

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Uroš ČELEBIĆ

**VSEBNOST IN FRAKCIJE ORGANSKE SNOVI IN
DUŠIKA PRI RAZLIČNI OBDELAVI NJIVSKIH TAL**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2008

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Uroš ČELEBIĆ

**VSEBNOST IN FRAKCIJE ORGANSKE SNOVI IN DUŠIKA PRI
RAZLIČNI OBDELAVI NJIVSKIH TAL**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Uroš ČELEBIĆ

**CONTENT AND FRACTIONS OF SOIL ORGANIC MATTER AND
NITROGEN AT DIFFERENT SOIL TILLAGE INTENSITY**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

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. Potekalo je v pedološkem laboratoriju na laboratorijskem polju imenovane organizacije in v Moškanjcih.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomske naloge imenovala prof. dr. Franca Lobnika, za somentorja pa doc. dr. Roka Miheliča.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Član: prof. dr. Franc LOBNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

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

Član: prof. dr. Rajko BERNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Uroš ČELEBIĆ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

| | |
|----|---|
| ŠD | Dn |
| DK | UDK 631.417:631.423.4:631.43:631.43:631.82(043.2) |
| KG | vročevodna ekstrakcija/talna organska snov/gnojenje/stratifikacija tal/obdelava tal |
| KK | AGRIS P30/P33/P35/F04 |
| AV | ČELEBIĆ, Uroš |
| SA | LOBNIK, Franc (mentor)/MIHELIC, Rok (somentor) |
| KZ | SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101 |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo |
| LI | 2008 |
| IN | VSEBNOST IN FRAKCIJE ORGANSKE SNOVI IN DUŠIKA PRI RAZLIČNI OBDELAVI NJIVSKIH TAL |
| TD | Diplomsko delo (univerzitetni študij) |
| OP | X, 42, [9] str., 12 pregl., 11 sl., 6 pril., 35 vir. |
| IJ | sl |
| JI | sl/en |
| AI | Na dveh večletnih poljskih poizkusih smo ugotavljali razlike v vsebnosti organskega ogljika in dušika glede na različna načina obdelave tal (konvencionalni, ohranjevalni). Poizkusa se nahajata na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani in na polju v Moškanjcih. Tla na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete so srednje globoka, težke meljasto-glinaste-ilovnate (MGI) do meljasto-glinaste (MG) teksture. V Moškanjcih tla spadajo med distrično rjava, ležijo na nekarbonatnih in ledenodobnih prodnatih in peščenih nasipinah rek in imajo ilovnato strukturo. Obe parceli (lab. polje BF, Moškanjci) sta razdeljeni na blok s konvencionalno obdelavo – orano (kon) in na blok z ohranjevalno obdelavo – neorano (son). Na BF smo znotraj posameznega bloka obravnavali še tri variante gnojenja (NPK, kompost (K) in K+NPK). Vsako obravnavanje je zasnovano s tremi ponovitvami Na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo jemali vzorce na dveh globinah (0 do 10 cm in 10 do 30 cm), v Moškanjcih pa smo vzorčili dvakrat pri različnih globinah. Prvič na globinah 0 do 10 cm, 10 do 30 cm in 30 do 60 cm, drugič na globinah 0 do 5 cm, 5 do 10 cm, 10 do 30 cm in 30 do 60 cm. Na obeh parcelah smo na vseh globinah ugotavljali količino skupnega organskega ogljika in dušika ter C in N dobljena z vročevodno ekstrakcijo tal (C _{hw} in N _{hw}). Proučili smo stratifikacijo obeh elementov po globini tal. Izmerili smo tudi vsebnost mineralnega dušika (meritve NO ₃ -N). Meritve na BF so pokazale, da je pri kon večja vsebnost C _{hw} ne glede na način gnojenja. Ugotovili smo tudi neznačilno povečanje vsebnosti N _{hw} v sloju 0–10 cm pri kon. Tak rezultat lahko pripišemo značilno večjim pridelkom poljščin in večji količini rastlinskih ostankov pri kon na BF. V Moškanjcih je bilo nasprotno največ C _{hw} v zgornjih 10 cm tal pri son. V Moškanjcih se pridelki med kon in son niso močno razlikovali. Na splošno lahko sklenemo, da imajo tla, obdelana na ohranjevalni način, počasnejšo razgradnjo organske snovi, vendar je treba pri tem upoštevati lokalne razmere (tla, klima), ki bistveno vplivajo na agroekosistem in na dinamiko razgradnje talne organske snovi. |

KEY WORDS DOCUMENTATION

ŠD Dn
DC UDC 631.417:631.423.4:631.43:631.43:631.82(043.2)
CX hot water extraction/soil organic matter/fertilization/soil stratification/soil tillage
CC AGRIS P30/P33/P35/F04
AU ČELEBIĆ, Uroš
AA LOBNIK, Franc (supervisor)/MIHELIC, Rok (co-supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy
PY 2008
TI VSEBNOST IN FRAKCIJE ORGANSKE SNOVI IN DUŠIKA PRI RAZLIČNI OBDELAVI NJIVSKIH TAL
TD Graduation Thesis (University studies)
NO X, 42, [9] p., 12 tab., 11 fig., 6 ann., 35 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The effects of conservational and conventional tillage on C_{org} and N_{org} in the soil were determined on a two multi year fields experiments. The first experiment is located on the laboratory field of Biotechnical Faculty (BF) and second on field in Moškanjci village. On the first field (BF) soil is medium deep, of heavy silty-clay to silty-clay-loam texture, and on the second field soil belongs to district brown soil formed on non-carbonate alluvial and glacial deposits of sand and gravel with loam texture. Both experiments were divided in two blocks, with conventional tillage treatment, ploughed (kon) and the second one with conservational tillage treatment, surface tillage with rotary hoe (son). On BF, we were determining three types of fertilization within an individual block. First was fertilized with mineral fertilizer (NPK), second with compost (K) and the third was NPK+K. Every treatment was composed with three repetitions. In the soil, in two depths (BF) 0-10 cm and 10-30 cm and three depths at Moškanjci (0-10 cm, 10-30cm and 30-60 cm), we measured the quantity of C_{org} and N_{org} extracted with hot water (C_{hw} and N_{hw}) and their stratification along the soil depth. We also measured soil mineral nitrogen (NO_3-N). The measurements at BF showed C_{hw} was higher at kon irrespective to fertilization type. The reason could be the fact that at BF with kon we constantly obtained higher crop yields and consequently higher mass of plant debris. At kon N_{hw} was also non-significantly higher. At Moškanjci however, the highest level of C_{hw} was found at son in the soil depth 0-10 cm. Here, the level of yield did not differ much among kon and son. In general we can conclude that the son slows down the soil organic matter degradation, however local circumstances (soil, climate) can significantly influence agroecosystem and also soil organic matter dynamics.

KAZALO VSEBINE

| | Str. |
|--|-----------|
| Ključna dokumentacijska informacija (KDI) | III |
| Key words documentation (KWD) | IV |
| Kazalo vsebine | V |
| Kazalo preglednic | VII |
| Kazalo slik | VIII |
| Kazalo prilog | IX |
| Okrajšave in simboli | X |
| 1 UVOD | 2 |
| 1.1 NAMEN IN POVOD ZA IZDELAVO NALOGE | 2 |
| 1.2 DELOVNE HIPOTEZE | 3 |
| 2 PREGLED OBJAV | 4 |
| 2.1 ORGANSKA SNOV | 4 |
| 2.1.1 Hitrost razgradnje organske snovi | 5 |
| 2.1.2 Vpliv organske substance na fizikalne in kemične lastnosti tal | 5 |
| 2.1.3 Vpliv organske snovi na fizikalne lastnosti tal | 5 |
| 2.1.4 Vpliv organske snovi na kemične lastnosti tal | 6 |
| 2.1.5 Delitev (frakcije) organske snovi in metode za določanje lahko dostopnega C in N | 6 |
| 2.1.6 Pomen organske snovi v tleh zaradi globalnih podnebnih sprememb | 6 |
| 2.2 OBDELAVA TAL | 8 |
| 2.2.1 Naloge obdelovanja tal | 9 |
| 2.2.2 Konvencionalna obdelava | 9 |
| 2.2.3 Sonaravna (ohranjevalna) obdelava | 10 |
| 2.2.4 Tipi obdelave tal v ohranjevalni obdelavi | 11 |
| 3 MATERIAL IN METODE | 13 |
| 3.1 SHEMA POSKUSA | 13 |
| 3.1.1 Vzorčenje: | 14 |
| 3.2 KOLOBAR IN SHEMA POIZKUSA | 15 |
| 3.3 DELO NA TERENU | 18 |
| 3.3.1 Vzorčenje tal | 18 |
| 3.4 LABORATORIJSKO DELO | 18 |
| 3.4.1 Vročevodna ekstrakcija ogljika in dušika | 18 |
| 3.4.2 Reakcija tal | 19 |
| 3.4.3 Meritev organskega ogljika | 19 |
| 3.4.4 Meritev skupnega dušika (Kjeldahlova metoda) | 20 |
| 3.4.5 Meritev rastlinam dostopnega fosforja in kalija po Al- metodi | 20 |
| 3.4.6 Meritev NO ₃ -N, NO ₄ -N | 21 |
| 3.5 STATISTIČNA ANALIZA | 22 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4 | REZULTATI IN RAZPRAVA | 23 |
| 4.1 | REZULTATI | 23 |
| 4.1.1 | Rezultati analize tal z vročevodno ekstrakcijo za ogljik in dušik pri sonaravni in konvencionalni obravnavi za obe lokaciji (BF in Moškanjci) skupaj | 23 |
| 4.1.2 | Vročevodni N (N_hw) | 26 |
| 4.1.3 | Rezultati analize tal z vročevodno ekstrakcijo za ogljik (C_hw) in dušik (N_hw) pri sonaravni in sonaravni in konvencionalni obdelavi za posamezni lokaciji (Moškanjci in BF) | 29 |
| 4.1.4 | Povezava med N_hw (mg/kg) in NO ₃ -N (mg/kg) na poskusni lokaciji Moškanjci 1 | 34 |
| 4.1.5 | Povezava med C_hw (mg/kg) in N_hw (mg/kg) na poskusni lokaciji Moškanjci 2 | 34 |
| | | |
| 5 | RAZPRAVA IN SKLEPI | 36 |
| 5.1 | RAZPRAVA | 36 |
| 5.2 | SKLEPI | 39 |
| | | |
| 6 | POVZETEK | 40 |
| | | |
| 7 | VIRI | 41 |
| | | |
| | ZAHVALA | |
| | | |
| | PRILOGE | |

KAZALO PREGLEDNIC

| | |
|---|----|
| Preglednica 1: Primerjava vsebnosti organskega ogljika pri nas in v Evropi (Grčman in sod., 2004). | 7 |
| Preglednica 2: Zasnova poskusa na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. | 15 |
| Preglednica 3: Vrsta posevka, oskrba poskusa in pridelek na poizkusni lokaciji v Moškanjcih v letu 2006. | 15 |
| Preglednica 4: Vrsta posevka in pridelek na poskusni lokaciji v laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v letu 2005. | 16 |
| Preglednica 5: Vrsta gnojila po različnih obravnavanjih (NPK, K+NPK, K) na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. | 17 |
| Preglednica 6: Povprečne vrednosti C _{hw} (globina tal 0–60 cm) pri različni obdelavi (sonaravno, konvencionalno) tal in standardni odklon. | 24 |
| Preglednica 7: 95 % interval zaupanja za povprečno vrednost C _{hw} (mg/kg) po globini (0–10 cm, 10–30 cm) tal in načinom obdelave (sonaravno, konvencionalno) za obe lokaciji. | 25 |
| Preglednica 8: Povprečna vrednost N _{hw} (mg/kg) in standardni odklon za različno obdelavo tal (sonaravna, konvencionalna). | 26 |
| Preglednica 9: Povprečna vsebnost N _{hw} (mg/kg) in LSD test (5 % stopnja tveganja) za obe lokaciji (BF in Moškanjci). | 28 |
| Preglednica 10: Povprečna vsebnost C _{hw} (mg/kg) in LSD test (5 % stopnja tveganja) za Moškanjce. | 30 |
| Preglednica 11: Povprečna vsebnost N _{hw} (mg/kg) in LSD test (5 % stopnja tveganja) za Moškanjce. | 32 |
| Preglednica 12: Vsebnost C _{hw} (mg/kg) v tleh in razredi vsebnosti organske snovi v tleh (Körschens in Schulz, 1999). | 37 |

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Sejalnica za setev v neobdelana tla (Mihelič in sod., 2005). | 11 |
| Slika 2: Setev v neobdelana tla (Mihelič in sod., 2005). | 12 |
| Slika 3: Okvir z ročaji glede na vsebnost C _{hw} (mg/kg) in glede na različni način obdelave (sonaravno, konvencionalno) za obe poskusni lokaciji. | 24 |
| Slika 4: Okvir z ročaji za vsebnost C _{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm) za obe lokaciji skupaj. | 25 |
| Slika 5: Okvir z ročaji za vsebnost N _{hw} (mg/kg) pri različni obdelavi tal (sonaravna, konvencionalna). | 26 |
| Slika 6: Okvir z ročaji za vsebnost N _{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm) za obe lokaciji skupaj. | 27 |
| Slika 7: Okvir z ročaji za vsebnost C _{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm, 30–60 cm) za obe vzorčenji (Moškanjci 1 in 2) skupaj. | 29 |
| Slika 8: Okvir z ročaji za vsebnost N _{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm, 30–60 cm) za obe vzorčenji (Moškanjci 1 in 2) skupaj. | 31 |
| Slika 9: Vsebnost C _{hw} (mg/kg) pri različnem gnojenju in obdelavi tal (sonaravna, konvencionalna) na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. | 33 |
| Slika 10: Vsebnost NO ₃ -N (mg/kg) v odvisnosti od N _{hw} (mg/kg) na primeru Moškanjci 1. | 34 |
| Slika 11: Vsebnost C _{hw} (mg/kg) v odvisnosti od N _{hw} (mg/kg). | 35 |

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Rezultati (C_hw in N_hw) pri slepih vzorcih, merjenih na CN analizator.

PRILOGA B: Rezultati (C_hw in N_hw) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal za obe lokaciji (BF in Moškanjci) in po globinah.

PRILOGA C: Rezultati (C_hw in N_hw) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal po globinah za Moškanjce.

PRILOGA D: Rezultati (C_hw in N_hw) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal po globinah in načinu gnojenja (NPK, kompost, kontrola in kompost + kontrola) za laboratorijsko polje BF.

PRILOGA E: Laboratorijska analiza za Moškanjce 1.

PRILOGA F: Rezultati (C_hw in N_hw) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal po globinah za Moškanjce 1.

SIMBOLI IN OKRAJŠAVE

| | |
|-------|---|
| itd. | in tako dalje |
| lat. | latinski |
| nlat. | novejša, neklasična latinščina |
| sod. | sodelavci |
| str. | stran |
| C | ogljik |
| N | dušik |
| P | fosfor |
| S | žveplo |
| Fe | železo |
| Al | aluminij |
| NPK | mineralno gnojilo |
| BF | Biotehniška fakulteta |
| MKGP | Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano |
| o.s. | organska snov (rastlinski in živalski ostanki ter humus) |
| °C | stopinja Celzija |
| kon | konvencionalna obdelava tal |
| son | sonaravna (ohranjevalna) obdelava tal |
| LSD | najmanjša značilna razlika (least significant difference) med obravnavanji (5 % stopnja tveganja) |
| oz. | oziroma |

1 UVOD

Tla, ki poleg ozračja in vode, sodijo med naravne danosti, so središče obtoka snovi in energije. Omogočajo rast rastlinam, ki so hrana ljudem in živalim, obenem pa lahko predelajo rastlinske ostanke in živalska gnojila. Delujejo kot filter in imajo pomembno funkcijo pri čiščenju vode, ki priteka v podtalje. Pomembna funkcija tal se kaže tudi v življenjskem prostoru za množico živali, praživali, gliv in mikroorganizmov (Stritar, 1991).

Matična podlaga, relief, podnebje, živi svet in čas določajo vrsto tal in njihovo rodovitnost (Rowell, 1994). Kmet kot obdelovalec zemlje naj bi skrbel za obnavljanje in ohranjanje rodovitnosti tal, ki je temeljno izhodišče za uspešno in trajnostno kmetovanje. Ohranjati je potrebno zadostno količino biološke aktivnosti, ki jo ohranjamo s pravilno rabo zemljišča, saj le ta omogoča zadostno humifikacijo in mineralizacijo. Le zadostna vsebnost organske snovi v tleh je pogoj za rodovitnost in trajnostno kmetijsko pridelavo (West in Post, 2002).

Različni agrotehnični ukrepi različno vplivajo na strukturo tal in s tem neposredno na humifikacijo. Direktna setev s plitvo obdelavo tal bistveno pripomore k povečevanju organske snovi v tleh. Študije na večletnih poskusih kažejo, da je pomembno, da zgornjo plast čim manj obračamo (orjemo) in ne premeščamo organskih ostankov iz aerobnih v anaerobne razmere. Pomembno je globoko rahljanje in plitev vnos organske snovi. Bistveno povečana intenzivnost obdelave na njivi (oranje, brananje) močno pripomore k sproščanju večje količine hranil in ogljika, vpliva pa tudi na strukturo tal, vodni režim tal itd.

Poleg zgoraj naštetih dejavnikov povečana intenzivnost obdelave tal močno vpliva tudi na ceno končnega pridelka (Bernik, 2005).

Izkušnje in rezultati kažejo, da nestrokovno vodeno poljedelstvo (zožen kolobar, intenzivnost obdelave, pomanjkanje skrbi za obtok organske snovi, erozija), s ciljem kratkoročnega ekonomskega uspeha, neposredno dolgoročno negativno vpliva na rodovitnost in stabilnost tal. Poslabšanje talnih razmer posredno primora kmetovalce, da vlagajo vedno več v gnojila, herbicide, zaščitna sredstva, intenzivnejšo obdelavo, itd. Posledice pa se kažejo v povečanih stroških pridelave in obremenitvi za okolje (Mihelič, 1995).

1.1 NAMEN IN POVOD ZA IZDELAVO NALOGE

Namen naloge je ugotoviti, kako zmanjšana intenziteta obdelave tal (minimalna površinska obdelava brez oranja, ki jo na poskusnih lokacijah izvajajo že sedem let) vpliva na zadrževanje oziroma vezavo C in N v tleh v primerjavi s konvencionalno obdelanimi tlemi (oranje).

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

V nalogi se ukvarjamo z dvema hipotezama.

1. Na neoranih njivskih tleh, kjer organske ostanke puščamo na površini oz. v zgornjih 10 cm tal, se sčasoma v tleh nakopiči več organske snovi kot pri konvencionalni obdelavi tal (oranje in predsetvena priprava), poveča pa se tudi delež t.i. aktivne frakcije organske snovi, ugotovljene z vročevodno ekstrakcijo tal.

2. Stopnja stratifikacije C in N po globini tal, ki je lahko izražena kot razmerje med C ali N v zgornjem sloju tal (0–10 cm) proti C ali N v spodnjem delu (10–30 cm), je na konvencionalno obdelanih tleh (oranje) značilno manjša kot v tleh, obdelanih na ohranitveni način.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ORGANSKA SNOV

Med organsko snov (v nadaljevanju o. s.) tal štejemo žive talne organizme, rastlinske in živalske ostanke in stabilizirane kompleksne organske spojine (humus). Os. prispeva k ohranjanju proizvodne funkcije tal (Suhadolc in sod., 2000).

O. s. ima velik pomen pri shranjevanju in transformaciji snovi in energije ter vodni in zračni regulaciji (Wander in sod., 1999).

Mineralni delci skupaj z o.s. tvorijo popoln sistem tal. O. s. (odmrta organska snov + humus) ima velik vpliv na fizikalne, kemične in biološke lastnosti tal (Stritar, 1991).

O. s. služi kot prehrana mikroorganizmom (vir energije), sprošča snovi, ki so pomembne v rastlinski prehrani (NH_3 – amonifikacija in NO_3 – nitrifikacija, fosforna kislina, mikroelementi, rastni stimulansi), oddaja toploto in snovi (polisaharidi, poliuronoidi, itd.), ki lepijo talne delce v talne agregate. Odmrta o. s. (odmrle korenine, nadzemni deli, organizmi v tleh) se kopiči na površinskem delu tal, ki se hitro spreminja (humificira) v trdnejšo, obstojnejšo snov, imenovano humus. Vsebnost o.s. v tleh močno variira tudi z letnimi časi. V največji meri je količina odvisna od letnega vnosa in stopnje dekompozicije (Rowell, 1994).

Stopnja humifikacije (preoblikovanje organske snovi v kompleksne huminske molekule) je odvisna od številnih dejavnikov (toplota, voda, obdelava tal, količina žetvenih ostankov, itd.). Potek humifikacije spremlja mineralizacija, kjer se del o.s. popolnoma razkroji na sestavne dele (CO_2 , HOH, NH_3 , H_2S , itd.). Vsako leto se do končnih proizvodov razgradi 70–90 odstotkov organskih ostankov, iz ostalih 10–30 odstotkov pa se tvori humus (Čirić, 1986).

Humifikacija in mineralizacija potekata počasi. Pomen talne o. s. pa se kaže tudi v tem, da vsebuje skoraj ves talni dušik, največkrat v obliki amino skupin ($-\text{NH}_2$), ki izvira iz rastlinskih celičnih proteinov, iz živali in mikroorganizmov (Rowell, 1994). Vsebnost dušika je močno povezana z vsebnostjo o. s. Razmerja elementov v o. s. je pri kmetijskih zemljiščih (njive) približno konstantno in se giblje C:N = 10:1, C:P = 50:1, C:S = 100:1.

2.1.1 Hitrost razgradnje organske snovi

Za hitro in učinkovito razgradnjo je potrebno rastlinske ostanke vnesti v tla (Ćirić, 1986). Bolj kot je obdelava intenzivna, hitrejša je razkrajanje o.s. Delovanje strojev omogoča trganje in drobljenje rastlinskih ostankov in njihovo zadelavo v tla, kar omogoča hitrejšo razgradnjo talnih mikroorganizmov. Poleg tega pa izpostavimo razgradnji humus, ki je bil pred obdelavo zaščiten v strukturnih agregatih (Wright in sod., 2005).

Hitrost razgradnje je odvisna od mikrobiološke aktivnosti, temperature, vlage in od razmerja C/N v odmrli o. s. Ožje kot je C/N razmerje, manjša je obstojnost glede na razkrajanje. Tako se npr. pri C/N razmerju, ki je manjše kot 20 (hlevski gnoj, kompost), o. s. razkraja hitreje in se pri tem ne pojavi pomanjkanje dušika (biotska fiksacija dušika), saj se del dušika izloča v talno raztopino in je tam na voljo rastlinam. Pri C/N razmerju, večjem od 20 (žitna slama, koruznica), se pojavi depresija, ki se izraža v pomanjkanju dušika, saj talni mikroorganizmi porabljajo mineralni dušik iz talne raztopine (Stritar, 1991). Proces imenujemo imobilizacija dušika. V takšnih razmerah v tleh primanjkuje dušika, razgradnja o. s. pa je upočasnjena (Butorac, 1999).

Poleg C/N razmerja imata veliko vlogo pri hitrosti razgradnje tudi temperatura in vlaga. O.s. se hitreje razkraja v krajih z višjo srednjo letno temperaturo in večjo količino padavin (Franzleubbers, 2002a)

2.1.2 Vpliv organske substance na fizikalne in kemične lastnosti tal

Večina tal vsebuje med 2–4 odstotka organske snovi. Ta predstavlja skladišče za vodo in gnojila, ima pomembno vlogo pri formaciji in stabilizaciji talne strukture, omogoča sproščanje elementov, ki so potrebni rastlinam, predstavlja življenjsko funkcijo tal in stimulira organizme, ki omogočajo kroženje ogljika (Weil in Magdoff, 2004).

2.1.3 Vpliv organske snovi na fizikalne lastnosti tal

Vpliv o. s. se kaže pri tvorbi talnih agregatov, kar neposredno vpliva na količino rastlinam dostopne vode. O.s. izboljša talne lastnosti, ki se odražajo kot posledica formacije in stabilizacije makroagregatov, ohranjanja talne strukture in omogoča izmenjavo kationov ter Fe in Al oksidov (Magdoff in Weil, 2004).

O.s. omogoča povečanje talne kapacitete rastlinam dostopne vode, saj se v tleh poveča delež por, ki zadržujejo vodo z manjšo silo. Pomembna funkcija se kaže tudi v boljši infiltracijski sposobnosti za vodo, ki omogoča, da se večji delež vode zadrži v tleh, preostala voda pa odteče z descendntnimi in ascendentnimi tokovi. Posledično se z zgoraj naštetimi dejavniki zmanjšuje možnost zemeljske degradacije, erozije in onesnaženosti vodnih virov (Kayuki in Wortmann, 2000).

2.1.4 Vpliv organske snovi na kemične lastnosti tal

Talna organska substanca predstavlja kratkoročno, srednjeročno in dolgoročno skladišče hranil. Puščanje različnih organskih ostankov na njivi (kolobar) v veliki meri povečuje predvsem mineraliziran N (N_{\min}), ki je rastlinam hitreje na voljo. Velik pomen v kroženju tla – rastlina igrajo talni mikroorganizmi, ki omogočajo večjo dostopnost hranil za rastline. Več kot je organskih ostankov bolj so mikroorganizmi aktivni, kar neposredno vpliva na količino hranil, ki so dostopni rastlinam. O.s. ima poleg prej omenjenih funkcij velik vpliv tudi na kationsko izmenjalno kapaciteto, sorbcijo organskih zmesi, anionsko sorbcijo, mobilnosti kovin, pH, regulacijo rasti in biološke lastnosti tal (Magdoff in Weil, 2004).

2.1.5 Delitev (frakcije) organske snovi in metode za določanje lahko dostopnega C in N

Večina o.s. je rastlinskega izvora (primarna organska substanca). V procesu razgradnje (humifikacije) talni mikroorganizmi porabljajo organsko vezan ogljik (C_{org}) kot vir energije in za sintezo svoje biomase. V omenjenem procesu lahko pride do formacije novih snovi, kot je na primer humus (talna organska substanca). Glede na dostopnost organske snovi jo lahko delimo na inertno frakcijo (inerten humus) in razgradljivo frakcijo (presnovni humus) (Körschens, 1997). Razgradljivo frakcijo pa delimo na stabilizirano in aktivno organsko snov. Za določanje optimalnih vsebnosti organske frakcije je pomembno, da poznamo vsebnost razgradljive frakcije, ki lahko v krajšem obdobju vpliva na dinamiko C in N v tleh (Suhadolc in sod., 2000). Gregorich in sod. (1994) so mnenja, da je razgradljiva frakcija o.s. eden najbolj občutljivih indikatorjev kakovosti o.s.

Novejša metoda za določanje lažje dostopnih oblik organskega C in N je ekstrakcija z vročo vodo (Schulz, 1997). Vsebnost vročevodnega C (C_{hw}) je v tesni korelaciji z dihanjem tal, mikrobno biomaso ter sproščanjem dušika (mineralizacijo).

2.1.6 Pomen organske snovi v tleh zaradi globalnih podnebnih sprememb

Vsebnost talne organske snovi v tleh je naravna funkcija, na katero človek nima vpliva. Vseeno pa z nepravilnim ravnanjem s tlemi močno vplivamo na razgradnjo talne organske substance. Večino atmosferskega CO_2 , katerega vsebnost v ozračju se je močno povečala v zadnjih 150-ih letih, lahko pripišemo fosilnim gorivom in redukciji talne organske snovi, ki je posledica spremembe namembnosti zemljišč v kmetijsko zemljišče (Wood in sod., 2000).

Globalne podnebne spremembe spreminjajo poglede na o. s. v tleh. Vrednotenje podatkov o deležu ogljika v tleh je v Sloveniji in svetu vedno bolj aktualno. Razgradnja organskih ostankov in biokemični procesi v tleh niso pomembni samo za rodovitnost in stabilnost talnih razmer, temveč vplivajo tudi na tvorbo CO_2 (toplogredni plin). Slovenija sodi med države, kjer je razgradnja o. s. sorazmerno velika (preglednica 1), saj imamo toplo in

vlažno podnebje. V primerjavi z Evropo imamo v Sloveniji kljub prevladujočemu deležu travnikov in gozdov, kjer je organske snovi praviloma več kot na njivah, sorazmerno manj organskega ogljika (C_{org}) v srednjem razredu založenosti (Grčman in sod., 2004).

Preglednica 1: Primerjava vsebnosti organskega ogljika pri nas in v Evropi (Grčman in sod., 2004).

| Razred | Slovenija | | | Evropa | |
|---------------|-----------------|--------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| | org. ogljik v % | zemljišča ha | delež C_{org} % | org. ogljik v % | delež C_{org} % |
| Visok | > 5,9 | 193780 | 9,6 | > 6 | 5 |
| Srednje visok | 2,4-5,9 | 657636 | 32,4 | 2-6 | 45 |
| Nizek | 1,2-2,4 | 957563 | 47,2 | 1,1-2 | 32 |
| Zelo nizek | < 1,2 | 152888 | 6,2 | < 1 | 13 |

Večina držav, ki so sprejele Kjotski Protokol, se je obvezala, da bodo do leta 2008–2012 znižale vsebnost CO_2 za 5,3 odstotka.

V kmetijstvu se je velik poudarek namenil strategiji obdelovanja tal, ki lahko vpliva na kopičenje (povečanje) zaloga C v o.s. in s tem vpliva na zmanjšanje količine atmosferskega CO_2 . Posredno s povečano sekvestracijo izboljšujemo tudi kakovost tal (povečanje o.s. v tleh). Tla igrajo glavno vlogo v zemeljskem sistemu samoregulacije. Ohranjanje nespremenjenih razmer je omogočalo preživetje živalim in rastlinam na planetu. O.s. od nekdanje predstavlja največjo zalogo vsebnosti C, ki se aktivno vključuje v globalni C cikel. Lal in sod. (2001) predvidevajo, da atmosfera trenutno vsebuje 720–750 Gt C, v ratlinski biomasi se nahaja okoli 550–835 Gt C, daleč največji delež C pa predstavlja o.s., ki naj bi vsebovala kar 1200 do 2200 Gt C.

Kako pomemben je ta parameter, lahko razberemo iz zgornjih podatkov, ki nakazujejo, da zemeljska atmosfera vsebuje okoli 750×10^{12} kg atmosferskega CO_2 , kar predstavlja približno 1,5 kg ogljika na kvadratni meter zemeljske površine. Ta številka pa je ekvivalentna vsebnosti ogljika v zgornjih 15-ih centimetrih kvadratnega metra zemlje z vsebnostjo talne organske substance 13 g o.s./kg tal. Po podatkih Wood in sod. (2000) znaša količina C_{org} na kmetijskih zemljiščih v povprečju $10,2 \text{ kg C/m}^2$ do globine enega metra, kar je skoraj sedemkrat več, kot je atmosferskega ogljika. Ta podatek pa ima lahko ključno vlogo pri snovanju okoljske politike, saj tla lahko predstavljajo možno opcijo pri balansiranju toplogrednih plinov (Wood in sod., 2000). Batjes (1999) predvideva, da lahko letno s pomočjo sekvestracije ogljika letno vežemo v povprečju 9–12 odstotkov letne CO_2 -C proizvodnje.

Islam in sod. (1999) menijo, da povečevanje vsebnosti CO_2 v atmosferi vpliva na povečano neto produkcijo rastlin (tudi poljščin), ki se odraža v povečani rastlinski aktivnosti.

Povečana aktivnost pa se kaže v povečani količini nadzemne rastlinske biomase, ki lahko odraža povečano sekvestracijo (ponor CO₂) v o.s.

2.2 OBDELAVA TAL

Naloga in cilj obdelave tal je vzpostavljati in vzdrževati stanje tal za stalno rodnost in rast rastlin (Bernik, 2005).

Obdelovanje tal je definirano kot fizični poseg v tla, s katerim popravljamo stanje tal, ki vpliva na rast rastlin. Z vidika poljedelstva spadajo k obdelavi tal vsa dela, ki jih je potrebno opraviti, da tla pripravimo za setev in oskrbo rastlin. Temeljne naloge te obdelave so popravljanje strukture tal, uničevanje plevela in vnos gnojil v tla, poleg tega pa lahko vplivamo tudi na vlažnost tal (Butorac, 1999).

Obdelovanje tal spravlja zemljo v takšno strukturno stanje, da lahko postane godna. Velik poudarek pri obdelovanju tal igra vlažnost in njihova struktura. Peščena tla lahko brez težav obdelujemo tako mokra, kot tudi suha, medtem ko moramo pri glinastih tleh nujno upoštevati vlažnost tal, ki naj bi bila med 40 in 60 odstotki (Sadar, 1953).

Način obdelave je pojem, ki opredeli vrsto dela, ki ga opravimo s posameznim orodjem, strojem ali agregatom za obdelavo tal (Mihelič in sod., 1999).

Intenziteta obdelave tal močno vpliva na fizikalne in kemične lastnosti tal. Manjša kot je intenziteta obdelave, večji je potencial za povečanje vezave (sekvestracije) C in N (Campbell in sod., 1995). Raziskave kažejo, da s sonaravno obdelavo tal (brez oranja) bistveno pripomoremo k trajnejšemu izboljšanju rodovitnosti zemlje, ki se kaže v povečevanju organske mase in potencialno tudi v večji zalogi elementov (N, P, S), ki so potrebni za rastline.

Oranje že od nekdaj v poljedelstvu pomeni osnovno opravilo. Omogočalo je mešanje rastlinskih ostankov s tlemi, rahljanje tal, zmanjševanje zapleveljenosti in povečevanje infiltracijske sposobnosti. Vse do 19. stoletja je bil človek (kmet) omejen z vprego in z majhno razpoložljivo močjo, ki je bil ključni omejujoči faktor tehničnega razvoja. Celotni napredek v kmetijstvu pa je prinesel Rudolf Diesel, ki je izumil motor z notranjim izgorevanjem (Bernik, 2005). Hitri razvoj mehanizacije in večanje moči strojev sta z leti začela povečevati globino oranja. Zaradi zahtev ekonomije obsega se je ožal kolobar, pojavljati so se začele monokulture, nezadostno se je gnojilo z organskimi gnojili, itd. Vse to dolgoročno vodi v poslabšanje fizikalnih, kemijskih in biotičnih lastnosti tal. Povečuje se tudi nevarnost erozije, čeprav ta v Sloveniji še ni tako prisotna. Slabšanje talnih razmer pridelovalce sili k uporabi številnih nadomestkov (mineralna gnojila, zaščitna sredstva) in k intenzivnejši obdelavi, saj želijo ohraniti velik pridelek (Mihelič, 1995).

2.2.1 Naloge obdelovanja tal

Naloge obdelovanja tal so (Sadar, 1953):

- rahljanje in zračenje
- ustvarjanje globoke plasti s humusom in hranili bogato plast
- preprečevanje izpiranja delcev v nižje plasti z občasnim obračanjem
- priprava fine plasti tal, v katero sejemo
- zatiranje plevela.

Poleg zgoraj omenjenih nalog moramo zagotoviti tudi ugodne razmere za infiltracijo vode in kontrolo erozije (Butorac, 1999).

V določenih primerih tla tudi zbijamo (valjanje). S tem dosežemo boljši stik semena s podlago, ki omogoča boljši vznik in lažje razvijanje korenin, hkrati pa izboljšamo kapilarni dvig vode in ustvarjamo ugodnejše pogoje za delovanje talnih herbicidov.

V vsakem primeru pa zbijanje tal povzroča zmanjšano infiltracijo in zračnost tal (Butorac, 1999).

2.2.2 Konvencionalna obdelava

Glavni namen konvencionalne obdelave je obračanje tal. Takrat zemljo sočasno rahljamo in drobimo. Glavno orodje, ki ga uporabljamo, je plug, ki se na poljini pojavi vsako leto. Pri tej obdelavi vse rastlinske ostanke zadelamo v tla. Po oranju obvezno sledi dopolnilna obdelava v enem ali več prehodih. V srednji Evropi se na ta način obdelava 75 odstotkov vseh njiv (Bernik, 2005).

Tradicionalni (konvencionalni) način obdelave delimo na temeljno (osnovno) in dopolnilno obdelavo. Osnovna obdelava je priprava tal, kar omogoča dober razvoj in rast rastlin. Sem sodijo oranje, globinsko rahljanje, podrahljavanje in rigolanje. Pri dopolnilni obdelavi pa dopolnimo osnovno obdelavo s pripravo tal za setev ter za dober in izenačen vznik rastline. Med dopolnilno obdelavo štejemo brananje, ravnanje, valjanje in osipavanje. Konvencionalna pridelava močno vpliva na lastnosti tal in na ceno pridelave. Težka mehanizacija vpliva predvsem na zbitost tal, ki se posledično odraža v vseh parametrih kakovosti tal (poroznost tal, konsistenco, sorbtivno sposobnost, itd.). Intenzivnost obdelave obenem določa tudi stroške pridelovanja, ki so močno vezani na zunanje dejavnike (cena goriva, gnojila, fitofarmaceutska sredstva, itd.). Stroške v največji meri določa cena goriva in število delovnih ur na enoto zemljišča. Konvencionalna obdelava za hektar njive porabi 62 litrov goriva in zahteva vsaj 220 minut časa. V

primerjavi z sonaravnim načinom pridelave, kjer se vstopni stroški močno zmanjšajo. Proizvajalci kmetijske tehnike navajajo, da lahko pri sonaravnem načinu obdelave stroške zmanjšamo za okoli 65 odstotkov, čas za obdelavo pa se zmanjša kar za 70 odstotkov. To pomeni, da se relativni stroški na enoto proizvoda zmanjšajo skoraj za polovico (veliko vlog pri zmanjševanju stroškov ima talni tip) .

Konvencionalno obdelovanje vključuje veliko število zaporednih prehodov pred pripravo tal za setev. Po setvi ostajajo tla do razvoja posevka nepokrita in kot taka izpostavljena naravnim pojavom (veter, dež), ki negativno vplivajo na samo rodovitnost, kar se posledično kaže tudi na ekonomičnosti pridelovanja (Wells in sod., 2000).

2.2.3 Sonaravna (ohranjevalna) obdelava

Sonaravno (ohranjevalno) kmetijstvo predstavlja širok pojem, kamor se uvrščajo vsi postopki, s katerimi želimo kmetijsko gospodarjenje približati naravnim zakonitostim in obenem poskrbeti za trajnostni razvoj. Bistven del sonaravnega kmetijstva predstavlja obdelava tal. Velik poudarek je na opuščanju oranja ali pa na plitkem oranju do globine 10–15 cm. Pluge zamenjujejo stroji, ki tla le delno premešajo, ne obračajo pa celotnega sloja (Mihelič, 1995). Ohranjevalna obdelava se pojmuje tudi kot skrčena obdelava, saj gre pri tem načinu za manjše število postopkov, ki so ponavadi tudi manj intenzivni.

Velik poudarek pri ohranjevalnem načinu obdelovanja je zmanjšana intenziteta obdelovanja. Pri sonaravnem načinu obdelave tal ne obračajo, ampak jih le površinsko rahljajo in drobijo. Navadno jih le premešajo ali pa jih sploh ne obdelujejo.

Velik pomen imajo rastlinski ostanki prejšnje poljščine na površini njive, ki naj bi pokrivali vsaj 30 odstotkov površine (Magelby in Shertz 1990, cit. po Mihelič, 1995).

V srednji Evropi je po načinu ohranjevalne uporabe obdelanih 23 odstotkov vseh njiv, na 2 odstotkih pa se izvaja neposredna setev v neobdelana tla (Bernik, 2005). Razlika med konvencionalno in ohranjevalno obdelavo se kaže tudi v mehanski upornosti tal. Le-ta je dober pokazatelj strukture tal. Ta je eden pomembnejših kazalnikov rodovitnosti tal. Tla z manjšo upornostjo imajo boljšo strukturo kot tla z večjo upornostjo (Tajnšek, 2002). Mehanska upornost se pri ohranjevalni obdelavi poveča (v primerjavi s konvencionalno) na globini 5–20 cm, medtem ko v globljih plasteh ni razlik (Mihelič in sod., 2000).

2.2.4 Tipi obdelave tal v ohranjevalni obdelavi

Poznamo štiri različne načine ohranjevalnega obdelovanja.

- ***Setev v neobdelana tla***

Tal pred setvijo ne obdelujemo, temveč sejemo v ozko posteljico, ki jo pripravi lemežek sejalnice, tako da odrine rastlinske ostanke.

- ***Setev v pasove obdelana tla***

Pred setvijo ne posegamo v tla. Sočasno z naslednjo setvijo tla v pasovih plitvo obdelamo, za vsako setveno cev posebej.

- ***Setev po celotni površini v plitvo obdelana tla***

Neposredno pred naslednjo setvijo tla plitvo obdelamo po celotni površini.

- ***Setev na trajno oblikovane grebene***

Rastline rastejo na grebenih, ki jih oblikujemo med rastno dobo z okopavanjem in osipavanjem. Obdelovanje izvajamo s posebno oblikovano sejalnico, ki omogoča setev, gnojenje in škropljenje ob enem prehodu (Mrhar, 2002).



Slika 1: Sejalnica za setev v neobdelana tla (Mihelič in sod., 2005).



Slika 2: Setev v neobdelana tla (Mihelič in sod., 2005).

3 MATERIAL IN METODE

Na dveh večletnih (sedem let) bločnih poljskih preizkusih smo ugotavljali učinke različne obdelave tal (konvencionalna, sonaravna) na vsebnost organske snovi v tleh. V nalogi podajamo podatke, ki smo jih zbrali v letu 2005 (BF) in v letu 2006 (Moškanjci).

Poljski poskus je bil zasnovan na dveh poskusnih lokacijah:

- a) poskusna lokacija v Moškanjcih (dvakratno vzorčenje).
- b) poskusna lokacija na laboratorijskem polju BF.

3.1 SHEMA POSKUSA

a) **MOŠKANJCI** (Dravsko - Ptujsko polje); poskus je bil zasnovan leta 2000

Tla spadajo med distrično rjava, na nekarbonatnih in ledenodobnih prodnatih in peščenih nasipinah rek. Območje ima raven relief, globina tal do BC horizonta je v povprečju 60 cm. Organske snovi je približno 1,6 odstotka. Tla imajo ilavnato strukturo, skelet pa omogoča dobro zračnost in odcednost, pH tal se giblje okoli 6,7.

Vzorci smo pobirali dvakrat na različnih globinah: 0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm, pri drugem vzorčenju pa smo vzorčili na globinah: 0–5 cm, 0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm.

Prvo vzorčenje (Moškanjci 1) je potekalo 15.5.2006, drugo (Moškanjci 2) pa je potekalo 13.12.2006.

Poskus je bil razdeljen v dva bloka, in sicer:

1. blok: konvencionalni način obdelave (konvencionalni način - **kon**); oranje, brananje, predsetvena priprava in setev);

- prvo vzorčenje je potekalo na treh globinah: 0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm. Obravnavanjem smo dodelili naslednja imena: kon 0–10 cm, kon 10–30 cm in kon 30–60 cm;
- drugo vzorčenje je potekalo na štirih globinah: 0–5 cm, 5–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm. Obravnavanjem smo dodelili naslednja imena: kon 0–5 cm, kon 5–10 cm, kon 10–30 cm in kon 30–60 cm;

2. blok: sonaravni način obdelave (sonaravni način - **son**); tla predhodno niso bila obdelana, setev je potekala s posebno sejalnico;

- prvo vzorčenje je potekalo na treh globinah: 0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm. Obravnavanjem smo dodelili naslednja imena: son 0–10 cm, son 10–30 cm in son 30–60 cm;
- drugo vzorčenje je potekalo na štirih globinah: 0–5 cm, 5–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm. Obravnavanjem smo dodelili naslednja imena: son 0–5 cm, son 5–10 cm, son 10–30 cm in son 30–60 cm.

b) LABORATORIJSKO POLJE BIOTEHNIŠKE FAKULTETE (poskus zasnovan leta 2000)

Na parceli prevladujejo srednja globoka tla, meljasto-glinasto-ilovnate (MGI) do težko meljasto-glinaste teksture (MG). Tla so psevdoglejna in meliorirana. Na globini od 0–30 cm vsebujejo približno 4,5 odstotka organske snovi.

3.1.1 Vzorčenje:

Na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo vzorčili 16. 11. 2005.

Poskus je bil razdeljen v dva bloka, in sicer:

1. blok: konvencionalni način obdelave (konvencionalni način - **kon**); oranje in predsetvena priprava;

- vzorčenje je potekalo na dveh globinah: 0–10 cm in 10–30 cm. Obravnavanjem smo dodelili imeni: kon 0–10 cm in kon 10–30 cm;

2. blok: sonaravni način obdelave (sonaravni način - **son**); vrtavkasta brana ali neposredna setev;

- vzorčenje je potekalo na dveh globinah: 0–10 cm in 10–30 cm. Obravnavanjem smo dodelili imeni: son 0–10 cm in son 10–30 cm.

Znotraj posameznega bloka (kon, son) smo obravnavali gnojenje z NPK, s kompostom (K) in s kompostom (K) + NPK ter negnojeno kontrolo. Velikost parcelice je 45 m² (5,6 m x 8 m). Zasnova poskusa je prikazana v preglednici 2.

Preglednica 2: Zasnova poskusa na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete.

| Son - sonaravna obdelava (neorano) | | Kon - konvencionalna obdelava (orano) | |
|------------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| NPK (N1) | KONTROLA (N7) | NPK (T1) | KONTROLA (T7) |
| K+NPK (N2) | K (N8) | K+NPK (T2) | K (T8) |
| KONTROLA (N3) | NPK (N9) | KONTROLA (T3) | NPK (T9) |
| K+NPK (N4) | K (N10) | K+NPK (T4) | K (T10) |
| NPK (N5) | KONTROLA (N11) | NPK (T5) | KONTROLA (T11) |
| K+NPK (N6) | K (N12) | K+NPK (T6) | K (T12) |

3.2 KOLOBAR IN SHEMA POSKUSA

a) Moškanjci

Preglednica 3: Vrsta posevka, oskrba poskusa in pridelek na poskusni lokaciji v Moškanjcih v letu 2006.

| Leto | Vrsta posevka | Gnojenje (kg N/ha) | Pridelek | | | |
|------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| | | | konvencionalna obdelava (kon) | | sonaravna obdelava (son) | |
| | | | sveža masa (kg/ha) | suha biomasa (kg/ha) | sveža masa (kg/ha) | suha biomasa (kg/ha) |
| 2006 | koruza-predposevek je pšenica | 150 | 43175 | 16406 | 42000 | 15960 |

b) Laboratorijsko polje Biotehniške fakultete

Preglednica 4: Vrsta posevka in pridelok na poskusni lokaciji v laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v letu 2005.

| Leto | Vrsta posevka | Obravnavanje | Povprečen pridelok (celoten - svež) (kg/ha) | Obravnavanje | Povprečen pridelok zračno suhega zrnja (kg/ha) |
|------|---|--------------|---|--------------|--|
| 2005 | Oves cv. Expander; Facelija (Balo) (Predposevek oljna ogrščica) | NPK (son) | 4511 | NPK (son) | 2256 |
| | | NPK (kon) | 7311 | NPK (kon) | 3656 |
| | | K+NPK (son) | 3111 | K+NPK (son) | 1556 |
| | | K+NPK (kon) | 6033 | K+NPK (kon) | 3017 |
| | | K (son) | 2178 | K (son) | 1089 |
| | | K (Kon) | 6133 | K (kon) | 2592 |
| | | KONT. (son) | 1367 | KONT. (son) | 683 |
| | | KONT. (kon) | 3556 | KONT. (kon) | 1778 |

Preglednica 5: Vrsta gnojila po različnih obravnavanjih (NPK, K+NPK, K) na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete.

| | |
|---|---|
| Mineralna gnojila | NPK 15-15-15 (400 kg/ha) na NPK |
| | K + NPK: 3780 kg/ha komposta + 200 kg/ha NPK |
| | K: 7560 kg/ha komposta |
| Kompost (t/ha) | K + NPK: 3780 kg/ha komposta + 200 kg/ha NPK |
| | K: 7560 kg/ha komposta |
| Odmerek N (kg/ha) | NPK 15-15-15 (400 kg/ha = 60 kg N/ha |
| | K + NPK: 55 kg N/ha iz komposta + 30 kg N/ha iz NPK |
| | K: 110 kg N/ha |
| Odmerek P₂O₅ (kg/ha) | NPK: 60 kg/ha |
| | K+NPK: 15-15-15 (200 kg/ha = 30 kg P ₂ O ₅ /ha) + 15 kg P ₂ O ₅ iz komposta |
| | K: 30 kg P ₂ O ₅ /ha |
| Odmerek K₂O (kg/ha) | NPK: 60 kg/ha |
| | K+NPK: 15-15-15 (200 kg/ha = 30 kg K ₂ O/ha) + 14 kg K ₂ O iz komposta |
| | K: 28 kg K ₂ O/ha |

3.3 DELO NA TERENU

3.3.1 Vzorčenje tal

Delo na terenu je potekalo štiri dni. Sprva smo pobirali vzorce na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete (16. 11. 2005). Najprej smo vzorčili tla, obdelana na sonaravni (ohranjevalni) način, potem je sledilo vzorčenje tal, obdelanih na konvencionalni način. Vzorce smo jemali iz dveh globin: 0–10 cm in 10–30 cm. Pri prvem vzorčenju (15. 5 2006) v Moškanjih (Moškanjci 1) smo vzorce pobirali iz treh globin: 0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm. Drugo vzorčenje je potekalo na isti lokaciji (Moškanjci 2). Spremenili smo le globino pobiranja, tako da smo vzorčili na globinah 0–5 cm, 5–10 cm 10–30 cm in 30–60 cm.

Nabrane vzorce smo shranili v papirnate vrečke, ki smo jih predhodno označili in jih dali v sušilno napravo. Po osušitvi smo vzorce zmleli in presejali. Vzorci so bili namenjeni meritvam, ki so opisane v poglavju 3.3. Vse vzorce smo vzorčili s pomočjo žlebičaste sonde.

3.4 LABORATORIJSKO DELO

3.4.1 Vročevodna ekstrakcija ogljika in dušika

Vročevodno ekstrakcijo ogljika in dušika smo izvajali po standardu A 4.3.2: za C in N.

Načini dela

Vročevodna ekstrakcija je metoda ugotavljanja ogljika in dušika, ki sta merjena kot parametra za določevanje lahko razgradljivega C in N v tleh. Metoda je uporabna za vse vrste tal (Schulz, 1997).

Lahko razgradljive frakcije talne organske snovi so ekstrahirane s pomočjo destilirane vode, kar omogoča podtlak, ki nastaja pri kuhanju vzorcev. Obstoječ vzorec vsebuje talno mikrobnno biomaso, zmešano v destilirani vodi. Po centrifugiranju v ekstraktu izmerimo ogljik in dušik s CN analizatorjem (CN VarioMax, firma Elementar).

Postopek

Naprej pripravljene vzorce (posušene in zmlate) presejemo skozi 2-mm sito. Iz vsakega vzorca zatehemo 20 g tal, ki jih stresemo v 250 ml bučko in dodamo 100 ml destilirane vode. Vsebino v bučki je potrebno dobro premešati, da zajamemo in omočimo celoten vzorec. Bučko nepredušno zapremo in postavimo na gorilnik. S pomočjo povratnega hladilnika vzorec kuhamo na 100 °C približno 60 minut (vse vzorce enako dolgo). Po eni uri jih takoj ohladimo na sobno temperaturo (20–25 °C) s pomočjo vodne kopeli. V ohlajeni vzorec kanemo pet kapljic magnezijevega sulfata $Mg_2(SO_4)_2$, gostota 490 g/L, ki

pospeši sedimentacijo suspenzije. Po končani sedimentaciji pretočimo supernatant v plastične epruvete, ki so primerne za centrifugalni aparat. Vzorce centrifugiramo 10 minut pri 2600 g. Po končanem centrifugiranju odlijemo bistro raztopino v epruvete (5 ml) in vzorce takoj zamrznemo.

Vzorce za CN analizator pripravimo tako, da jih najprej odmrznemo v vodni kopeli, jih dobro premešamo, nato pa jih odpipetiramo v epruvete, ki so namenjene za CN analizator.

Poleg zemeljskih vzorcev smo v CN analizator dodali še tri kontrolne vzorce (urea, glutaminska kislina, destilirana voda), ki so nam služili kot kontrola (priloga A). Delovna temperatura (temperatura kolon) CN analizatorja je znašala 900 °C, temperatura redukcije pa 830 °C.

3.4.2 Reakcija tal

Reakcijo tal smo izvedli na podlagi standarda ISO 10390 (1. 9. 1996).

Princip

Elektrokemična meritev aktivnosti H^+ ionov (izraženo kot negativni dekadični logaritem koncentracije H^+ ionov) v suspenziji tal (vodna raztopina) v volumenskem razmerju 1 : 5.

Postopek

S pomočjo merilne žlice stresemo v čašo 5–10 ml talnega vzorca (zračno suhega, presejanega skozi sito 2 mm). Vzorec prelijemo s petkratnim volumnom raztopine kalcijevega klorida (0,1 M KCl). Suspenzijo temeljito mešamo s stekleno palčko ali stresamo na stresalniku 5 minut. Po najmanj dveh urah in ne več kot 24 urah merimo pH vrednost na pH metru, ki ga pred začetkom merjenja umerimo z dvema pufernima raztopinama (puferni raztopini s pH vrednostjo 4 in 7). Pred merjenjem suspenzijo dobro premešamo, pustimo, da se stabilizira in odčitamo na dve decimalni mesti natančno. Vrednost odčitamo, ko se kazalec umiri tako, da se vrednost v petih sekundah ne spreminja za več kot 0.02 enoti. Običajno je to manj kot v minuti.

3.4.3 Meritev organskega ogljika

Meritve C_{org} smo izvedli na podlagi standarda SIST ISO 14235 (1. 3. 1999).

Postopek

Zatehtamo talni vzorec in ga skozi lijak prenesemo v 200 ml bučko. Zatehta je odvisna od količine organske snovi: za humozna, šotna tla je 0,05 g za tla z manj kot 1 % organske snovi pa 2,0 g. Tla prelijemo z 10 ml K-dikromata, rahlo premešamo in dodamo še 20 ml žveplove kisline. Krožno mešamo približno 3 minute, da dosežemo temeljit kontakt reagentov s tlemi. Pri tem moramo paziti, da na stenah bučke ne ostanejo delci tal, ki bi bili

sicer izključeni iz reakcije. Pustimo stati 20–30 minut. Dopolnimo z deonizirano vodo do oznake 200 ml in premešamo. Odpipetiramo 20 ml te raztopine in jo prenesemo v erlenmajerico, dodamo 10 kapljic H_3PO_4 , 0,2 g NaF in 3 kapljice indikatorja difenilamina. Premešamo in titriramo z raztopino feroamonosulfata do preskoka barve v smaragdno zeleno. Začetna barva je rjava, le-ta preide med titracijo v vijolično, nato modro in končno v zeleno.

3.4.4 Meritev skupnega dušika (Kjeldahlova metoda)

Meritev skupnega dušika se je izvedla na podlagi standarda SIST ISO 11261(1. 10.1996).

Postopek

Glede na pričakovano vsebnost dušika zatehtamo 0,2 g (vsebnost $N \approx 0,1\%$) do 1 g (vsebnost $N \approx 0,5\%$) zračno suhega talnega vzorca v bučko za razklop. Dodamo 4 ml salicilžveplove kisline, premešamo, da se kislina dobro zmeša s talnim vzorcem. Mešanico pustimo stati vsaj nekaj ur (ali čez noč). Skozi suh lij z dolgim odtokom, ki sega v bučko za razklop, dodamo 0,5 g (mala žlička) natrijevega tiosulfata in previdno segrevamo do prenehanja penjenja.

Po ohladitvi dodamo 1,1 g (mala žlička) mešanice katalizatorja in segrevamo, dokler ne postane raztopina bistra. To segrevanje lahko poteka tudi do 5 ur, in sicer tako, da je kondenzacijsko področje žveplove kisline v spodnji tretjini vratu posodice in temperatura raztopine ne presega $400\text{ }^\circ\text{C}$. Običajno je čas kuhanja 2 uri.

Po končanem razklopu bučke ohladimo in ob rahlem tresenju previdno in počasi dodamo približno 20 ml vode. Bučko premešamo, da pride ves neraztopljeni del v suspenzijo, vsebino prenesemo v destilacijsko bučko (4.4.) in 3x izperemo z destilirano vodo.

V 100 ml erlenmajerico damo 5 ml borove kisline in podstavimo erlenmajerico pod destilacijski aparat tako, da je cev hladilnika potopljena v raztopino borne kisline. 20 ml natrijevega hidroksida nalijemo v lijak destilacijskega aparata in ga počasi dodajamo v bučko destilacijskega aparata, kjer je suspenzija po razklopu. Predestiliramo približno 40 ml kondenzata, speremo cev hladilnika, dodamo destilatu nekaj kapljic indikatorske mešanice in s kislino titriramo do preskoka v vijolično barvo. Po enakem postopku izvedemo tudi slepo probo.

3.4.5 Meritev rastlinam dostopnega fosforja in kalija po Al-metodi

Meritev je bila izvedena po metodi opisani v viru Pantovič (1989).

Postopek za fosfor (P)

Priprava vzorčnih ekstrakcijskih raztopin in serije standardnih raztopin poteka po naslednjem postopku:

V epruveto odpipetiramo 10 ml amon-laktatnega ekstrakta (vzorec ali standard) in 15 ml vode, dodamo 1 ml amonmolbidata in 1 ml redukcijskega sredstva, vse dobro premešamo. 10 minut po razvitju barve, ki je obstojna v temnem in hladnem, še približno 24 ur merimo absorpcijo na spektrofotometru pri 580 nm proti slepemu vzorcu.

Postopek za kalij (K)

Kalij smo določili s plamensko fotometrijo (FLAPO 40). Rastlinam dostopni kalij smo ekstrahirali z amon-laktatno raztopino. Ekstrakte oziroma standardne raztopine razpršujemo v plamen in merimo vrednosti pri valovni dolžini 767 nm.

3.4.6 Meritev NO₃-N, NO₄-N

Meritve NO₃-N in NO₄-N se je izvedla na podlagi standarda ISO/DIS 14255 (1. 3. 1999).

Metode dela

Mineralne oblike dušika ekstrahiramo iz tal z raztopino 0,01 M CaCl₂ (1:10 m/V). Suspenzijo zračno suhih in presejanih tal (< 2 mm) stresamo 2 uri, nato prefiltriramo.

Meritve izvajamo avtomatsko, s tehniko brizganja vzorca v neprekinjeni tok reagentov (continuous flow injection - CFI) na napravi FIAS 300 (Perkin Elmer) ter meritve intenzitete značilne obarvanosti vzorca s spektrofotometrom (UV/VIS Lambda 2; Perkin Elmer).

Postopek za nitrat

Nitrat v filtratu najprej reduciramo do nitrita v Cu-Cd koloni, nastali nitrit pa tvori vijoličasto barvo s sulfanilamidom in z raztopino NED (N-1-naftil etilen diamin dihidro klorid). Meritev poteka na spektrofotometru (Perkin Elmer Lambda 2) pri valovni dolžini 540 nm.

Postopek za amonijski dušik

Amonij v ekstraktu tal reagira z NaOH, nastane močno hlapljiv amoniak, ki difundira skozi PTFE membrano v posebno celico, kjer pride do mešanja s kislinsko baznim indikatorjem (bromkrezol). Nastane barva, ki jo merimo pri 590 nm valovne dolžine.

3.5 STATISTIČNA ANALIZA

Vse podatke smo najprej uredili v programu Microsoft Excel 2007, nato pa rezultate statistično obdelali z analizo variance (ANOVA) s programom Statgraphics Plus. Statistično značilne razlike smo določili z metodo mnogoterih primerjav, pri čemer smo uporabili LSD test ob 95 odstotni stopnji zaupanja.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 REZULTATI

4.1.1 Rezultati analize tal z vročevodno ekstrakcijo za ogljik in dušik pri sonaravni in konvencionalni obravnavi za obe lokaciji (BF in Moškanjci) skupaj

Vročevodni C (C_{hw})

Pri ohranjevalni obdelavi se v zgornjem sloju (0–10 cm) tal kopičijo rastlinski ostanki. Tla, obdelana na ohranjevalni način, ponavadi vsebujejo v zgornjem sloju več o.s. v primerjavi s konvencionalno obdelavo, kjer je le-ta bolj enakomerno razporejena po globini tal. Večja vsebnost o.s. v zgornjem sloju (0–10 cm) tal pri sonaravni (ohranjevalni) obdelavi je posledica kopičenja rastlinskih ostankov na površini tal. Ker pri ohranjevalni obdelavi ne uporabljamo pluga, ne pride do vnosa rastlinskih ostankov v globlje plasti tal (Franzleubbers, 2002b).

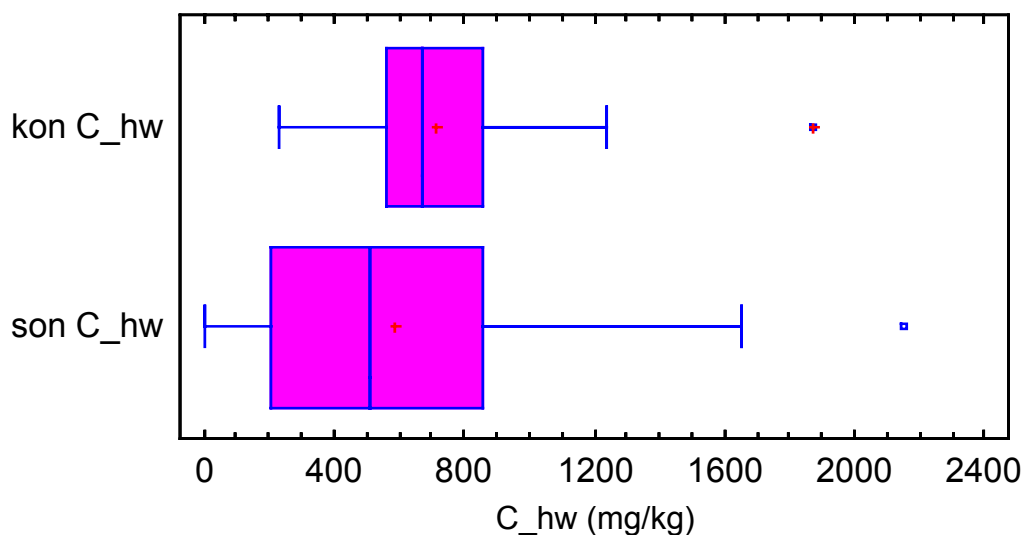
Na začetku smo postavili hipotezo, da se na neoranih njivskih tleh, kjer rastlinske ostanke puščamo na površini tal (zgornjih 10 cm), v tleh nakopiči več o.s. kot pri konvencionalni obdelavi, s tem pa se poveča tudi delež aktivne frakcije (C_{hw}).

Pri primerjavi konvencionalne in sonaravne obdelave smo pričakovali manjše vrednosti C_{hw} pri konvencionalni obdelavi in hkrati enakomernjšo razporeditev C_{hw} po globini tal. Pri sonaravni obdelavi pa smo pričakovali višje vrednosti C_{hw} v zgornjem sloju tal (0–10 cm) in nižje v nižjih slojih (10–30 cm in 30–60 cm).

Vzorci, nabrane iz vseh treh lokacij, smo združili (priloga B) in jih razvrstili po načinu obdelave tal. Iz slike 3 je razvidno, da je vsebnost C_{hw} pri konvencionalni obdelavi višja (716 mg/kg) kot pri sonaravni obdelavi (583,6 mg/kg). Sonaravna obdelava ima velik standardni odklon (464,4 mg/kg). Razlog zanj bi bilo lahko dejstvo, da je pri kuhanju vzorcev, odvzetih iz tal obdelanih na sonaraven način, ki vsebujejo večje količine organskih ostankov, prihajalo do večjih odstopanj zaradi nabiranja organske mase na steno bučke.

Preglednica 6: Povprečne vrednosti C_{hw} (globina tal 0–60 cm) pri različni obdelavi (sonaravno, konvencionalno) tal in standardni odklon.

| | kon C _{hw} | son C _{hw} |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Povprečje | 716 | 583,6 |
| Standardni odklon | 255,5 | 464,4 |

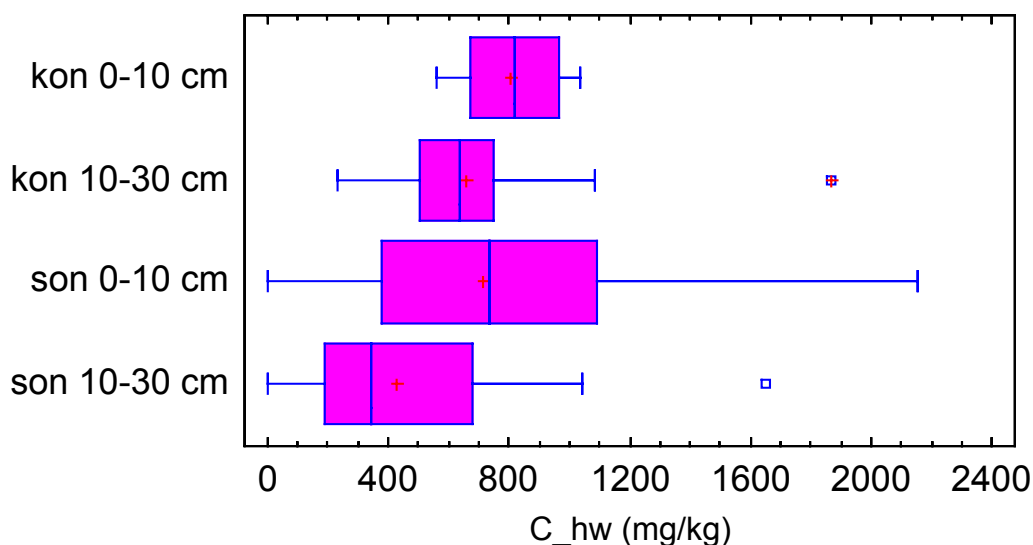


Slika 3: Okvir z ročaji glede na vsebnost C_{hw} (mg/kg) in glede na različni način obdelave (sonaravno, konvencionalno) za obe poskusni lokaciji.

Razporeditev o.s. po globini tal je pomemben parameter kakovosti tal, ki se kaže v povečanemu deležu aktivne frakcije v zgornjih desetih centimetrih tal in nižjemu deležu v globljih plasteh tal. Slika 4 prikazuje razporeditev C_{hw} po globini tal (0–10 cm in 10–30 cm) pri različni obdelavi. Vzorci iz obeh lokacij so združeni (priloga B). Rezultati kažejo, da sta povprečni vrednosti C_{hw} v zgornji plasti tal (0–10 cm) pri konvencionalni (762,5 mg/kg) in sonaravni (717,3 mg/kg) obdelavi dokaj izenačeni. Izenačenosti rezultatov lahko pripišemo sorazmerno počasnemu vzpostavljanju stratifikacije tal po prehodu na obdelavo brez oranja. Obdobje sedmih let, kolikor traja poskus z različnima načinoma obdelave, očitno ni dovolj dolgo, da bi dobili značilne razlike vročevodno topnega C po globini bivše ornice izmerjenega v letu 2005 (BF) in leta 2006 (Moškanjci).

V nižjih plasteh (10–30 cm) pa so razlike med obdelavama bistveno večje. Pri kon 10–30 cm je povprečna vrednost C_{hw} 661,7 mg/kg, pri son 10-30 cm 427,5 mg/kg.

Podatki potrjujejo našo domnevo, da je pri konvencionalni obdelavi o.s. enakomerno razporejena po globini tal (do globine ornice), pri sonaravni obdelavi pa je večina o.s. (kopičenje rast.ostankov) v zgornjih desetih centimetrih, globlje pa je o.s. bistveno manj (površinska obdelava tal).



Slika 4: Okvir z ročaji za vsebnost C_{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm) za obe lokaciji skupaj.

Preglednica 7: 95 % interval zaupanja za povprečno vrednost C_{hw} (mg/kg) po globini (0–10 cm, 10–30 cm) tal in načinom obdelave (sonaravno, konvencionalno) za obe lokaciji.

| Obravnavanje | Povprečna vrednost (mg/kg) | Homogenost skupin |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| son 10–30 cm | 427,5 | x |
| kon 10–30 cm | 661,7 | x |
| son 0–10 cm | 717,4 | x |
| kon 0–10 cm | 762,5 | x |
| Kontrast | Razlike | LSD vrednost |
| kon 0–10 cm - kon 10–30 cm | 100,8 | 161,9 |
| kon 0–10 cm - son 0–10 cm | 45,2 | 155,6 |
| kon 0–10 cm - son 10–30 cm | *334,9 | 161,9 |
| kon 10–30 cm - son 0–10 cm | -55,6 | 161,9 |
| kon 10–30 cm - son 10–30 cm | *234,1 | 168,1 |
| son 0–10 cm - son 10–30 cm | *289,8 | 161,9 |

Analiza vsebnosti C_{hw} po globini tal in načinu obdelave tal je prikazala statistično značilne razlike med obravnavanji kon 0–10 cm - son 10–30, kon 10–30 cm - son 10–30 cm in son 0–10 cm - son 10–30 cm.

*statistično značilne razlike

Stopnja stratifikacije C in N po globini tal, ki jo lahko izražamo kot razmerje med C ali N v zgornjem sloju tal (0–10 cm) proti C ali N v spodnjem delu (10–30 cm), je na konvencionalno obdelanih tleh (oranje) manjša (1:1,2) kot v tleh, obdelanih na ohranitveni način (1:1,7).

4.1.2 Vročevodni N (N_{hw})

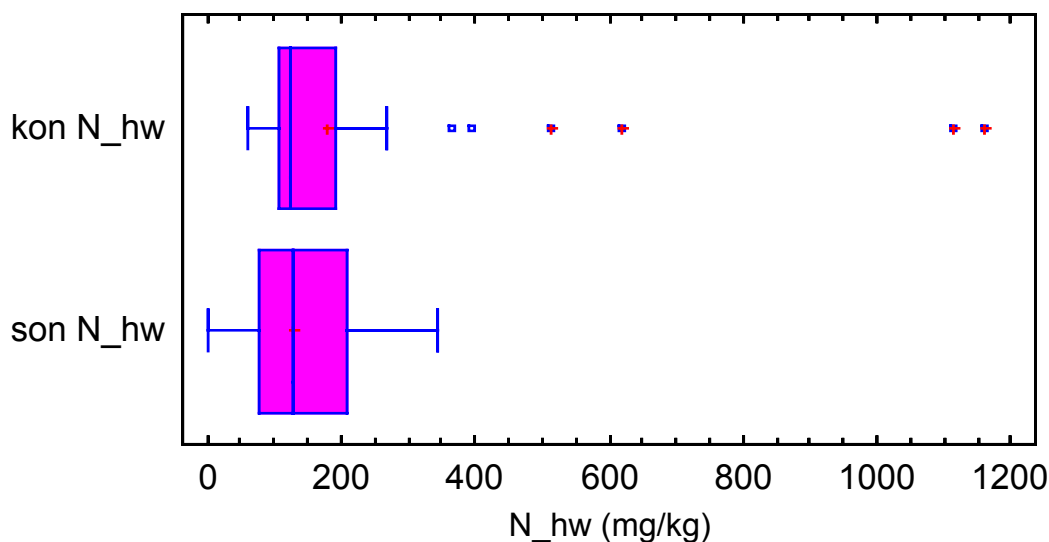
Bolj kot je intenzivna obdelava, hitrejša je razgradnja organske snovi v tleh (West in Post, 2002).

Večina dušika je v tleh organsko vezanega. Dušik se sprošča v procesu mineralizacije talne organske snovi in pri mineralizaciji rastlinskih ostankov. Mineralizacijo pospešuje ustrezna vlažnost, zračnost in temperatura tal (Leskošek, 1993).

Pri ohranjevalni obdelavi se rastlinski ostanki kopičijo v zgornjih 10 cm tal, kar posledično vpliva na nižjo temperaturo tal, višjo vlago in manjšo zračnost v primerjavi s konvencionalno obdelanimi tlemi. Kopičenje rastlinskih ostankov vpliva tudi na populacijo mikroorganizmov v zgornjih plasteh tal. V takšnih tleh pa je upočasnjeno kroženje dušika. Povečana imobilizacija dušika zahteva spremembe v gnojenju za doseganje primerljivih pridelkov s konvencionalno obdelanimi tlemi (Doran in Werner, 1990).

Intenzivnost obdelave močno pripomore k hitrejši razgradnji, kar se posledično odraža na količini N (N_{hw}).

V analizi vsebnosti N_{hw} pri različni obdelavi tal smo združili podatke obeh lokacij (BF in Moškanjci) (priloga B) in primerjali njuni vrednosti, kar prikazuje slika 5.

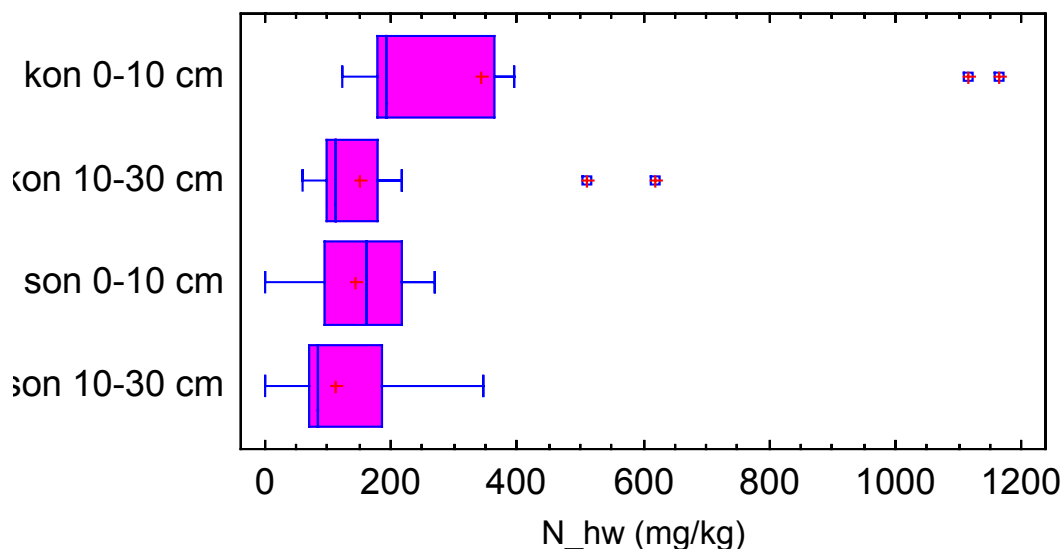


Slika 5: Okvir z ročaji za vsebnost N_{hw} (mg/kg) pri različni obdelavi tal (sonaravna, konvencionalna).

Preglednica 8: Povprečna vrednost N_{hw} (mg/kg) in standardni odklon za različno obdelavo tal (sonaravna, konvencionalna).

| | kon N _{hw} | son N _{hw} |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Povprečje | 179,7 | 130,8 |
| Standardni odklon | 179,6 | 88 |

Pri konvencionalni obdelavi je bila povprečna vrednost N_{hw} 179,7 mg/kg. Po naših pričakovanjih je vsebnost N_{hw} pri sonaravni obdelavi nekoliko manjša in znaša 130,8 mg/kg. Podatka potrjujeta dejstvo, da se pri konvencionalni obdelavi o.s. hitreje razgrajuje, kar se pokaže v povečani mineralizaciji. Na velik standardni odklon pri konvencionalni obdelavi vplivajo ekstremni osamelci.



Slika 6: Okvir z ročaji za vsebnost N_{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm) za obe lokaciji skupaj.

Analiza vsebnosti N_{hw} po globini in načinu obdelave tal je prikazala statistično značilne razlike med obravnavanjem kon 0–10 cm - son 10–30. Najmanjša izmerjena vrednost N_{hw} je bila izmerjena na obravnavanju son 10–30 cm, in sicer 113,4 mg/kg, iz česar lahko sklepamo, da je stopnja mineralizacija pri sonaravnem obdelovanju tal nižja kot pri konvencionalni obdelavi na isti globini (10–30 cm). Po naših pričakovanjih je najvišja izmerjena vrednost 203,4 mg/kg pri obravnavanju kon 0–10 cm, kar potrjuje dejstvo, da povečana intenzivnost (konvencionalna obdelava) vpliva na povečano mineralizacijo.

Preglednica 9: Povprečna vsebnost N_{hw} (mg/kg) in LSD test (5 % stopnja tveganja) za obe lokaciji (BF in Moškanjci).

| Obravnavanje | Povprečna vrednost (mg/kg) | Homogenost skupin |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| son 10–30 cm | 113,4 | x |
| kon 10–30 cm | 145,6 | xx |
| son 0–10 cm | 152,1 | xx |
| kon 0–10 cm | 203,4 | x |
| Kontrast | Razlike | LSD vrednost |
| kon 0–10 cm - kon 10–30 cm | 51,3 | 63,1 |
| kon 0–10 cm - son 0–10 cm | 57,7 | 60,4 |
| kon 0–10 cm - son 10–30 cm | 90 | 63,1 |
| kon 10–30 cm - son 0–10 cm | 6,4 | 63,1 |
| kon 10–30 cm – son 10–30 cm | 38,6 | 65,5 |
| son 0–10 cm - son 10–30 cm | 63,1 | 63,1 |

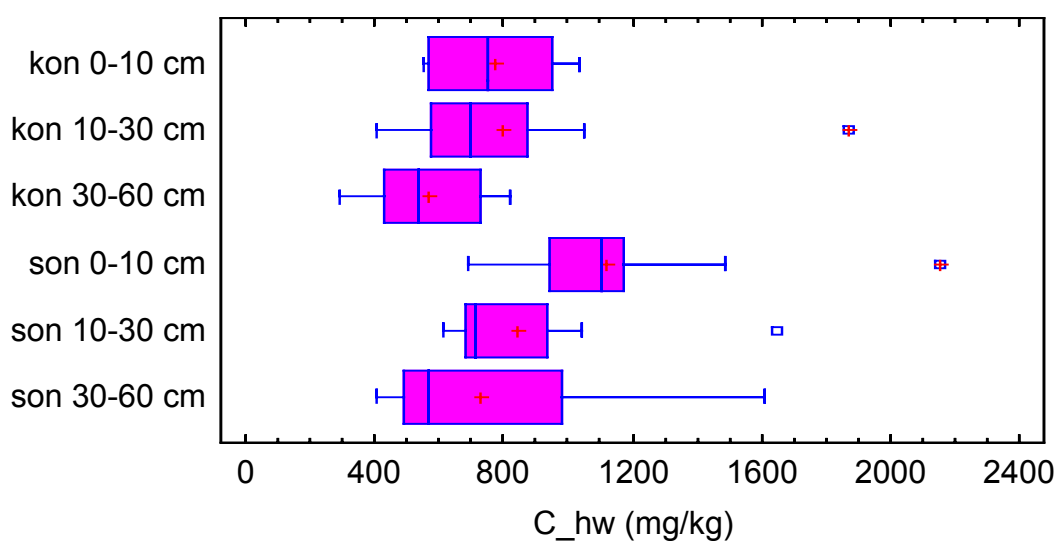
4.1.3 Rezultati analize tal z vročevodno ekstrakcijo za ogljik (C_{hw}) in dušik (N_{hw}) pri sonaravni in konvencionalni obdelavi za posamezni lokaciji (Moškanjci in BF)

Analizo za Moškanjce 1 in Moškanjce 2 smo združili (priloga E). Pri Moškanjcih 2 smo združili obravnavanji son/kon 0–5 cm in son/kon 5–10 cm v skupni razred son/kon 0–10 cm. Obravnavali smo tri globine 0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm. Statistično analizo smo naredili za C_{hw} in N_{hw}.

Vročevodni C (C_{hw}) za Moškanjce (Moškanjci 1 in 2)

Pri analizi tal za C_{hw} (Moškanjci) na treh različnih globinah (0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm) in pri različnem načinu obdelave tal (sonaravno, konvencionalno) (slika 7), lahko potrdimo našo hipotezo, da se na neoranih (sonaravni obdelavi) njivskih tleh, kjer rastlinske ostanke puščamo na površini (zgornjih 10 cm tal), v tleh nakopiči več o.s. kot pri konvencionalni obdelavi, s tem pa se poveča tudi delež aktivne frakcije (C_{hw}).

Iz slike je razvidna tudi enakomernejša razporeditev C_{hw} po globini tal pri konvencionalni obdelavi, kar je posledica oranja do globine 25 cm.



Slika 7: Okvir z ročaji za vsebnost C_{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm, 30–60 cm) za obe vzorčenji (Moškanjci 1 in 2) skupaj.

Preglednica 10: Povprečna vsebnost C_{hw} (mg/kg) in LSD test (5 % stopnja tveganja) za Moškanjce.

| Obravnavanje | Povprečna vrednost (mg/kg) | Homogenost skupin |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------|
| kon 30–60 cm | 570,2 | X |
| son 30–60 cm | 726,1 | XX |
| kon 0–10 cm | 779,3 | XX |
| kon 10–30 cm | 796,4 | XX |
| son 10–30 cm | 845,1 | X |
| son 0–10 cm | 1120 | X |
| Kontrast | Razlike | LSD vrednost |
| kon 0–10 cm - kon 10–30 cm | -17,1 | 218,6 |
| kon 0–10 cm - kon 30–60 cm | 209,1 | 218,6 |
| kon 0–10 cm - son 0–10 cm | *-341,5 | 195,5 |
| kon 0–10 cm - son 10–30 cm | 65,8 | 218,6 |
| kon 0–10 cm - son 30–60 cm | 53,1 | 224,5 |
| kon 10–30cm - kon 30–60 cm | 226,2 | 239,5 |
| kon 10–30 cm - son 0–10 cm | *-324,4 | 218,6 |
| kon 10-30 cm- son 10–30 cm | -48,6 | 239,5 |
| kon 10–30 cm - son 30–60 cm | 70,3 | 244,8 |
| kon 30–60 cm- son 0–10 cm | *-550,6 | 218,6 |
| kon 30–60 cm- son 10–30 cm | *-274,9 | 239,5 |
| kon 30-60 cm - son 30–60 cm | -155,9 | 244,8 |
| son 0–10 cm - son 10–30 cm | *275,7 | 218,6 |
| son 0–10 cm - son 30–60 cm | *394,6 | 224,5 |
| son 10–30 cm - son 30–60 cm | 118,9 | 244,9 |

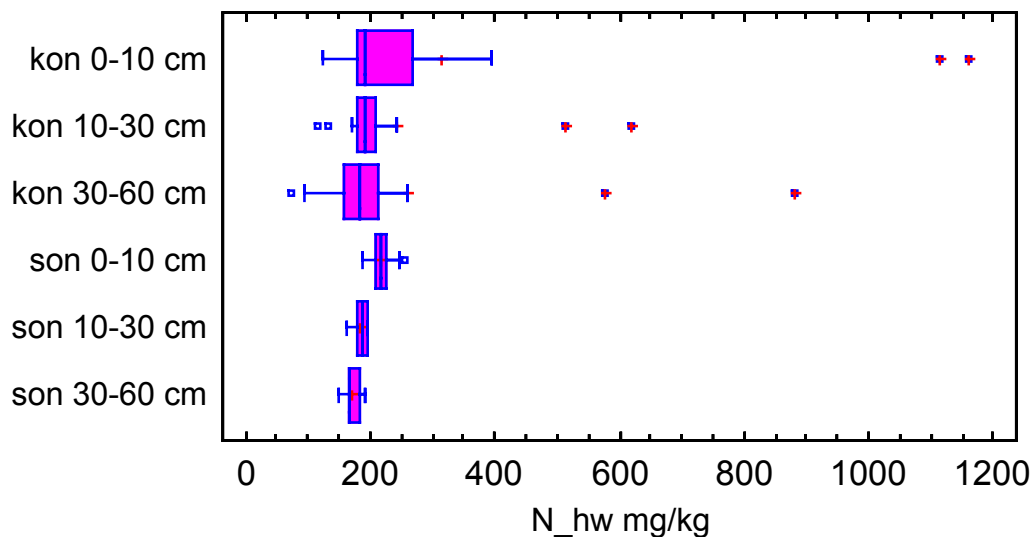
Analiza vsebnosti C_{hw} po globini in načinu obdelave tal je prikazala statistično značilne razlike med obravnavanji kon 0–10 cm - son 0–10 cm, kon 10–30 cm - son 0–10 cm, kon 30–60 cm - son 0–10 cm, kon 30–60 cm- son 10–30 cm, son 0–10 cm - son 10–30 cm in son 0–10 cm - son 30–60 cm. Najmanjša vrednost C_{hw} je bila izmerjena na obravnavanju kon 30–60 cm 570,2 mg/kg. Po naših pričakovanjih je najvišja izmerjena vrednost pri obravnavanju son 0–10 cm 1120 mg/kg, kar potrjuje dejstvo, da se pri sonaravni obdelavi v tleh nakopiči več o.s. kot pri konvencionalni, s tem pa se poveča tudi delež aktivne frakcije (C_{hw}). Podani rezultati kažejo tudi na enakomerno razporeditev o.s. (C_{hw}) pri konvencionalni obdelavi (kon 0–10 cm, 779,3 mg/kg; kon 10–30 cm, 796,4 mg/kg in kon 30–60 cm, 570,2 mg/kg).

**statistično značilne razlike*

Vročevodni N (N_{hw}) za Moškanjce (Moškanjci 1 in 2)

Pri analizi tal za N_{hw} (Moškanjci) na treh različnih globinah (0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm) in različnem načinu obdelave tal (sonaravno, konvencionalno) (slika 8), lahko potrdimo naša predvidevanja, da je vsebnost dušika, ki se sprošča v procesu mineralizacije, večja pri konvencionalno obdelanih tleh, saj intenzivnost obdelave bistveno poveča mineralizacijo.

Pri ohranjevalni obdelavi se rastlinski ostanki kopičijo v zgornjih 10 cm tal, kar posledično vpliva na nižjo temperaturo tal in višjo vlago v primerjavi s konvencionalno obdelavo. Kopičenje rastlinskih ostankov vpliva tudi na populacijo mikroorganizmov v zgornjih plasteh tal. V takšnih tleh pa je upočasnjeno kroženje dušika.



Slika 8: Okvir z ročaji za vsebnost N_{hw} (mg/kg) po globini tal (0–10 cm, 10–30 cm, 30–60 cm) za obe vzorčenji (Moškanjci 1 in 2) skupaj.

Preglednica 11: Povprečna vsebnost N_{hw} (mg/kg) in LSD test (5 % stopnja tveganja) za Moškanjce.

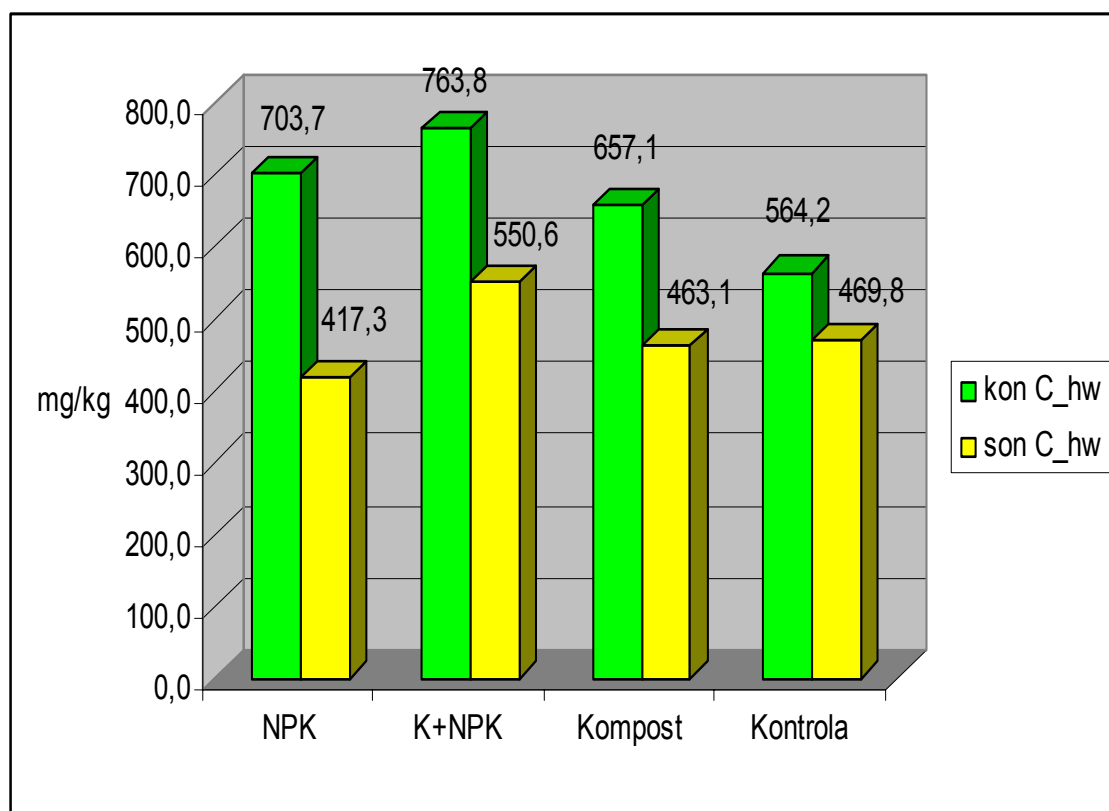
| Obravnavanje | Povprečna vrednost (mg/kg) | Homogenost skupin |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| son 30–60 cm | 172 | X |
| son 10–30 cm | 185,5 | XX |
| son 0–10 cm | 219,3 | XX |
| kon 10–30 cm | 244,3 | XX |
| kon 30–60 cm | 258,2 | XX |
| kon 0–10 cm | 315 | X |
| Kontrast | Razlike | LSD vrednost |
| kon 0–10 cm - kon 10–30 cm | 70,7 | 133 |
| kon 0–10 cm - kon 30–60 cm | 56,7 | 133 |
| kon 0–10 cm - son 0–10 cm | 95,7 | 119 |
| kon 0–10 cm - son 10–30 cm | 129,5 | 133 |
| kon 0–10 cm - son 30–60 cm | *142,9 | 136,6 |
| kon 10–30cm - kon 30–60 cm | -13,9 | 145,7 |
| kon 10–30 cm – son 0–10 cm | 24,9 | 133 |
| kon 10–30 cm- son 10–30 cm | 58,8 | 145,7 |
| kon 10–30 cm - son 30–60 cm | 72,2 | 149 |
| kon 30–60 cm- son 0–10 cm | 38,9 | 133 |
| kon 30–60 cm- son 10–30 cm | 72,7 | 145,7 |
| kon 30–60 cm - son 30–60 cm | 86,2 | 149 |
| son 0–10 cm - son 10–30 cm | 33,8 | 133 |
| son 0–10 cm - son 30–60 cm | 47,2 | 136,6 |
| son 10–30 cm - son 30–60 cm | 13,4 | 149 |

Analiza vsebnosti N_{hw} po globini in načinu obdelave tal nam pokaže statistično značilne razlike med obravnavanjem kon 0–10 cm - son 30–60 cm. Najmanjša vrednost N_{hw} je bila izmerjena na obravnavanju son 30–60 cm 172 mg/kg. Po naših pričakovanjih je najvišja izmerjena vrednost pri obravnavanju kon 0–10 cm 315 mg/kg, kar potrjuje dejstvo, da je stopnja mineralizacije pri konvencionalni obdelavi večja.

**statistično značilne razlike*

Vpliv gnojenja na C(C_{hw}) na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete

Na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete smo ugotavljali razlike v količini C_{hw} (mg/kg) glede na način gnojenja (NPK, kontrola, kompost, kompost + NPK) (slika 9, priloga F).



Slika 9: Vsebnost C_{hw} (mg/kg) pri različnem gnojenju in obdelavi tal (sonaravna, konvencionalna) na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete.

Pri vseh obravnavanjih gnojenja je bila povprečna vrednost C_{hw} višja pri konvencionalni obdelavi. Pri gnojenju z NPK je bila povprečna vrednost C_{hw} pri konvencionalni obdelavi 703,7 mg/kg, pri sonaravni pa 417,3 mg/kg. Gnojenje s K+NPK pri konvencionalni obdelavi je dalo višjo vrednost C_{hw} (763,8 mg/kg) kot pri sonaravni obdelavi. Pri gnojenju s kompostom smo pričakovali višje vrednosti pri sonaravni obdelavi.

Kopičenje rastlinskih ostankov vpliva na populacijo mikroorganizmov v zgornjih plasteh tal. V takšnih tleh pa je upočasnjeno kroženje dušika. Povečana imobilizacija dušika zahteva spremembe v gnojenju za doseganje primerljivih pridelkov s konvencionalno obdelanimi tlemi (Doran in Werner, 1990).

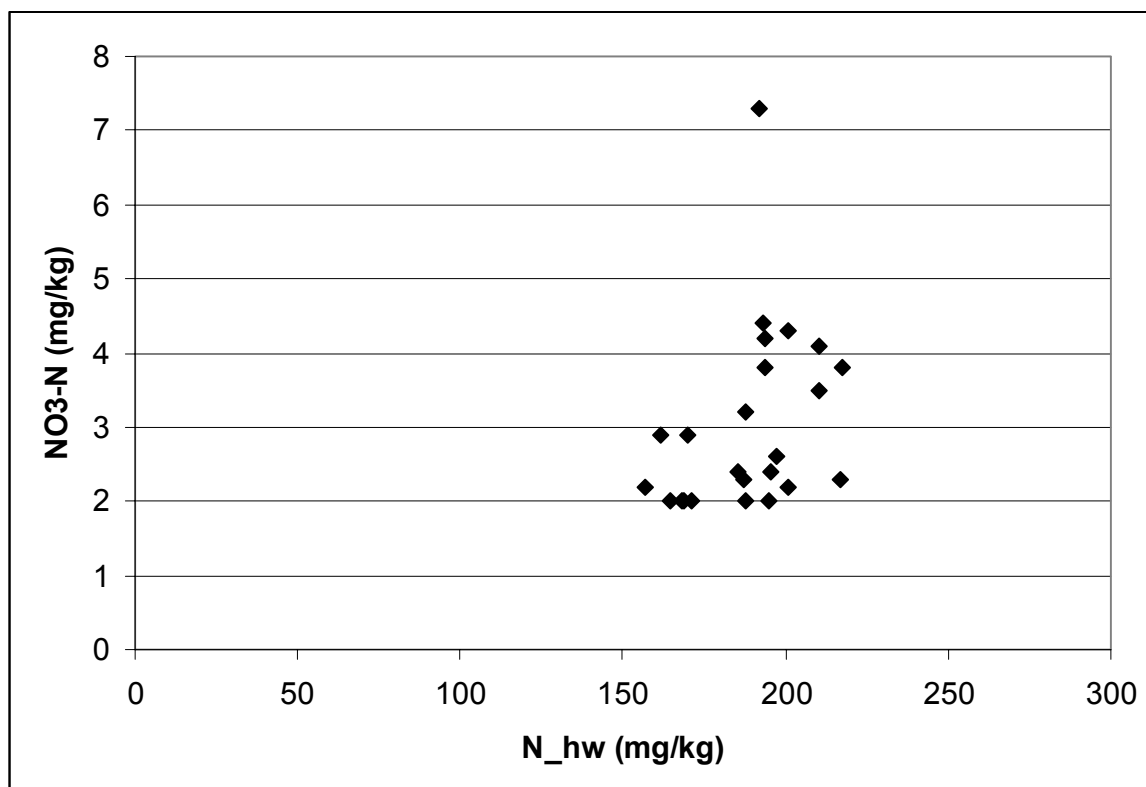
Iz slike 8 je razvidno, da gnojenje pri konvencionalni obdelavi vpliva na večjo vrednost C_{hw} (mg/kg) v primerjavi s kontrolo (469 mg/kg).

Pri sonaravni obdelavi je gnojenje s kompostom (463,1 mg/kg) in NPK (417,3 mg/kg) dalo povprečne vrednosti v istem nivoju kot kontrola (469 mg/kg); večjo povprečno vrednost C_{hw} (mg/kg) od kontrole je dalo le gnojenje s K+ NPK. Iz preglednice 4 (str. 16) je razvidno, da smo pri konvencionalni obdelavi dobili bistveno večje pridelke na vseh

obravnavanjih v primerjavi z sonaravno obdelavo. Mineralna gnojila (NPK) posredno vplivajo na vsebnost o.s. Povečajo produkcijo rastlinske biomase, kar neposredno vpliva na količino rastlinskih ostankov, ki se vračajo v tla.

4.1.4 Povezava med N_{hw} (mg/kg) in NO_3-N (mg/kg) na poskusni lokaciji Moškanjci 1

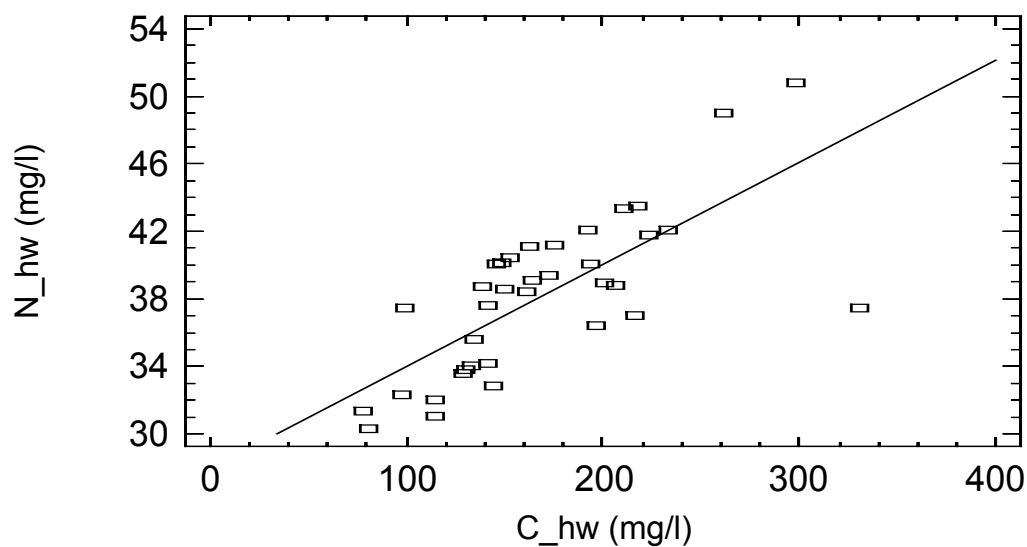
Zanimalo nas je, če obstaja neposredna povezava med N_{hw} (mg/kg) in NO_3-N (mg/kg) (slika 10, priloga G). Sklepali smo, da je N_{hw} neposredni vir mineralnega dušika (NO_3-N). V našem primeru nismo ugotovili statistično značilne povezave ($R^2 = 12,8\%$).



Slika 10: Vsebnost NO_3-N (mg/kg) v odvisnosti od N_{hw} (mg/kg) na primeru Moškanjci 1.

4.1.5 Povezava med C_{hw} (mg/kg) in N_{hw} (mg/kg) na poskusni lokaciji Moškanjci 2

Z regresijsko analizo smo poizkušali ugotoviti, ali obstaja povezava med C_{hw} in N_{hw} v vseh slojih tal, oz. v kolikšni meri je N_{hw} odvisen od C_{hw} .



Slika 11: Vsebnost C_{hw} (mg/l) v odvisnosti od N_{hw} (mg/l) za Moškanjce 1.

Izvedena analiza je pokazala (slika 11), da obstaja šibka zveza ($R^2 = 53,4$) med vsebnostjo ogljika in dušika v tleh. Linearni model pojasni 53 odstotka variabilnosti dušika, ostalih 47 odstotkov pa ostane s tem modelom nepojasnjenih. Podatki so podani v prilogi

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Pri analizi smo se srečevali z nekaterimi problemi, ki niso opisani v standardni metodi (metoda A 4.3.2: C in N vročevodna ekstrakcija). Pri kuhanju vzorcev zgornjega sloja tal (0–10 cm) se je posušena rastlinska biomasa lepila na bučko ali pa je uhajala v povratni hladilnik. Vročevodna ekstrakcija deluje v zaprtem sistemu, zato ni bilo možno mešati vsebine v bučkah, saj je pri mešanju prihajalo do izhlapevanja. Problem se je pojavljal predvsem na vzorcih, nabranih pri sonaravni obdelavi tal, kjer je količina rastlinskih ostankov večja kot pri konvencionalni metodi, kar je bilo vidno tudi pri kuhanju vzorcev (večja vsebnost rastlinskih ostankov na steni bučke). Druga težava, ki se je pojavila, je bila gošča na dnu epruvete po odmrznitvi vzorcev. Da bi se tej težavi izognili, smo goščo pred pipetiranjem v epruvete, namenjene za CN analizator, premešali.

Menimo, da sta opisana problema glavni razlog za nekoliko večjo variabilnost rezultatov pri sonaravni obdelavi.

Postopek merjenja lahko razgradljivega C in N (vročevodna ekstrakcija) bi bilo potrebno nekoliko izboljšati, saj se pri ekstrakciji ne uporablja celotna frakcija vzorca (lažji delci bežijo v povratni hladilnik ali pa se lepijo na stene bučke in niso vključeni v ekstrakcijo), kar pa vpliva na večjo variabilnost podatkov.

V Sloveniji je bila metoda vročevodne ekstrakcije predhodno opravljena samo enkrat. Suhadolc in sod. (2000) so ugotavljali vsebnosti C_{hw} in N_{hw} iz talnih vzorcev, vzeti iz dveh vinogradov v Goriških Brdih. Merili so lažje dostopne oblike C in N, inertne oblike C in N in optimalno oskrbljenost tal z o.s. (preglednica 12). Za priporočene vrednosti optimalne oskrbljenosti (v Sloveniji ne obstajajo priporočene vsebnosti C_{hw}; po Körschensu (1997) je potrebno C_{hw} kritično oceniti glede na specifične pedološke in klimatske razmere) so vzeli preglednico oskrbljenosti tal z o.s. glede na vsebnost C_{hw}, kjer je razdelitev tal narejena za peščena in ilovnata tla (brez vpliva podtalnice) v klimatskem območju s povprečno letno temperaturo 6–10 °C in letnimi padavinami 400–800 mm. Povprečne vrednosti C_{hw} na njivah do globine dvajsetih centimetrov so znašale 200 mg/kg, N_{hw} pa 40–50 mg/kg.

Preglednica 12: Vsebnost C_{hw} (mg/kg) v tleh in razredi vsebnosti organske snovi v tleh (Körschens in Schulz, 1999).

| C _{hw} (mg/kg) | Vsebnost o.s. v tleh |
|-------------------------|------------------------------|
| < 200 | A (zelo majhna) |
| 200–250 | B (majhna) |
| 250–300 | C (srednja, ciljna vrednost) |
| 300–350 | D (velika) |
| 350–400 | E (zelo velika) |

Naše povprečne vrednosti C_{hw} in N_{hw} so bistveno višje (C_{hw}-500–800 mg/kg, N_{hw}-160–170 mg/kg). Vzroka za tako velika odstopanja nismo našli.

Izkušnje in rezultati kažejo, da nestrokovno vodeno poljedelstvo (zožen kolobar, intenzivnost obdelave, pomanjkanje skrbi za obtok organske snovi) s ciljem kratkoročnega ekonomskega uspeha, neposredno dolgoročno negativno vpliva na rodovitnost in stabilnost tal. Poslabšanje talnih razmer posredno primora kmetovalce, da vlagajo vedno več v gnojila, herbicide, zaščitna sredstva, intenzivnejšo obdelavo, itd. Posledice pa se kažejo v povečanih stroških pridelave in v obremenitvi okolja.

Pri ohranjevalni obdelavi se v zgornjem sloju (0–10 cm) tal kopičijo rastlinski ostanki. Tla, obdelana na tak način, ponavadi vsebujejo v zgornjem sloju več o.s. v primerjavi s konvencionalno obdelanimi tlemi, kjer je le-ta bolj enakomerno razporejena po globini tal. Večja vsebnost o.s. v zgornjem sloju (0–10 cm) tal pri sonaravni (ohranjevalni) obdelavi je posledica kopičenja rastlinskih ostankov na površini tal. Ker pri ohranjevalni obdelavi ne uporabljamo pluga, ne pride do vnosa rastlinskih ostankov v globlje plasti tal (Franzleubbers, 2002b).

V poskus smo vključili dva načina obdelovanja tal: sonaravno in konvencionalno. Vzorce smo pobirali na štirih globinah (0–5 cm, 5–10cm, 10–30 cm in 30–60 cm). Na laboratorijskem polju pa smo vključili še gnojenje. Obravnavali smo tri parametre gnojenja: gnojenje z NPK, s kompostom (K) in kompostom + NPK.

Pri raziskavi smo uporabili novejšo metodo za določanje lažje dostopnih oblik organskega C in N, imenovano ekstrakcija z vročo vodo (Schulz, 1997). Vsebnost vročevodnega C (C_{hw}) je v tesni korelaciji z dihanjem tal, z mikrobnomo biomaso ter s sproščanjem dušika (mineralizacijo). Pri prvi analizi smo ugotavljali vsebnost C_{hw} in N_{hw} na vseh lokacijah skupaj. Vsebnost C_{hw} na vseh lokacijah (BF, Moškanjci) je bila večja pri konvencionalni

obdelavi (716 mg/kg), pri sonaravni pa smo zaznali večjo variabilnost (problem kuhanja vzorcev). Vsebnost N_{hw} (179,7 mg/kg) je bila višja pri konvencionalni obdelavi, kar potrjuje naše domnevo o povečani mineralizaciji na intenzivnejše obdelanih tleh.

Pomemben parameter kakovosti tal je razporeditev o.s. po globini tal, ki se kaže v povečanem deležu aktivne frakcije v zgornjih desetih centimetrih tal in nižjemu deležu v globljih plasteh. Višje vrednosti C_{hw} na globini 0–10 cm smo dobili pri konvencionalni obdelavi (762,5 mg). O.s. pri konvencionalno obdelanih tleh s plugom je sorazmerno enakomerno razporejena po globini tal pri konvencionalni obdelavi (0–10 cm 762,5 mg/kg, 10–30 cm 661,7 mg/kg). Pri sonaravni obdelavi pa so vidne velike razlike v vsebnosti C_{hw} pri različnih plasteh., kar potrjuje dejstvo, da se pri ohranjevalni obdelavi o.s. kopiči v zgornjih desetih centimetrih tal. V nižje plasti pa se ne premešča (plitva obdelava tal).

Pri drugi analizi smo ugotavljali vsebnost C_{hw} in N_{hw} na različnih globinah za poizkusno lokacijo v Moškanjcih. Določitev C_{hw} je pokazala višje vrednosti pri sonaravni obdelavi na globini 0–10 cm (1120 mg/kg), kar potrjuje hipotezo o kopičenju rastlinskih ostankov v zgornjih desetih centimetrih tal. Iz slike 7 je vidna enakomerna razporeditev o.s. po globini tal za konvencionalno obdelavo. Vsebnost N_{hw} je bila višja pri konvencionalni obdelavi (315 mg/kg), kar potrjuje dejstvo o povečani mineralizaciji. Javûrek (1998) priporoča za 50–100 kg/ha večje odmerke dušika pri sonaravni obdelavi, če želimo doseči konvencionalnim primerljive pridelke. S tem pa se oddaljujemo od definicije trajnostnega kmetovanja.

V tretjo analizo (laboratorijsko polje BF) smo vključili še vpliv gnojenja. Pri vseh meritvah je bila vsebnost C_{hw} višja na konvencionalni obdelavi. Najvišje vrednosti C_{hw} smo dobili pri gnojenju s kompostom + NPK (sonaravna obdelava 550,6 mg/kg, konvencionalna obdelava 763,8 mg/kg). Večje vsebnosti C_{hw} pri konvencionalni obdelavi lahko pripišemo večjim pridelkom in s tem večji količini nadzemne rastlinske mase, ki se oblikuje tekom vegetacijskega obdobja. Pri sonaravni obdelavi pa je rastlinske biomase manj (manjši pridelek).

Zanimalo nas je tudi, ali obstaja povezava med N_{hw} in NO₃-N. Sklepali smo, da je N_{hw} neposreden vir mineralnega dušika. Naše domneve so se izkazale za napačne, saj nismo našli statistično značilne povezave ($R^2=12,8$). Obstaja pa šibka povezava med vsebnostjo C_{hw} in N_{hw} v tleh. Linearni model je pojasnil 53 odstotka variabilnosti dušika.

Stopnja stratifikacije C in N po globini tal, ki jo lahko izražamo kot razmerje med C ali N v zgornjem sloju tal (0–10 cm) proti C ali N v spodnjem delu (10–30 cm), lahko odraža kakovost tal, saj ima o.s., ki je nakopičena v zgornjem sloju tal, pomembno funkcijo pri preprečevanju erozije, infiltraciji vode in shranjevanju hranil. Izračunano razmerje je na konvencionalno obdelanih tleh 1:1,2 in je manjše kot razmerje pri sonaravni obdelavi

(1:1,7). Stratifikacijska razmerja med 1,1 in 1,2 pri konvencionalni in med 2 in 2,1 pri sonaravni obdelavi navaja tudi Franzluebbbers (2002a).

5.2 SKLEPI

V naših razmerah obdelava tal vpliva na vsebnost C_{hw} in N_{hw}. Večje vrednosti C_{hw} smo dobili pri sonaravni obdelavi na globini 0–10 cm, kar potrjuje dejstvo, da se na neoranih njivskih tleh, kjer rastlinske ostanke puščamo na površini tal (zgornjih 10 cm), v tleh nakopiči več o.s. kot pri konvencionalni obdelavi, s tem pa se poveča tudi delež aktivne frakcije o.s. (C_{hw}).

Meritve C_{hw} so pokazale, da je o.s. pri konvencionalni obdelavi bolj enakomerno razporejena po globini tal, kar lahko pripišemo premeščanju rastlinskih ostankov v nižje plasti z uporabo pluga. Pri sonaravni obdelavi pa se organska snov kopiči v zgornjih desetih centimetrih tal (plitva obdelava).

Ohranjevalna obdelava tal vpliva na počasnejšo razgradnjo o.s., ki se kaže v zmanjšani mineralizaciji (nižje vrednosti N_{hw}), kar skupaj z večjo upornostjo in zapleveljenostjo vpliva na nižje pridelke kot pri konvencionalni obdelavi.

Stratifikacijska razmerja so nižja pri konvencionalno obdelanih tleh.

Podatki, izmerjeni z vročevodno ekstrakcijo C in N, lahko pripomorejo k boljši kmetijski praksi (npr. gnojenje), saj bi s tovrstnimi nadaljnjimi raziskavami posredno dobili odgovore o spremenjeni humusni bilanci neoranih tal in o sproščanju dušika z mineralizacijo.

Meritve vročevodne ekstrakcije C in N do sedaj v Sloveniji še niso bile opravljene, bodo pa zelo pomembne za izračun sposobnosti vezave (sekvestracije) ogljika v tla v naših razmerah. Rezultati, pridobljeni z novo metodo, so lahko pomembni za Slovenijo, saj bi jih MKGP lahko uporabilo pri snovanju okoljske politike v skladu s Kyotskim protokolom.

6 POVZETEK

Namen diplomskega dela je bil primerjati različno obdelavo tal (konvencionalna, sonaravna) z vidika njenega vpliva na razgradnjo organske snovi v tleh.

Določevali smo vsebnost C in N z analizo vročevodne ekstrakcije. Vročevodna ekstrakcija ogljika in dušika sta merjena kot parametra za določevanje lahko razgradljivega C in N. Meritve v Sloveniji še niso bile opravljene, so pa zelo pomembne za izračun sposobnosti vezave (sekvestracije) ogljika v tla v naših razmerah.

V analizi smo primerjali dva načina obdelave (sonaravna, konvencionalna). Poleg tega smo obravnavali tri različne globine (0–10 cm, 10–30 cm in 30–60 cm). Na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete pa smo obravnavali tudi tri variante gnojenja (NPK, kompost + NPK in samo kompost).

Meritve C_{hw} so pokazale, da se pri sonaravni obdelavi v zgornji plasti tal (0–10 cm) nakopiči več o.s. kot pri konvencionalni (večja vsebnost C_{hw}). Razporeditev C_{hw} po globini je enakomernejša pri konvencionalni obdelavi. Pri sonaravni pa je večina o.s. nakopičene v zgornji plasti in se znatno manjša ob povečevanju globine.

Izmerjene meritve za N (N_{hw}) so pokazale večjo inteziteto mineralizacije pri konvencionalni obdelavi.

Vpliv gnojenja na vsebnost C_{hw} je viden pri konvencionalni obdelavi, kjer so vsa obravnavanja gnojenja (NPK, kompost, kompost + NPK) dala višje vrednosti C_{hw} kot pri sonaravni obdelavi. Višje vrednosti pri konvencionalni obdelavi lahko pripišemo večji količini rastlinske biomase.

Iz rezultatov lahko sklepamo, da je razgradnja o.s. pri sonaravni obdelavi počasnejša kot pri konvencionalni. Povečana vsebnost o.s., ki je posledica počasnejše razgradnje, vpliva na obstojnešo strukturo tal, povečano zalogo hranil v tleh in ugodno vpliva na izločeno količino CO₂.

Negativni učinki počasnejše razgradnje se kažejo predvsem v slabši preskrbi rastlin s hranili (predvsem N). Za doseganje pridelkov, primerljivih tistim iz konvencionalne obdelave, je potrebno povečevati odmerke dušika. To dejstvo pa ohranjevalno obdelavo oddaljuje od definicije trajnostega kmetovanja.

7 VIRI

- Batjes N. H. 1999. Management options for reducing CO₂ concentrations in the atmosphere by increasing carbon sequestration in the soil. Wageningen, International Soil Reference and Information Centre (ISRIC): 63 str.
- Bernik R. 2005. Tehnika v kmetijstvu: obdelava tal, setev, gnojenje (vaje za študente agronomije in zootehnike). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, odd. za agronomijo: 138 str.
- Butorac A. 1999. Opća Agronomija. Zagreb, Školska Knjiga d. d.: 648 str.
- Campbell C. A., McConkey B. G., Zentner R. P., Dyck F. B., Selles F., Curtin D. 1995. Carbon sequestration in a Brown Chernozem in southwestern Saskatchewan. Soil and Tillage Research, 14: 39-52
- Ćirić M. 1986. Pedologija. Sarajevo, Svijetlost: 312 str.
- Doran W. J., Werner J. W. 1990. Management and soil biology. V: Sustainable agriculture in temperate zones. Francis A. C., Butler Flora C., King L. D. (ed.). New York, Wiley Interscience Publication: 205-223
- Franzleubbers A. J. 2002a. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. Soil and Tillage Research, 66: 95-106
- Franzleubbers A. J. 2002b. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. Soil and Tillage Research, 66: 197-205
- Grčman H., Hudnik V., Lobnik F., Mihelič R., Prus T., Vrščaj B. in Zupan M. 2004. Tla. V: Narava Slovenije. Zych B. in Mihelač Š. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 154-157
- Gregorich E. G., Carter M. G., Angers D. A., Monreal C. M., Ellert B. H. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Canadian Journal of soil science, 74: 367-385
- Islam K. R., Mulchi C. L., Ali A. A. 1999. Tropospheric carbon dioxide or ozone enrichments and moisture effects on soil organic carbon. V: Journal of Environmental Quality, 28: 1629-1636
- Javůrek M. 1998. Conservation tillage and stand establishment systems in winter wheat and soybean crop rotation. V: Novi izivi v poljedelstvu 1998. Dobrna, 3. in 4. dec.

1998. Tajnšek A. in Šantavec I. (ur). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 210-213
- Kayuki K. C., Wortmann C. S. 2001. Plant materials for soil fertility management in subhumid tropical areas. *Agronomy Journal*, 93: 929-935
- Körschens M. 1997. Abhängigkeit der organischen Bodensubstanz (OBS) von Standort und Bewirtschaftung sowie ihr Einfluss auf Ertrag und Bodeneigenschaften. *Archives für Acker-Pflanzen Boden*, 41: 435-463
- Körschens M., Schulz E. 1999. Die organische Bodensubstanz. UFZ-Bericht Nr. 13. Leipzig-Halle: 46 str.
- Lal R., Kimble J., Follett R. F. 2001. Methodological challenges toward balancing soil C pool and fluxes. *Assessment methods for Soil carbon*. Boca Raton, Lewis publisher: 659-668
- Leskošek M. 1993. Gnojenje. Ljubljana, ČPZ Kmečki Glas: 196 str.
- Magdoff F., Weil R. 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. V: *Soil organic matter in sustainable agriculture*. Boca Raton, CRC Press: 1-43
- Mihelič R. 1995. Obdelava tal pri sonaravnem kmetovanju. V: *Obdelava in ohranjanje rodovitnosti tal. Posvet obdelava in ohranjanje rodovitnosti tal*. Lendava, 8. in 9. september 1995: 1-6
- Mihelič R., Pačnik T., Lobnik F. 1999. Ekspertiza o možnostih uveljavitve sonaravnih načinov obdelave tal v Sloveniji : faza 1. Ljubljana, Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo: 35 str.
- Mihelič R., Pačnik T., Lobnik F. 2000. Vpliv sonaravne obdelave na nekatere pokazatelje kakovosti tal. V: *Novi izzivi v poljedelstvu 2000*. Moravske toplice, 14 in 15 dec. 2000. Tajnšek A in Šantavec I. (ur). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 296-272
- Mihelič R., Pačnik T., Lobnik F. 2005. Sonaravni sistemi obdelave tal za tehnološko učinkovito in okolju prijazno kmetijstvo (poljedelstvo). Končno poročilo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 49 str.
- Mrhar M. 2002. Tlom prijazna obdelava. Ljubljana, Kmetijska založba: 124 str.
- Pantović M. 1989. Praktikum iz agrohemije. Beograd, Naučna knjiga. Poljoprivredni fakultet: 165 str.

- Rowell D. 1994. Soil science: methods and applications. New York, Harlow, Longman: 350 str.
- Sadar V. 1953. Obdelovanje zemlje. Ljubljana, Kmečka knjiga: 205 str.
- Schulz E. 1997. Charakterisierung der organischen Bodensubstanz (OBS) nach dem grad ihrer Umsetzbarkeit und ihre Bedeutung für Nähr- und Schadstoffe. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 41, 6: 465-483
- Stritar A. 1991. Pedologija (kompandij). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 126 str.
- Suhadolc M., Hodnik A., Leskošek M. 2000. Ekstrakcija C in N z vročo vodo – metoda za določanje oskrbljenosti tal s humusom. V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu, Moravske toplice, 14. in 15. december 2000. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 209-213
- Tajnšek A. 2002. Gospodarnost konzervacijske obdelave poljščin v primerjavi s konvencionalno obdelavo na poskusnem polju Jable pri Ljubljani. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2002. Zreče, 5. in 6. dec. 2002. Tajnšek A. in Šantavec I. (ur). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 15-22
- Wander M. M., Bollero G. A. 1999. Soil quality assessment of tillage impacts in Illinois. V: Soil Science Society of America Journal, 63: 961-971
- Wells A. T., Chan K. Y. in Cornish P. S. 2000. Comparison of conventional and alternative vegetable farming system on the properties of yellow earth in New South Wales. Agriculture, Ecosystems and Environment, 80: 47-60
- West T. O., Post W. M. 2002. Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: a global data analysis. Soil Science Society of America Journal, 66: 1930-1946
- Wood S., Kate S., Scherr J. 2000. Pilot Analysis of Global Ecosystems.
<http://www.ifpri.org/pubs/books/page/agroeco.pdf> (5. 9. 2008)
- Wright A. L., Hons F. M. 2005. Carbon and nitrogen sequestration and soil aggregation under sorghum cropping sequences. Biology and Fertility of Soils, 41: 95-100

ZAHVALA

Somentorju, doc. dr. Roku Miheliču, se zahvaljujem za strokovno vodenje in pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Mentorju, prof. dr. Francu Lobniku, se zahvaljujem za kritične pripombe k diplomskemu delu.

Prof. dr. Dominiku Vodniku in prof. dr. Stanetu Trdanu se zahvaljujem za nesebično pomoč pri reševanju težav v času študija.

Zahvala za moralno podporo in neposredno pomoč velja tudi partnerki Viti Mekinda in hčerki Gaji.

PRILOGA A

Rezultati (C_hw in N_hw) pri slepih vzorcih merjenih na CN analizator.

| Substanca | N_hw (mg/l) | C_hw (mg/l) |
|---|--------------------|--------------------|
| UREA | 452,0 | 248,8 |
| UREA | 397,0 | 461,0 |
| KNO₃/CaCO₃ | 216,2 | 68,0 |
| KNO₃/CaCO₃ | 204,8 | 27,3 |
| voda iz pipe | 26,3 | 49,6 |
| voda iz pipe | 29,0 | 57,3 |
| destilirana voda | 22,4 | 24,4 |
| destilirana voda | 25,0 | 24,9 |
| »ultra pure« voda | 26,3 | 19,4 |
| »ultra pure« voda | 22,9 | 14,7 |

PRILOGA B

Rezultati (C_hw in N_hw) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal za obe lokaciji (BF in Moškanjci) in po globinah.

| Sonaravna obdelava | | | Konvencionalna obdelava | | |
|--------------------|--------------|--------------|-------------------------|--------------|--------------|
| Obravnavanje | N_hw (mg/kg) | C_hw (mg/kg) | Obravnavanje | N_hw (mg/kg) | C_hw (mg/kg) |
| son 0-10 cm | 84,9 | 260,4 | kon 0-10 cm | 152,9 | 1129 |
| son 0-10 cm | 118,2 | 441,3 | kon 0-10 cm | 135,7 | 1042,8 |
| son 0-10 cm | 117,3 | 787,1 | kon 0-10 cm | 112,9 | 924,9 |
| son 0-10 cm | 99,7 | 480,2 | kon 0-10 cm | 102,8 | 754 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 119 | 651,7 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 109,6 | 407,4 |
| son 0-10 cm | 126,2 | 598 | kon 0-10 cm | 124,6 | 883,7 |
| son 0-10 cm | 117,2 | 506,7 | kon 0-10 cm | 128,3 | 723,8 |
| son 0-10 cm | 94,7 | 397,1 | kon 0-10 cm | 110 | 852,1 |
| son 0-10 cm | 94,8 | 381,7 | kon 0-10 cm | 107,1 | 858 |
| son 0-10 cm | 163,2 | 1292,8 | kon 0-10 cm | 114,1 | 834,3 |
| son 0-10 cm | 143 | 993,2 | kon 0-10 cm | 120,1 | 662,6 |
| son 0-10 cm | 256,6 | 787,8 | kon 0-10 cm | 111,1 | 933,8 |
| son 0-10 cm | 270,4 | 684,1 | kon 0-10 cm | 117,2 | 629,5 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 137,3 | 694,4 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 144,6 | 832,7 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 124,2 | 624,5 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 93,4 | 291,4 |
| son 0-10 cm | 105,8 | 716,4 | kon 0-10 cm | 149,3 | 1106,2 |
| son 0-10 cm | 91,1 | 378 | kon 0-10 cm | 165,9 | 1238,1 |
| son 0-10 cm | 126,3 | 489,8 | kon 0-10 cm | 90,4 | 418,1 |
| son 0-10 cm | 159,9 | 760,6 | kon 0-10 cm | 77,4 | 485,2 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 106,5 | 411,8 |
| son 0-10 cm | 0 | 0 | kon 0-10 cm | 118,8 | 609,7 |
| son 0-10 cm | 219,7 | 946,5 | kon 0-10 cm | 172 | 935 |
| son 0-10 cm | 224,1 | 2151,9 | kon 0-10 cm | 170,5 | 707 |
| son 0-10 cm | 226,9 | 1173,6 | kon 0-10 cm | 242,5 | 556 |
| son 0-10 cm | 213,9 | 997,7 | kon 0-10 cm | 266,5 | 570 |
| son 0-10 cm | 230,8 | 1036,5 | kon 0-10 cm | 1113 | 1015,5 |
| son 0-10 cm | 228,9 | 1360,5 | kon 0-10 cm | 1162 | 1036 |
| son 0-10 cm | 210,9 | 689,9 | kon 0-10 cm | 178,5 | 954 |
| son 0-10 cm | 210,6 | 712,6 | kon 0-10 cm | 190 | 833,5 |
| son 0-10 cm | 217,5 | 1163,4 | kon 0-10 cm | 363,5 | 572,5 |
| son 0-10 cm | 219,3 | 1159,7 | kon 0-10 cm | 397 | 677,5 |
| son 0-10 cm | 210,1 | 820,5 | kon 0-10 cm | 123,4 | 566 |
| son 0-10 cm | 189,2 | 839 | kon 0-10 cm | 128,6 | 558 |
| son 0-10 cm | 217,55 | 1091,31 | kon 0-10 cm | 193,86 | 1029,2 |
| son 0-10 cm | 254,03 | 1488,98 | kon 0-10 cm | 200,47 | 968,37 |
| son 0-10 cm | 210,55 | 959,57 | kon 0-10 cm | 193,55 | 693,7 |
| son 0-10 cm | 245,17 | 1303,8 | kon 0-10 cm | 206,07 | 877,37 |
| son 0-10 cm | 210,55 | 1164,06 | kon 0-10 cm | 191,98 | 805,81 |
| son 0-10 cm | 208,82 | 1114,95 | kon 0-10 cm | 177,89 | 672,31 |
| son 10-30 cm | 82,6 | 207,7 | kon 10-30 cm | 216,64 | 1053,38 |

| | | | | | |
|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|
| son 10-30 cm | 87,5 | 369,9 | kon 10-30 cm | 194,73 | 1005,01 |
| son 10-30 cm | 90,5 | 475,8 | kon 10-30 cm | 200,51 | 732,05 |
| son 10-30 cm | 79,9 | 316,2 | kon 10-30 cm | 200,85 | 743,12 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 193,03 | 751,23 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 170,06 | 665,68 |
| son 10-30 cm | 80,6 | 270,3 | kon 10-30 cm | 186 | 500,5 |
| son 10-30 cm | 80,3 | 199,1 | kon 10-30 cm | 191,5 | 411 |
| son 10-30 cm | 79,4 | 325 | kon 10-30 cm | 512,5 | 1869,5 |
| son 10-30 cm | 70,7 | 206,4 | kon 10-30 cm | 619 | 528 |
| son 10-30 cm | 75,4 | 269 | kon 10-30 cm | 131,9 | 673,5 |
| son 10-30 cm | 84,2 | 275,6 | kon 10-30 cm | 115,2 | 624,5 |
| son 10-30 cm | 259,4 | 483,2 | kon 10-30 cm | 137,1 | 762,8 |
| son 10-30 cm | 345,4 | 492,8 | kon 10-30 cm | 95,2 | 526,4 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 100,2 | 555,1 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 100 | 476,3 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 125,6 | 575,2 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 132,5 | 638,4 |
| son 10-30 cm | 70,4 | 242,6 | kon 10-30 cm | 129,3 | 712 |
| son 10-30 cm | 77,9 | 184,6 | kon 10-30 cm | 120,7 | 664,1 |
| son 10-30 cm | 128 | 418,5 | kon 10-30 cm | 114 | 819,6 |
| son 10-30 cm | 165,3 | 514,1 | kon 10-30 cm | 113,8 | 774,6 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 107,5 | 726,7 |
| son 10-30 cm | 0 | 0 | kon 10-30 cm | 110,5 | 654,5 |
| son 10-30 cm | 187,6 | 612,3 | kon 10-30 cm | 106 | 638,3 |
| son 10-30 cm | 181,4 | 645,2 | kon 10-30 cm | 89,5 | 590,5 |
| son 10-30 cm | 179,5 | 677,5 | kon 10-30 cm | 97,7 | 334,6 |
| son 10-30 cm | 196 | 688,5 | kon 10-30 cm | 115,5 | 565,6 |
| son 10-30 cm | 194,3 | 1042 | kon 10-30 cm | 86,6 | 230,1 |
| son 10-30 cm | 184,2 | 1008 | kon 10-30 cm | 89,6 | 404,5 |
| son 10-30 cm | 187,08 | 1650,74 | kon 10-30 cm | 93,8 | 876,7 |
| son 10-30 cm | 171,07 | 706,02 | kon 10-30 cm | 110 | 1085,9 |
| son 10-30 cm | 197,17 | 859,9 | kon 10-30 cm | 90,8 | 508,7 |
| son 10-30 cm | 164,28 | 722,87 | kon 10-30 cm | 59,3 | 281,8 |
| son 10-30 cm | 187,95 | 708,95 | kon 10-30 cm | 109,6 | 387,6 |
| son 10-30 cm | 195,43 | 819,59 | kon 10-30 cm | 108,2 | 475,1 |

PRILOGA C

Rezultati (C_{hw} in N_{hw}) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal po globinah za Moškanjce.

| Sonaravna obdelava | | | Konvencionalna obdelava | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| Obravnavanje | N _{hw} (mg/kg) | C _{hw} (mg/kg) | Obravnavanje | N _{hw} (mg/kg) | C _{hw} (mg/kg) |
| son 0-10 cm | 219,7 | 946,5 | kon 0-10 cm | 172,0 | 935,0 |
| son 0-10 cm | 224,1 | 2151,9 | kon 0-10 cm | 170,5 | 707,0 |
| son 0-10 cm | 226,9 | 1173,6 | kon 0-10 cm | 242,5 | 556,0 |
| son 0-10 cm | 213,9 | 997,7 | kon 0-10 cm | 266,5 | 570,0 |
| son 0-10 cm | 230,8 | 1036,5 | kon 0-10 cm | 1113,0 | 1015,5 |
| son 0-10 cm | 228,9 | 1360,5 | kon 0-10 cm | 1162,0 | 1036,0 |
| son 0-10 cm | 210,9 | 689,9 | kon 0-10 cm | 178,5 | 954,0 |
| son 0-10 cm | 210,6 | 712,6 | kon 0-10 cm | 190,0 | 833,5 |
| son 0-10 cm | 217,5 | 1163,4 | kon 0-10 cm | 363,5 | 572,5 |
| son 0-10 cm | 219,3 | 1159,7 | kon 0-10 cm | 397,0 | 677,5 |
| son 0-10 cm | 210,1 | 820,5 | kon 0-10 cm | 123,4 | 566,0 |
| son 0-10 cm | 189,2 | 839,0 | kon 0-10 cm | 128,6 | 558,0 |
| son 0-10 cm | 217,5 | 1091,3 | kon 0-10 cm | 193,9 | 1029,2 |
| son 0-10 cm | 254,0 | 1489,0 | kon 0-10 cm | 200,5 | 968,4 |
| son 0-10 cm | 210,6 | 959,6 | kon 0-10 cm | 193,5 | 693,7 |
| son 0-10 cm | 245,2 | 1303,8 | kon 0-10 cm | 206,1 | 877,4 |
| son 0-10 cm | 210,6 | 1164,1 | kon 0-10 cm | 192,0 | 805,8 |
| son 0-10 cm | 208,8 | 1115,0 | kon 0-10 cm | 177,9 | 672,3 |
| son 10-30 | 187,6 | 612,3 | kon 10-30 | 186,0 | 500,5 |
| son 10-30 | 181,4 | 645,2 | kon 10-30 | 191,5 | 411,0 |
| son 10-30 | 179,5 | 677,5 | kon 10-30 | 512,5 | 1869,5 |
| son 10-30 | 196,0 | 688,5 | kon 10-30 | 619,0 | 528,0 |
| son 10-30 | 194,3 | 1042,0 | kon 10-30 | 131,9 | 673,5 |
| son 10-30 | 184,2 | 1008,0 | kon 10-30 | 115,2 | 624,5 |
| son 10-30 | 187,1 | 1650,7 | kon 10-30 | 216,6 | 1053,4 |
| son 10-30 | 171,1 | 706,0 | kon 10-30 | 194,7 | 1005,0 |
| son 10-30 | 197,2 | 859,9 | kon 10-30 | 200,5 | 732,1 |
| son 10-30 | 164,3 | 722,9 | kon 10-30 | 200,9 | 743,1 |
| son 10-30 | 187,9 | 708,9 | kon 10-30 | 193,0 | 751,2 |
| son 10-30 | 195,4 | 819,6 | kon 10-30 | 170,1 | 665,7 |
| son 30-60 | 166,7 | 420,3 | kon 30-60 | 169,0 | 653,3 |
| son 30-60 | 164,8 | 505,3 | kon 30-60 | 159,9 | 574,9 |
| son 30-60 | 191,1 | 733,0 | kon 30-60 | 156,7 | 391,4 |
| son 30-60 | 174,4 | 549,0 | kon 30-60 | 202,1 | 764,5 |
| son 30-60 | 166,4 | 1605,5 | kon 30-60 | 161,7 | 492,4 |
| son 30-60 | 167,9 | 644,5 | kon 30-60 | 205,7 | 813,9 |
| son 30-60 | 155,2 | 570,5 | kon 30-60 | 220,5 | 824,5 |
| son 30-60 | 187,4 | 492,8 | kon 30-60 | 198,5 | 297,0 |
| son 30-60 | 151,6 | 404,9 | kon 30-60 | 578,0 | 690,5 |
| son 30-60 | 185,2 | 1082,7 | kon 30-60 | 881,5 | 372,0 |
| son 30-60 | 182,2 | 979,4 | kon 30-60 | 72,4 | 472,5 |

PRILOGA D

Rezultati (C_{hw} in N_{hw}) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal po globinah in načinu gnojenja (NPK, kompost, kontrola in kompost + kontrola) za laboratorijsko polje BF.

| Obravnavanje (son/kon)+ gnojenje | N_hw (mg/kg) | C_hw (mg/kg) |
|---|---------------------|---------------------|
| kon 0-10 cm (NPK) | 152,9 | 1129,0 |
| kon 0-10 cm (NPK) | 135,7 | 1042,8 |
| kon 10-30 cm (NPK) | 87,1 | 762,8 |
| kon 10-30 cm (NPK) | 95,2 | 526,4 |
| kon 0-10 cm (NPK) | 112,9 | 924,9 |
| kon 0-10 cm (NPK) | 102,8 | 754,0 |
| kon 10-30 cm (NPK) | 100,2 | 555,1 |
| kon 10-30 cm (NPK) | 100,0 | 476,3 |
| kon 0-10 cm (NPK) | 119,0 | 651,7 |
| kon 0-10 cm (NPK) | 109,6 | 407,4 |
| kon 10-30 cm (NPK) | 125,6 | 575,2 |
| kon 10-30 cm (NPK) | 132,5 | 638,4 |
| kon 0-10 cm (kompost) | 149,3 | 1106,2 |
| kon 0-10 cm (kompost) | 165,9 | 1238,1 |
| kon 10-30 cm (kompost) | 93,8 | 876,7 |
| kon 10-30 cm (kompost) | 110,0 | 1085,9 |
| kon 0-10 cm (kompost) | 90,4 | 418,1 |
| kon 0-10 cm (kompost) | 77,4 | 485,2 |
| kon 10-30 cm (kompost) | 90,8 | 508,7 |
| kon 10-30 cm (kompost) | 59,3 | 281,8 |
| kon 0-10 cm (kompost) | 106,5 | 411,8 |
| kon 0-10 cm (kompost) | 118,8 | 609,7 |
| kon 10-30 cm (kompost) | 109,6 | 387,6 |
| kon 10-30 cm (kompost) | 108,2 | 475,1 |
| kon 0-10 cm cm (kompost + NPK) | 124,6 | 883,7 |
| kon 0-10 cm cm (kompost + NPK) | 128,3 | 723,8 |
| kon 10-30 cm (kompost + NPK) | 129,3 | 712,0 |
| kon 10-30 cm (kompost + NPK) | 120,7 | 664,1 |
| kon 0-10 cm (kompost + NPK) | 110,0 | 852,1 |
| kon 0-10 cm (kompost + NPK) | 107,1 | 858,0 |
| kon 10-30 cm (kompost + NPK) | 114,0 | 819,6 |
| kon 10-30 cm (kompost + NPK) | 113,8 | 774,6 |
| kon 0-10 cm (kompost + NPK) | 114,1 | 834,3 |
| kon 0-10 cm (kompost + NPK) | 120,1 | 662,6 |
| kon 10-30 cm (kompost + NPK) | 107,5 | 726,7 |
| kon 10-30 cm (kompost + NPK) | 110,5 | 654,5 |
| kon 0-10 cm (kontrola) | 111,1 | 933,8 |
| kon 0-10 cm (kontrola) | 117,2 | 629,5 |
| kon 10-30 cm (kontrola) | 106,0 | 638,3 |
| kon 10-30 cm (kontrola) | 89,5 | 590,5 |
| kon 0-10 cm (kontrola) | 137,3 | 694,4 |
| kon 0-10 cm (kontrola) | 144,6 | 832,7 |
| kon 10-30 cm (kontrola) | 97,7 | 334,6 |
| kon 10-30 cm (kontrola) | 115,5 | 565,6 |
| kon 0-10 cm (kontrola) | 124,2 | 624,5 |
| kon 0-10 cm (kontrola) | 93,4 | 291,4 |
| kon 10-30 cm (kontrola) | 86,6 | 230,1 |
| kon 10-30 cm (kontrola) | 89,6 | 404,5 |
| son 0-10 cm (NPK) | 84,9 | 260,4 |
| son 0-10 cm (NPK) | 118,2 | 441,3 |
| son 10-30 cm (NPK) | 82,6 | 207,7 |
| son 10-30 cm (NPK) | 87,5 | 369,9 |
| son 0-10 cm (NPK) | 117,3 | 787,1 |
| son 0-10 cm (NPK) | 99,7 | 480,2 |
| son 10-30 cm (NPK) | 90,5 | 475,8 |
| son 10-30 cm (NPK) | 79,9 | 316,2 |
| son 0-10 cm (kompost) | 105,8 | 716,4 |
| son 0-10 cm (kompost) | 91,1 | 378,0 |
| son 10-30 cm (kompost) | 70,4 | 242,6 |
| son 10-30 cm (kompost) | 77,9 | 184,6 |
| son 0-10 cm (kompost) | 126,3 | 489,8 |
| son 0-10 cm (kompost) | 159,9 | 760,6 |
| son 10-30 cm (kompost) | 128,0 | 418,5 |

Čelebić U. Vsebnost in frakcije organske snovi in dušika pri različni obdelavi njivskih tal
Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 2008

PRILOGA E

Laboratorijska analiza za Moškanjce 1.

| OBROVNAVANJE | ph | P2O5 | K2O | org.snov | C | C/N | N (skup) | NO3-N (mg/100g) | NH4-N (mg/100g) |
|--------------|-----|------|------|----------|-----|------|-------------|--------------------|--------------------|
| son 0-10 | 5,8 | 52,2 | 54,2 | 3,8 | 2,2 | 13,8 | 0,16 | 0,38 | <0,20 |
| son 0-10 | | | | | | | | | |
| son 0-10 | 6 | 48,8 | 64,6 | 3,6 | 2,1 | 11,7 | 0,18 | 0,35 | <0,20 |
| son 0-10 | | | | | | | | | <0,20 |
| son 0-10 | 5,7 | 49,9 | 66,9 | 4 | 2,3 | 12,1 | 0,19 | 0,41 | 0,49 |
| son 0-10 | | | | | | | | | |
| son 10-30 | 6,2 | 45,4 | 25,9 | 2,3 | 1,3 | 10,8 | 0,12 | 0,23 | <0,20 |
| son 10-30 | | | | | | | | <0,20 | <0,20 |
| son 10-30 | 6,4 | 31,2 | 27,6 | 3 | 1,7 | 13,1 | 0,13 | 0,26 | <0,20 |
| son 10-30 | | | | | | | | <0,20 | <0,20 |
| son 10-30 | 6,1 | 33,9 | 27,8 | 2,6 | 1,6 | 11,4 | 0,14 | 0,32 | <0,20 |
| son 10-30 | | | | | | | | 0,24 | <0,20 |
| son 30-60 | 6,3 | | | | | | | <0,20 | <0,20 |
| son 30-60 | | | | | | | | | |
| son 30-60 | 6,4 | | | | | | | <0,20 | <0,20 |
| son 30-60 | | | | | | | | | |
| son 30-60 | 5,9 | | | | | | | 0,24 | <0,20 |
| son 30-60 | | | | | | | | | |
| kon 0-10 | 6,3 | 50,9 | 29,5 | 2,4 | 1,4 | 10,8 | 0,13 | 0,38 | 0,38 |
| kon 0-10 | | | | | | | | | |
| kon 0-10 | 6,7 | 43,3 | 34,1 | 2,8 | 1,6 | 11,4 | 0,14 | 0,42 | <0,20 |
| kon 0-10 | | | | | | | | | |
| kon 0-10 | 6,2 | 45,9 | 39,6 | 3,6 | 2,1 | 13,1 | 0,16 | 0,73 | <0,20 |
| kon 0-10 | | | | | | | | | |
| kon 10-30 | 6,3 | 48,9 | 28,8 | 2,8 | 1,6 | 12,3 | 0,13 | 0,23 | <0,20 |
| kon 10-30 | | | | | | | | <0,20 | <0,20 |
| kon 10-30 | 6,8 | 44,2 | 31 | 3,2 | 1,9 | 13,6 | 0,14 | 0,43 | <0,20 |
| kon 10-30 | | | | | | | | 0,22 | <0,20 |
| kon 10-30 | 6,2 | 44 | 36,2 | 3 | 1,7 | 10,6 | 0,16 | 0,44 | <0,20 |
| kon 10-30 | | | | | | | | 0,29 | <0,20 |
| kon 30-60 | 6 | | | | | | | <0,20 | <0,20 |
| kon 30-60 | | | | | | | | | |
| kon 30-60 | 6,6 | | | | | | | 0,22 | <0,20 |
| kon 30-60 | | | | | | | | | |
| kon 30-60 | 6,1 | | | | | | | 0,29 | <0,20 |

PRILOGA F

Rezultati (C_hw in N_hw) za sonaravno in konvencionalno obdelavo tal po globinah za Moškanjce 1.

| OBRAVNAVANJE | N_hw (mg/kg) | C_hw (mg/kg) |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| son 0-10 | 217,55 | 1091,3 |
| son 0-10 | 254,03 | 1489,0 |
| son 0-10 | 210,55 | 959,6 |
| son 0-10 | 245,17 | 1303,8 |
| son 0-10 | 210,55 | 1164,1 |
| son 0-10 | 208,82 | 1115,0 |
| son 10-30 | 187,08 | 1650,7 |
| son 10-30 | 171,07 | 706,0 |
| son 10-30 | 197,17 | 859,9 |
| son 10-30 | 164,28 | 722,9 |
| son 10-30 | 187,95 | 708,9 |
| son 10-30 | 195,43 | 819,6 |
| son 30-60 | 167,94 | 644,5 |
| son 30-60 | 155,23 | 570,5 |
| son 30-60 | 187,43 | 492,8 |
| son 30-60 | 151,57 | 404,9 |
| son 30-60 | 185,17 | 1082,7 |
| son 30-60 | 182,21 | 979,4 |
| kon 0-10 | 193,86 | 1029,2 |
| kon 0-10 | 200,47 | 968,4 |
| kon 0-10 | 193,55 | 693,7 |
| kon 0-10 | 206,07 | 877,4 |
| kon 0-10 | 191,98 | 805,8 |
| kon 0-10 | 177,89 | 672,3 |
| kon 10-30 | 216,64 | 1053,4 |
| kon 10-30 | 194,73 | 1005,0 |
| kon 10-30 | 200,51 | 732,1 |
| kon 10-30 | 200,85 | 743,1 |
| kon 10-30 | 193,03 | 751,2 |
| kon 10-30 | 170,06 | 665,7 |
| kon 30-60 | 168,98 | 653,3 |
| kon 30-60 | 159,93 | 574,9 |
| kon 30-60 | 156,65 | 391,4 |
| kon 30-60 | 202,07 | 764,5 |
| kon 30-60 | 161,70 | 492,4 |
| kon 30-60 | 205,72 | 813,9 |