1993).

Vrednosti K_2O so bile od 23,8 do 32,6 mg/100 g tal (19,76 – 27,06 mg P/100 g tal). Založenost tal s kalijem po AL metodi je dobra (Leskošek, 1993).

4.12 NITRATNI DUŠIK V RASTLINSKIH VZORCIH (ZELINJE)

V rastlinskih vzorcih je bila največja povprečna vrednost NO_3-N pri obravnavanju MIN (105,33 mg/kg) in OV3 (90,28 mg/kg), najmanjša pa pri WG1 (30,09 mg/kg), za 20 % manj kot pri kontroli. Obravnavanje gnojeno s hlevskim gnojem je imelo enako povprečno vrednost nitratnega dušika v zelinju kot kontrola (22,57 mg/kg), pri ostalih obravnavanjih pa so vrednosti znašale od 41,38 do 52,66 mg/kg vzorca (slika 16; priloga D).

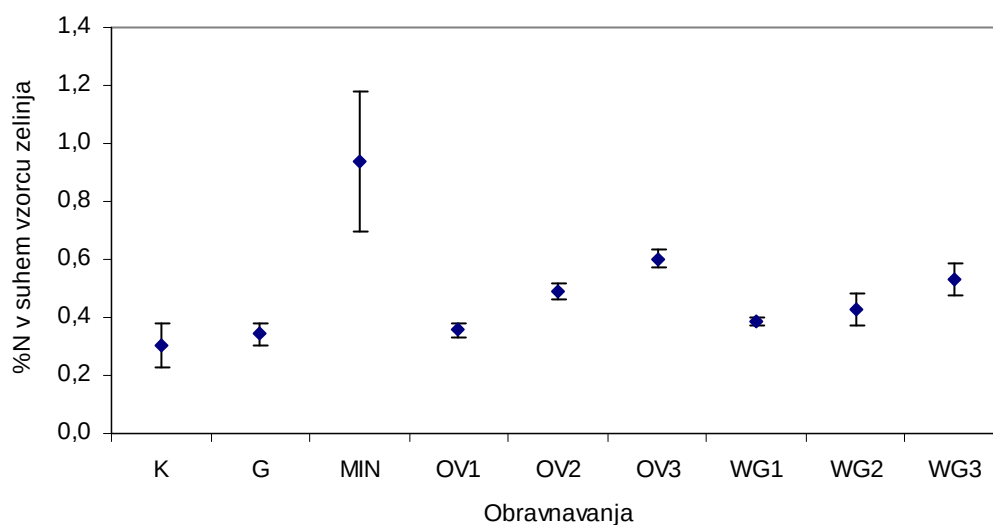


Slika 16: Vsebnost NO_3-N v suhih vzorcih zelinja (mg/kg) po obravnavanjih

4.13 SKUPNI DUŠIK V RASTLINSKIH VZORCIH

4.13.1 Dušik v zelinju koruze

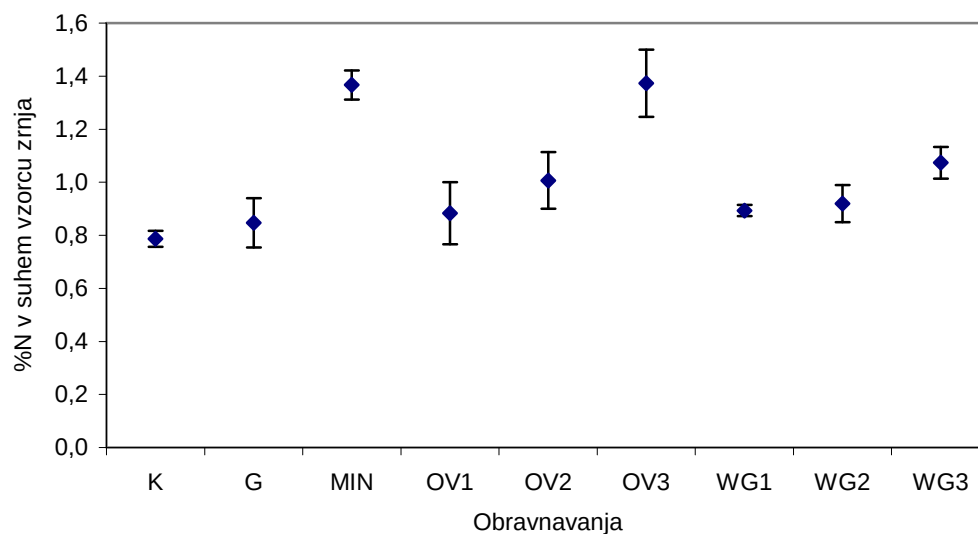
Največji povprečni delež dušika v suhih vzorcih zelinja je imelo obravnavanje MIN (0,94 % N), in sicer skoraj 210 % večjega kot kontrola, od gnojenih obravnavanj je najmanjšega imelo obravnavanje G (0,34 % N), 13 % več kot kontrola. Od odmerkov organskih gnojil BIO-IUV je imelo največji delež N obravnavanje OV3 (0,60 % N) s skoraj 100 % večjim deležem kot kontrola, najmanjšega pa obravnavanje OV1 (0,36 % N), 18 % več kot kontrola (slika 17; priloga C).



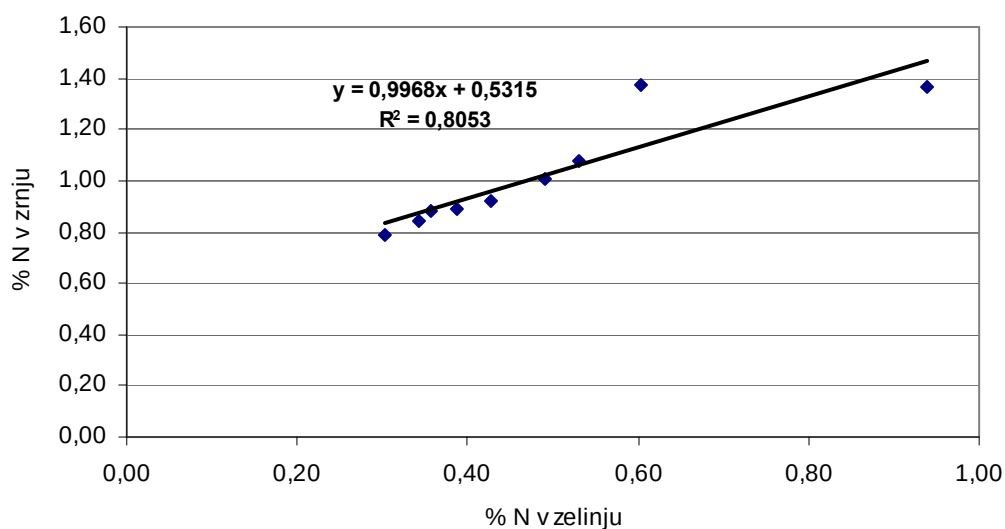
Slika 17: Vsebnost N v suhih vzorcih zelinja po obravnavanjih

4.13.2 Dušik v koruznem zrnju

Povprečni delež dušika v suhih vzorcih zrnja je bil največji pri obravnavanjih OV3 in MIN (1,37 % N), in sicer 74 % več kot pri kontroli, najmanjši pa pri obravnavanju G (0,85 % N), a še vedno za 8 % več kot pri kontroli. Manjši delež N so imela tudi obravnavanja OV1, WG1 in WG2 od 0,88 do 0,92 % N (slika 18; priloga C).



Slika 18: Povprečni deleži N v suhih vzorcih zrnja po obravnavanjih



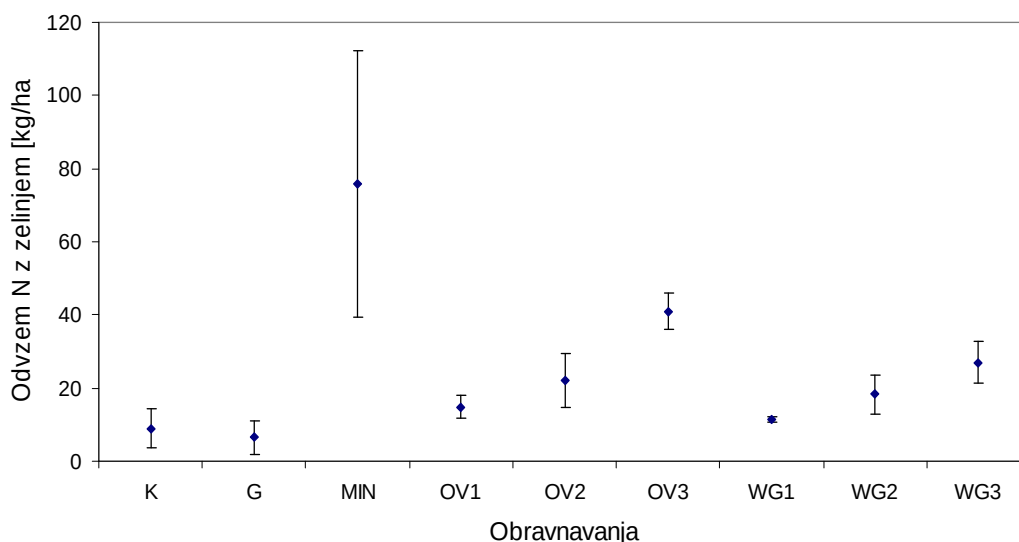
Slika 19: Odvisnost % N v zrnju koruze od % N v zelinju po obravnavanjih

81 % variabilnost koncentracije N v zrnju koruze je pojasnjena z deležem N v zelinju, ostalih 19 % ostaja nepojasnjenih. Odstopata le vrednosti MIN, z veliko koncentracijo N v zrnju in zelinju in OV3 z veliko koncentracijo N predvsem v zrnju (slika 19).

4.14 ODVZEM DUŠIKA S PRIDELKOM

4.14.1 Odvzem dušika z zelinjem koruze

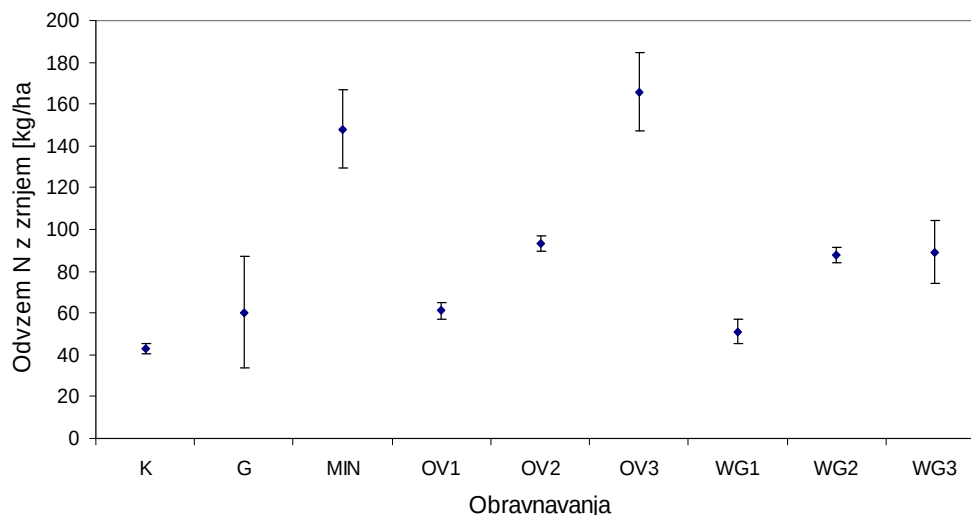
Odvzem N z zelinjem koruze je bil povprečno največji pri obravnavanju MIN (75,82 kg/ha), najmanjši pa pri G (6,47 kg/ha). Vsa obravnavanja gnojena z organskimi gnojili BIO-IUV so imela večji odvzem N kot kontrolno obravnavanje. Na splošno pa velja: večji ko je bil vnos dušika, večji je bil njegov odvzem (slika 20).



Slika 20: Odvzem N s pridelkom zelinja koruze (kg/ha) po obravnavanjih

4.14.2 Odvzem dušika s koruznim zrnjem

Odvzem N s pridelkom koruznega zrnja je bil povprečno največji pri obravnavanju OV3 (165,71 kg/ha), najmanjši pa pri kontroli (42,85 kg/ha). Obravnavanje G je imelo malo večji odvzem N s koruznim zrnjem kot obravnavanja gnojena z najmanjšim dodanim N. Obravnavanja z večjim vnesenim N so imela večji odvzem N (slika 21).



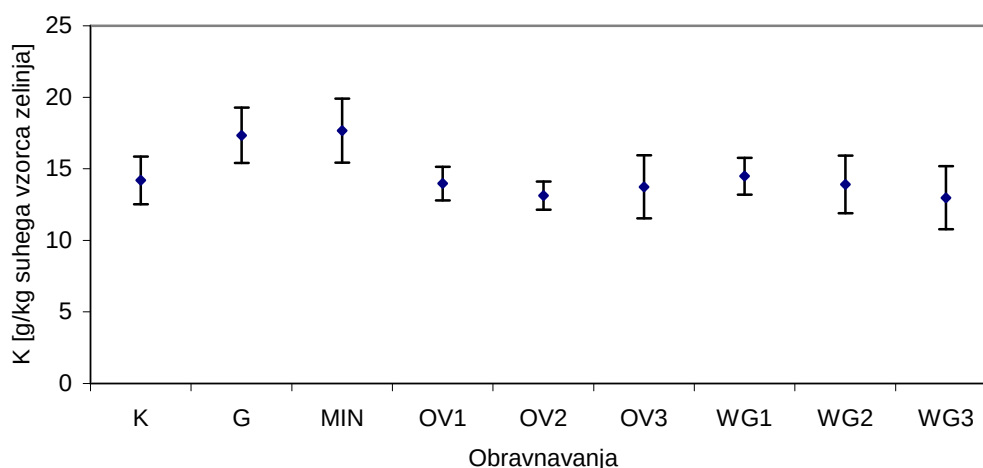
Slika 21: Odvzem N s pridelkom koruznega zrnja (kg/ha) po obravnavanjih

4.15 FOSFOR IN KALIJ V RASTLINSKIH VZORCIH

4.15.1 Kalij

4.15.1.1 Zelinje koruze

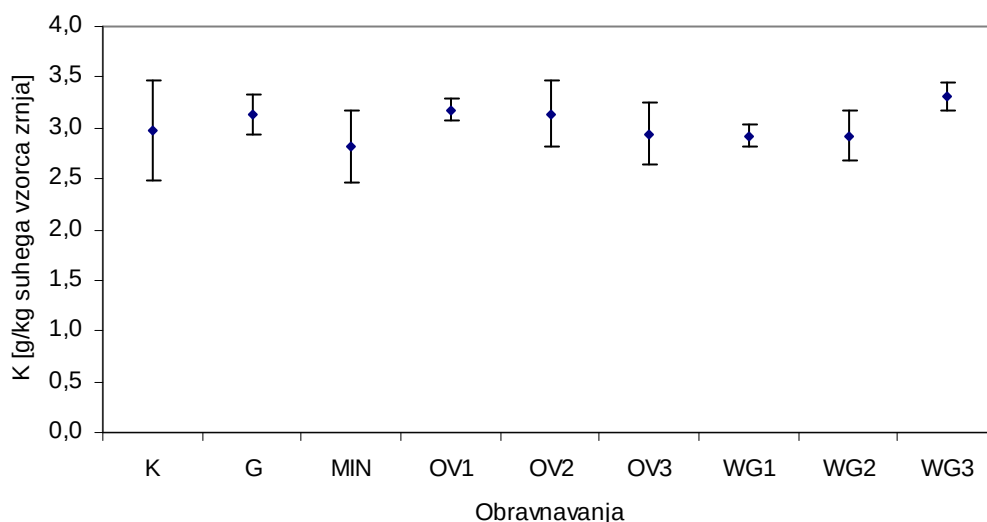
Največja povprečna vsebnost kalija v zelinju rastlinskih vzorcev je bila pri obravnavanju MIN (17,67 g K/kg), 24,5 % več kot pri kontroli, najmanjša pa pri WG3 (12,98 g K/kg), 8,5 % manj kot pri kontroli. Obravnavanje G je imelo vsebnost K blizu obravnavanja MIN (slika 22; priloga C).



Slika 22: Povprečne vsebnosti kalija v suhih vzorcih zelinja (g/kg) po obravnavanjih

4.15.1.2 Koruzno zrnje

Največja povprečna vsebnost kalija v suhih vzorcih koruznega zrnja je bila pri obravnavanju OV1 (3,18 g K/kg), 6,8 % več kot pri kontroli, najmanjša pa pri MIN (2,82 g K/kg), 5 % manj kot pri kontroli (slika 23; priloga C).

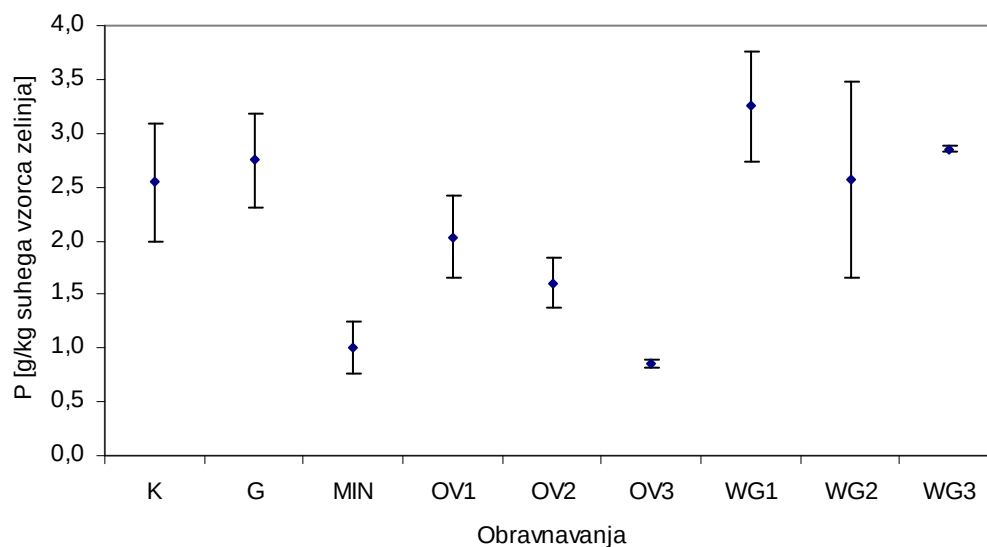


Slika 23: Povprečne vsebnosti kalija v suhih vzorcih koruznega zrnja (g/kg) po obravnavanjih

4.15.2 Fosfor

4.15.2.1 Zelinje koruze

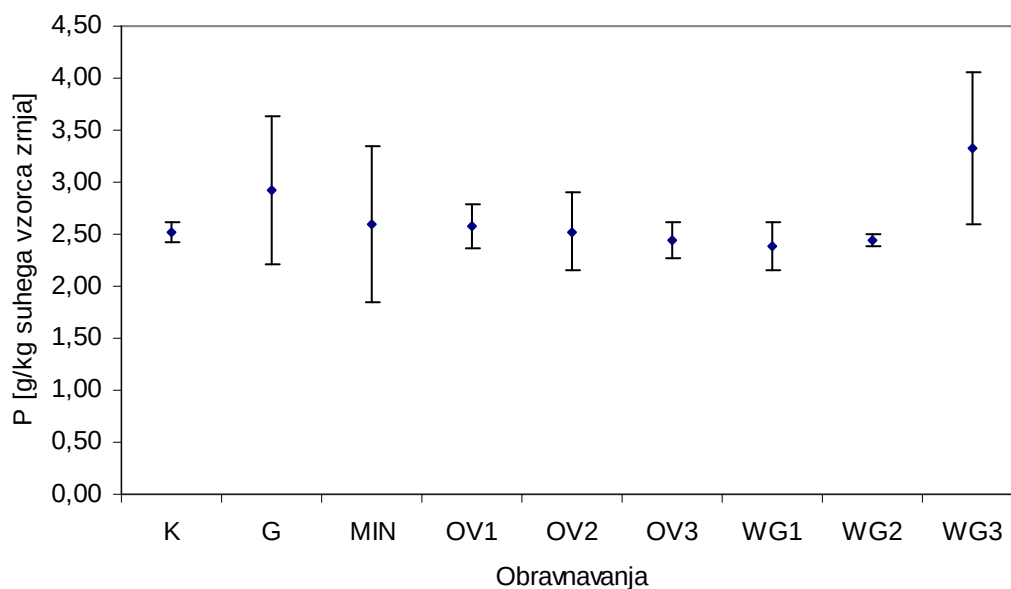
Največja povprečna vsebnost fosforja v zelinju rastlinskih vzorcev je bila pri obravnavanju WG1 (3,25 g P/kg), 28 % več kot pri kontroli, najmanjša pa pri OV3 (0,85 g P/kg), 66 % manj kot pri kontroli (slika 24; priloga C).



Slika 24: Povprečne vsebnosti fosforja v suhih vzorcih zelinja (g/kg) po obravnavanjih

4.15.2.2 Koruzno zrnje

Največja povprečna vsebnost fosforja v zrnju rastlinskih vzorcev je bila pri obravnavanju WG3 (3,33 g P/kg), 32 % več kot pri kontroli, najmanjša pa pri WG1 (2,39 g P/kg), 5 % manj kot pri kontroli (slika 25; priloga C).



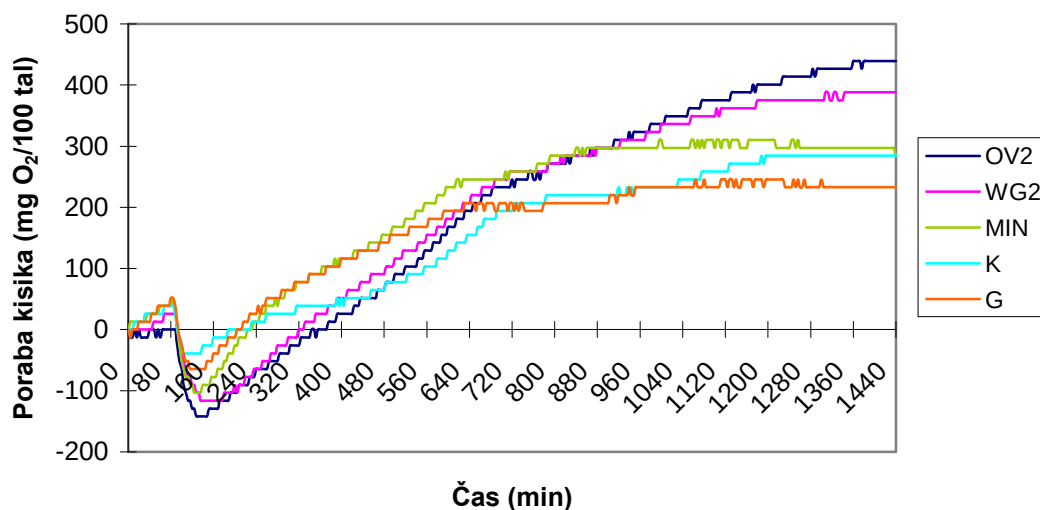
Slika 25: Povprečne vrednosti fosforja v suhih vzorcih koruznega zrnja (g/kg) po obravnavanjih

4.16 MIKROBNA AKTIVNOST

Raziskave vpliva organskih gnojil na mikrobiološko aktivnost so si večinoma enotne. Organska gnojila (bioplinski ostanki, blato iz čistilnih naprav, kompost iz gospodinjskih odpadkov, kravji gnoj, ostanki perja) povečujejo SIR (z glukozo inducirano dihanje v tleh) oz. mikrobnomo biomaso in delež aktivnih mikroorganizmov (Odare in sod., 2008; Hadas in Kautsky, 1994; Jedidi in sod., 2004).

Za merjenje mikrobne aktivnosti smo uporabili vzorce tal (nabrane 13. 6. 2008) petih obravnavanj, obravnavanja s srednjim odmerkom dušika (OV2 in WG2), obravnavanja gnojena s hlevskim gnojem in mineralnim gnojilom ter kontrolo.

Poraba kisika in sorbcija izločenega ogljikovega dioksida v raztopino natrijevega hidroksida se kaže kot upad pritiska v steklenih posodah. V času 96 minut je poraba kisika v splošnem naraščala. Največ se ga je porabilo pri obravnavanjih G in MIN, do 52 mg O₂/100 g, najmanj pa pri obravnavanju OV2, kjer so bile vrednosti celo negativne. Po tem času se je poraba močno zmanjšala. Podtlak je narasel pri vseh obravnavanjih, največ pri OV2 (do 11 hPa oz. -142 mg O₂/100 g tal), najmanj pa pri K (do 3 hPa oz. -39 mg O₂/100 g tal). Približno po 160 minutah se je poraba kisika začela zopet večati. Po 1440 minutah (24 urah) se je največ kisika porabilo pri obravnavanju OV2 (440 mg O₂/100 g tal), najmanj pa pri G (233 mg O₂/100 g tal) (slika 26).



Slika 26: Poraba kisika (mg O₂/100 g tal) v steklenih kozarcih s talnimi vzorci obravnavanj v času 24 ur

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Gnojenje z organskimi gnojili lahko, še posebno pri rastlinah, sposobnih večjih pridelkov, zmanjša pridelek, saj je težko točno napovedati kdaj in koliko dušika se bo iz njih sprostilo (Rodrigues in sod., 2006). Odpadni materiali ovčje volne naj bi vsebovali 75-80 % vodotopnih snovi kot so peptidi, aminokisline, soli, barvila, maščobe, nekaj ogljikovih hidratov, kalijevih ionov, zato lahko tu pričakujemo hitro dostopnost hranil (Nustorova in sod., 2005). Vpliv ovčje volne in ostružkov usnja smo preverili na koruzi, saj jo njena sposobnost velikih pridelkov in njena vsestranska uporabnost poleg riža in pšenice še danes uvrščata med ekonomsko najpomembnejše poljščine pri nas in po svetu. Manjši odmerki (polovica optimalne doze N) OV so v inkubacijskem poskusu Centra za pedologijo in varstvo okolja dali ca. 175 kg NO₃-N/ha (30 mg NO₃/100 g tal), kar bi zadoščalo za potrebe velikih pridelkov poljščin (Hodnik in sod., 2008).

V Braziliji (Nogueira in sod., 2011) so v poskusu v rastlinjaku ugotovili primerljiv ali celo večji pridelek tako zelenega dela kot zrnja riža pognojenega z ostanki usnja (wet blue leather), z dodanim P in K, v primerjavi z obravnavanji pognojenimi z ureo ali NPK. Prav tako so bili v raziskavi ZDA (Zheljazkov in sod., 2009) pridelki bazilike in blitve pognojeni z odpadno volno od 2-5 krat večji kot negnojena kontrola. Naša analiza podatkov je pokazala, da se pridelki koruze po obravnavanjih statistično značilno razlikujejo. Pridelek se je povečeval skladno s povečevanjem odmerkov dušika v gnojilih. V povprečju so imela, kljub manjšemu številu rastlin na ha, vsa gnojena obravnavanja večji pridelek kot kontrola. Parcele gnojene z organskimi gnojili BIO-IUV so imele, razen variante WG1, tudi večji pridelek kot parcele pognojene s hlevskim gnojem. Prav tako je bil pridelek zrn koruze največji pri obravnavanjih pognojenih z največjim odmerkom N, pri obravnavanju OV3 celo 2,2 krat večji kot pri kontroli. Vsa gnojena obravnavanja so imela večji pridelek zrn kot negnojena kontrola. Parcelam gnojenim z OV je pridelek zrn naraščal skladno z večanjem odmerka N dodanega v tla, pri parcelah gnojenih z WG pa je odstopala varianta z največjim odmerkom dušika, ki je imela kljub večjemu številu storžev manjšo maso storžev in zrn od WG2.

Za večino obravnavanj lahko signifikantno in zelo na tesno napovemo količino pridelka z intenziteto obarvanih listov oz. vsebnostjo klorofila, saj so rezultati pokazali, da lahko 93 % variabilnost pridelka pojasnimo z vrednostmi klorofilomera. Ti rezultati so nam tudi potrdili domneve o velikosti pridelka ob opazovanju rastlin koruze na poskusnem polju, saj je bila razlika po obravnavanjih v intenziteti obarvanosti listov in velikost rastlin dobro vidna (slika 9). Največjo vrednost klorofilomera je doseglo obravnavanje MIN, takoj za njo pa OV3. Obravnavanja WG so imela manjše vrednosti od obravnavanj OV, a še vedno večje od kontrole. Tudi obravnavanja G so imela večjo vrednost od kontrole, od ostalih gnojenih variant pa je imelo večjo le od WG1.

Vsebnost nitratnega N v tleh pred gnojenjem (20. 4. 2008) je bila skupno po ponovitvah enaka in dokaj majhna (6,1 mg NO₃-N/kg). Po gnojenju (13. 6. 2008) je vsebnost nitrata močno narasla pri obravnavanju MIN (za 10-krat) pri obravnavanju OV3 pa se je vsebnost nitratnega N povečala za 3-krat. Rezultati tretje analize tal (1. 12. 2008) pa kažejo, da se je vsebnost nitratnega N v tleh obravnavanja MIN in OV3 zmanjšala na vrednost pred

gnojenjem. Pri ostalih obravnavanjih so vrednosti $\text{NO}_3\text{-N}$ po gnojenju znašale od 4,5 do 6,8 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg}$, po žetvi pa od 6,9 do 1,15 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg}$. Taki rezultati bi bili lahko posledica postopnega sproščanja dušika iz slednjih gnojil, saj ni prišlo do kopičenja $\text{NO}_3\text{-N}$ v tleh in ne do nalaganja le-tega v rastlinah. Podobni rezultati so se pokazali tudi pri uporabi ostankov perja, stranskega produkta perutninskega obrata, kjer je bilo postopno sproščanje dušika odvisno delno od odpornosti do razgradnje in delno zaradi povečevanja mikrobnе biomase in sekundarne razgradnje organske snovi (Hadas in Kautsky, 1994). Povprečno največja vsebnost nitratnega dušika je bila v rastlinskih vzorcih koruze (zelinju) pri obravnavanjih MIN in OV3 (105,33 in 90,28 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg}$ zelinja). Najmanjšo vsebnost je imelo obravnavanje WG1, za 20 % manjšo od kontrole, obravnavanje gnojeno s hlevskim gnojem pa je povprečno imelo enako vsebnost nitrata v zelinju kot kontrola. Ostala obravnavanja niso imela bistvenih razlik. V mnogih poskusih na različnih lokacijah so ugotovili, da je v času za dognojevanje koruze v tleh dovolj N, če je vsebnost $\text{NO}_3\text{-N}$ v ornici od 20 – 25 mg/kg (Mihelič, 2004). V našem primeru je tako vsebnost preseglo le obravnavanje MIN, obravnavanje OV3, ki je imelo 18,1 mg $\text{NO}_3\text{-N/kg}$ pa se mu je najbolj približalo. Vsebnost amonijskega dušika se je najbolj povečala v obravnavanjih pognojenih s hlevskim gnojem, in sicer za 100 %, ter obravnavanju MIN za skoraj 50 %. Pri obravnavanju OV3 se tekom leta ni veliko spreminjala in je bila enaka kontroli, WG3 pa je imelo po gnojenju za 23 % manjšo vsebnost $\text{NH}_4\text{-N}$.

Delež skupnega dušika v tleh je bil med 0,27 in 0,31 %. Na spremembe vsebnosti skupnega N (%) v tleh niso značilno vplivala niti različna obravnavanja niti termini vzorčenja (priloga B). Vrednosti ogljika v tleh, ki smo jih merili v vzorcih vzetih pred gnojenjem po ponovitvah, so bile enake 3,0 oz. 3,1 %. Povprečna vsebnost ogljika v organski snovi tal (humusu) je 58 % (organska snov tal = $C \times 1,72$). V tleh je bilo torej pred gnojenjem v povprečju okoli 5 % organske snovi, kar je za njive na plitvih rjavih tleh Sorškega polja običajna vrednost (na Sorškem polju se deleži humusa v tleh gibljejo od 4 % do 6 %) (Mihelič, 2003). C/N razmerje se je gibal od 9,7 do 10,7, kar je ugodno, saj mora biti za nemoten potek procesa mineralizacije v tleh pravilno C/N razmerje, ki je v zdravih tleh okoli 10, kjer pa dušika primanjkuje je lahko tudi 20 ali več (Mihelič, 1997). Delež skupnega dušika v zelinju in zrnju koruze je bil povprečno pri vseh obravnavanjih večji kot pri kontroli. Rezultati so pokazali, da je 81 % variabilnost koncentracije N v zrnju koruze pojasnjena z deležem N v zelinju, ostalih 19 % ostaja nepojasnenih. Od 75-78 % (ozimna rž) do 80-84 % (ječmen) vsega dušika, ki ga rastlina absorbira iz gnojila, se koncentrira v zrnju (Tsybulka in sod., 2008). Odvzem N s pridelkom se je na splošno večal sorazmerno s količino dodanega dušika v tla.

Pri lončnem poskusu Centra za pedologijo in varstvo okolja so priporočali večjo pozornost posvetiti vrednostim pH, saj so bile vrednosti, predvsem pri OV zelo visoke, okoli 9 (Hodnik in sod., 2008). V našem poskusu so se vrednosti pH po gnojenju povečale, a ostale v mejah nevtralnega. Povečala se je tudi električna prevodnost, ki smo jih merili v sredini junija, kar pomeni, da tvorba nitrata povečuje EC v talni raztopini, a so bile tudi največje vrednosti (0,13 mS/cm) majhne in niso predstavljale omejitve za rast rastlin (Hodnik in sod., 2008).

Založenost tal s fosforjem je bila pred gnojenjem čezmerna, saj so vrednosti znašale od 30,8 do 34,9 mg $\text{P}_2\text{O}_5/100$ g tal. Optimalne vrednosti po AL metodi so od 13 do 25 mg $\text{P}_2\text{O}_5/100$ g tal (Leskošek, 1993). Založenost tal s kalijem pa je bila, uvrščena po AL

metodi, dobra, saj so bile vrednosti od 23,8 do 32,6 mg $K_2O/100$ g tal. Rezultati meritve vsebnosti fosforja v zelinju koruze so bili po obravnavanjih zelo različni, v zrnju pa se vrednosti niso veliko razlikovale, znašale so od 2,39 (WG1) do 2,93 g P_2O_5/kg (G). Najmanjšo vsebnost fosforja v zelinju so imela obravnavanja MIN in OV3 (do 66 % manj od kontrole), največjo pa WG1 (27 % več kot kontrola). V zelinju koruze je bilo K_2O največ v obravnavanjih MIN in G in edina sta imela večjo vsebnost kalija kot kontrola (do 24 %). Pri zrnju med obravnavanji ni bilo večjih razlik. Vrednosti so bile od 2,82 (MIN) do 3,18 g K_2O/kg (OV1).

Rezultati mikrobne aktivnosti so pokazali, da je največja poraba kisika pri organskih gnojilih BIO-IUV (OV2 in WG2), sledi obravnavanje MIN, nato kontrola. Najmanjša poraba kisika je, zanimivo, bila pri obravnavanju G, kljub večji vsebnosti amonija, ki poleg lahko razgradljivega ogljika vpliva na povečano mikrobno biomaso (Odlare in sod. 2008).

5.2 SKLEPI

Organski gnojili BIO-IUV, ovčja volna in ostružki usnja, sta boljši vir dušika kot goveji hlevski gnoj. Pridelki koruze so se statistično značilno razlikovali. Obravnavanja pognojena z več dušika so imela večji pridelek silažne koruze in pridelek zrnja. Sorazmerno z vnesenim dušikom v tla so se spreminjale tudi vrednosti klorofilomera, s katerim lahko signifikantno in zelo na tesno napovemo količino pridelka.

Sproščanje organskih gnojil BIO-IUV je bilo skozi leto postopno. Pri obravnavanjih z enako količino dodanega dušika, kot pri varianti pognojeni s hlevskim gnojem, ni prišlo do povečanja nitratov v tleh in ne do kopičenja le tega v rastlinskem tkivu.

Delež skupnega dušika v rastlinskih vzorcih je večji pri obravnavanjih gnojenih z organskimi gnojili BIO-IUV kot pri obravnavanjih gnojenih s hlevskim gnojem.

Vrednost pH tal se je med poskusom povečala, a ostala v nevtralnem območju. Povečala se je tudi električna prevodnost, a vrednosti niso predstavljale omejitve za rast rastlin.

Organska gnojila BIO-IUV povečujejo mikrobno aktivnost v tleh. Končna poraba kisika je bila pri srednjih odmerkih dušika ovčje volne in ostružkov usnja večja kot pri obravnavanju gnojenem s hlevskim gnojem.

Predvsem ovčja volna in tudi ostružki usnja bi bila lahko (glede dušika) boljše organsko gnojilo kot goveji hlevski gnoj, predvsem v ekološkem kmetijstvu, kjer je velik problem dostopnost dušika v tleh v času največje potrebe rastlin po njem. Ekološki kmetje bi lahko občutno izboljšali pridelke poljščin in vrtnin z velikimi potrebami po dušiku z uporabo gnojil na osnovi ekološko pridelane volne ali ostružkov usnja.

6 POVZETEK

Prepovedana uporaba dušikovih mineralnih gnojil v ekološkem kmetijstvu povzroči pogosto pomanjkanje dušika v obdobju največje potrebe rastline po tem hranilu. Dognovanje z organskimi gnojili, kot je hlevski gnoj, poveča možnost za izpiranje nitratov, ki nastanejo po razpadu organskih gnojil, poleg tega pa mineralizacija teh gnojil ne poteka dovolj hitro, da bi zadostila potrebam po dušiku rastlinam v kritičnih obdobjih rasti (Pang in Letey, 2000).

V predhodnem lončnem poskusu Centra za pedologijo in varstvo okolja na Biotehniški fakulteti v Ljubljani je bilo ugotovljeno, da je dušik iz ovčje volne (OV) in ostružkov usnja (WG) zelo dobro dostopen. Vsebujejo veliko organsko vezanega N, manj pa P in K, zato jih lahko smatramo kot naravno organsko dušično gnojilo. Organski odpadki BIO-IUV tudi ne vsebujejo anorganskih potencialno toksičnih snovi, zato bi bila uporaba le-teh v kmetijstvu ali hortikulturi koristna in okolju prijazna.

V poljskem poskusu smo želeli preveriti rezultate lončnega poskusa v naravnih razmerah na rastlinah koruze na ekološki kmetiji Rogelj v Kranju. Zasnovali smo bločni poskus s tremi bloki in devetimi različnimi obravnavanji gnojenja z odmerki gnojil 0, 140, 280 in 560 kg N/ha. Obravnavanja OV in WG smo preizkusili v enkratnem, dvakratnem in trikratnem odmerku N/ha, obravnavanje gnojeno z govejim hlevskim gnojem (G) je bilo enako dvakratnem odmerku skupnega dušika (280 kg N/ha), mineralno gnojilo (MIN) pa je ustrezalo trikratnem odmerku dušika. Negnojeno je bilo kontrolno obravnavanje (K). Pred gnojenjem, po gnojenju in po spravilu pridelka smo opravili analize tal in izmerili pomembne parametre, kot so vsebnost mineralnega N, skupnega N, P in K, pH, organska snov, C/N razmerje in električno prevodnost. V rastlinskih vzorcih smo izmerili skupne vsebnosti N, P in K ter vsebnost nitrata v zelinju. Izmerili pa smo tudi vsebnost klorofila v listih koruze s klorofilomerom in preverili mikrobno aktivnost v tleh.

Ugotovili smo, da so bili pridelki gnojenih obravnavanj z organskimi gnojili BIO-IUV statistično značilno večji kot pa pri negnojeni kontroli in obravnavanju z govejim hlevskim gnojem. Obravnavanja z večjim odmerkom dušika so praviloma imela večji pridelek silažne koruze in zrnja. Sorazmerno z vnesenim dušikom v tla so se spreminjale tudi vrednosti klorofilomera. Sproščanje dušika iz tal je bilo pri obravnavanjih s srednjim in najmanjšim dodanim dušikom iz ovčje volne in ostružkov usnja postopno, saj ni prišlo do nalaganja nitrata v tleh in ne do kopičenja le tega v rastlinah. Organska gnojila BIO-IUV so povečala mikrobno aktivnost v tleh. Po 24-ih urah je bila poraba kisika in s tem upad pritiska v posodah pri srednjih odmerkih dušika ovčje volne in ostružkov usnja večja kot pri obravnavanju gnojenem s hlevskim gnojem.

Rezultati poskusa so pokazali, da bi bila predvsem ovčja volna in tudi ostružki usnja lahko boljši vir dušika kot goveji hlevski gnoj, predvsem v ekološkem kmetijstvu, kjer je velik problem dostopnost dušika v tleh v času največje potrebe rastlin po njem. Na trgu je problem majhna izbira organskih gnojil bogatih z dušikom dovoljenih v ekološkem kmetijstvu, zato so naši izsledki pomembni – ekološki kmetje bi lahko občutno izboljšali pridelke poljščin in vrtnin z velikimi potrebami po dušiku z uporabo gnojil na osnovi ekološko pridelane volne ali ostružkov usnja.

7 VIRI

- ARSO. 2011. Agencija Republike Slovenije za okolje. Meteorološki letopisi.
<http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/2008klima.pdf>
(12. jun. 2011)
- Bavec M. 2001. Ekološko kmetijstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 484 str.
- Bavec M., Aleksič V., Repič P., Golež M. 2001. Katalog dovoljenih sredstev za ekološko kmetovanje 2001. Maribor, Grafiti studio: 13 str.
- Cegnar T. 2008. Podnebne značilnosti leta 2008 v Sloveniji. Agencija Republike Slovenije za okolje.
<http://www.arso.gov.si/podnebne%20spremembe/podatki%20o%20spreminjanju%20podnebja/Podnebne%20znacilnosti%20leta%202008%20v%20Sloveniji.pdf> (12. jun. 2011)
- Čergan Z., Sušin J. 2005. Velike potrebe po hranilih: koruza. Sodobno kmetijstvo, 38, 1: 8
- Čergan Z., Jejčič V., Modic Š., Moljk B., Poje T., Simončič A., Sušin J., Urek G., Verbič J., Vrščaj B., Žerjav M. 2008. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 314 str.
- Environmental management guideline for the leather tanning and finishing industry. 1997. Environmental advisory assistance for industry. IP-Institut für Projektplanung
<http://www.scribd.com/doc/34709312/Environmental-Management-Guideline-for-the-Leather-Tanning-Finishing-Industry> (26. sept. 2011)
- Hadas A. in Kautsky L. 1994. Feather meal, a semi-slow-release nitrogen fertilizer for organic farming. Nutrient cycling in agroecosystems, 38, 2: 165-170
- Hodnik A., Mihelič R., Zupan M., Šijanec V., Ilc R., Gorič 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.
- IUUV: »Izvleček iz poslovnega načrta«. 2007. sonja.vavken@gmail.com. (osebni vir, 10. nov. 2009)
- Jedidi N., Hassen A., Van Cleemput O., M'Hiri A. 2004. Microbial biomass in a soil amended with different types of organic wastes. Waste management & research, 22, 2: 93-99
- Kanagaraj J., Velappan K. C., Chandra Babu N. K., Sadulla S., 2006. Solid wastes generation in the leather industry and its utilization for cleaner environment – A review. Journal of scientific & industrial research, 65: 541-548
- Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije. Kaj je ekološko kmetovanje?
<http://www.kgzs.si/gv/eko.aspx> (9. jun. 2011)
- Leskošek M. 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, za izboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Ljubljana, Kmečki glas: 197 str.

- Leskošek M., Mihelič R. 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Del 1: Poljedelstvo in travništvo. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, 51 str.
- Mihelič R. 1995. Novejše metode za določanje potreb po gnojenju koruze z dušikom v Združenih državah Amerike. *Sodobno kmetijstvo*, 28, 10: 452-456
- Mihelič R. 1997. Vpliv dušika: kmetijstvo in varovanje tal. *Kmečki glas*, 54, 14: 12
- Mihelič R. 2003. Influence of farmyard manure fertilisation to maize (*Zea mais* L.) on net-nitrogen-mineralisation, 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. 2004. Dognovanje koruze z dušikom na podlagi koncentracije nitratnega dušika v tleh. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2004, Čatež ob Savi, 13. in 14. december 2004. Tajnšek A. (ur). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 291-298
- Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 2011. Oddelek za kmetijstvo in okolje. Ekološko kmetijstvo – dejstva in podatki
http://www.mkgp.gov.si/si/o_ministrstvu/direktorati/direktorat_za_kmetijstvo/starasektor_za_sonaravno_kmetijstvo/oddelek_za_kmetijstvo_in_okolje/kmetijsko_okoljska_placila/ekolosko_kmetovanje/ekolosko_kmetijstvo_dejstva_in_podatki/ (9. jun. 2011)
- Nogueira F. G. E., Castro I. A., Bastos A. R. R., Souza G. A., De Carvalho J. G., Oliveria L. C. A. 2011. Recycling of solid waste rich in organic nitrogen from leather industry: Mineral nutrition of rice plants. *Journal of hazardous materials*, 186, 2-3: 1064-1069
- 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
- Odare M., Pell M., Svensson K. 2008. Changes in soil chemical and microbiological properties during 4 years of application of various organic residues. *Waste management*, 22, 7: 1246-1253
- 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
- Rodrigues M. A., Pereira A., Cabanas J. E., Dias L., Pires J., Arrobas M. 2006. Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. *European journal of agronomy*, 25, 4: 328-335
- Saxton K. E. 2006. Soil water characteristic program. Version 6.02.74. USDA Agricultural research service in cooperation with Department of Biological Systems Engineering Washington State University: CD-ROM
- SIST ISO 10390. Kakovost tal – Ugotavljanje pH. 1996: 5 str.
- SIST ISO 11265. Kakovost tal – Ugotavljanje specifične električne prevodnosti. 1996: 2 str.

- SIST ISO 11277. Kakovost tal – Ugotavljanje velikosti porazdelitve delcev v mineralnih tleh – sedimentacijska metoda (modificirano po Janytzki). 1998: 45 str.
- SIST ISO 14235. Kakovost tal – Določanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžvepleni kislini (modificirano po Walkley - Black). 1999: 5 str.
- SIST ISO 14255. Soil qality – Determunation of nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and total soluble nitrogen in air-dry soils using calcium chloride solution as extractant. 1998: 12 str.
- SURS. 2008. Statistični urad Republike Slovenije. Zgodnja napoved pridelkov poljščin. http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=1897 (5. jan. 2012)
- SURS. 2011. Statistični urad Republike Slovenije. Ekološko kmetijstvo 2000 – 2008. <http://www.stat.si/> (5. jan. 2012)
- Sušin J. 2002. Dognojevanje koruze z dušikom: V začetku junija je čas za dognojevanje koruze z dušikom. Gorenjski glas, 55,41: 18
- Sušin J., Kmecl V., Žnidaršič-Pograc V. 2004. Uporabnost klorofilomera za napoved dognojevanja koruze z dušikom. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2004. Čatež ob Savi, 13. in 14. december 2004. Tanjšek A., Čeh Brežnik B., Dolničar P., Šantavec I., Sušnik J. (ur). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo : 299-304
- Tajnšek T. 1980. Strnine in koruza v Sloveniji. Ljubljana ČZP Kmečki glas: 167 str.
- Tajnšek T., Milevoj L., Čergan Z., Osvald J. 1991. Koruza. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 180 str.
- Tsybulka N. N., Zhukova I. I., Kiseleva D. V. 2008. Use of grain crops of nitrogen of soil and fertilizers. Vestsi Natsyyanal' naj Akadehmii Navuk Belarusi. Seryya Agrarnykh Navuk, 2: 36-42
- 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://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:250:0001:0084:SL:PDF> (9. jun. 2011)
- Zheljakov V. D. 2005. Assessment of wool waste and hair waste as soil amendment and nutrient source. Journal of environmental quality, 34: 2310-2317
- Zheljakov 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, 29, 7: 2160-2164

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, doc. dr. Roku Miheliču, za strokovno pomoč in vodenje pri izvedbi poskusa in pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi doc. dr. Marjetki Suhadolc in mag. Karmen Stopar za prijazno svetovanje in korektno popravljanje diplomskega dela.

Zahvalila bi se tudi g. Miru Roglju iz kmetije Kovač za izposojlo parcele za postavitve in izvedbo poskusa in za njegovo nesebično pomoč pri izvajanju poskusa.

Hvala tudi sošolcem in sošolkam Agronomije UNI za vso podporo, pomoč, nasvete in vse spodbudne besede, ki so mi jih kdajkoli namenili v času študija in predvsem pri pisanju diplomske naloge.

Posebna zahvala gre moji družini in fantu za vso moralno podporo in potrpežljivost.

Na koncu bi se rada zahvalila tudi vsem tehničnim sodelavkam za nasvete in pomoč pri delu v pedološkem laboratoriju.

PRILOGA A

Analiza vzorcev tal: TMN (NO₃-N, NH₄-N)

		Vrednost NO ₃ -N (mg/100g tal)			Vrednost NH ₄ -N (mg/100g tal)		
		analiza 1	analiza 2	analiza 3	analiza 1	analiza 2	analiza 3
Obravnavanje	K	0,61	0,68	0,69	0,70	0,70	0,70
	G	0,61	0,45	0,92	0,70	1,4	0,47
	MIN	0,61	6,58	0,46	0,70	1,03	0,62
	OV1	0,61	0,68	0,69	0,70	0,7	0,16
	OV2	0,61	0,56	0,69	0,70	0,78	0,16
	OV3	0,61	1,81	0,69	0,70	0,7	0,7
	WG1	0,61	0,68	0,69	0,70	0,7	0,31
	WG2	0,61	0,45	0,92	0,70	0,78	0,78
	WG3	0,61	0,45	1,15	0,70	0,54	0,47

PRILOGA B

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

		Skupni N (%)		Skupni C (%)	C/N razmerje	EC (mS/cm)
		20.4.2008	12.6.2008	20.4.2008	20.4.2008	12.6.2008
Obravnavanje (ponovitve)	K1	0,31	0,29	3,1	10	0,09
	K2	0,31	0,29	3	9,7	0,09
	K3	0,29	0,29	3,1	10,7	0,09
	G1	0,31	0,31	3,1	10	0,125
	G2	0,31	0,31	3	9,7	0,125
	G3	0,29	0,31	3,1	10,7	0,125
	OV1-1	0,31	0,29	3,1	10	0,1
	OV1-2	0,31	0,29	3	9,7	0,1
	OV1-3	0,29	0,29	3,1	10,7	0,1
	OV2-1	0,31	0,29	3,1	10	0,11
	OV2-2	0,31	0,29	3	9,7	0,11
	OV2-3	0,29	0,29	3,1	10,7	0,11
	OV3-1	0,31	0,3	3,1	10	0,12
	OV3-2	0,31	0,3	3	9,7	0,12
	OV3-3	0,29	0,3	3,1	10,7	0,12
	WG1-1	0,31	0,29	3,1	10	0,1
	WG1-2	0,31	0,29	3	9,7	0,1
	WG1-3	0,29	0,29	3,1	10,7	0,1
	WG2-1	0,31	0,28	3,1	10	0,115
	WG2-2	0,31	0,28	3	9,7	0,115
	WG2-3	0,29	0,28	3,1	10,7	0,115
	WG3-1	0,31	0,3	3,1	10	0,09
	WG3-2	0,31	0,3	3	9,7	0,09
	WG3-3	0,29	0,3	3,1	10,7	0,09
	MIN3-1	0,31	0,3	3,1	10	0,125
	MIN3-2	0,31	0,31	3	9,7	0,14
	MIN3-3	0,29	0,27	3,1	10,7	0,13

PRILOGA C

Analiza rastlinskih vzorcev: kalij, fosfor, skupni dušik

			Kalij (g/kg)			Fosfor (g/kg)			Dušik (%)		
			1. ponovitev	2. ponovitev	3. ponovitev	1. ponovitev	2. ponovitev	3. ponovitev	1. ponovitev	2. ponovitev	3. ponovitev
Obnavljanje	V zelnju	K	14,66	15,58	12,33	3,16	2,33	2,13	0,24	0,39	0,28
		G	18,02	18,83	15,17	3,09	2,26	2,91	0,3	0,36	0,37
		MIN	20,24	16,14	16,62	1,22	1,05	0,74	1,22	0,8	0,8
		OV1	15,18	13,87	12,85	2,47	1,88	1,76	0,38	0,36	0,33
		OV2	13,28	14,03	12,07	1,37	1,64	1,81	0,5	0,51	0,46
		OV3	14,16	15,69	11,35	0,90	0,84	0,82	0,63	0,61	0,57
		WG1	15,68	13,13	14,65	3,84	3,00	2,91	0,4	0,38	0,38
		WG2	15,87	14,00	11,85	3,59	2,27	1,84	0,48	0,43	0,37
		WG3	12,08	15,48	11,37	2,86	2,88	2,83	0,59	0,51	0,49
	V zrnju	K	2,96	3,48	2,50	2,43	2,51	2,61	0,82	0,78	0,76
		G	2,91	3,19	3,28	2,42	2,61	3,74	0,77	0,95	0,82
		MIN	2,46	3,17	2,84	2,14	2,18	3,46	1,42	1,37	1,31
		OV1	3,25	3,23	3,05	2,65	2,74	2,35	1,01	0,86	0,78
		OV2	3,34	2,77	3,32	2,95	2,25	2,38	1,03	0,89	1,1
		OV3	3,29	2,76	2,78	2,65	2,32	2,37	1,42	1,47	1,23
		WG1	2,97	3,01	2,80	2,14	2,59	2,44	0,87	0,91	0,9
		WG2	3,18	2,69	2,91	2,43	2,41	2,52	1	0,87	0,89
		WG3	0,04	3,40	3,21	2,73	3,12	4,14	1,13	1,01	1,08

PRILOGA D

Nitratni dušik v zelinju rastlinskih vzorcev

obravnavanje	NO ₃ -N (mg/kg suhega vzorca)		
	1 ponovitev	2 ponovitev	3 ponovitev
K	45,14	45,14	22,57
G	45,14	45,14	22,57
MIN	157,99	67,71	90,28
OV1	45,14	45,14	33,855
OV2	67,71	45,14	22,57
OV3	112,85	112,85	45,14
WG1	45,14	22,57	22,57
WG2	67,71	45,14	45,14
WG3	67,71	45,14	22,57

PRILOGA E

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za pridelek (t/ha) po obravnavanjih

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	2334,78	8	291,847	10,18	0,00
Znotraj obravnavanj	516,129	18	28,6739		
Skupaj	2850,9	26			

S tveganjem manjšim od 5 % lahko trdimo, da se obravnavanja po masi pridelka (t/ha) statistično značilno razlikujejo, saj je p-vrednost manjša od 0,05.

95 % HSD test (Tukey-ev preizkus)

Obravnavanja	Število ponovitev	Povprečje	Homogene skupine
K	3	24,99	X
WG1	3	26,37	X
G	3	27,55	X
OV1	3	31,01	X
OV2	3	35,85	XX
WG3	3	36,84	XX
WG2	3	38,12	XX
OV3	3	47,90	XX
MIN	3	53,93	X

Statistično značilne razlike so med obravnavanji K, WG1, G in OV1 z OV3 in MIN ter obravnavanja OV2, WG3 in WG2 z MIN. Razlik ni med obravnavanji K, WG1, G in OV1 z OV2, WG3 in WG2, med obravnavanji OV2, WG3 in WG2 z OV3 ter med obravnavanjem OV3 z MIN.

Kontrasti	Razlika	+/- Limiti
G - K	2,56667	15,3569
G - MIN	*-26,3733	15,3569
G - OV1	-3,45667	15,3569
G - OV2	-8,3	15,3569
G - OV3	*-20,3467	15,3569
G - WG1	1,18333	15,3569
G - WG2	-10,57	15,3569
G - WG3	-9,28667	15,3569
K - MIN	*-28,94	15,3569
K - OV1	-6,02333	15,3569
K - OV2	-10,8667	15,3569
K - OV3	*-22,9133	15,3569
K - WG1	-1,38333	15,3569
K - WG2	-13,1367	15,3569
K - WG3	-11,8533	15,3569

Se nadaljuje...

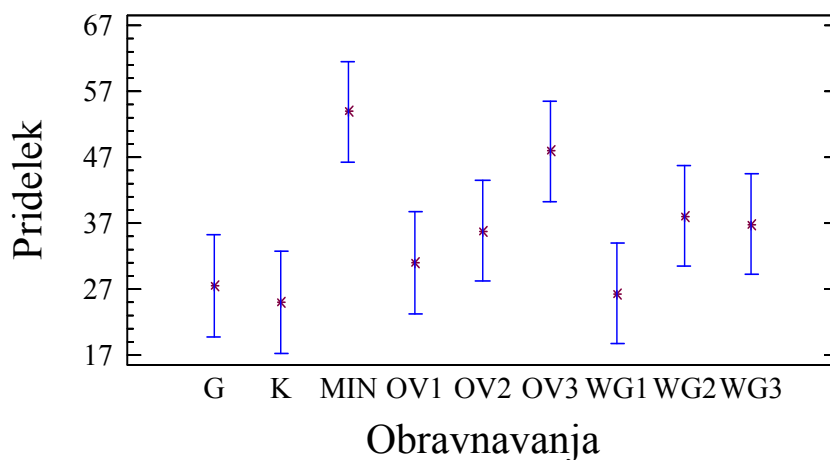
...nadaljevanje

MIN - OV1	*22,9167	15,3569
MIN - OV2	*18,0733	15,3569
MIN - OV3	6,02667	15,3569
MIN - WG1	*27,5567	15,3569
MIN - WG2	*15,8033	15,3569
MIN - WG3	*17,0867	15,3569
OV1 - OV2	-4,84333	15,3569
OV1 - OV3	*-16,89	15,3569
OV1 - WG1	4,64	15,3569
OV1 - WG2	-7,11333	15,3569
OV1 - WG3	-5,83	15,3569
OV2 - OV3	-12,0467	15,3569
OV2 - WG1	9,48333	15,3569
OV2 - WG2	-2,27	15,3569
OV2 - WG3	-0,986667	15,3569
OV3 - WG1	*21,53	15,3569
OV3 - WG2	9,77667	15,3569
OV3 - WG3	11,06	15,3569
WG1 - WG2	-11,7533	15,3569
WG1 - WG3	-10,47	15,3569
WG2 - WG3	1,28333	15,3569

* Med označenimi so statistično značilne razlike

Če je razlika med obravnavanji večja kot $\pm 15,3569$, sta para pri 95 % intervalu zaupanja statistično značilno različna. S tveganjem manjšim od 5 % lahko trdimo, da so si pari obravnavanj, ki so označeni z zvezdico, statistično različni.

Povprečni pridelek po obravnavanjih pri 95 % intervalu zaupanja Tukey HSD testa:



PRILOGA F

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za število rastlin/ha po obravnavanjih

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	7,37458 E8	8	9,21823 E7	1,77	0,1505
Znotraj obravnavanj	9,39356 E8	18	5,21864 E7		
Skupaj	1,67681 E8	26			

Ker je p-vrednost večja od 0,05, lahko s tveganjem manjšim od 5 % trdimo, da razlika med številom rastlin posameznih obravnavanj ni statistično značilna.

95 % HSD test (Tukey-ev preizkus)

Obravnavanja	Število ponovitev	Povprečje	Homogene skupine
MIN	3	57284,00	X
WG3	3	61728,30	X
WG1	3	66173,00	X
G	3	67654,30	X
OV1	3	69136,00	X
K	3	69136,00	X
OV3	3	70617,30	X
OV2	3	70617,30	X
WG2	3	76543,30	X

HSD test je pokazal, da med obravnavanji ni statističnih razlik.

Kontrasti	Razlika	+/- Limiti
G - K	-1481,67	20717,7
G - MIN	10370,30	20717,7
G - OV1	-1481,67	20717,7
G - OV2	-2963,00	20717,7
G - OV3	-2963,00	20717,7
G - WG1	1481,33	20717,7
G - WG2	-8889,00	20717,7
G - WG3	5926,00	20717,7
K - MIN	11852,00	20717,7
K - OV1	0,00	20717,7
K - OV2	-1481,33	20717,7
K - OV3	-1481,33	20717,7
K - WG1	2963,00	20717,7
K - WG2	-7407,33	20717,7
K - WG3	7407,67	20717,7
MIN - OV1	-11852,00	20717,7
MIN - OV2	-13333,33	20717,7
MIN - OV3	-13333,33	20717,7
MIN - WG1	-8889,00	20717,7
MIN - WG2	-19259,3	20717,7

Se nadaljuje...

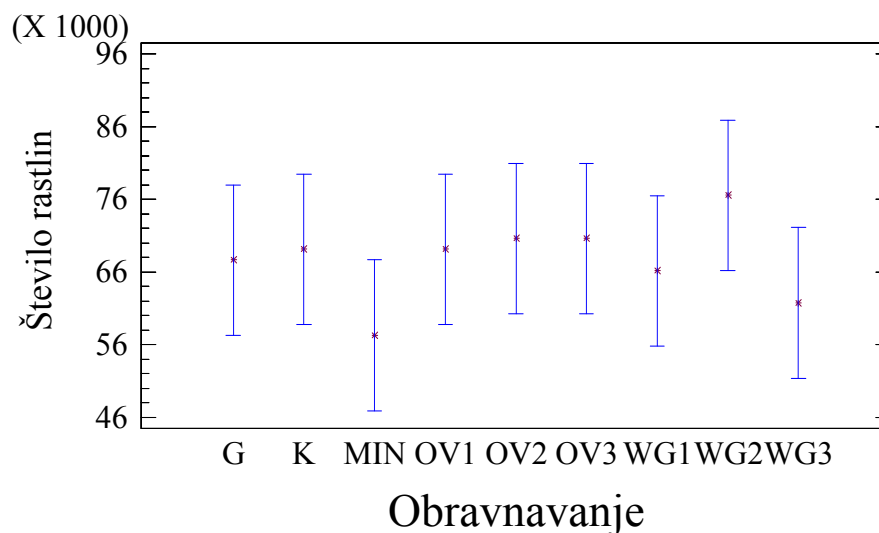
...nadaljevanje

MIN - WG3	-4444,33	20717,7
OV1 - OV2	-1481,33	20717,7
OV1 - OV3	-1481,33	20717,7
OV1 - WG1	2963,0	20717,7
OV1 - WG2	-7407,33	20717,7
OV1 - WG3	7407,67	20717,7
OV2 - OV3	0,00	20717,7
OV2 - WG1	4444,33	20717,7
OV2 - WG2	-5926,00	20717,7
OV2 - WG3	8889,00	20717,7
OV3 - WG1	4444,33	20717,7
OV3 - WG2	-5926,00	20717,7
OV3 - WG3	8889,00	20717,7
WG1 - WG2	-10370,30	20717,7
WG1 - WG3	4444,67	20717,7
WG2 - WG3	14818,00	20717,7

* Med označenimi so statistično značilne razlike

Ker pri nobenem paru obravnavanj ni razlika večja od $\pm 20717,7$ (noben par ni označen z *), lahko s tveganjem manjšim od 5 % trdimo, da si pari obravnavanj niso statistično različni.

Povprečno število rastlin po obravnavanjih pri 95 % intervalu zaupanja Tukey HSD testa:



PRILOGA G

Enosmerna analiza variance (ANOVA) za pridelek zrn (t/ha) po obravnavanjih

Vir variabilnosti	VKO	SP	SKO	F	p-vrednost
Med obravnavanji	128,937	8	16,1172	10,86	0,0000
Znotraj obravnavanj	26,7225	18	1,48458		
Skupaj	155,66	26			

S tveganjem manjšim od 5 % lahko trdimo, da se obravnavanja po pridelku zrn (t/ha) statistično značilno razlikujejo, saj je p-vrednost manjša od 0,05.

95 % HSD test (Tukey-ev preizkus)

Obravnavanja	Število ponovitev	Povprečje	Homogene skupine
K	3	5,47	X
WG1	3	5,70667	X
OV1	3	7,00667	XX
G	3	7,03333	XX
WG3	3	8,31333	XXX
OV2	3	9,35333	XXX
WG2	3	9,62667	XXX
MIN	3	10,9733	XX
OV3	3	12,18	X

Statistično značilne razlike so med obravnavanji K in WG1 z OV2, WG2, MIN in OV3, med obravnavanji OV1 in G z MIN in OV3 ter med obravnavanjem WG3 z OV3. Statistično značilnih razlik ni med obravnavanji K in WG1 z OV1, G in WG3, med obravnavanji OV1, G in WG3 z OV2 in WG2, med obravnavanjem WG3 z MIN ter obravnavanji OV2, WG2 z MIN in OV3.

Kontrasti	Razlika	+/- Limiti
G - K	1,56333	3,49433
G - MIN	*-3,94	3,49433
G - OV1	0,0266667	3,49433
G - OV2	-2,32	3,49433
G - OV3	*-5,14667	3,49433
G - WG1	1,32667	3,49433
G - WG2	-2,59333	3,49433
G - WG3	-1,28	3,49433
K - MIN	*-5,50333	3,49433
K - OV1	-1,53667	3,49433
K - OV2	*-3,88333	3,49433
K - OV3	*-6,71	3,49433
K - WG1	-0,236667	3,49433
K - WG2	*-4,15667	3,49433
K - WG3	-2,84333	3,49433

Se nadaljuje...

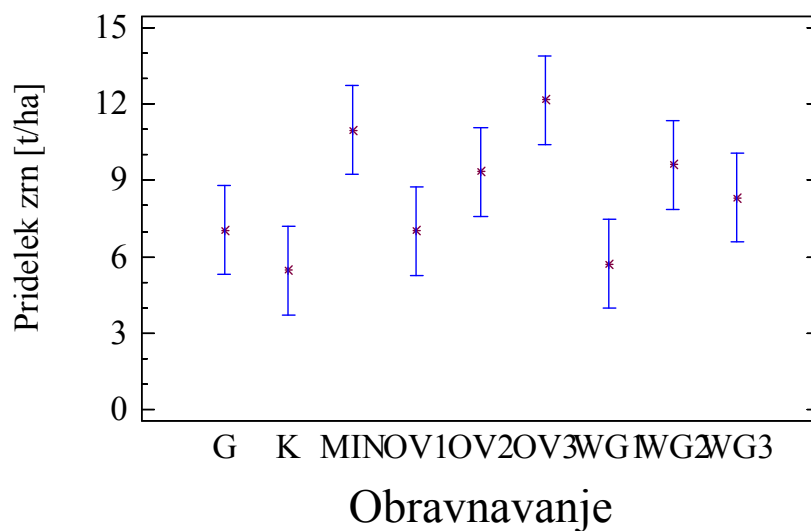
...nadaljevanje

MIN - OV2	1,62	3,49433
MIN - OV3	-1,20667	3,49433
MIN - WG1	*5,26667	3,49433
MIN - WG2	1,34667	3,49433
MIN - WG3	2,66	3,49433
OV1 - OV2	-2,34667	3,49433
OV1 - OV3	*-5,17333	3,49433
OV1 - WG1	1,3	3,49433
OV1 - WG2	-2,62	3,49433
OV1 - WG3	-1,30667	3,49433
OV2 - OV3	-2,82667	3,49433
OV2 - WG1	*3,64667	3,49433
OV2 - WG2	-0,273333	3,49433
OV2 - WG3	1,04	3,49433
OV3 - WG1	*6,47333	3,49433
OV3 - WG2	2,55333	3,49433
OV3 - WG3	*3,86667	3,49433
WG1 - WG2	*-3,92	3,49433
WG1 - WG3	-2,60667	3,49433
WG2 - WG3	1,31333	3,49433

* Med označenimi so statistično značilne razlike

Če je razlika med obravnavanji večja kot $\pm 3,49433$, sta para pri 95 % intervalu zaupanja statistično značilno različna. S tveganjem manjšim od 5 % lahko trdimo, da so si pari obravnavanj, ki so označeni z zvezdico, statistično različni.

Povprečen pridelek zrn po obravnavanjih pri 95 % intervalu zaupanja Tukey HSD testa:



PRILOGA H
Načrt IUV

