

 PROGRAM
RAZVOJA
PODEŽELJA



Evropski kmetijski sklad za razvoj podeželja: Evropa investira v podeželje

ZRS Bistra
P T U J

ZNANSTVENO-RAZISKOVALNO SREDIŠČE BISTRA PTUJ
SCIENTIFIC RESEARCH CENTRE BISTRA PTUJ

ZAKLJUČNO POROČILO

Projekt (33133-2007/2019)

**Vzpostavitev trajnostno rodovitne zemlje z uporabo domačega
vermikomposta**

Pilotni projekt *Vzpostavitev trajnostno rodovitne zemlje z uporabo domačega vermikomposta*, se izvaja v okviru ukrepa M16 : Sodelovanje iz Programa razvoja podeželja 2014-2020, podukrep 16.5 Podpora za skupno ukrepanje za blažitev podnebnih sprememb ali prilagajanje nanje ter za skupne pristope k okoljskim projektom in stalnim okoljskim praksam.

ZAKLJUČNO POROČILO projekta

Vzpostavitev trajnostno rodovitne zemlje z uporabo domačega vermikomposta

Avtorji: Rosvita Bedrač, ZRS Bistra Ptuj
dr. Nataša Belšak Šel, ZRS Bistra Ptuj
Tjaša Cenčič Predikaka, IKEMA d.o.o.
Marko Černe, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Matic Leben, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Jože Murko, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Tamara Kekec, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
Jasna Berlak, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Ptuj
mag. Manfred Jakop, KMG Jakop
Peter Pukšič, KMG Pukšič
Primož Kelenc, KMG Kelenc

Uredila: Rosvita Bedrač

Ptuj, november 2022

Kazalo vsebine:

1	UVOD	6
1.1	Ključni načrtovani cilji projekta	7
2	KOMPOSTIRANJE IN VERMIKOMPOSTIRANJE NA KMETIJAH.....	8
2.1	Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Jakop	10
2.2	Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Pukšič	11
2.3	Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Kelenc	12
2.4	Analiza kompostov in vermikompostov iz kmetij.....	13
2.4.1	Analiza komposta pred pričetkom vermikompostiranja.....	13
2.4.1.1	Bioprofil kompostov.....	14
2.4.1.2	Pregled kompostov pod mikroskopom	14
2.4.2	Analiza vermikompostov pred uporabo v poljskih poskusih	16
2.5	Ekonomika proizvodnje lastnega komposta in vermikomposta na kmetijah	16
3	POLJSKI POSKUS NA KMETIJAH.....	18
3.1	Zasnova poljskega poskusa.....	18
3.1.1	Sadike.....	18
3.1.1.1	Skica poljskega ravnega poskusa	19
3.1.2	Preračun potrebnih količin gnojil za poljske poskuse	20
3.2	Poljski rastni poskus	24
3.2.1	Poljski rastni poskus na kmetiji Jakop	24
3.2.2	Poljski rastni poskus na kmetiji Pukšič	26
3.2.3	Poljski rastni poskus na kmetiji Kelenc	28
3.3	Rezultati poljskega poskusa.....	30
3.3.1	Rezultati analiz zemlje pred poljskim poskusom	30
3.3.1.1	Kationska sestava tal.....	32
3.3.2	Spremljanje poljskih poskusov.....	34
3.3.3	Rezultati poljskega poskusa – kmetija Pukšič	35
3.3.4	Rezultati poljskega poskusa – kmetija Kelenc.....	38
3.3.5	Rezultati poljskega poskusa – kmetija Jakop	41
3.4	Kemijske analize tal po poljskem poskusu	44
3.5	Biološke analize tal po poljskem poskusu	47
3.5.1	PCA analiza tal pred in po vnosu vermikompostov v tla	48
4	ZAKLJUČEK.....	51
4.2	Smernice priprave in uporabe komposta/vermikomposta na kmetijah	52

Kazalo slik:

Slika 1: Vermikompostiranje v boku in grebenu na kmetiji Jakob.	11
Slika 2: Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Pukšič.	11
Slika 3: Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Kelenc.	12
Slika 4: Mikrobiološki profil kompostov.....	14
Slika 5: Mikroorganizmi iz kompostov	15
Slika 6: Vzgoja sadik	18
Slika 7: Lokacija poljskega poskusa na kmetiji Jakob	24
Slika 8: Njiva z označenim območjem poljskega poskusa – Biš	24
Slika 9 a-e: Rast zelja na poljskem rastnem poskusu na kmetiji Jakob	25
Slika 10: Lokacija poljskega poskusa na kmetiji Pukšič	26
Slika 11 a-e: Rast zelja na poljskem rastnem poskusu na kmetiji Pukšič.	28
Slika 12 a-e: Rast zelja na poljskem rastnem poskusu na kmetiji Kelenc.....	29
Slika 13: Rezultat teksture tal za kmetijo Pukšič.....	32
Slika 14: Rezultat teksture tal za kmetijo Kelenc	32
Slika 15: Rezultat teksture tal za kmetijo Jakob.....	33
Slika 16: Primerjava med obravnavanji za tržni pridelek na kmetiji Pukšič.	35
Slika 17: Primerjava med obravnavanji za skupni pridelek na kmetiji Pukšič.	36
Slika 18: Primerjava med obravnavanji za povprečno maso glave tržnega pridelka na kmetiji Pukšič.	36
Slika 19: Primerjava med obravnavanji za odstotek tržnega pridelka na kmetiji Pukšič.	37
Slika 20: Primerjava med obravnavanji za tržni pridelek na kmetiji Kelenc.....	38
Slika 21: Primerjava med obravnavanji za skupni pridelek na kmetiji Pukšič.	39
Slika 22: Primerjava med obravnavanji za povprečno maso glave tržnega pridelka na kmetiji Pukšič.	39
Slika 23: Primerjava med obravnavanji za odstotek tržnega pridelka na kmetiji Kelenc.....	40
Slika 24: Primerjava med obravnavanji za tržni pridelek na kmetiji Jakob.	41
Slika 25: Primerjava med obravnavanji za skupni pridelek na kmetiji Jakob.....	42
Slika 26: Primerjava med obravnavanji za povprečno maso glave tržnega pridelka na kmetiji Jakob.	42
Slika 27: Primerjava med obravnavanji za odstotek tržnega pridelka na kmetiji Jakob.	43
Slika 28: Rezultati ekstrahiranih fosfolipidnih maščobnih kislin (PLFA) po poljskem poskusu na posameznem eksperimentalnem polju.....	47
Slika 29: Prikaz PCA analize tal pred poljskim poskusom.....	48
Slika 30: PCA analiza tal po poljskem poskusu.....	49

Kazalo tabel:

Tabela 1: Analiza komposta pred začetkom vermikompostiranja.....	13
Tabela 2: Rezultati analiz vermikomposta pred uporabo v poljskih poskusih.....	16
Tabela 3: Rezultati analize zemlje na lokacijah poljskih poskusov.	30
Tabela 4: Rezultati kationske sestave tal pred poljskim poskusom.....	32
Tabela 5: Agrotehnični ukrepi na obeh lokacijah pilotnega poljskega poskusa	34
Tabela 6: Skupni in tržni pridelek zelja na kmetiji Pukšič.....	35
Tabela 7: Skupni in tržni pridelek zelja na kmetiji Kelenc	38
Tabela 8: Skupni in tržni pridelek zelja na kmetiji Jakob.....	41
Tabela 9: Analiza tal na kmetiji Pukšič po končanem pilotnem poskusu.....	44
Tabela 10: Analiza tal na kmetiji Kelenc po končanem pilotnem poskusu.	44
Tabela 11: Analiza tal na kmetiji Jakob po končanem pilotnem poskusu.....	44

1 UVOD

S pridelavo hrane se kmetje in tudi ljubiteljski vrtničkarji veliko in poglobljeno ukvarjajo in vse pogosteje iščejo predvsem naravne načine, kako rastlinam zagotoviti potrebna hranila, ki so potrebna za boljšo rast in odpornost rastlin. Znano je, da poleg mikro- in makrohranil, ki jih rastline nujno potrebujejo, veliko doprinesejo še mikrobi, encimi, rastlinski hormoni in njim podobne spojine. Vse to lahko vsebuje kompost, ki ga lahko pripravijo kmetje sami na kmetiji in vrtničkarji sami na vrtovih, pri tem pa je zelo pomembno, da je proces priprave komposta pravilen.

Kompostiranje je (mikro)biološki bio-oksidativni proces, kjer mikroorganizmi, glive in drobne živalce razgrajujejo organske odpadke in jih pretvorijo v kompost. V nasprotju z večino živinskih gnojil ima kakovosten kompost rastlinskega izvora idealna razmerja rastlinskih hranil, vsebuje pa tudi vsa pomembna mikrohranila. Živinska gnojila imajo velikokrat nesorazmerno povečane deleže posameznega hranila, na trgu dostopna pa so tudi celo sterilizirana in kot takšna mikrobiološko povsem brez vrednosti. Organska snov v kompostu poskrbi za zadrževanje vode v tleh, poveča zračnost tal, je vir hranil za rastline in mikroorganizme. Kompost pa je mnogo več kot samo vir hranil in organske snovi. Kompost vsebuje ogromno, predvsem koristnih mikro- in makroorganizmov, ki jih potem ob njegovi uporabi vnesemo tudi v tla.

Cilj kompostiranja je vzgojiti bogato raznolikost koristnih aerobnih mikroorganizmov vseh funkcionalnih skupin (bakterije, glive, amebe, bičkarje, nematode) zemljine prehrabene mreže brez kaljivih semen plevelov ter patogenih in škodljivih organizmov.

Vermikompostiranje je naravni proces, pri katerem deževniki pretvorijo odpadni material v kompost. Med postopkom vermikompostiranja imajo deževniki pomembno vlogo pri pretvarjanju biorazgradljive organske snovi v visokokakovostno gnojilo. Deževniki s prebavljanjem počasi kompostirajo organsko maso; ko govorimo o vermikompostu, v bistvu govorimo o masi, ki vsebuje veliko deževnikovih iztrebkov. Če jih drobno presejemo, dobimo t. i. vermihumus. Večinoma so to res same glistine, ki nimajo neprijetnega vonja in spominjajo na humozno prst. Bistvo je v prebavi organske snovi, saj je ta v deževnikovih prebavilih izpostavljena drugim encimom in mikroorganizmom, kot pa npr. tista v prebavilih krav, kokoši. V deževnikovih prebavilih se masa prepoji s koristnimi bakterijami, obda se s sluzjo, ki ščiti pred prehitro izgubo hranil in izsušitvijo glistine. Pozitivno je tudi to, da nekateri za nas neželeni mikrobi ne preživijo oz. se njihovo število izredno zmanjša. Tak učinek se do neke mere ohrani tudi pozneje, kar je seveda koristno, če vermikompost dodajamo rastlinam ali delamo kompostni čaj. Dodatno tudi hranila postanejo dostopnejša rastlinam.

Za kompostiranje pa ni primeren deževnik, ki ga poznamo z naših trat in zemlje. Ta namreč živi v tleh in ne v vrhnjem, rahlem sloju zemlje, ki ga predstavlja tudi kompost. Tak sloj je zračen in bogatejši z organskim snovmi kot zemlja. Za vermikompostiranje je primernih več vrst deževnikov; mnoge so tuje, poznamo jih pod imeni rdeči deževniki, kalifornijski deževniki in tigrasti deževniki, z latinskimi imeni *Eisenia fetida* in *Lumbricus rubellus*.

Material, ki ga želimo vermikompostirati mora iti najprej skozi fazo vročega kompostiranja. Med vročim kompostiranjem doseže temperatura kompostnega kupa od 55 °C pa vse do 70 °C, zato vanj deževnikov ne naselimo takoj, temveč počakamo, da se kup v notranjosti ohladi na 35 °C ali manj, saj deževniki visokih temperatur ne preživijo.

1.1 Ključni načrtovani cilji projekta

- **Izvedba procesa vermikompostiranja na kmetiji iz organskih odpadkov kmetije.** Rezultat: kvaliteten vermikompost. Kakovost vermikomposta bo dokazana z kemijskimi in biološkimi analizami. Pri čemer želimo večji poudarek dati biološkim analizam in dokazati živost komposta, ki ima ključen pomen pri vzpostavitvi trajnostno rodovitne zemlje in s tem povečanje deleža organske snovi v tleh. Proizveden vermikompost na kmetiji se bo v drugi fazi uporabil za izvedbo poljskih poskusov, vsaka kmetija partnerica bo v poskusu uporabila lasten proizveden vermikompost. Korist od tega bo imela kmetija, ki se bo podrobno seznanila s procesom vermikompostiranja, ki bo ves čas nadzorovan in kontroliran z analizami. Za vermikompostiranje bo uporabljena lastna odpadna biomasa kmetije in s tem bodo na kmetiji skrbeli za zaključen krog biomase na kmetiji.
- **Uporaba vermikomposta na treh poljskih poskusih.** Rezultat: rezultati poskusa dodajanja različnih količin vermikomposta izbrani zelenjadnici – vpliv na prirast zelenjadnice in na vrednosti hranil ter biološke aktivnosti v zemlji (dokazano s kemijskimi in biološkimi analizami). Korist bodo imeli kmetje, kmetijski svetovalci, strokovnjaki iz področja kmetijstva.
- **Zaključno poročilo** s predstavljenimi rezultati, ekonomskim ovrednotenjem in smernicami pridelave in uporabe vermikomposta na kmetijah. Korist bodo imeli kmetje, kmetijski svetovalci, strokovnjaki iz področja kmetijstva ter vrtničarji, med katerimi postaja vermikompostiranje vedno bolj priljubljeno.

S pilotnim projektom smo pridobili rezultate iz dejanskih poskusov uporabe domačega komposta/vermikomposta na kmetijskem področju iz naše regije, s tem smo pridobili podatke o uporabi vermikomposta na kmetijskih površinah, kar bo lahko podlaga za izdelavo nadaljnjih priporočil o uporabi komposta/vermikomposta na kmetijskih površinah.

2 KOMPOSTIRANJE IN VERMIKOMPOSTIRANJE NA KMETIJAH

V okviru projekta smo na kmetijah vzpostavili vermikompostiranje v boksih in vermikompostiranje v grebenu. Boks za vermikompostiranje je bil zgrajen po naslednjih navodilih:

Zabijemo lesene količke v zemljo. Količki so medsebojno oddaljeni 1 m. Višina količkov (nadzemni del) je približno 80 cm. Približno 10 cm količka je zabitega pod zemljo.



Okrog količkov ovijemo mrežo in jo sproti fiksiramo s plastičnimi vezicami na količke. Mreža mora biti dovolj trdna, da bo vzdržala obremenitve komposta.



Mrežo odrežemo na višini približno 70 cm.



V notranjost boksa namestimo filc.

Filc mora biti v enem kosu, da se v morebitne zareze ne bi pozneje skrivali deževniki in mogoče zbežali.



Na filc naložimo 10 do 15 cm komposta (predelanega komposta, ki ima temperaturo pod 40 °C). Plast komposta lahko po 10 cm dolagamo približno na 1 mesec.



Na kompost naselimo deževnike. Na vseh kmetijah smo naselili deževnike *Esenia fetida*



Kompost prekrijemo z agrotekstilom – juto.



Čez zimo vermikompost pokrijemo s plastjo slame – preprečimo zmrzal deževnikov.



Navodilo za vermikompostiranje v grebenu je naslednje:

Za vermikompostiranje v grebenih pripravimo poseben prostor, kjer bomo pripravili greben. Neposredno na travo položimo **filc** oziroma trpežen tekstil, ki deluje kot zaščita pred krtom in bramorjem, ki se prehranjujeta z deževniki. Če te zaščite nimamo, nam lahko krt poje celotno kolonijo deževnikov!

Naslednja plast je **črna folija (agrotekstil)**, ki zadržuje vlago in preprečuje, da bi deževniki pobegnili iz grebena. Črna folija naj bo dovolj velika, da jo nato zavijemo prek grebena in ga pokrijemo. Folija tako zadržuje vlago, ščiti deževnike pred ptiči in ustvari temno okolje, ki deževnikom ustreza.

Iz ohlajenega kupa preložimo material na pripravljen prostor v obliki **grebena**. Ta naj bo širok približno **1 m in visok nekje 60 cm**. V dolžino pa odvisno od razpoložljivosti materiala, vendar ne več kot 2 m.

Čisto na koncu v kup naselimo deževnike, in sicer **10–50 l deževnikov za 1 m³ materiala**. Če jih imamo na začetku manj, bo trajalo malo več časa, da se namnožijo in prerazporedijo po celotnem kupu.

2.1 Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Jakop

Na kmetiji Jakop kompostirajo manjšo količino organskih snovi. Prednostno kompost uporabljajo za vrt, za gnojenje na kmetijskih površinah pa komposta za gnojenje ne uporabljajo.





Slika 1: Vermikompostiranje v boku in grebenu na kmetiji Jakop.

2.2 Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Pukšič

Na kmetiji Pukšič kompostirajo velike količine organskega materiala, saj ga uporabljajo kot izboljševalca tal na njihovi kmetiji. Za kompostiranje v glavnini uporabljajo seno in lesne sekance, ki jih kompostirajo eno leto. V tem času kompostni kup vsaj 3x premečejo.



Slika 2: Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Pukšič.

2.3 Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Kelenc

Na kmetiji Kelenc kompostirajo velike količine organske snovi. Za kompostiranje uporabijo odpadno zelenjavo, gnoj iz ekološke reje živali, slamo in zemljo. Uporabijo tudi biodinamične pripravke. Kompostirajo 2 leti preden kompost uporabijo na svojih obdelovalnih površinah.



Slika 3: Kompostiranje in vermikompostiranje na kmetiji Kelenc.

2.4 Analiza kompostov in vermikompostov iz kmetij

2.4.1 Analiza komposta pred pričetkom vermikompostiranja

Deževniki potrebujejo za svojo delovanje delno predelano organsko snov, zato smo za proces vermikompostiranja na kmetijah uporabili kompost iz kmetij. V naslednji tabeli so predstavljeni rezultati analize kompostov preden smo v kompost naselili deževnike.

Tabela 1: Analiza komposta pred začetkom vermikompostiranja

parameter	enota	Pukšič	Jakop	Kelenc
TC-celotni ogljik	% s.s.	35,05	9,22	4,77
TOC-celotni organski ogljik	% s.s.	33,77	8,39	4,39
Suha snov	%	30,71	13,8	64,68
Žarilna izguba/Organska snov	% s.s.	67,995	43,64	9,73
Dušik	% s.s.	1,55	0,869	0,282
Amonijev dušik	mgN/kg s.s.	1097	983	211
Amonijev dušik (mg/kg)	mg/kg	337	429	136,5
AT4 - biološka stabilnost	mgO ₂ /g s.s.	5,64	<5	<5

Iz rezultatov je razvidno, da se vrednosti precej razlikujejo med posameznimi vzorci.

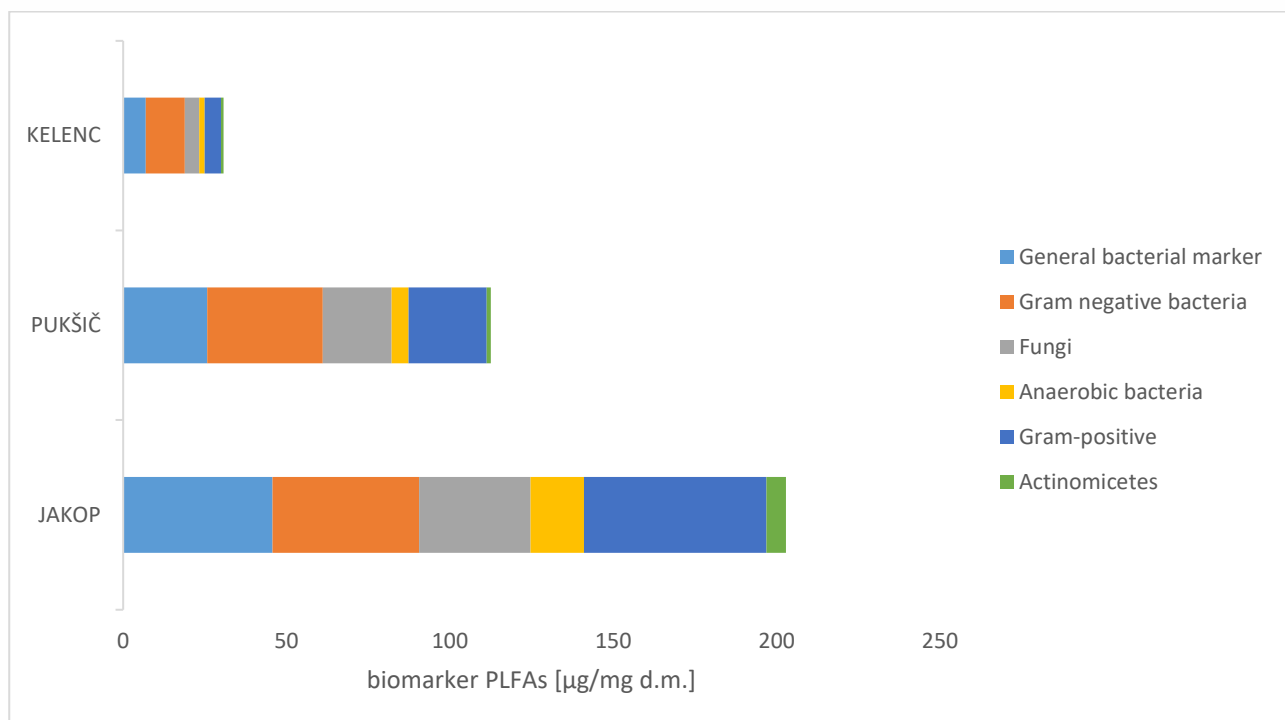
Celotni ogljik (TC) je neposredna meritev vsega organskega in anorganskega ogljika v vzorcih komposta.

Organska snov: tukaj ni idealne ravni organske snovi za vhodno surovino ali končni produkt kompostiranja - kompost. Med procesom kompostiranja se bo vsebnost organskih snovi zmanjšala (nižja vsebnost – več organske snovi se je med kompostiranjem predelalo).

Skupni dušik (N) vključuje vse oblike dušika: organski N, amonijev N (NH₄- N) in nitratni N (NO₃-N). Skupni dušik se običajno giblje od manj kot 1 % do približno 5 % (s.s.). Nitratni dušik je na splošno prisoten le v majhnih količinah v nezrelih kompostih, čeprav se lahko povečajo z zorenjem komposta. Raven amonijevega dušika je lahko visoka v začetnih fazah kompostiranja, vendar se z naraščajočo zrelostjo zmanjšujejo. Organski dušik je določen z odštevanje anorganskih dušikovih oblik: amonijevega in nitratnega od celotnega dušika. Ker so ravni nitratnega dušika na splošno zelo nizke, skupni dušik minus amonijev dušik zagotavljata dobro oceno organskega dušika v večini kompostov. Amonijev dušik in nitratni dušik sta takoj na voljo rastlinam, medtem, ko je organski dušik je na voljo le v približno 10 %. Mineralizacija organskega dušika v dostopne anorganske oblike je odvisna predvsem od razmerja C:N, kot tudi od dejavnikov okolja, kot sta vlažnost in temperatura tal.

Na podlagi analize **AT4**, ki določa biološko stabilnost oz. aktivnost kompostov lahko opazimo, da je kompost kmetije Pukšič še biološko aktiven, medtem, ko sta komposta kmetije Jakob in kmetije Kelenc biološko stabilna in neaktivna.

2.4.1.1 Bioprofil kompostov

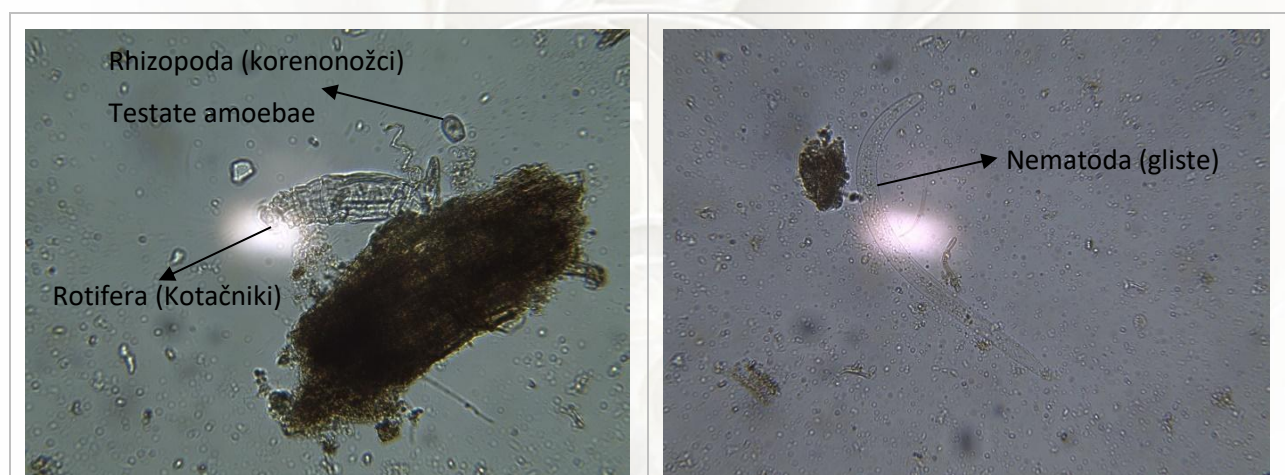


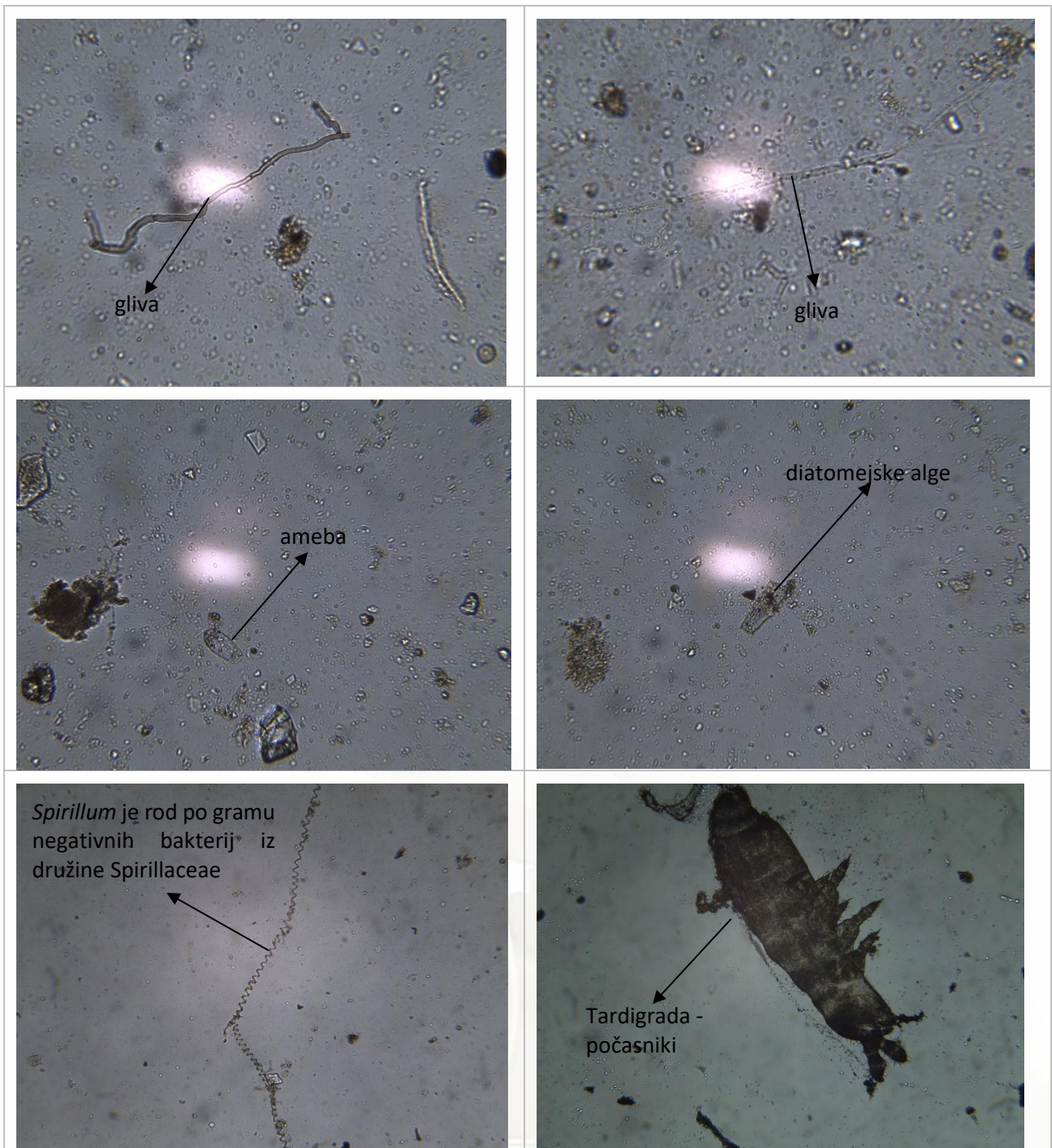
Slika 4: Mikrobiološki profil kompostov

Bioprofil kompostov smo določili na podlagi markerskih fosfolipidnih maščobnih kislin. Rezultati razkrivajo delež posameznik skupin mikroorganizmov v kompostih, ki smo jih delili na: bakterije (splošni bakterijski biomarkerji), gram negativne bakterije, glive, anaerobne bakterije, gram negativne bakterije in aktinomicete (skupina gram pozitivnih bakterij). Aktinobakterije so pomembni saprofiti, ki lahko v procesu razgradnje razgradijo široko paleto rastlinskih in živalskih ostankov. Nekateri rodovi, kot sta *Streptomyces* in *Micromonospora*, so znani po svoji plodni proizvodnji različnih bioaktivnih metabolitov, vključno z antibiotiki, encimi, zaviralci encimov, signalnimi molekulami in imunomodulatorji.

Predstavljeni rezultati nam razkrivajo največjo »živost« komposta v primeru kmetije Jakop. Kljub še zaznani biološki aktivnosti v primeru kmetije Pukšič, njihovi bioprofil ne presega vseh ekstrahiranih fosfolipidnih maščobnih kislin ostalih dveh kompostov.

2.4.1.2 Pregled kompostov pod mikroskopom





Slika 5: Mikroorganizmi iz kompostov

2.4.2 Analiza vermikompostov pred uporabo v poljskih poskusih

Tabela 2: Rezultati analiz vermikomposta pred uporabo v poljskih poskusih

parameter	enota	Kelenc gnoj	Kelenc vermikompost	Pukšič kompost	Pukšič vermikompost	Jakop vermikompost
pH	/	8,69	8,54	9,01	8,60	7,86
el.prevodnost	us/cm	654,00	267,00	204,00	575,50	883,25
N	% s.s.	2,43	0,82	1,91	1,72	1,002
TC	% s.s.	28,58	11,47	31,24	24,29	10,67
TOC	% s.s.	24,12	10,01	26,46	21,61	8,64
celotni P (AqR)	mg/kg s.s.	6701,41	4198,58	3324,59	4340,66	7758,88
CaO (AqR)	mg/kg s.s.	31780,47	6345,20	10222,49	16879,12	9184,01
P2O5 (AqR)	mg/kg s.s.	15346,24	21166,94	30219,95	29,77	36,85
K2O (aqR)	mg/kg s.s.	15189,87	9614,74	7613,32	48,96	22,39
suha snov	%	21,06	46,57	23,31	28640,11	40017,73
žarilna izguba/org.s.	% s.s.	55,62	21,51	60,70	9940,11	17767,82
AT4	mgO2/g s.s.	15,99	<5	<5	<5	<5
C/N		11,74	13,92	16,36	14,14	10,65

Predstavljeni rezultati nam razkrivajo kemijsko sestavo posameznih vzorcev komposta, vermikomposta oz. gnoja pred vnosom v tla oz. pričetkom poljskega poskusa. Na podlagi predstavljenih rezultatov lahko opazimo sledeče:

- Kelenc-Vermikompost dosega najnižje vsebnosti kalcija, fosforja, kalija in dušika in je z vidika teh parametrov najmanj hranljiv.
- Kelenc-gnoj je še vedno biološko aktiven.
- Rezultati celotnega organskega ogljika razkrivajo velike razlike med posameznimi vzorci, kjer so si pa precej podobni Kelenc-Gnoj (24%), Pukšič-kompost (26%), Pukšič-Vermikompost (22%) in Jakop-Vermikomost (9%) z Kelenc-Vermikomostom (10%). Z vidika tega parametra imata najnižji doprinos pri vnosu v tla Jakop-Vermikomost in Kelenc-Vermikomost.
- Najvišje vsebnosti organske snovi so v primeru Pukšič-kompost (61%) in Kelenc-Gnoj (56%). Kelenc-Vermikompost in Jakop-Vermikomost imata enak rezultat z 22%. Idealne količine organske snovi za kompost ni, visoke vsebnosti (nad 65%) pa načeloma nakazujejo, da se material še ni dokončno kompostiral. Ravno tako, nizke vsebnosti nakazujejo na dobro predelavo organskega materiala, kar je z vidika predelave odpadka idealno in manj idealno z vidika vnosa organske snovi v tla.

2.5 Ekonomika proizvodnje lastnega komposta in vermikomposta na kmetijah

Proizvodnja lastnega komposta je smotrna, v kolikor so na voljo na kmetiji zadostne količine vhodne biomase. Pri tem je potrebno upoštevati, da mora biti pri kompostiranju upoštevano razmerje med rjavimi (ogljicnimi) in zelenimi (dušikovimi) vhodnimi snovmi.

Lažje je pridobiti zelene vhodne snovi, saj je načeloma v toplem delu leta vedno na voljo dovolj sveže zelene trave, večji problem je z rjavimi komponentami, ki jih ni toliko na voljo v pomladnih, poletnih mesecih in je v bistvu potrebno o kompostiranju razmišljati že vsaj pol leta prej. Tako si je priporočljivo narediti zalogo rjavega listja, sekancev, žagovine in podobnega. Predvsem pri spravilu lesa v zimskih mesecih ostaja kar nekaj manj vrednega lesa, ki bi se lahko uporabil za kompostiranje.

Določena vhodna biomasa se lahko dobi tudi v lokalni skupnosti, npr. listje iz parkov, skupnostno zbiranje biomase od obrezovanja okrasnih dreves na vrtovih in podobno. Vendar princip skupnostnega zbiranja, kakor tudi skupnostnega kompostiranja pri nas še ni preveč razvit, zagotovo pa je to ena od možnosti zbiranja (kvalitetne) biomase za kompostiranje v bodoče.

V kolikor je potrebno vhodne surovine kupovati, pa je že vprašljiva ekonomika proizvodnje komposta. Kakorkoli, kompost ni gnojilo, ampak je izboljševalec tal, ki bo lahko imel pozitivne učinke na kvaliteto zemljo čez več let, torej moramo računati na to, da ni dovolj, da kompost proizvedemo le eno leto, ampak moramo ta proces ponavljati več let oziroma mora to postati stalna praksa na kmetijah in naših vrtovih.

Prav tako pa je vprašljiva ekonomika nakupa komposta. Kakor hitro kupimo kompost je vprašljiva njegova kvaliteta, predvsem iz vidika biološke aktivnosti, saj si s kompostom želimo predvsem aktivirati (oživiti) zemljo. Prav tako pa s tujim kompostom vnesemo v tla združbo mikroorganizmov, ki mogoče niso prisotne (ali tako množično) prisotne v naši zemlji. In v tem primeru se lahko najprej pripeti borba mikroorganizmov za prevlado in načeloma bodo zmagali avtohtoni mikroorganizmi, ki so že prisotni v naši zemlji, tisti mikroorganizmi, ki pa smo jih vnesli z novim kompostom pa bodo izumrli. Tako da je tudi iz tega vidika vprašljiv nakup drugega komposta.

Na kmetijah kupovanje ni smotrno in tudi ne gospodarno, saj si ga lahko na večini (če ne vseh) kmetij pripravijo sami, ker je rastlinske in druge potrebne biomase dovolj na razpolago, potrebno je le skrbno zbiranje vhodnega materiala in pravilna priprava komposta. Pri uporabi v vrtovih pa gre za manjše količine komposta, oziroma vermikomposta, zato so koristi pri uporabi večje kot stroški nakupa komposta, seveda ob predpostavki, da je nakup komposta oziroma vermikomposta opravljen pri zanesljivem dobavitelju s preverjeno kakovostjo komposta.

3 POLJSKI POSKUS NA KMETIJAH

3.1 Zasnova poljskega poskusa

Pri poljskem poskusu smo uporabili 4 različice gnojenja:

K (kontrola) - brez dodanih gnojil

VK8 – vermikompost 8 t SS/ha

VK16 - Vermikompost 16 t SS/ ha

SIK - Sistem kmetije –SIK (IPL, EKO, BD) ustaljena praksa na kmetijah

- Sistem kmetije Jakop IPL

Osnovno gnojenje pred presajanjem, s plitko zadelava v tla, je bilo opravljeno z NPK 350 kg/ha 15-15-15, 250 kg/ha Kalijeve soli. Dognojevanje s 250 kg KANA/ha (67,5 kg N/ha) je bilo opravljeno 12.8., kar je za normalno pridelavo in razvojno fazo rastlin sicer nekoliko pozno. Vzrok poznejšega dognojevanja z dušikom je posledica pomanjkanje padavin v tem času, zato smo čakali napoved padavin in dognojevanje opravili nekaj ur pred lokalno nevihto. Zaradi pomanjkanja vlage v tleh smo tudi opustili uporabo herbicida in posevek v dveh različnih terminih mehansko okopali. Varstvo pred bolhači je bilo opravljeno takrat, ko so bila kritična števila za nastanek gospodarske škode presežena, kar je bilo v posevku ugotovljeno tri krat (10.6., 5.7. in 2. 8.). Varstvo pred škodo kapusovega belina smo opravili 30.8.

- Sistem kmetije Pukšič EKO – ekološko kmetovanje po standardu ekološke kmetijske pridelave
- Sistem kmetije Kelenc BD - biodinamično kmetovanje po Demeter standardu

3.1.1 Sadike

Zelje za kisanje, predelavo, svežo uporabo, skladiščenje, srednje pozna (120 dni),

Sorta: Passat F1 - Zelje močne rasti, odlične strukture. Pri večji razdalji sajenja lahko glave dosežejo težo tudi do 7 kg. Manj občutljiv na trips in odporen na belo rjo.

Vzgoja sadik je potekala na kmetiji Pukšič.



Slika 6: Vzgoja sadik

3.1.1.1 Skica poljskega rastnega poskusa

Velikost osnovne parcele: 3 m × 3 m

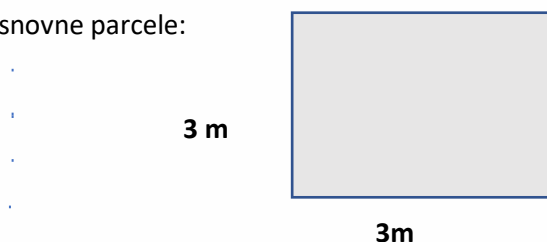
Medvrstna in vrstna razdalja: 60 cm x 50 cm (0,30 m²/rastlino) 5 vrst na parcelo, vrednotenje notranje 3 vrste (pridelek, tla...)

Sklop rastlin/ha: 33.333 r, 30 r/parcelo; (12 parcel) 360 r

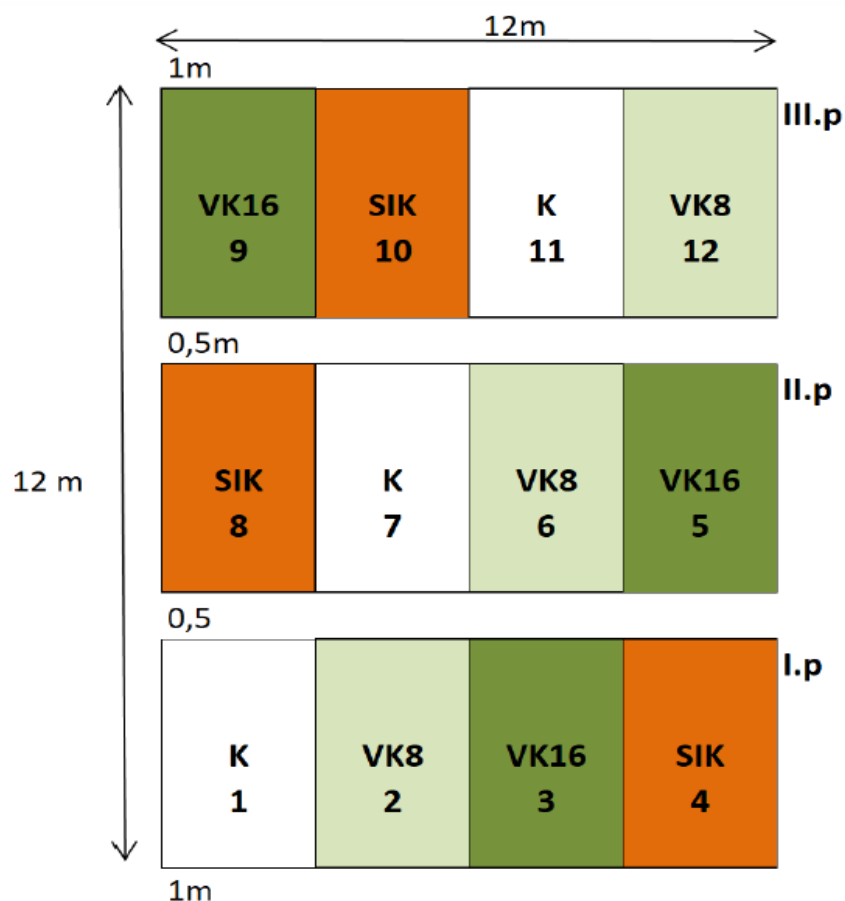
Število ponovitev: 3

Skupna velikost poskusa: 12 m x 14m, na začetku 1 m oskrbovalne poti, med ponovitvami 0,5 m).

Shema osnovne parcele:



Shema celotnega poskusa:



LEGENDA:

1	Kontrola
2	Vermikompost 8 t SS/ha
3	Vermikompost 16 t SS/ ha
4	Sistem kmetije –SIK (IPL, EKO, BD) ustaljena praksa na kmetijah

3.1.2 Preračun potrebnih količin gnojil za poljske poskuse

KMETIJA MANFRED JAKOP

Podatki iz analize komposta:

N – 1,002 % s.s.

K₂O – 0,00918401 kg/kg s.s.

P₂O₅ – 0,01776782 kg/kg s.s.

CaO – 0,04001773 kg/kg s.s.

Suha snov – 36,85 %

Preračuni vsebnosti hranil v dodanem kompostu:

- v 8 t/ha je 80,2 kg N, v 16 t/ha je 160,3 kg N
- v 8 t/ha je 142,1 kg P₂O₅, v 16 t/ha je 284,2 kg P₂O₅
- v 8 t/ha je 73,4 kg K₂O, v 16 t/ha je 146,9 kg K₂O
- v 8 t/ha je 320,1 kg CaO, v 16 t/ha je 640,3 kg CaO.

Preračun svežega komposta glede na vsebnost s.s.:

Za ponovitev 8 t/ha s.s. komposta rabimo 21,7 tone/ha svežega komposta, oz. 19,5 kg/9m²

Za ponovitev 16 t/ha s.s. komposta rabimo 43,4 tone/ha svežega komposta, oz. 39,0 kg/9 m²

Vsaka ponovitev na poljini površine 9 m², kar pomeni 19,5 kg svežega komposta pri 8 t s.s. komposta in 39,0 kg svežega komposta pri 16 t s.s. na eno poljino.

Komentar: s predhodnim posevkom bomo pridobili dodatno še 10 kg P₂O₅ in 40 kg K₂O, kar pomeni, da bo pri ponovitvi 8 t/ha s.s. komposta za predvideni pridelek zelja do 45 t/ha, primanjkovalo cca. 118 kg N in cca 144 kg kalija, fosforja bo dovolj, enako kalcija, pri ponovitvi 16 t/ha s.s. komposta bo primanjkovalo cca. 38 kg N in cca. 71 kg K₂O, fosforja in kalcija bo dovolj.

KMETIJA PRIMOŽ KELENC

VZOREC1

Podatki iz analize komposta:

N – 2,43 % s.s.

K₂O – 0,01518987 kg/kg s.s.

P₂O₅ – 0,01534624 kg/kg s.s.

CaO – 0,03178047 kg/kg s.s.

Suha snov – 21,06 %

Preračuni vsebnosti hranil v dodanem kompostu:

- v 8 t/ha je 194,4 kg N, v 16 t/ha je 388,8 kg N
- v 8 t/ha je 122,8 kg P₂O₅, v 16 t/ha je 245,5 kg P₂O₅
- v 8 t/ha je 121,5 kg K₂O, v 16 t/ha je 243,0 kg K₂O
- v 8 t/ha je 254,2 kg CaO, v 16 t/ha je 508,5 kg CaO.

Preračun svežega komposta glede na vsebnost s.s.:

Za ponovitev 8 t/ha s.s. komposta rabimo 38,0 tone/ha svežega komposta, oz. 34,2 kg/9m²

Za ponovitev 16 t/ha s.s. komposta rabimo 68,4 tone/ha svežega komposta, oz. 68,4 kg/9 m²

Vsaka ponovitev na poljini površine 9 m², kar pomeni 34,2 kg svežega komposta pri 8 t s.s. komposta in 68,4 kg svežega komposta pri 16 t s.s. na eno poljino.

Komentar: s predhodnim posevkom bomo pridobili dodatno še 10 kg P₂O₅ in 40 kg K₂O, kar pomeni, da bo pri ponovitvi 8 t/ha s.s. komposta za predvideni pridelek zelja do 45 t/ha, primanjkovalo cca. 95 kg kalija, dušika in fosforja bo dovolj, enako kalcija, pri ponovitvi 16 t/ha s.s. komposta bo vseh hranil v zadostnih količinah.

VZOREC2

Podatki iz analize:

N – 0,82 % s.s.

K₂O – 0,00634520 kg/kg s.s.

P₂O₅ – 0,00961474 kg/kg s.s.

CaO – 0,02116694 kg/kg s.s.

Suha snov – 46,57 %

Preračuni vsebnosti hranil v dodanem vermikompostu:

- v 8 t/ha je 65,6 kg N, v 16 t/ha je 131,2 kg N
- v 8 t/ha je 76,9 kg P₂O₅, v 16 t/ha je 153,8 kg P₂O₅
- v 8 t/ha je 50,8 kg K₂O, v 16 t/ha je 101,5 kg K₂O
- v 8 t/ha je 169,3 kg CaO, v 16 t/ha je 338,7 kg CaO.

Preračun svežega komposta glede na vsebnost s.s.:

Za ponovitev 8 t/ha s.s. komposta rabimo 17,2 tone/ha svežega komposta, oziroma 15,5 kg/9m²

Za ponovitev 16 t/ha s.s. komposta rabimo 34,4 tone/ha svežega komposta, oziroma 31,0 kg/9m²

Vsaka ponovitev na poljini površine 9 m², kar pomeni 15,5 kg svežega komposta pri 8 t s.s. komposta in 31,0 kg svežega komposta pri 16 t s.s.

Komentar: s predhodnim posevkom bomo pridobili dodatno še 10 kg P₂O₅ in 40 kg K₂O, kar pomeni, da bo pri ponovitvi 8 t/ha s.s. komposta za predvideni pridelek zelja 45 t/ha primanjkovalo cca. 133 kg N in cca 166 kg kalija, fosforja bo dovolj, enako kalcija, pri ponovitvi 16 t/ha s.s. komposta pa bo primanjkovalo cca. 44 kg N in 115 kg kalija, ostalih hranil bo dovolj.

KMETIJA PUKŠIČ

VZOREC1

Podatki iz analize:

N – 1,91 % s.s.

K₂O – 0,01022249 kg/kg s.s.

P₂O₅ – 0,00761332 kg/kg s.s.

CaO – 0,03021995 kg/kg s.s.

Suha snov – 23,31 %

Preračuni vsebnosti hranil v dodanem kompostu:

- v 8 t/ha je 152,8 kg N, v 16 t/ha je 305,6 kg N
- v 8 t/ha je 60,9 kg P₂O₅, v 16 t/ha je 121,8 kg P₂O₅
- v 8 t/ha je 81,8 kg K₂O, v 16 t/ha je 163,6 kg K₂O
- v 8 t/ha je 241,8 kg CaO, v 16 t/ha je 483,5 kg CaO.

Preračun svežega komposta glede na vsebnost s.s.:

Za ponovitev 8 t/ha s.s. komposta rabimo 34,3 tone/ha svežega komposta, oz. 30,87 kg/9m²

Za ponovitev 16 t/ha s.s. komposta rabimo 68,4 tone/ha svežega komposta, oz. 61,6 kg/9 m²

Vsaka ponovitev na poljini površine 9 m², kar pomeni 30,87 kg svežega komposta pri 8 t s.s. komposta in 61,6 kg svežega komposta pri 16 t s.s. na eno poljino.

Komentar: s predhodnim posevkom bomo pridobili dodatno še 10 kg P₂O₅ in 40 kg K₂O, kar pomeni, da bo pri ponovitvi 8 t/ha s.s. komposta za predvideni pridelek zelja do 45 t/ha, primanjkovalo cca. 45 kg N in cca 85 kg kalija, fosforja bo dovolj, enako kalcija, pri ponovitvi 16 t/ha s.s. komposta bo vseh hranil v zadostnih količinah.

VZOREC2

Podatki iz analize:

N – 1,72 % s.s.

K₂O – 0,01687912 kg/kg s.s.

P₂O₅ – 0,00994011 kg/kg s.s.

CaO – 0,02864011 kg/kg s.s.

Suha snov – 29,77 %

Preračuni vsebnosti hranil v dodanem kompostu

- v 8 t/ha je 137,6 kg N, v 16 t/ha je 275,2 kg N
- v 8 t/ha je 79,5 kg P₂O₅, v 16 t/ha je 159,0 kg P₂O₅
- v 8 t/ha je 135,0 kg K₂O, v 16 t/ha je 270,0 kg K₂O
- v 8 t/ha je 229,1 kg CaO, v 16 t/ha je 458,2 kg CaO.

Preračun svežega komposta glede na vsebnost s.s.

Za ponovitev 8 t/ha s.s. komposta rabimo 26,9 tone/ha svežega komposta, oziroma 24,2 kg/9m²

Za ponovitev 16 t/ha s.s. komposta rabimo 53,7 tone/ha svežega komposta, oziroma 48,4 kg/9m²

Vsaka ponovitev na poljini površine 9 m², kar pomeni 24,2 kg svežega komposta pri 8 t s.s. komposta in 48,4 kg svežega komposta pri 16 t s.s.

Komentar: s predhodnim posevkom bomo pridobili dodatno še 10 kg P₂O₅ in 40 kg K₂O, kar pomeni, da bo pri ponovitvi 8 t/ha s.s. komposta za predvideni pridelek zelja 45 t/ha primanjkovalo cca. 60 kg N in cca 20 kg kalija, fosforja bo dovolj, enako kalcija, pri ponovitvi 16 t/ha s.s. komposta bo vseh hranil v zadostnih količinah.

3.2 Poljski rastni poskus

3.2.1 Poljski rastni poskus na kmetiji Jakob

Kmetijsko gospodarstvo Manfred Jakob je poljedelska kmetija, ki leži na obrobju pesniške doline na srednje težkih tleh. Glavna kmetijska panoga je poljedelstvo, v manjšem obsegu pridelujejo tudi različne vrste zelenjave. Kmetija sodeluje v kmetijskih okoljskih programih od leta 2004 (Integrirana pridelava poljščin), danes je vključena v KOPOP z vsemi kmetijskimi površinami. Kmetija obdeluje 4,66 ha njivskih površin. Na površinah prideluje žita, koruza, oljnice in različno zelenjavo.

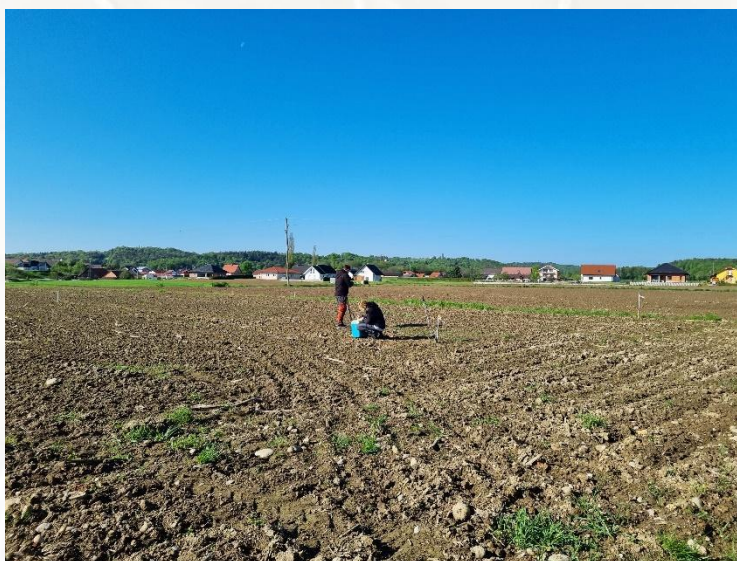
Točna lokacija poljskega poskusa:

GKY: 586.360,22

GKX: 154.692,21



Slika 7: Lokacija poljskega poskusa na kmetiji Jakob



Slika 8: Njiva z označenim območjem poljskega poskusa – Biš

Njiva, na kateri se bo izvajal poskus se nahaja na KO BIŠ, številka GERKA 4116239.

- Osnovna obdelava: po spravilu oljnih buč, so se vsi rastlinski ostanki v jeseni (konec oktobra) zaorali

- Predposevek: oljne buče (zimna brazda)

Spremljanje rasti zelja na kmetiji Jakob je predstavljeno na naslednjih slikah.



Slika 9 a-e: Rast in spravilo zelja na poljskem rastnem poskusu na kmetiji Jakob

3.2.2 Poljski rastni poskus na kmetiji Pukšič

Ekološka kmetija Pukšič leži v Prlekiji v kraju Jastrebcu. Ukvarjajo se z ekološko pridelavo zelenjave, ki jo kasneje tudi predelajo in prodajo. Kmetija ima ekološki certifikat od leta 1999. Obdelujejo 7,92 ha njivskih površin, prav tako pridelujejo zelenjavo v rastlinjakih na površini 0,46 ha.

Točna lokacija poljskega poskusa:

GKY: 596914,8

GKX: 147176,3



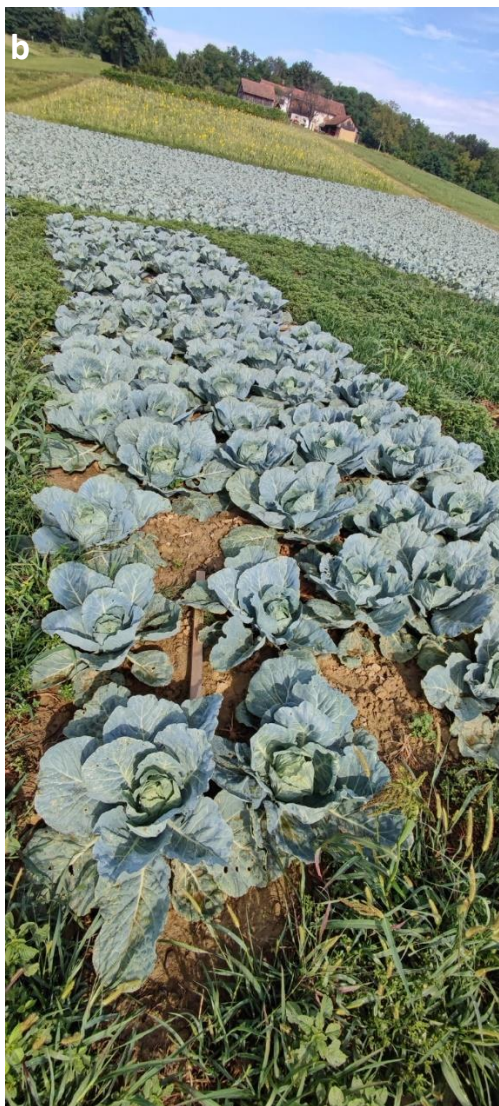
Slika 10: Lokacija poljskega poskusa na kmetiji Pukšič

Njiva, na kateri se je izvajal poskus se nahaja na KO Jastrebcu, številka GERKA 6029082.

Osnovna obdelava: po spravilu rdeče pese, so se vsi rastlinski ostanki v jeseni (konec oktobra) zaorali.

Predposevek: rdeča pesa

Spremljanje rasti zelja na kmetiji Pukšič je predstavljeno na naslednjih slikah.





Slika 11 a-e: Rast in spravilo zelja na poljskem rastnem poskusu na kmetiji Pukšič.

3.2.3 Poljski rastni poskus na kmetiji Kelenc

Kmetija Kelenc je biodinamična kmetija iz Stojncev. Osnovna kmetijska dejavnost kmetije je pridelava zelenjave in poljščin na biodinamičen način. Zraven številnih vrst zelenjave, pridelujejo še različne poljščine kot so kuzuza, ajda, oljne buče, proso piro in pšenico. Obdelujejo 6,35 ha njivskih površin in 0,10 ha sadovnjaka.





Slika 12 a-e: Rast in spravilo zelja na poljskem rastnem poskusu na kmetiji Kelenc.

3.3 Rezultati poljskega poskusa

3.3.1 Rezultati analiz zemlje pred poljskim poskusom

Tabela 3: Rezultati analize zemlje na lokacijah poljskih poskusov.

	tla	Pukšič	Kelenc	Jakop
pH (CaCl ₂)	/	6,48	7,32	6,13
rast. dos P	mg P ₂ O ₅ /100g	28,46	110,56	37,94
rast. dos k	mg K ₂ O/100g	14,25	61,1	18,49
CEC		14,8	14,4	15,4
tekstura	/	meljasta ilovica	meljasta ilovica	meljasta ilovica
el. prevodnost	us/cm	88,55	108,7	89,95
N	% s.s.	0,101	<0,1 (0,097)	0,137
TC	% s.s.	1,11	1,27	1,6
TOC	% s.s.	0,99	1,01	1,33
celotni P (AqR)	mg/kg s.s.	1906,43	5303,68	2391,6
CaO	mg/kg s.s.	6072,79	10628,91	4633,55
P ₂ O ₅	mg/kg s.s.	4365,73	12145,44	5476,80
K ₂ O (aqR)	mg/kg s.s.	3396,46	5015,44	3252,23
suha snov	%	80,01	84,27	76,77
žarilna izguba	% s.s.	4,82	5,3	5,92

Na kmetiji Jakop so tla za slovenske razmere nadpovprečno založena s fosforjem in kalijem in dobro mirelizacijsko sposobnostjo. Ker so tla v tipu po strukturi v meljasti ilovici, imajo dobro sposobnost zadrževanja vlage v tleh. Tla so zaradi ilovice nekoliko težavnejša glede obdelave, saj je med premokrimi in presuhimi tlemi kratko obdobje, ki je primerno za delo na njivi. Ph tal je za pesniško dolino relativno nizki, kar omogoča rastlinam boljšo rast in več dostopnih hranil v talni raztopini.

Osnovni okvir izvedbe poskusa s pridelavo zelja je upošteval pravila priročnika Tehnologija pridelave zelja (KGZS 2018). Izvedba poskusa na kmetiji Jakob je potekala v skladu s pravili za integrirano pridelavo zelja (Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave 2022), izvedba poskusa na kmetiji Pukšič je temeljila na navodilih priročnikov Tehnološka navodila za ekološko pridelavo zelenjadnic (KGZS 2017) in Pridelovanje zelenjave na ekološki način (KGZS Zavod Ljubljana 2015) ter splošnih smernic in napotkih za ekološko kmetijstvo. Izvedba poskusa na kmetiji Kelenc je temeljila na smernicah biodinamičnega kmetijstva v okviru standardov Demeter, ki so še strožji od predpisov ekološke pridelave. Gre za sonaravno metodo kmetovanja, ki upošteva poleg ekoloških metod kmetovanja tudi zakonitosti naravnega gibanja Zemlje in letnih časov (Demeter standard).

Na lokaciji **kmetije Pukšič** analiza tal pokaže naslednje parametre:

- TIP TAL: meljasta ilovica (na laporju)
- pH tal: 6,48 – zmerno kislta tla, optimalna za pridelavo zelja (6,5-7,5)
- založenost tal s **fosforjem (P)** je v D razredu (čezmerna založenost): 28,46 mg P₂O₅/100g tal
- založenost tal s **kalijem (K)** je v B razredu (slaba založenost): 14,25 mg K₂O/100g tal

Na lokaciji **kmetije Kelenc** analiza tal pokaže naslednje parametre:

- TIP TAL: meljasta ilovica (nekarbonatne prodnate in peščene nasutine rek)
- pH tal: 7,32 – rahlo bazična tla, optimalna za pridelavo zelja (6,5-7,5)
- založenost tal s **fosforjem (P)** je v E razredu (ekstremna založenost): 110,56 mg P₂O₅/100g tal
- založenost tal s **kalijem (K)** je v E razredu (ekstremna založenost): 61,1 mg K₂O/100g tal

Na lokaciji **kmetije Jakop** analiza tal pokaže naslednje parametre:

- TIP TAL: meljasta ilovica (psevdoglej)
- pH tal: 6,13 – zmerno kislila tla
- založenost tal s **fosforjem (P)** je v D razredu (čezmerna založenost): 37,94 mg P₂O₅/100g tal
- založenost tal s **kalijem (K)** je v B razredu (slaba založenost): 18,49 mg K₂O/100g tal

Interpretacija doseženih rezultatov s poljskih poskusov temelji na izmerjenih vrednostih posameznih parametrov, ki smo jih vrednotili na terenu. V ta namen smo upoštevali število glav zelja na parcelo, skupni pridelek na parcelo, tržni pridelek na parcelo, povprečno maso glave pri tržnem pridelku, % tržnega pridelka, skupni pridelek (ha) in tržni pridelek (ha). Po vseh meritvah na posamično parcelo vseh ponovitev, pri vseh kmetijah, smo izračunali še povprečne dosežene vrednosti za posamično kmetijo, glede na ponovitve in variante (K, VK 8, VK 16 in SIK). Rezultati so interpretirani v obliki grafov.

Iz slednjih je razvidno, da kmetija Jakop (konvencionalna pridelava) dosega statistično značilne višje vrednosti merjenih parametrov od ostalih dveh kmetij (Pukšič in Kelenc – ekološka oz. biodinamična pridelava). Omeniti velja, da so kmetije izvajale poskus na različnih imenovalcih proizvodnje (konvencionalno, po smernicah KOPOP operacij iz ukrepe POZ (poljedelstvo in zelenjadarstvo) ekološko in biodinamično kmetovanje).

V večini primerov so bile izmerjene vrednosti in ovrednotenja pridelka najvišje pri kmetiji Jakop. Kmetiji Pukšič in Kelenc (ekološka oz. biodinamična pridelava) sta bili medsebojno primerljivi po rezultatih. Le pri % tržnega pridelka je najboljše rezultate dosegla kmetija Pukšič.

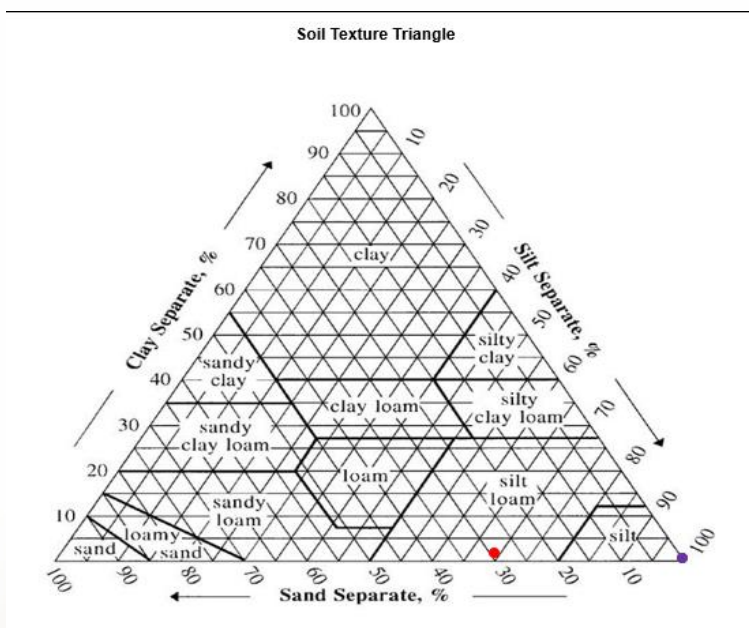
Enak korak in projekcijo lahko zaznamo tudi na razširjeni shemi, kjer so podane vrednosti izražene v predikcijskih hektarskih normah.

Znotraj kmetij pa so se za vodilne izkazale različne variante poskusa (merjeno na osnovi K, VK 8, VK 16 in SIK). Podatke za izdelavo grafov smo črpali iz excelove tabele, v katero smo na terenu vnašali izmerjene podatke.

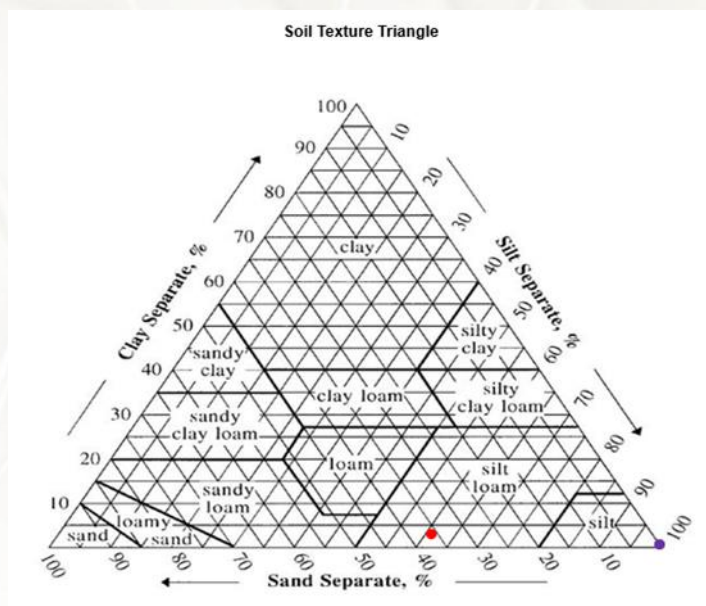
3.3.1.1 Kationska sestava tal

Tabela 4: Rezultati kationske sestave tal pred poljskim poskusom

		Pukšič	Kelenc	Jakop
Al	cmol+/kg	<0,05	<0,05	<0,05
Ca	cmol+/kg	7,05	8,16	9,45
Fe	cmol+/kg	<0,08	<0,08	<0,08
Mg	cmol+/kg	2,07	2,08	0,725
Mn	cmol+/kg	<0,007	<0,007	<0,007
K	cmol+/kg	<3	<3	<3
Na	cmol+/kg	701	702	702

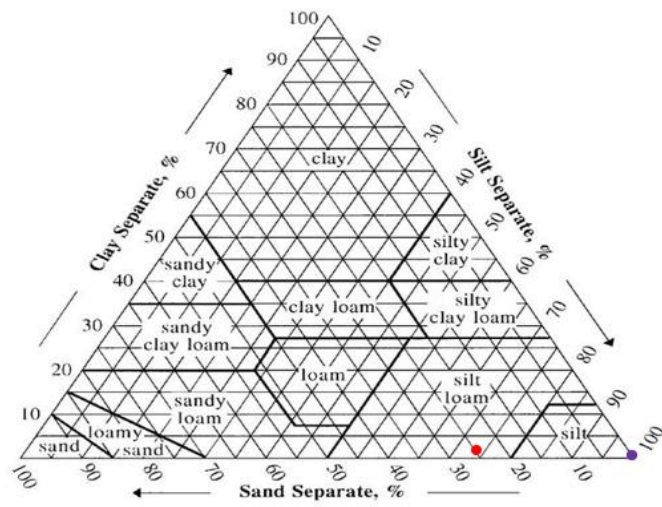


Slika 13: Rezultat teksture tal za kmetijo Pukšič



Slika 14: Rezultat teksture tal za kmetijo Kelenc

Soil Texture Triangle



Slika 15: Rezultat teksture tal za kmetijo Jakop

3.3.2 Spremljanje poljskih poskusov

Tabela 5: Agrotehnični ukrepi na obeh lokacijah pilotnega poljskega poskusa

Agrotehnični ukrep	Lokacija poskusa		
	Pukšič	Kelenc	Jakop
Predposevek	Rdeča pesa	/	Olnje buče
Osnovna obdelava	29.10.2021	22.3.2022 Ripanje	26.10.2021 (oranje do 30 cm)
Ravnjanje zimske brazde	/	/	25.03.2022
Vrtavkasta brazda	/	4.06.2022	5.05.2022
Slepa setev s predsetvenikom do globine 4 cm	6.5.2022 in 21.5.2022	/	25.05.2022
Priprava površine za presajanje sadik	/	2.06.2022	7.6.2022 (predsetvenik)
Presajanje zelja na prosto	2.06.2022	2.06.2022	7.06.2022
Namakanje	/	/	/
Okopavanje	21.06.2022	7.07.2022	23.7.2022 8.8.2022
Dognojevanje	/	/	12.8.2022 (obr. NPK, kan 27N)
Varstvo pred bolhači	25.6.2022 in 9.7.2022	/	Karate Zeon 5CS; 0,15 l/ha
Varstvo pred kapusovim belinom	/	/	30.8.2022 (FFS; Bulldock EC 25, odmerek:0,3 L/ha)
Pobiranje pridelka	23.09.2022	18.10.2022	1.10.2022

Pridelek smo vrednotili po naslednjih kriterijih:

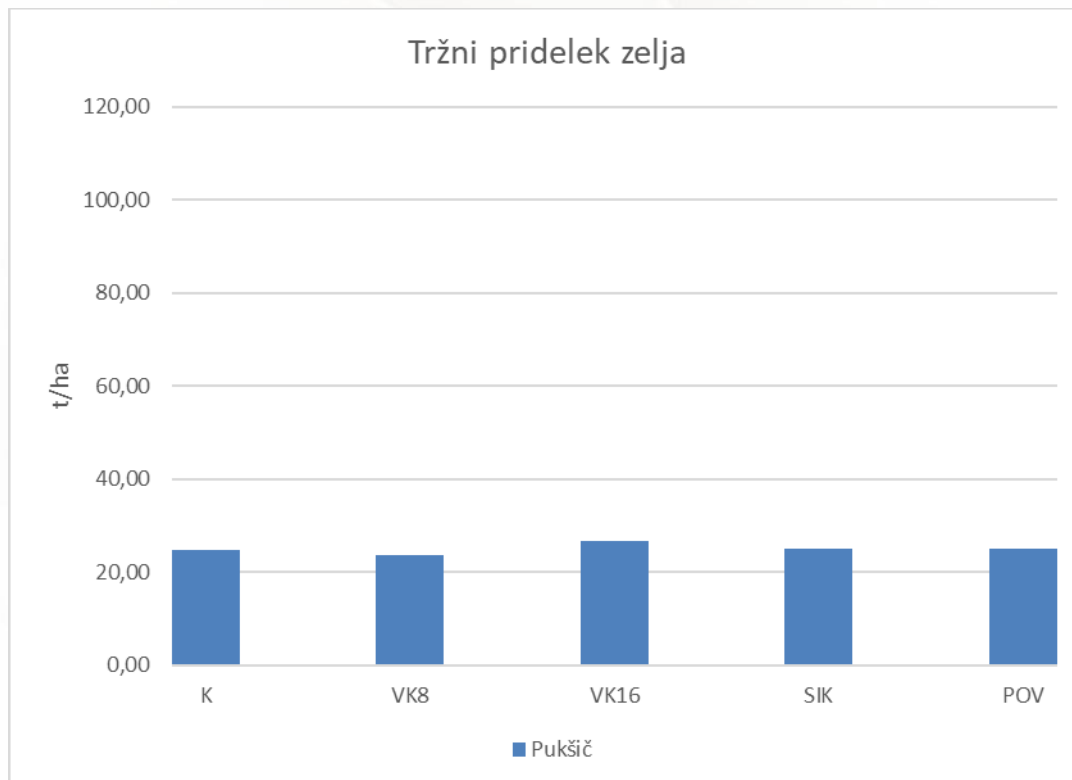
- štetje pridelka na obravnavano območje (parcelo),
- merjenje obsega zeljnih glav,
- tehtanje skupnega pridelka zelja na parcelo
- tehtanje tržnega pridelka zelja na parcelo.

3.3.3 Rezultati poljskega poskusa – kmetija Pukšič

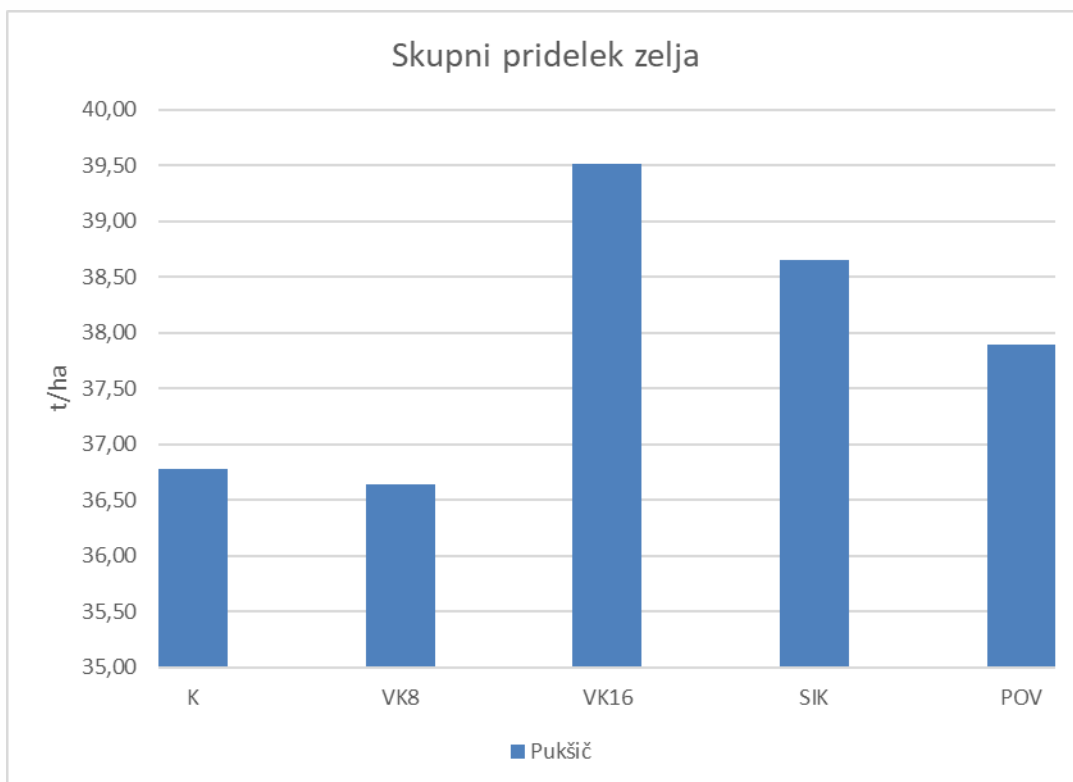
Tabela 6: Skupni in tržni pridelek zelja na kmetiji Pukšič

	POVPREČNA MASA GLAVE TRŽNEGA PRIDELKA kg	SKUPNI PRIDELEK t/ha	TRŽNI PRIDELEK t/ha	ODSTOTEK TRŽNEGA PRIDELKA %
P-K	1,11	36,77	24,73	67,2
P-VK8	1,14	36,64	23,51	63,0
P-VK16	1,34	39,51	26,74	67,3
P-SIK	1,32	38,65	24,97	64,9
P-POV	1,23	37,89	24,99	65,6

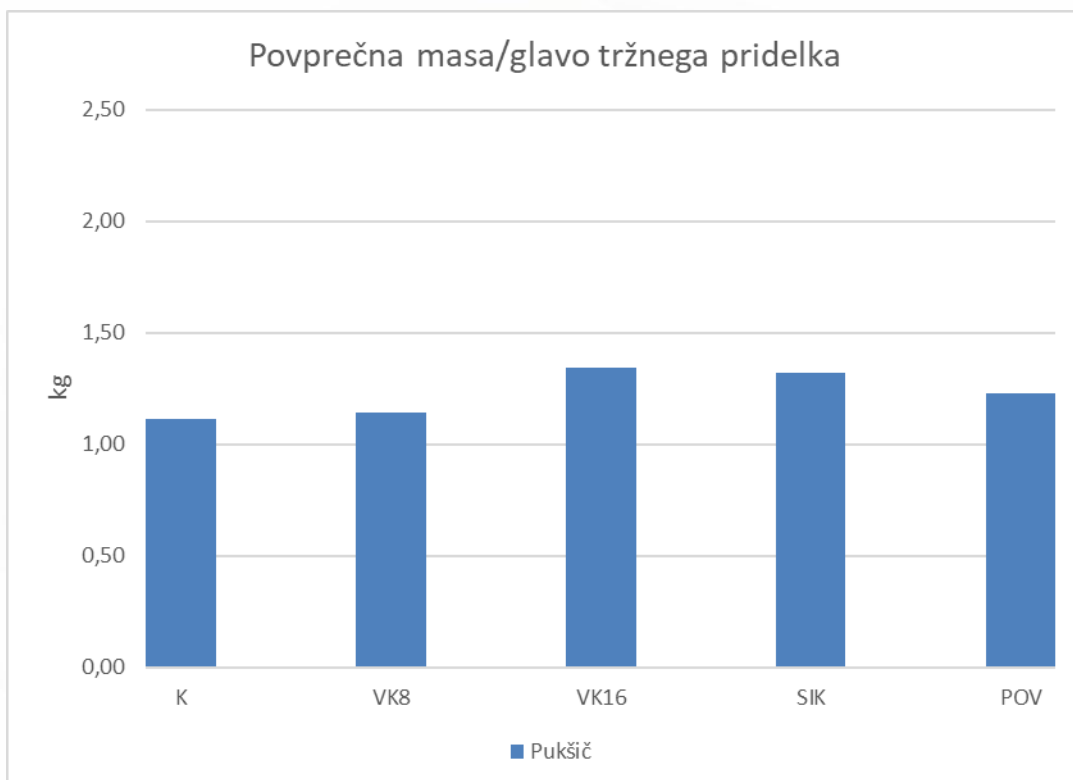
Legenda: K – kontrola; VK8 – vermikompost 8 t suhe snovi/ha; VK16 – vermikompost 16 t suhe snovi/ha; SIK – sistem kmetije oz. ustaljena praksa na kmetijah (EKO- ekološka).



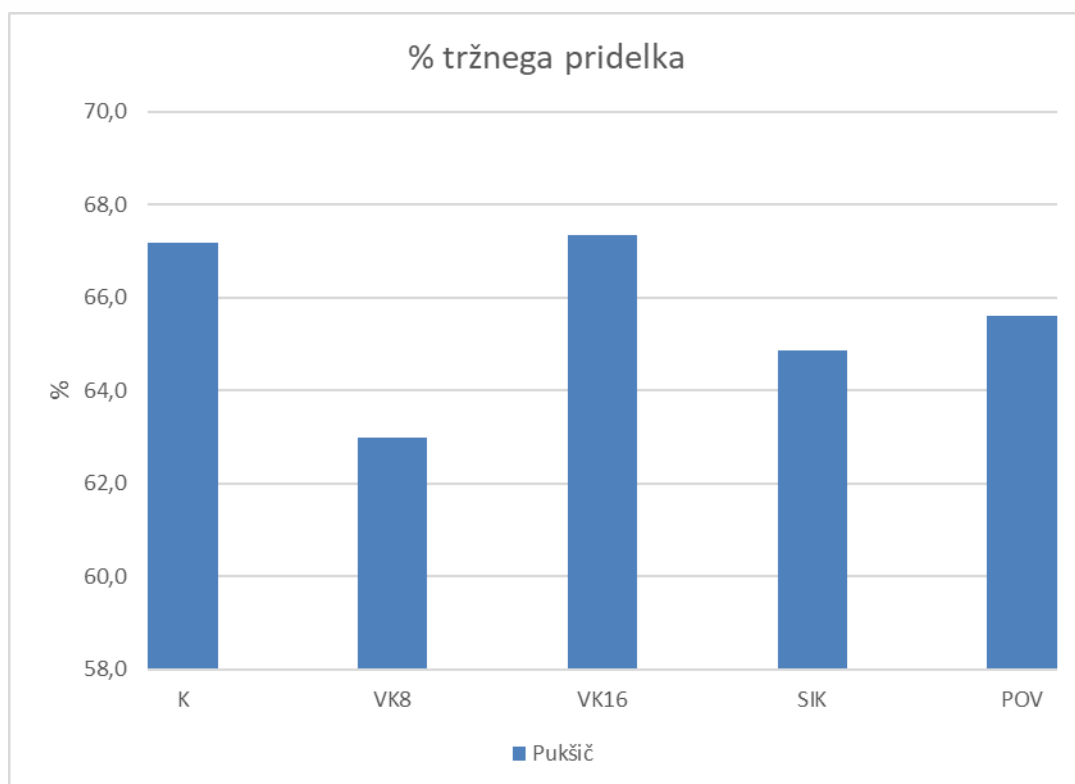
Slika 16: Primerjava med obravnavanji za tržni pridelek na kmetiji Pukšič.



Slika 17: Primerjava med obravnavanji za skupni pridelek na kmetiji Pukšič.



Slika 18: Primerjava med obravnavanji za povprečno maso glave tržnega pridelka na kmetiji Pukšič.



Slika 19: Primerjava med obravnavanji za odstotek tržnega pridelka na kmetiji Pukšič.

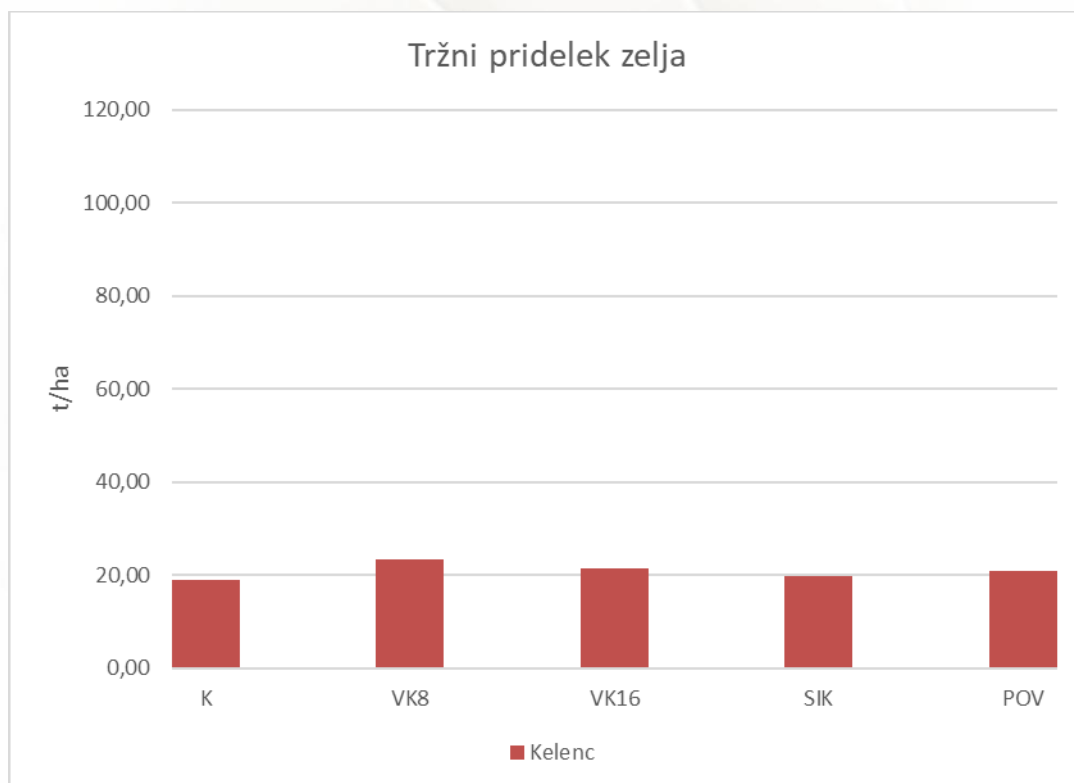
Rezultati poskusa so pokazali, da je bil skupni pridelek na kmetiji Pukšič najvišji pri obravnavanju VK16 in pri obravnavanju sistema kmetije, pri obeh obravnavanjih je bil tudi skupni pridelek nad povprečjem poskusa. Pri tržnem pridelku zelja je bil prav tako nad povprečjem poskusa pri obravnavanju VK16, blizu povprečja je bilo obravnavanje sistema kmetije, ostala obravnavanja so bila pod povprečjem poskusa. Delež tržnega pridelka zelja od skupnega pridelka se je pri vseh obravnavanjih gibal na običajni ravni okrog dve tretjini. Dodajanje vermikomposta je vsekakor, glede na založenost, lahko vplivalo na višji pridelek, saj gre za ekološko kmetijo, kjer ne dodajajo potrebna hranila v obliki mineralnih gnojil, se pa bodo rezultati pokazali predvsem v daljšem časovnem obdobju. Glede na dobljene rezultate poskusa na kmetiji Pukšič, lahko z veliko mero gotovosti trdimo, da je dodajanje vermikomposta vplivalo na izboljšane lastnosti tal, boljše strukturiranost, večjo zračnost in posledično ugodnejši pH do take mere, da je bila dostopnost ključnih hranil izboljšana. Izboljšala se je tudi mikrobiološka aktivnost tal, kar je omogočilo sprejem sicer prisotnih, a močnejše vezanih hranil (fosfor, kalij, magnezij) na talne delce. Z dodajanjem vermikomposta se je tako povečala dostopnost P in K. Zelo očitno pa dodajanje vermikomposta 8 t/ha oziroma obravnavanje VK8 na kmetiji ni dovoljna količina za izboljšanje dostopnosti hranil P in K v tleh. Povprečna masa na glavo pridelka zelja je dokaj podobna pri vseh obravnavanjih, povprečje zopet presega obravnavanje VK16 in ekološki sistem kmetije.

3.3.4 Rezultati poljskega poskusa – kmetija Kelenc

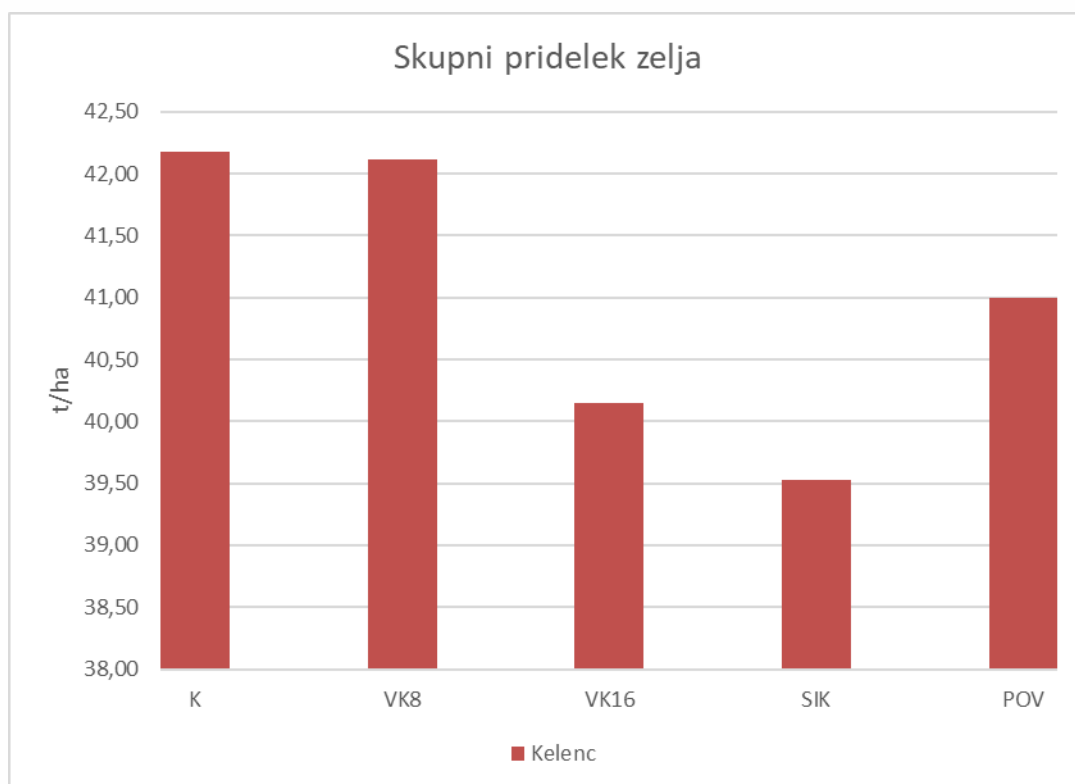
Tabela 7: Skupni in tržni pridelek zelja na kmetiji Kelenc

	POVPREČNA MASA GLAVE TRŽNEGA PRIDELKA kg	SKUPNI PRIDELEK t/ha	TRŽNI PRIDELEK t/ha	ODSTOTEK TRŽNEGA PRIDELKA %
K-K	0,68	42,18	18,87	43,7
K-VK8	0,88	42,12	23,25	54,7
K-VK16	0,93	40,15	21,46	53,7
K-SIK	0,76	39,53	19,67	49,6
K-POV	0,81	40,99	20,81	50,4

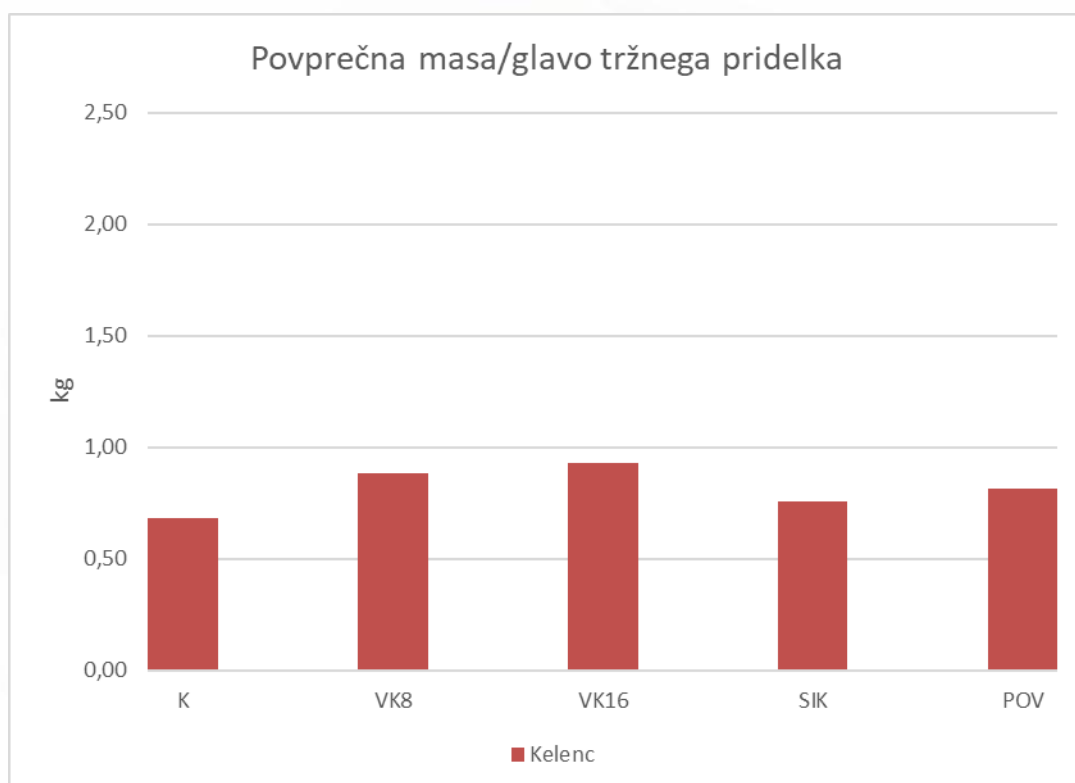
Legenda: K – kontrola; VK8 – vermikompost 8 t suhe snovi/ha; VK16 - vermikompost 16 t suhe snovi/ha; SIK – sistem kmetije oz. ustaljena praksa na kmetijah (BD – biodinamična).



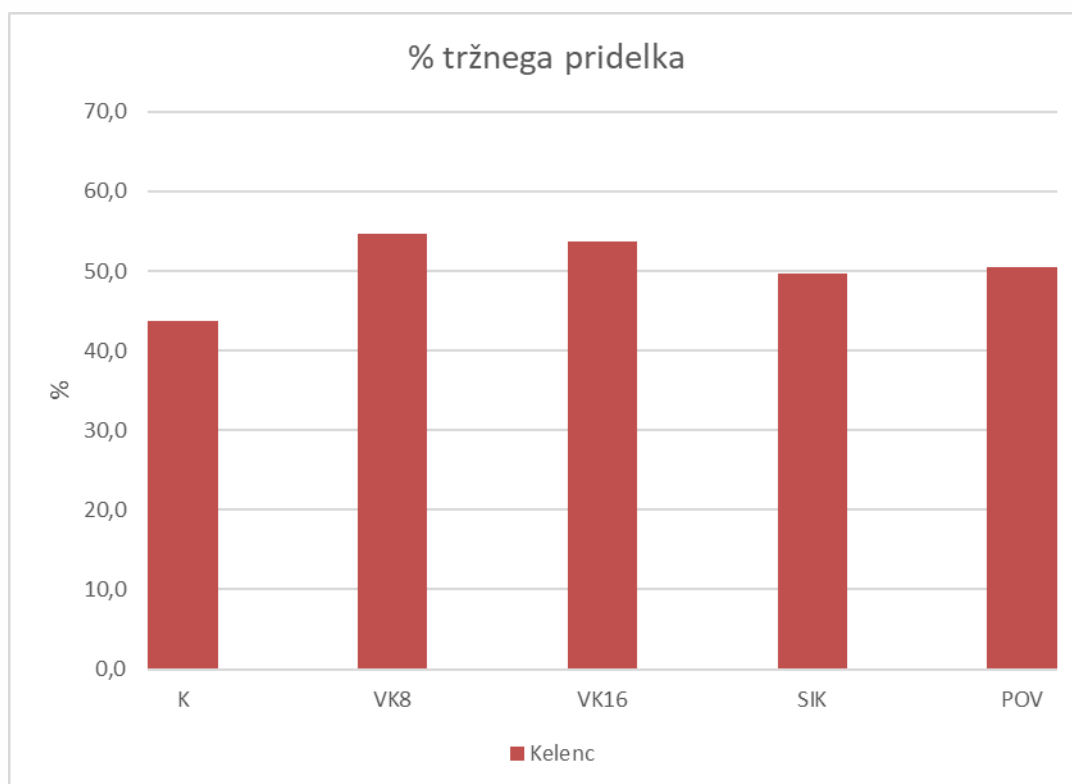
Slika 20: Primerjava med obravnavanji za tržni pridelek na kmetiji Kelenc



Slika 21: Primerjava med obravnavanji za skupni pridelek na kmetiji Pukšič.



Slika 22: Primerjava med obravnavanji za povprečno maso glave tržnega pridelka na kmetiji Pukšič.



Slika 23: Primerjava med obravnavanji za odstotek tržnega pridelka na kmetiji Kelenc.

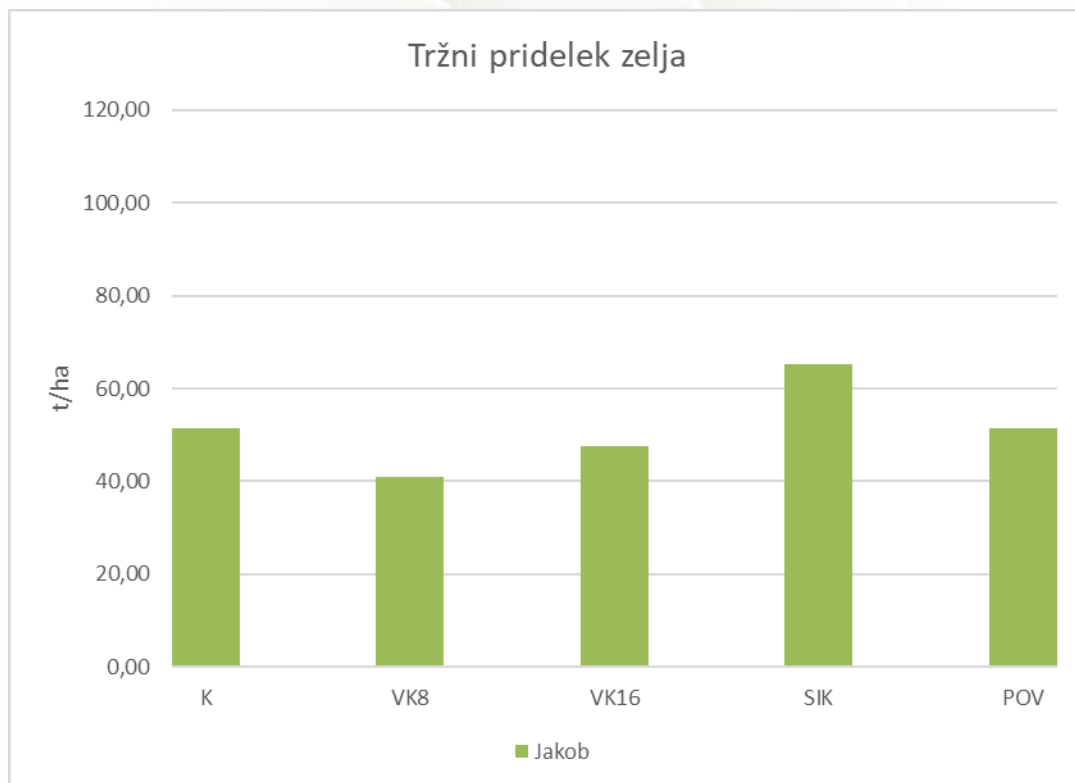
Rezultati poskusa so pokazali, da je bil skupni pridelek na kmetiji Kelenc najvišji pri kontroli in obravnavanju VK8, tržni pridelek pa je bil najvišji pri obravnavanjih z dodajanjem vermikomposta VK8 in VK16 in je bil tudi nad povprečjem poskusa. Delež tržnega pridelka zelja od skupnega pridelka se je pri vseh obravnavanjih gibal na dokaj nizki ravni, okrog 50 %, pri sistemu kmetije celo samo 43 %, na kar je verjetno vplivalo dokaj pozno spravilo, ko so se tudi zaradi sorazmerno vlažnega obdobja s prekomernimi padavinam začeli procesi propadanja pridelka in gnitja zelja ter s tem zmanjšanje deleža tržnega pridelka. Dodajanje vermikomposta zaradi izjemno dobre založenosti s hranili najverjetneje ni vplivalo na sprejem hranil in višji pridelek. Glede na dobljene rezultate poskusa na kmetiji Kelenc, lahko z veliko mero gotovosti trdimo, da dodajanje vermikomposta vpliva na izboljšanje lastnosti tal, boljše strukturiranost, večjo zračnost in posledično ugodnejši pH, kar lahko pomeni izboljšano dostopnost ključnih hranil v prihodnosti. Izboljšala se bo tudi mikrobiološka aktivnost tal, kar bo omogočilo sprejem hranil. V poskusu na kmetiji Kelenc pa je dodajanje vermikomposta vplivalo na povprečno maso glave zelja, saj je bila najvišja pri obravnavanjih z dodajanjem vermikomposta VK8 in VK16. Prav tako je bila povprečna masa glave zelja pri teh dveh obravnavanjih večja od povprečja poskusa. Ker je založenost in dostopnost hranil izjemna, dodajanje vermikomposta vpliva predvsem na boljše strukturo tal in njeno zračnost. Dolgoročno lahko predstavlja težavo preskrba pridelkov z dušikom, saj so nekatere kulture, med katere prvenstveno spada tudi zelje, veliki porabniki dušika, zato ga bo, glede na način pridelave na kmetiji Kelenc, nujno potrebno v prihodnje na kakršenkoli način tudi zagotoviti.

3.3.5 Rezultati poljskega poskusa – kmetija Jakob

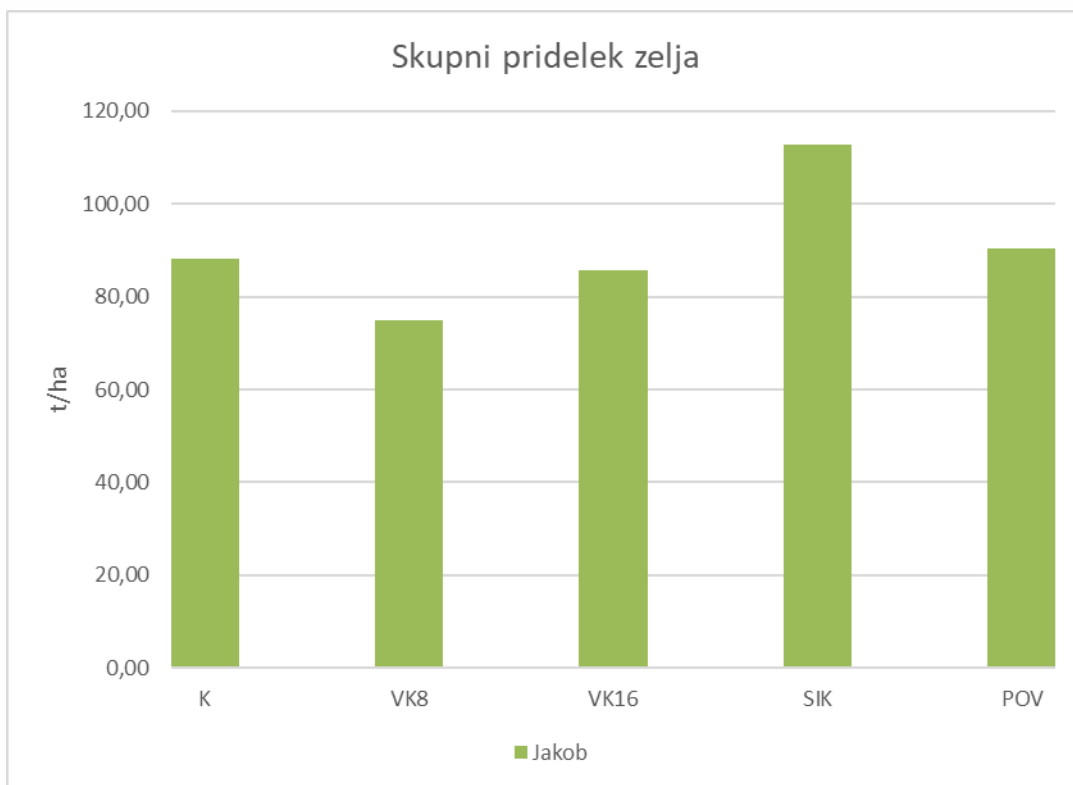
Tabela 8: Skupni in tržni pridelek zelja na kmetiji Jakob

	POVPREČNA MASA GLAVE TRŽNEGA PRIDELKA kg	SKUPNI PRIDELEK t/ha	TRŽNI PRIDELEK t/ha	ODSTOTEK TRŽNEGA PRIDELKA %
J-K	1,69	88,12	51,37	58,3
J-VK8	1,37	74,80	41,07	54,9
J-VK16	1,65	85,78	47,67	55,4
J-SIK	2,42	112,60	65,18	58,1
J-POV	1,78	90,33	51,32	56,7

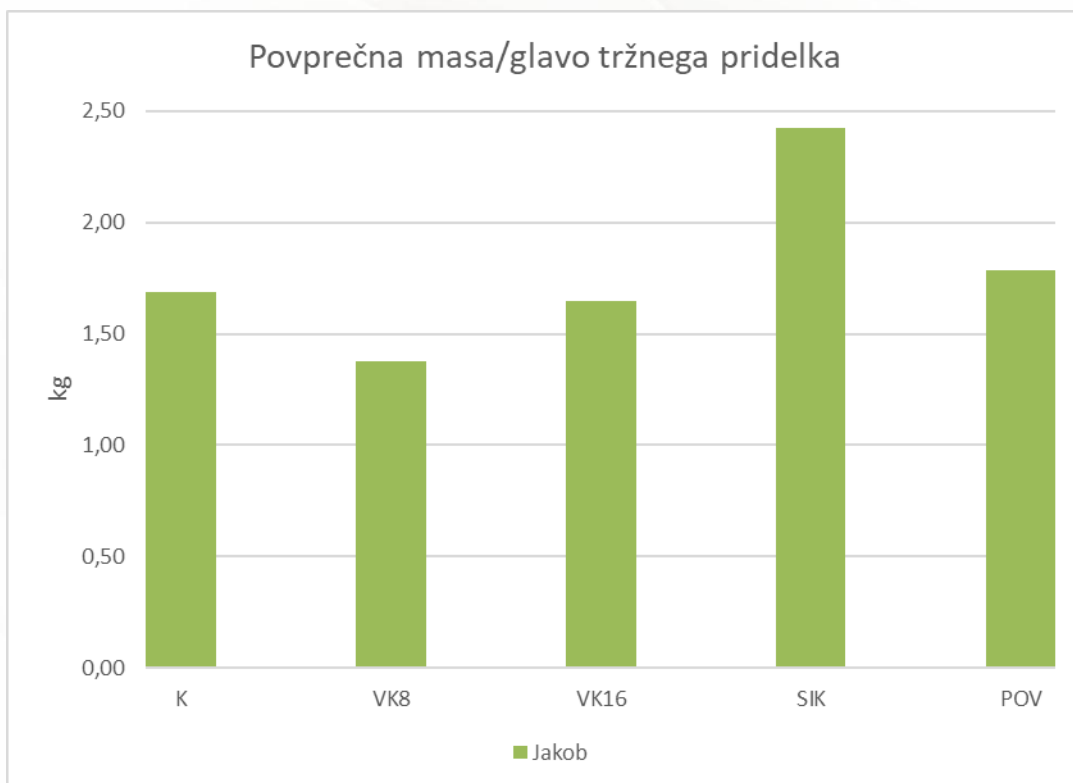
Legenda: K – kontrola; VK8 – vermikompost 8 t suhe snovi/ha; VK16 - vermikompost 16 t suhe snovi/ha; SIK – sistem kmetije oz. ustaljena praksa na kmetijah (IPL – integrirani pridelovalni sistem).



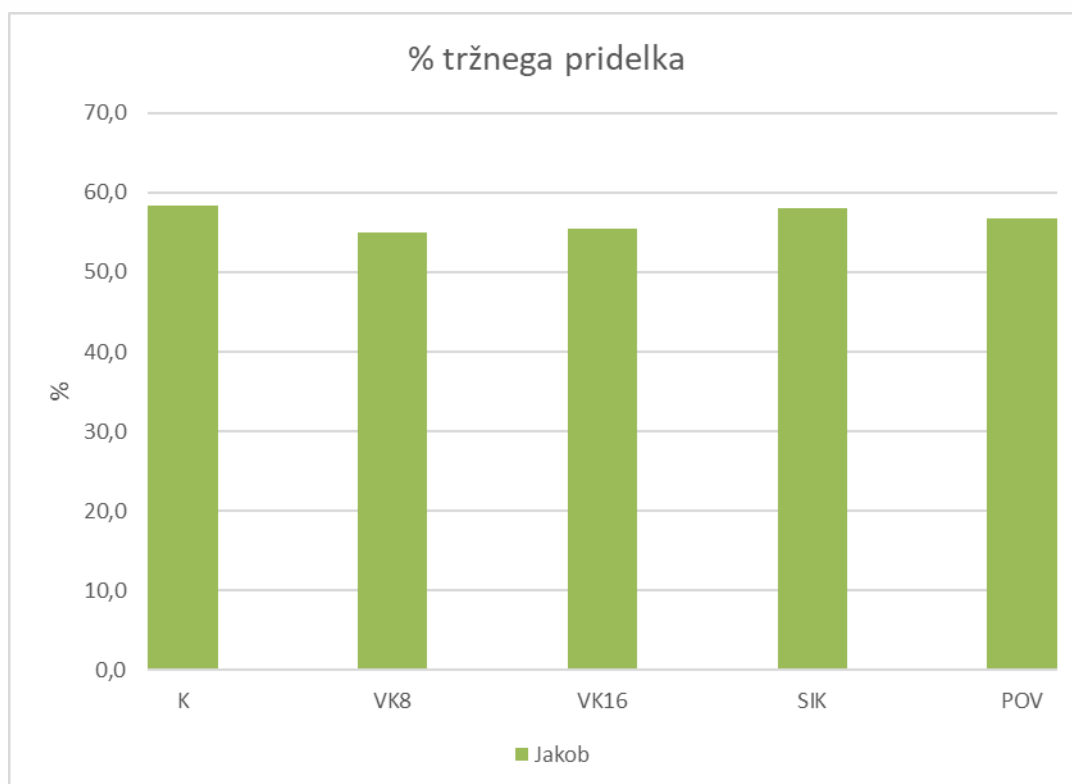
Slika 24: Primerjava med obravnavanji za tržni pridelek na kmetiji Jakob.



Slika 25: Primerjava med obravnavanji za skupni pridelek na kmetiji Jakob.



Slika 26: Primerjava med obravnavanji za povprečno maso glave tržnega pridelka na kmetiji Jakob.



Slika 27: Primerjava med obravnavanji za odstotek tržnega pridelka na kmetiji Jakob.

Rezultati skupnega in tržnega pridelka na kmetiji Jakob kažejo, da je obravnavanje, kjer smo zelje pridelovali po sistemu integrirane pridelave (J-SIK) edini presežek povprečje poskusa. Glede na dobro založena tla in primerni pH, smo pričakovali manjši učinek dodanega vermikomposta, kot bi ga, če bi tla glede vsebnosti glavnimi hranili bila revnejša. Na obravnavanjih, kjer smo dodali vermikomposta 8 t/ha (J-VK8) in 16 t/ha (J-VK16) kažejo trend nižjega pridelka, kot ga je dosegla kontrola (kjer nismo dodajali nobenih hranil). Predvidevamo, da je na obravnavanjih z dodanim vermikompostom prišlo do začasne vezave razpoložljivih hranil, predvsem fosforja in kalija, na talni kompleks, kar potrjuje kemična analiza tal. Zmanjšana dostopnost obeh hranil na obravnavanjih vermikomposta bi bila lahko tudi posledica manjše razpoložljive vlage v tleh, zaradi vezave vode na vermikompost (VK), kar pa talna analiza ni potrdila. Med obravnavanji namreč ni pomembnejših razlike v vsebnosti vode (20,5 %-24,2 % vode). Možna razlaga nižjega pridelka zelja je tudi, da dodani vermikompost ni vseboval dovolj razpoložljivega dušika, ki bi bil v rastni dobi dostopen zelju. Analiza VK je pokazala, da je C/N razmerje bilo ugodno za koriščenje dušika iz VK (10:1), je pa bila vsebnost skupnega dušika okrog 1 % v SS, kar je skoraj dva krat nižje kot so ga vsebovali VK na ostalih kmetijah. To razlago bi lahko potrdilo dejstvo, da je obravnavanje, kjer smo dodali VK 18 t/ha bližje povprečju poskusa kot VK z dodanimi 9 t/ha. Podoben trend kot pri skupnem in tržnem pridelku opazimo tudi pri povprečni masi zeljne glave in deležu tržnega pridelka glede na skupni pridelek.

3.4 Kemijske analize tal po poljskem poskusu

Tabela 9: Analiza tal na kmetiji Pukšič po končanem pilotnem poskusu.

parameter	enota	Pukšič K	Pukšič VK8	Pukšič VK16	Pukšič SIK
Celotni Dušik - N	%	0,145	0,179	0,272	0,187
Celotni ogljik - C	% s.s.	1,18	1,15	1,30	1,31
Celotni fosfor	mg/kg s.s.	875,34	951,21	1013,26	958,35
Kalij	mg/kg s.s.	1705,93	2162,23	2676,49	2148,49
Suha snov	%	78,60	78,19	77,59	78,52
TOC-Celotni organski ogljik	% s.s.	1,14	1,11	1,18	1,14
Žarilna izguba	% s.s.	5,16	4,98	5,28	5,38
pH ekstrakcija s KCl ali s CaCl ₂	/	7,15	7,06	7,33	6,97
CEC kationska izmenjevalna kapaciteta	cmol ⁺ /kg	13,4	12,9	12,70	13,9
Specifična električna prevodnost	uS/cm	54,65	53,45	66,00	61,85

Tabela 10: Analiza tal na kmetiji Kelenc po končanem pilotnem poskusu.

parameter	enota	Kelenc K	Kelenc VK8	Kelenc VK16	Kelenc SIK
Celotni Dušik - N	%	0,104	0,119	0,108	0,113
Celotni ogljik - C	% s.s.	1,15	1,19	1,14	1,16
Celotni fosfor	mg/kg s.s.	1594,75	1650,97	1631,52	1595,26
Kalij	mg/kg s.s.	3133,01	3290,52	3153,4	3960,84
Suha snov	%	84,78	84,76	85,10	84,81
TOC-Celotni organski ogljik	% s.s.	1,11	1,08	1,10	1,06
Žarilna izguba	% s.s.	4,76	4,67	4,73	4,65
pH ekstrakcija s KCl ali s CaCl ₂	/	6,19	6,63	6,28	6,45
CEC kationska izmenjevalna kapaciteta	cmol ⁺ /kg	11,2	10,4	10	11,4
Specifična električna prevodnost	uS/cm	35,00	40,70	34,25	36,30

Tabela 11: Analiza tal na kmetiji Jakop po končanem pilotnem poskusu.

parameter	enota	Jakop K	Jakop VK8	Jakop VK16	Jakop SIK
Celotni Dušik - N	%	0,150	0,156	0,156	0,169
Celotni ogljik - C	% s.s.	1,63	1,65	1,66	1,69
Celotni fosfor	mg/kg s.s.	1406,7	1347,58	1299,93	1377,36
Kalij	mg/kg s.s.	1802,04	1699,12	1710,50	1856,95
Suha snov	%	77,245	75,78	79,54	78,01
TOC-Celotni organski ogljik	% s.s.	1,47	1,46	1,55	1,47
Žarilna izguba	% s.s.	5,88	6,06	6,16	6,11
pH ekstrakcija s KCl ali s CaCl ₂	/	5,74	5,78	5,94	5,78
CEC kationska izmenjevalna kapaciteta	cmol ⁺ /kg	14,4	13,8	13,1	12,6
Specifična električna prevodnost	uS/cm	33,50	35,65	35,95	36,35

Po končanem pilotnem poskusu nam analiza tal na kmetiji Pukšič pokaže naslednje:

- celotni dušik in ogljik sta se povečevala z dodajanjem vermikomposta,
- založenost s kalijem se je povečevala z dodajanjem vermikomposta, pri kontroli je založenost srednja (17 mg/100 g tal), pri VK8 je založenost s kalijem dobra (22 mg/100 g tal), pri VK 16 pa je založenost 27 mg/100 g tal) tudi dobra in cilj glede založenosti s K dosežen,
- založenost s fosforjem se je povečevala z dodajanjem vermikomposta, pri vseh obravnavah je v kategoriji srednje založenosti, kar pomeni, da bo v prihodnje potrebno povečati založenost tal s P na kmetiji,
- celotni organski ogljik TOC se povečuje z dodajanjem vermikomposta,
- tudi pH se povečuje z dodajanjem vermikomposta, ki je v idealnem področju po priporočilih svetovalcev in pridelovalcev zelja (6,5 do 7),
- tudi kationska izmenjalna kapaciteta in specifična električna prevodnost pričata o dobri založenosti z esencialnimi hranili; se tudi malenkostno povečuje z dodajanjem vermikomposta,
- razmerje C/N se je z dodajanjem vermikomposta zmanjševalo (od 8 kontrola, VK8 6,5 in VK16 5 ter sistem kmetije 7), kar nakazuje, da je razgradnja ogljika potekala intenzivneje pri večji količini vermikomposta kot pri manjši in kontroli.

Analiza tal po končanem pilotnem poskusu na kmetiji Kelenc nakazuje sledeče:

- celotni dušik in ogljik sta se delno povečala z dodajanjem vermikomposta VK8, pri VK16 pa zmanjšala,,
- založenost s kalijem je pri vseh ponovitvah čezmerna, najvišja založenost s K je opažena pri sistemu pridelave kmetije (40 mg/100 g tal), kar je že na meji z ekstremno založenostjo,
- založenost s fosforjem je pri vseh ponovitvah podobna in sicer dobra, kar pomeni, da je cilj glede založenosti s P dosežen,
- celotni organski ogljik TOC je pri vseh obravnavah podoben in ne kaže značilnih razlik glede na obravnave,
- vrednost pH je najvišja pri obravnavi VK 8, vse obravnave so v ali neposredni bližini idealnega področja po priporočilih svetovalcev in pridelovalcev zelja (6,5 do 7),
- kationska izmenjalna kapaciteta in specifična električna prevodnost pričata o sorazmerno dobri založenosti z esencialnimi hranili; razlike med obravnavanji so neznatne in ne kažejo velikih razlik,
- razmerje C/N se je z dodajanjem vermikomposta zmanjševalo (od 11 kontrola, VK8 10 in VK16 tudi 10 ter sistem kmetije tudi 10), kar nakazuje, da je razgradnja ogljika potekala intenzivneje pri dodajanju vermikomposta.

Analiza tal po končanem pilotnem poskusu na kmetiji Jakob je pokazala naslednje rezultate:

- vrednost celotnega dušika in ogljika sta pri vseh obravnavanjih podobna,
- založenost s kalijem je pri vseh ponovitvah srednja, najvišja založenost s K je opažena pri sistemu pridelave kmetije (19 mg/100 g tal), kar je že na meji z dobro založenostjo,
- založenost s fosforjem je pri vseh ponovitvah v razredu C (dobra založenost), s tem je cilj glede založenosti s P dosežen, z dodajanjem vermikomposta je sicer založenost s P padala,
- celotni organski ogljik TOC je pri vseh obravnavah podoben in ne kaže značilnih razlik glede na obravnave,
- vrednost pH je najvišja pri obravnavi VK16, vse obravnave (5,74 do 5,94) pa so pod idealnim področjem po priporočilih svetovalcev in pridelovalcev zelja (6,5 do 7),
- kationska izmenjalna kapaciteta in specifična električna prevodnost pričata o sorazmerno dobri založenosti z esencialnimi hranili; razlike med obravnavanji so neznatne in ne kažejo velikih razlik,
- razmerje C/N se je z dodajanjem vermikomposta zmanjševalo (od 11 kontrola, VK8 10,6 in VK16 tudi 10,6 ter sistem kmetije tudi 10), kar nakazuje, da ni bilo značilnih razlik med obravnavanji.

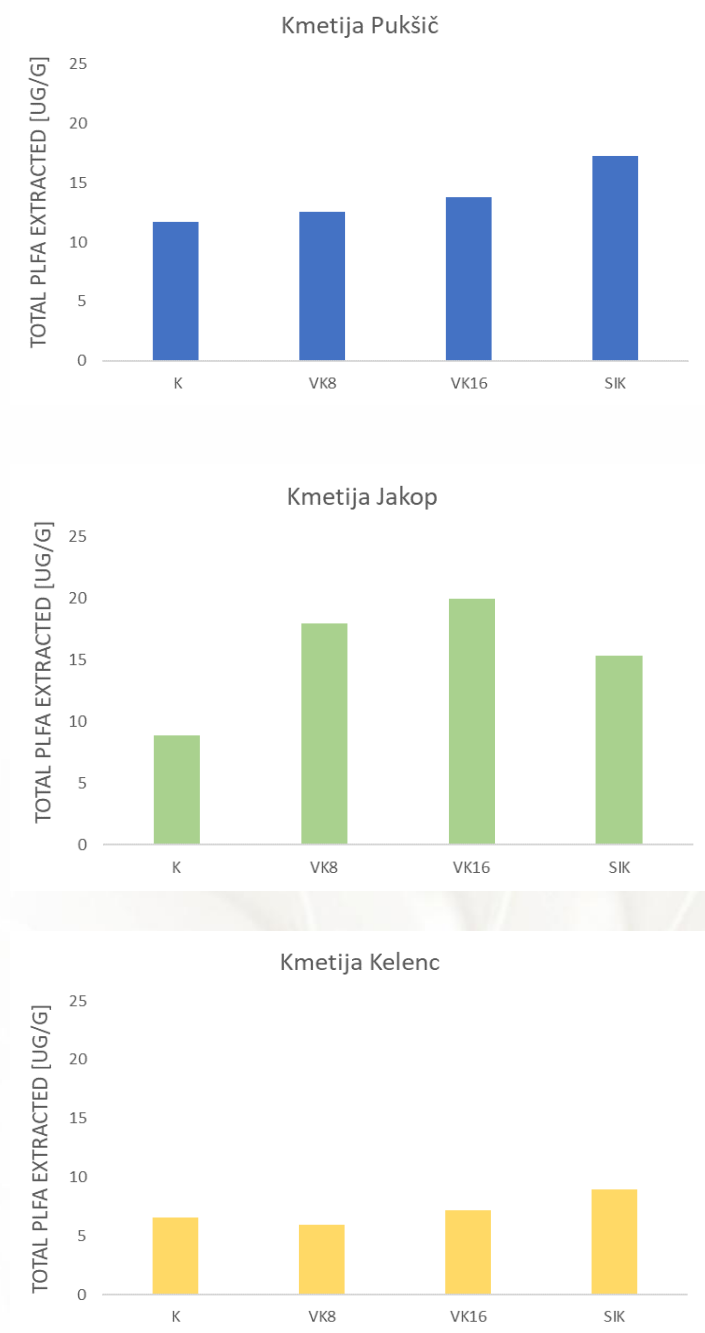
Zaključni komentar za stanje tal po praktičnem poskusu na kmetijah

Poljski poskus je pokazal na pozitivno delovanje vermikomposta na stanje tal glede založenosti s pomembnimi mikro in makrohranili, za ostale značilnosti (CEC, električna prevodnost, pH) zaenkrat ni bilo zaznati statistično značilnih razlik. Vsekakor bi moral tak poskus trajati več let, da bi se zgodile spremembe glede lastnosti tal. **Namreč vermikompost ni gnojilo, ampak je izboljševalec strukture tal, vermikompost "gradi" tla, vpliva na izboljšano strukturo tal, povečuje zračnost tal in s tem vpliva na izboljšano dostopnost hranil, povečano mikrobiološko aktivnost, povečuje količine kisika v tleh, zmanjšuje redukcijske procese v tleh in s tem povečuje živost in plodnost tal. Koristnost uporabe vermikomposta v kmetijski pridelavi se običajno pokaže šele po nekaj letih.**

3.5 Biološke analize tal po poljskem poskusu

Talni in kompostni mikroorganizmi se lahko "gojijo na agarju" nekje v 1%, zato je klasična mikrobiologija v primeru celostne analize kompostov in tal in primerna tehnika. Alternativa klasični mikrobiologiji je analiza PLFA (fosfolipidnih maščobnih kislin), kjer iz vzorca ekstrahiramo fosfolipide iz fosfolipidnega dvosloja membrane živih organizmov.

Rezultati v vseh ekstrahiranih PLFA v vzorcih tal po poljskih poskusih so predstavljeni v naslednjih treh grafih.



Slika 28: Rezultati ekstrahiranih fosfolipidnih maščobnih kislin (PLFA) po poljskem poskusu na posameznem eksperimentalnem polju

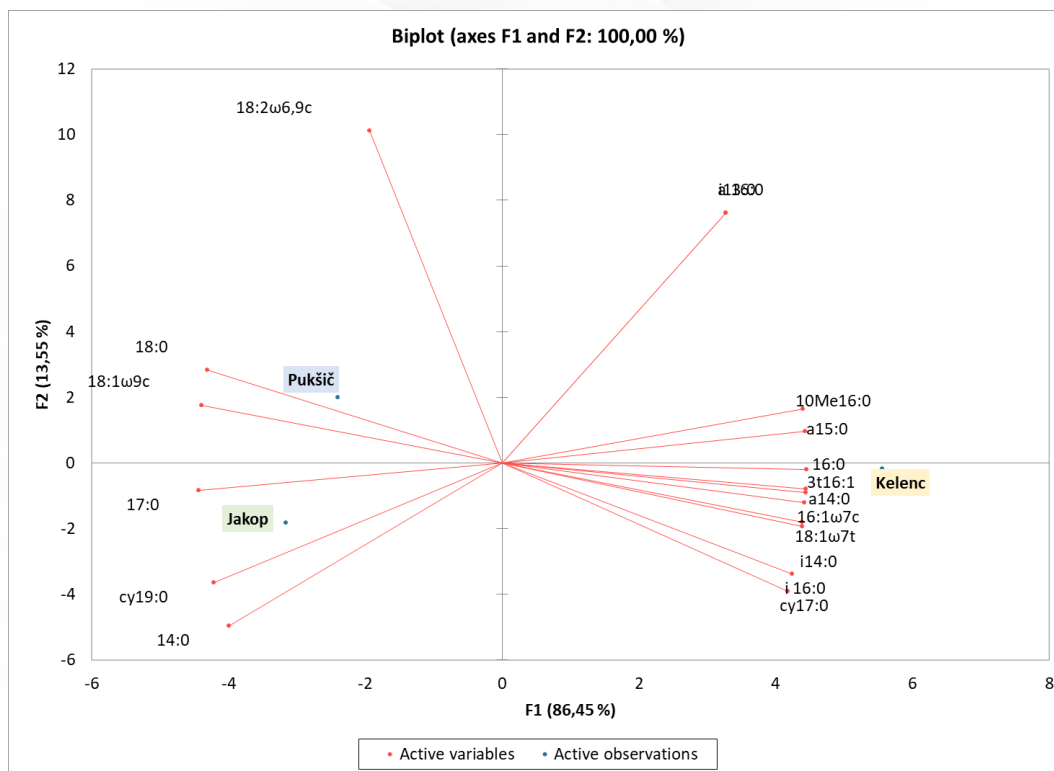
Na podlagi opravljenih PLFA analizah lahko v primeru vseh treh kmetij opazimo dvig vseh ekstrahiranih PLFA oz. vse žive mikrobne biomase, med primerjavo vzorcev tal gnojene pod oznako VK8 in VK16. Ravno tako lahko v primeru kmetije Pukšič in kmetije Jakop opazimo dvig žive mikrobne biomase med kontrolnim poljem in poljem gnojenim z vermikompostom. V primeru kmetije Pukšič in kmetije Kelenc je bilo največ žive mikrobne biomase na poljih gnojenih pod oznako SIK. Po pregledu vseh rezultatov lahko opazimo, da je pri kmetiji Kelenc vsebnost žive mikrobne biomase najmanjša, medtem, ko so rezultati kmetije Pukšič in Jakop primerljivejši.

Na podlagi sledečih rezultatov podajamo naslednje ugotovitve:

- Večja količina vnesenega vermikomposta poveča vsebnost žive mikrobne biomase v tleh
- V primeru kmetije Kelenc in kmetije Pukšič je s prakso gnojenja SIK vsebnost žive mikrobne biomase večja kot v primeru vnosa vermikomposta
- V primeru kmetije Jakop se je z vidika večanja žive mikrobne biomase v tleh, izkazala praksa vnosa vermikomposta kot najučinkovitejša

3.5.1 PCA analiza tal pred in po vnosu vermikompostov v tla

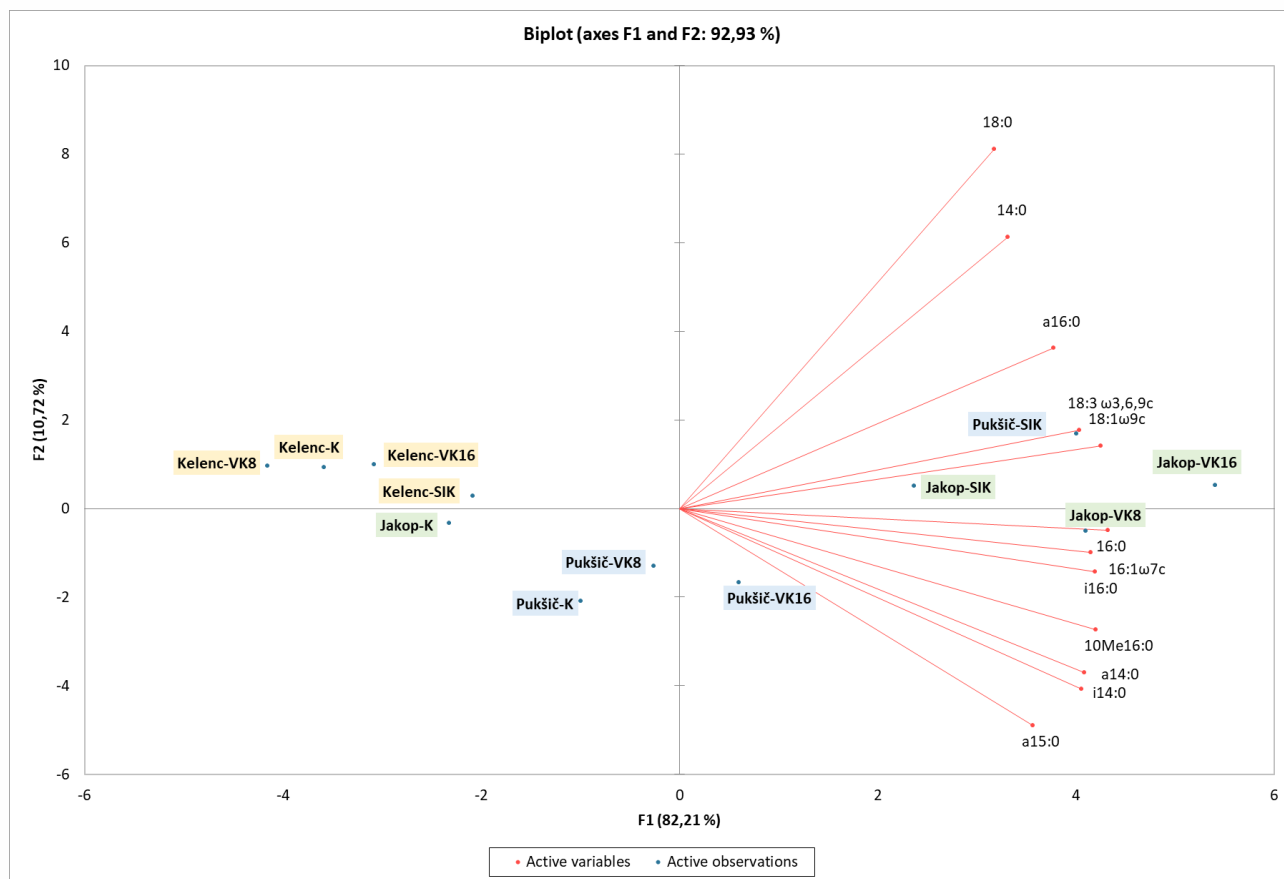
Analiza PCA je priljubljena tehnika za analizo velikih naborov podatkov, ki vsebujejo veliko število dimenzij/značilnosti na opazovanje, s čimer se poveča interpretabilnost podatkov ob ohranjanju največje količine informacij in omogoči vizualizacija več dimenzionalnih podatkov. To se doseže z linearnim preoblikovanjem podatkov v nov koordinatni sistem, kjer je (večino) variacije podatkov mogoče opisati z manj dimenzijami kot začetni podatki. Številne študije uporabljajo prvi dve glavni komponenti (F1 in F2), da narišejo podatke v dveh dimenzijah in vizualno identificirajo skupine tesno povezanih podatkovnih točk. Analiza PCA se uporablja na številnih področjih, kot so populacijska genetika, študije mikrobiomov ipd.



Slika 29: Prikaz PCA analize tal pred poljskim poskusom

PCA analiza tal pred poljskim poskusom prikazuje podobnost oz. različnost mikrobiološkega profila tal med posameznimi kmetijami. Na podlagi sledeče analize lahko opazimo, da sta si kmetija Pukšič in kmetija Jakop nekoliko bolj podobni v primerjavi s kmetijo Kelenc. Rdeče oznake na grafu prikazujejo vektorje (posamezne PLFA) in vpliv posamezne fosfolipidne maščobne kislina na različnost posameznih vzorcev tal.

S prikazom naslednje PCA analize dobimo vpogled kako so se tla spremenila (na nivoju mikrobiološkega profila) po poljskem poskusu in različnih oblikah gnojenja tal.



Slika 30: PCA analiza tal po poljskem poskusu

Po pregledu PCA analize tal po poljskem poskusu lahko opazimo številne zanimivosti:

- Kmetija Kelenc ima zelo malo variabilnost med posameznimi odvzetimi vzorci tal, kar nakazuje, da ni prišlo do signifikantnejših sprememb pri različnih oblikah gnojenja med poljskim poskusom.
- Rezultati pri kmetiji Jakop prikazujejo veliko razliko med mikrobiološkim profilom tal kontrolnega polja (K) in ostalih treh pristopov gnojenja (SIK, VK8, VK16). Bližina prikazanih podatkov Jakop-VK16 in Jakop-VK8 nakazuje na podobnost vseh treh primerov.
- Pri Kmetiji Pukšič lahko opazimo, da primer gnojenja SIK povzroči premik od grupiranja na spodnjem nivoju grafa, kjer so si polja s postopki gnojenja kontrola (K), VK8 in VK16 bolj podobni.

Ugotovitve:

Glede na nizko vsebnost žive biomase vermikomposta v primeru kmetije Kelenc in nizkimi vsebnosti hranil kemične analize vermikomposta, je nespecifična razlika med posameznimi oblikami gnojenja med poljskim poskusom pričakovana.

V primeru kmetije Jakop je jasno viden premik in porast žive biomase med kontrolnim poljem in polji z gnojenjem SIK, VK8, VK16, kar nakazuje na učinkovito povečanje žive mikrobne biomase v tleh v primerih gnojenja z vermikompostom in ustaljeno prakso na kmetiji (SIK).

V primeru kmetije Pukšič, PCA analiza prikaže podobnost mikrobiološke združbe v primeru VK8, VK16 in kontrolnega polja, kar nakazuje, da njihov vermikompost ni izrazito vplival na mikrobiološko strukturo v tleh med poljskimi poskusi. Pri pregledu vseh ekstrahiranih PLFA je jasno opazen dvig vse žive biomase v tleh v smeri od VK8 do VK16 in največ pri gnojenju SIK. Glede na te rezultate je gnojenje z vermikompostom pri kmetiji Pukšič povečalo živo biomaso v tleh, vendar ni povzročilo spremembe mikrobiološkega profila tal, ta se je zgodil šele v primeru gnojenja SIK.

4 ZAKLJUČEK

Kompostiranje/vermikompostiranje na kmetijah:

- Kmetom primanjkuje znanja iz področja tehnologije kompostiranja (ustrezne vhodne surovine, prekopavanje, vlaženje, spremljanje procesa).
- V bodoče bo ključno vzpodbujanje kompostiranja na kmetijah v povezavi z vzpodbujanjem talne biodiverzitete.
- Uporaba komposta/vermikomposta na kmetijah ne daje rezultatov na kratki rok.
- Kmetje, ki na svojih površinah že več let uporabljajo kompost, opažajo pozitivne učinke tako v zemlji kot pri rasti pridelkov.

Kemijske in biološke analize kompostov/vermikompostov:

Glede na nizko vsebnost žive biomase vermikomposta v primeru kmetije Kelenc in nizkimi vsebnosti hranil kemične analize vermikomposta, je nespecifična razlika med posameznimi oblikami gnojenja med poljskim poskusom pričakovana.

V primeru kmetije Jakop je jasno viden premik in porast žive biomase med kontrolnim poljem in polji z gnojenjem SIK, VK8, VK16, kar nakazuje na učinkovito povečanje žive mikrobne biomase v tleh v primerih gnojenja z vermikompostom in ustaljeno prakso na kmetiji (SIK).

V primeru kmetije Pukšič, PCA analiza prikaže podobnost mikrobiološke združbe v primeru VK8, VK16 in kontrolnega polja, kar nakazuje, da njihov vermikompost ni izrazito vplival na mikrobiološko strukturo v tleh med poljskimi poskusi. Pri pregledu vseh ekstrahiranih PLFA je jasno opazen dvig vse žive biomase v tleh v smeri od VK8 do VK16 in največ pri gnojenju SIK. Glede na te rezultate je gnojenje z vermikompostom pri kmetiji Pukšič povečalo živo biomaso v tleh, vendar ni povzročilo spremembe mikrobiološkega profila tal, ta se je zgodil šele v primeru gnojenja SIK.

Uporaba komposta/vermikomposta na obdelovalnih površinah:

Poljski poskus je pokazal na pozitivno delovanje vermikomposta na stanje tal glede založenosti s pomembnimi mikro in makrohranili, za ostale značilnosti (CEC, električna prevodnost, pH) zaenkrat ni bilo zaznati statistično značilnih razlik. Vsekakor bi moral tak poskus trajati več let, da bi se zgodile spremembe glede lastnosti tal. Vermikompost ni gnojilo, ampak je izboljševalec strukture tal, vermikompost "gradi" tla, vpliva na izboljšano strukturo tal, povečuje zračnost tal in s tem vpliva na izboljšano dostopnost hranil, povečano mikrobiološko aktivnost, povečuje količine kisika v tleh, zmanjšuje redukcijske procese v tleh in s tem povečuje živost in plodnost tal. Koristnost uporabe vermikomposta v kmetijski pridelavi se običajno pokaže šele po nekaj letih.

Pilotni poljski poskus:

Odstopanje rezultatov med vsemi vključenimi kmetijami je sicer veliko, vendar primerjava rezultatov med kmetijami ni relevantna iz več vidikov:

- Tla sodelujočih kmetij se razlikujejo tako po tipu in pH tal, založenosti tal s P in K kot biološki aktivnosti tal.
- V vseh treh poljskih poskusih je bila uporabljena različna kakovost vermikomposta, saj si je vsaka kmetija pridelala lastni vermikompost, ki je bil nadzorovan z meritvami in kemijsko-biološkimi analizami, z namenom, da se zaključi krog biomase na posamezni kmetiji z uporabe lastne odpadne biomase.
- Hkrati je osnovni namen prikazati vpliv vermikomposta na rast izbrane zelenjadnice v primerjavi z obstoječo prakso pridelave znotraj posamezne kmetije (vermikompost vs. biodinamična pridelava, vermikompost vs. ekološka pridelava in vermikompost vs. konvencionalna pridelava), saj je cilj projekta pridobitev znanja in osvojitve dobrih praks za večjo usposobljenost KMG za zmanjšanje negativnih vplivov kmetijstva na okolje.

4.2 Smernice priprave in uporabe komposta/vermikomposta na kmetijah

Priprava komposta/vermikomposta na kmetijah

1. Potrebna je **izbira pravega mesta**: najboljša lokacija je polsenčni prostor na zemeljskih tleh, v bližini površin, kjer bomo kompost uporabili. Tla, kamor se postavlja kompostni kup, naj bodo ravna in dobro odcedna. V nasprotnem bi lahko zadrževanje vlage povzročilo ožganine, hkrati pa tudi neprijetne vonjave komposta.
2. Zelo pomembna je **izbira sestavin kompostnega kupa**. Organski material mora biti čist, kar pomeni, da ne vsebuje ostankov umetnih materialov, kot so vrvice, mreže ali folije.
3. Kompostni kup mora biti pravilno **sestavljen**. Zagotoviti moramo pravilno razmerje med rjavim (ogljicnim) materialom ter zelenim (dušičnim) materialom. V volumskem razmerju moramo imeti vsaj enako zelenega in rjavega materiala. Bolj optimalno je, če je več rjavega materiala, kot zelenega (razmerje 60:40). Med ogljični material uvrščamo: jesensko odpadlo listje, slama, lesni sekanci, žagovina, razrezan karton, itd. Med dušični material uvrščamo: svež travni odkos, seno, plevel, zeleni listi, prašičji gnoj, kokošji gnoj, goveji gnoj, konjski gnoj, ovčji gnoj, jabolčne tropine, grozdne tropine, itd. Kompostni kup sestavljamo po plasteh, kjer izmenjujemo plasti rjavega in zelenega materiala.
4. Kompostni kup mora biti **primerno vlažen**, saj mikrorganizmi delujejo le ob primerni vlažnosti. Test vlažnosti je mogoče narediti s stiskom komposta v dlani. Pri pravilni vlažnosti komposta se ob močnem stisku komposta med prsti pojavi nekaj kapljic tekočine.
5. Za optimalen potek kompostiranja mora biti zagotovljena primerna **zračnost**. Zračnost kompostnega kupa dosežemo z dodajanjem strukturnega materiala v kompostni kup, to so večje veje. Vendar je potrebno strukturni material pred uporabo komposta odstraniti. Zračnost dosežemo s premetavanjem kompostnega kupa. V začetni fazi kompostiranja, kot poteka intenzivna razgradnja kompleksnih komponent na preprostejše (kar opazimo kot dvig temperature – tudi do 70 °C) je potrebno pogostejše premetavanje kompostnega kupa. V poznejši fazi (fazi zorenja komposta) je premetavanje lahko zelo redko, lahko pa pustimo kompostni kup brez premetavanja.
6. Za pravilni potek kompostiranja poskrbijo mnogi mikro in makro organizmi, kar zaznamo s **spremljanjem temperature** v kompostnem kupu. Če je kompost pravilno sestavljen, primerne vlažnosti in je tudi v sredini kompostnega kupa zagotovljena zračnost, se bo temperatura kompostnega kupa v nekaj dneh dvignila. Optimalno je, da je temperatura med 55 in 70 °C. Po nekaj dneh kompostni kup premečemo, tako zagotovimo razgradnjo tudi tistemu materialu, ki je bil prvotno ob robu kompostnega kupa. Čez čas bo začeta temperatura v kompostnem kupu postopoma padati in na koncu se bo izenačila s temperaturo okolice. Takrat se začne zadnja faza kompostiranja, to je t.i. zorenje komposta. Kompost je pripravljen za uporabo, ko v njem ni več razpoznavnih sestavin, ki smo jih kompostirali in ima značilen vonj po gozdni zemlji.

Uporaba komposta/vermikomposta

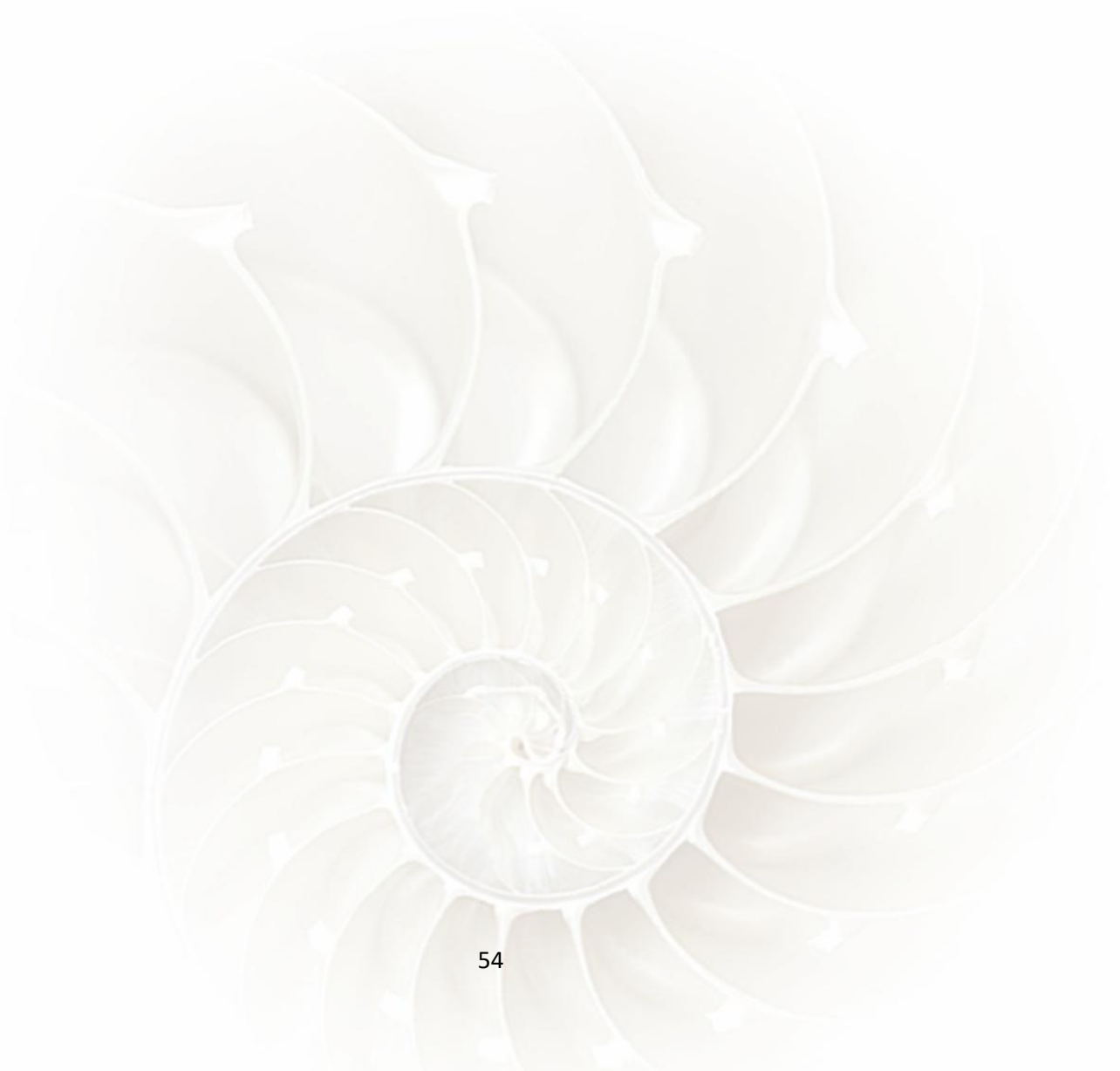
Kompost dozori v enem letu, za uporabo pa je najboljši uležan kompost ali vermikompost, ki je star dve leti. Pred uporabo lahko kompost presejemo, s čimer odstranimo vse nestrukturirane ostanke in jih vrnemo na kompostni kup.

Količina hranil v kompostu/vermikompostu je manjša kot pri gnojilih, prvenstveno je kompost namreč namenjen izboljšavi tal. Zaradi tega je potrebna večja količina komposta za uporabo – od 30 do 60 ton na hektar. Za domače vrtove se priporoča 2 do 5 litrov na kvadratni meter, odvisno od potreb vsake rastline. Kompost dodamo pred setvijo ali sajenjem.

Prednosti uporabe komposta/vermikomposta

- izboljšuje strukturo tal,
- v težkih tleh kompost izboljša poroznost tal, zemlja postane rahla in zračna,
- izboljša se rast in razvoj koreninskega sistema gojenih rastlin, s tem so rastline bolj odporne na pomanjkanje vlage v tleh in lažje dostopajo do potrebnih hranil,
- v lahkih peščenih tleh kompost izboljša zadrževanje vode,
- humus v kompostu preprečuje erozijo tal,
- izboljšuje mikrobiološko aktivnost tal,
- uravnava pH tal,
- tla se ob uporabi komposta hitreje segrejejo spomladi in kasneje ohladijo jeseni,
- izboljšuje puferno odpornost tal.







ZRS **Bistra**
P T U J

ZNANSTVENO-RAZISKOVALNO SREDIŠČE BISTRA PTUJ
SCIENTIFIC RESEARCH CENTRE BISTRA PTUJ

SLOVENSKI TRG 6, SI - 2250 PTUJ - SLOVENIJA