

EMKF Kalapüügi innovatsioonitoetus

Projekt nr. 811019790010

Lõpparuanne

OGAKÄRBLASE *HERMETIA ILLUCENS* VASTSETE KASUTAMINE TARNEAHELAST VÄLJA MINEVA KALAJÄÄTME TAASUTILISEERIMISEKS

Vastutav täitja: Rihard Reissaar

Projektis osalesid: Rihard Reissaar, Sander Kosk, Maidu Silm, Mait Kriipsalu, Morten Poolakese, Anu Kisand, Jevgenia Piroja, Siiri Kade, Marina Haldna, Maarja Kruus, Kadi Tõnurist, Merrit Shanskiy



Euroopa Liit
Euroopa Merendus- ja Kalandusfond

Tartu 2021

Sisukord

Sissejuhatus.....	4
1 Populatsiooni suurendamine ja hoidmine suuremahuliseks kasvatuseks	5
2 Vastsete laboratoorne söötmiskatse	12
2.1 Laboratoorse söötmiskatse tulemused.....	18
2.2 Vastsete laboratoorse söötmiskatse tulemused	19
2.3 Keemilised analüüsid	21
2.3.1 Valkude ja rasvade analüüs.....	21
2.3.2 Raskemetallide analüüs.....	24
2.3.3 Keemiliste analüüside kokkuvõte	26
2.4 Biofilter	27
3 Kaluri poolt sooritatud uurimistöõ.....	29
3.1 Kaluri vastsekasvatus kodustes tingimustes.....	29
3.2 Kanade toitmise- ja munade degusteerimise katse.....	30
4 Komposteerimise katse	36
4.1 Katse ülesehitus.....	36
4.2 Komposteerumiskatse tulemused.....	41
4.2.1 Söötmesegude erinevused.....	41
4.2.2 Veekogude erinevused	44
4.3 Komposteerumiskatse kokkuvõte	45
5 Taimede kasvukatse	46
5.1 Katse ülesehitus.....	46
5.2 Taimkatse tulemused.....	51
5.3 Taimkatse kokkuvõte	55
6 Kokkuvõte.....	56
7 Summary	58

8	Kasutatud kirjandus	60
9	Lisad.....	61
9.1	Lisa 1	62
9.2	Lisa 2.....	64
9.3	Lisa 3.....	66
9.3.1	Kaluri vastused vastsekatse kohta esitatud küsimustele	66
9.4	Lisa 4.....	68
9.4.1	Kanamunade degusteerimise küsimustik.....	68

Sissejuhatus

Käesolev projekt võtab vaatluse alla võimaluse töödelda kalatööstuse jääke putukate vastsete abil. Putukakasvatuse käigus on võimalus vabaneda kalatööstuses tekkivatest bioloogilistest jäätmetest ja toota neist potentsiaalselt väärtuslikku loomasööta ja komposti.

Projektis kasutatavaks putukaliigiks oli *Hermetia illucens* (inglise k. Black soldier fly), kes on maailmas kõige enam levinud tööstuslikult kasvatatav putukaliik.

Antud projekt oli jaotatud neljaks suuremaks osaks, mis potentsiaalselt moodustavad ringmajandusliku terviku:

1. Populatsiooni suurendamine ja hoidmine suuremahuliseks kasvatuseks
2. Vastsete toitmine kalatööstuse jäägiga laboratoorsetes tingimustes ja kaluri kodune vastsekasvatuse katse
3. Vastsete sõnnikust komposti tootmine
4. Taimede väetuskatsed vastsete sõnnikukompostiga

Putukakasvatuse on Eestis uudne ja potentsiaalne majandusharu, mida meil on vähe uuritud. Seetõttu oli tarvis sisse seada putukatööstuse võimaluste uurimiseks vajalikud ruumid ja infrastruktuur. Putukakasvatuseks loodi Eesti Maaülikooli Rakendusentomoloogia Praktikabaas, kus toimus projekti põhitegevus. Praktikabaas jätkab toimimist peale projekti lõppu.

Projekti peamiseks eesmärgiks oli uurida, kuidas mõjutab kalajäätmete toitmine putukavastsetele nende toiteväärtuslikku koostist, putukasõnniku koostist ja putukasõnnikust toodetud komposti efektiivsust taimeväetisena. Lisaks toimus ka kaluri kodune vastsekasvatuse katse, kus kalur sai kodustes tingimustes kasvatada putukavastseid. Kaluri poolt kasvatatavate vastsetega teostati kanade söötmiskatse, mille käigus toideti kaluri poolt peetavatele kanadele projekti käigus toodetud putukavastseid. Kanadelt korjati mune, mis läksid sisendiks kanamunade degusteerimise katsesse. Katset kajastati Eesti Televisiooni telesaates Osoon.

Putukavastsete sõnnikust toodeti komposti, millega teostati taimede väetuskatse. Projekti käigus hinnati erinevate söödaparalleelide ja söödakoostiste mõju putukasõnniku komposteerumisele.

Taimede väetuskatsega hinnati putukasõnniku komposti efektiivsust bioloogilise väetisena.

1 Populatsiooni suurendamine ja hoidmine suuremahuliseks kasvatuseks

Hermetia illucens kasvatus on toiminud Eesti Maaülikooli pilootlaboratooriumis juba alates 2018.a. septembrist. Esialgu tegutseti väikesel pinnal pilootlaboratooriumis (joonis 1).



Joonis 1. Eesti Maaülikooli *H. Illucens* kasvatamise pilootlaboratoorium.

2019. aasta sügisel toimusid läbirääkimised Eesti Maaülikooli juhtkonnaga, mille tulemusel otsustati ehitada putukakasvatuseks spetsiaalne laboratoorium. Uue laboratooriumi ehitustööd algasid jaanuaris 2020, üldehitustööd lõppesid veebruaris 2020 ja sisustustööd lõppesid märtsis 2020. Uus ~73 m² laboratoorium kannab nimetust Eesti Maaülikooli Rakendusentomoloogia Praktikabaas (REPB) (joonised 2 ja 3).



Joonis 2. REPB ehituseks välja valitud ruum.



Joonis 3. Lammutustööd ja kanalisatsioonitrassi ehitus.

H. illucens, olles troopiline kärbseliik vajab eluks spetsiaalseid tingimusi. Keskmine temperatuur kasvatusruumis peab jääma vahemikku 26° kuni 30 °C ja suhteline õhuniiskus paaritumistsükli ajal peab jääma vahemikku 60 % kuni 80 %. Seetõttu oli vaja ehitada täielikult õhulekkekindel laboratoorium, mis oleks igast küljest soojustatud (joonised 4 ja 5).



Joonis 4. Põranda soojustamine.



Joonis 5. Seinte ja lae paigaldamine.

Laboratooriumis on mitmetsooniline põrandaküte, mis on vastavalt vajadusele automaatselt seadistatav. Seinad ja laed on ehitatud 16cm paksusest soojustatud paneelidest. Seinte ja lae siseküljed on kaetud spetsiaalse värviga, mis on keskkonnatingimustele vastupidavamad kui tavakasutuses paigaldatavatel paneelidel. REPB'is on spetsiaalne ventilatsioon koguvõimsusega 100 l/s, mis on võimaldab kogu ruumi õhu ära vahetada ligikaudu 30 minuti jooksul. Lisaks on ventilatsioonil soojustagastus võimekus kuni 78 %.

Üldehituse lõppedes seati sisse putukakasvatuseks vajalikke vahendeid. Kuna antud kärbseliigi kasvatus oli juba suures osas eelnevalt välja töötatud kasutati enamjaolt juba varasemalt loodud lahendusi (joonis 6).



Joonis 6. Kärbsede paaritusruumide raamid.

REPB on jaotatud kolmeks osaks. Ruumi tagumises osas on valmikute paaritumiseks sisse seatud paaritusruum koos lennupuuridega. Paaritusruumis on eraldi põrandakütte tsoon, mille temperatuur on vastavalt paaritumistsükli toimumisele seadistatav. Paaritusruum on niiske ja tihti pritsitakse põrandale palju vett. Seetõttu on paaritusruumis eraldi äravoolu trapp. Lisaks on seinad ja põrand kaetud ehituskilega, et hoida põrandat putukate väljaheidetest tekkivate kahjustuste eest (joonis 7).

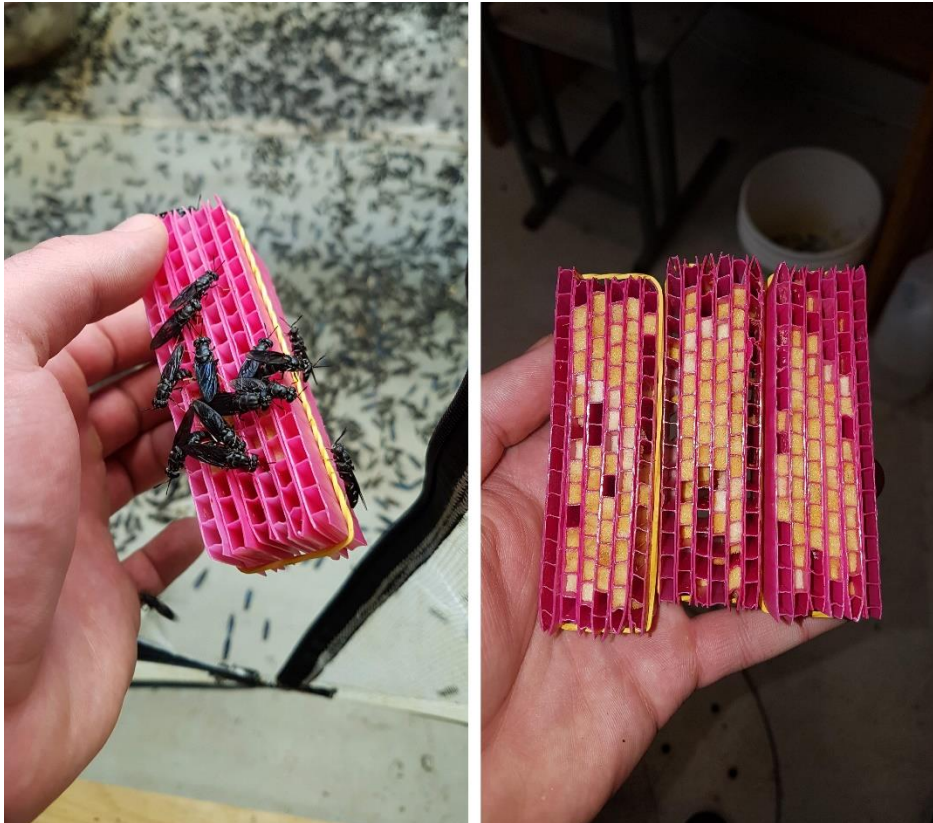


Joonis 7. Esimene paaritussükkel REPB'is.

Paarituspuuride küljes on terraariumite jaoks mõeldud niisutuspihustid, mis automaatselt kaks korda päevas ühe minuti jooksul pritsivad paarituspuuri vett. Pritsitav vesi aitab koos õhuniisutajaga hoida ruumi õhuniiskust ja võimaldab valmikutele joogivett.

Paaritumistsükli ajal on paaritusruumi temperatuur ~ 28 °C ja suhteline õhuniiskus ~ 70 %. Õhuniiskuse hoidmiseks kasutatava niisutusseadme võimekus on kuni neli liitrit tunnis, mis on antud ventilatsioonitugevuse juures piisav. Paaritumistsükli vahelistel aegadel on niisutus välja lülitatud.

Peale edukat paaritumist munevad emased kärbsed munad haisu eritava söötme lähedusse varjulisse kohta. Lõhna tekitamiseks kasutati kalajäätmeid. Munade kogumiseks kasutati plastist munemisaluseid (joonis 8).



Joonis 8. Vasakul pildil on näidatud munevad emased munemisalustel, paremal pildil ühe tsükli käigus kogutud munad.

Peale munade inkubeerimist asetatakse vastsed kasvatuskastidesse. Projekti tarbeks töötati REPB'i jaoks välja eraldi kasvatuskastide süsteem mis on otse ventilatsiooniga ühendatud ja millest saab mõõta putukavastsete elutegevuse käigus tekkivate gaaside koostist (joonis 9). Igas täielikult täitunud kasvatusstükliks on võimalik toota ligikaudu 500 000 isendit, mis vastsetsükli lõpus annavad toodanguks kokku ~100 kg kuni 125 kg vastseid.



Joonis 9. Uus kasvatuskastide süsteem. Vasakpoolsel pildil on näha kastide ventilatsiooniavad, mis süsteemi tööerakendamisel on suunatud tahapoole ventilatsioonitorustiku poole. Paremapoolsel pildil on näidatud ventilatsioonitorud kasvatuskastide tagaküljel.

Kasvatuskastid on 35 cm x 55 cm suuruse põhjapinnaga. Kastid on põrandast kõrgemale tõstetud, et ära hoida alumise kasvatuskasti ülekuumenemist. Igas kastis on spetsiaalselt puuritud ventilatsiooniava, mille külge on kinnitatud roostevabast terasest rõngas. Rõnga taga on magnetid, mis ühendavad kastid ja ventilatsioonitorud. Ventilatsioon on tornide kaupa seadistatav, ehk kasvatus saab toimuda igas tornis eraldiseisvalt.

2 Vastsete laboratoorne söötmiskatse

Vastsete söötmiskatse eesmärgiks oli välja selgitada, kas antud kärbseliigi vastsed on laboratorsetes tingimustes alid toituma kalatööstuste jäätmetest ja milline söödakombinatsioon on liigile sobiv. Läänemere ja Peipsi järve päritolu kalajäätmed pärinesid AS Japs kalatööstuselt. Mõlemal juhul oli tegemist külmutatud kujul ahvena fileerimisel tekkinud jäätmetega (joonis 10). Võrtsjärve lähtematerjal pärines Ruusaku OÜ kalatöötlemise jääkidest.



Joonis 10. Termokastides saabunud kalatööstuse jäätmed.

Saadud jäätmeid toideti *H. illucens* vastsetele neljas (kala ja taimse materjali) määrgkaaluvahekorras – vastavalt 1/1, 1/2, 1/4, 1/10. Kokku 12 katset kahes korduses (24 paralleeli). Kalajäätmed purustati purustiga ühtlaseks massiks (joonis 11).



Joonis 11. Kalajäätmete purustamine purustiga vasakul ja purustatud kalajäätme paremal.

Laboratoorse söötmiskatse käigus toideti kärbseliigi vastseid eelnevalt ettevalmistatud söötmesegudega (joonis 12). Söötme taimseks osaks kasutati munakanade täissööta (Scandagra). Iga söötmesegu kaaluti eraldi 800g kaupa plastikkarpidesse ning hoiustati -20 °C juures.



Joonis 12. Vasakpoolsel pildil söötmesegude pakendamine ja parempoolsel pildil söötmesegud sügavkülmikus.

Enne iga kasvatustsükli algust inkubeeriti igast paaritumispuurist saadud täiskasvanud kärbeste munad ühte anumasse kokku. Peale munade koorumist eraldati paari päeva vanused vastsed tekkinud sõnnikust ja kaaluti 10 000 kaupa eraldi anumatesse (joonis 13).



Joonis 13. Eraldi anumatesse kaalutud vastsed koos vastsete elutegevuse jäägi, ehk sõnnikuga.

Vastsete kaalumiseks ja lugemiseks kasutati ekstrapoleerimise meetodit, ehk munade inkubeerimisel saadud vastsete koguhulgast eraldati väike proov ning loeti ükshaaval vastsed. Vastsete lugemise ajal oli vastsete vanus ligikaudu 3 kuni 5 päeva ning ühes grammis segus võib olla kuni 1000 vastset (joonis 14). Vastseid loeti 3 kuni 5 korduses, peale mida tulemused keskmistati ja ekstrapoleeriti. Antud tulemustest sai välja arvutada igasse kasvatuskasti vaja mineva koguse vastseid.



Joonis 14. Vastsete lugemiseks eraldatud proov.

Ekstrapoleerimisproovid kaaluti ja loeti milligrammi täpsusega ehk 10 000 isendi peale on maksimaalne mõõtmisväärtus ± 10 isendit. Peale vastsete lugemist ja kaalumist pandi vastsed koos söötmega kasvatuskastidesse.

Kõik söötmesegud on erinevad ning vastsete elutegevus on substraadi kompositsioonist tugevalt mõjutatud. Kõige suuremaks probleemiks vastsete kasvatamise juures on liigniiskus. Liigse niiskuse korral võivad vastsed kinnituda kasvatuskastide seintele ja põgeneda. Seetõttu saab sööta juurde lisada vaid siis, kui eelnev sööde on ära tarbitud ja substraat on mõnevõrra kuivanud. Kõige niiskemad söötmesegud olid 100 % ja 50 % kalajäätme sisaldusega söötmesegud, mis ka peale toitainete ära tarbimist olid niisked ja ei kuivanud katse lõppedes täielikult (joonised 15 ja 16).



Joonis 15. Liigniiske söötmesegu 100 % kalajäätme sisaldusega.

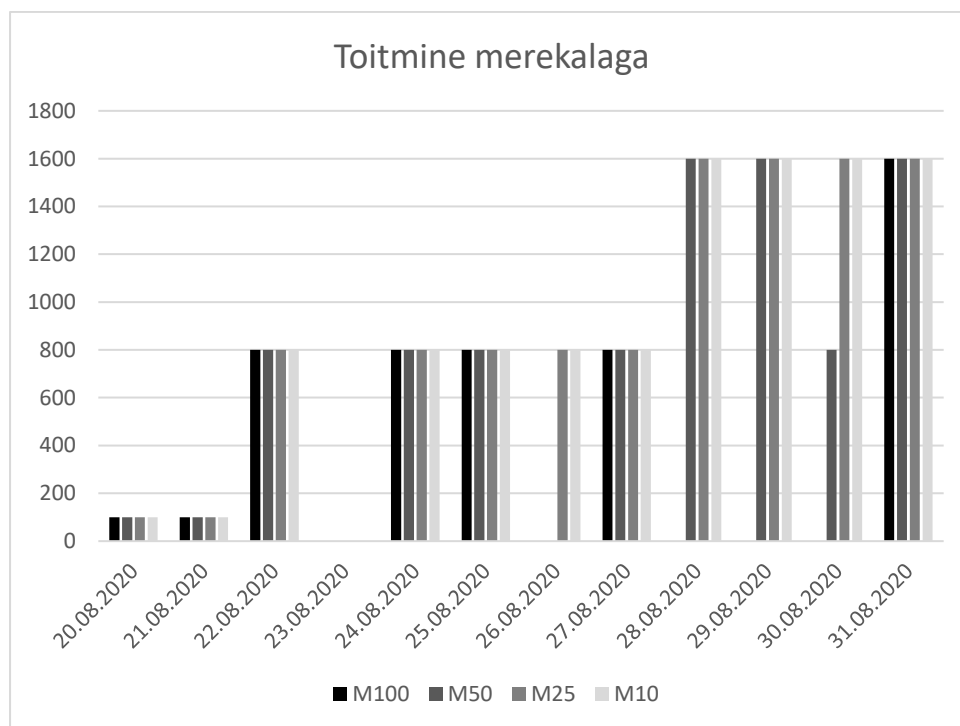


Joonis 16. Kuiv söötmesegu 25 % kalajäätme sisaldusega.

Liigniiskus pärsib vastsete elutegevust ning vastsed üritavad söötmest pigem põgeneda kui edasi toituda. See võib tugevalt mõjutada vastsete efektiivsust loomseid jäätmeid tarbida.

Kokku kasutati katses 224,80 kg söödet, millest 76,99 kg oli kalajäätmeid ja 147,81 kg oli kanasööt (84,46 kg kuivmass ja 63,34 kg vett) (Lisa 1).

Joonis 17 kujutab Läänemere kalajäätmete toitmist putukavastsetele. Andmetest on näha, et erinevalt teistest ei vajanud 100 % merekalal toitunud vastsed neljal päeval toitu juurde (joonis 17). Antud sööde oli erinevalt järvekaladega toitmisest tunduvalt vähem optimaalsem. Põhjuseks võib olla kalade suurusest tingitud tekstuuri- ja erinevused, kuna Läänemerest püütud kalad olid järvekaladest suuremad. Täpset põhjust jäätmete toimimisele ei osatud määrata ja antud küsimus vajab edasist uurimist. Toitmist ei toimunud 23.08.2020, kuna eelmisel päeval ette antud sööde polnud veel ära tarbitud.



Joonis 17. M10 kuni M100 kajastab Läänemere kalade jäätmeid. M10 olles 10 % ja M100 olles 100 % Läänemere kalajäätmete sisaldusega söötmesegu.

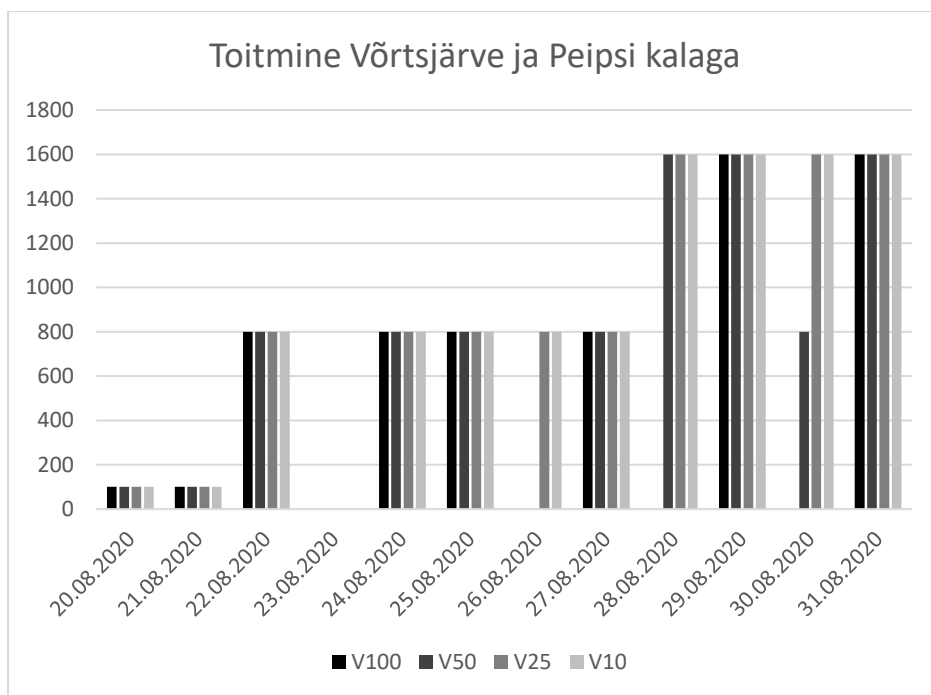
Üheks osaks kalajäätmetest olid kalade sisikonnad. Peale vastsete toitumist ilmnes, et Läänemerest püütud kalade seedeelundkonnas oli olnud plasti jäätmete osasid ja tükke (joonis 18).



Joonis 18. Plastitükid kalade seedeelundkonnast.

Tükkide hulgas oli kaks tootesilti tekstiilitoodete küljest, üks plastämbri kaane tükk ja kilest pakkejäätmed. Plasti jääke Peipsi ja Võrtsjärve kalade jäätmetest ei leitud.

100 % ja 50 % loomsetest jäätmetest toitunud vastsed ei suutnud kogu söödavat materjali ära tarbida ka järvekalade jäätmete puhul (Võrtsjärvest ja Peipsist püütud kalad). Järvekalade puhul oli söötisefektiivsus parem, kuid samuti mitte täielik (joonis 19). Sarnaselt merekalade jääkidega ei söödud vastseid 23.08.2020, kuna eelmisel päeval ette antud sööde polnud veel ära tarbitud.



Joonis 19. V10 kuni V100 kajastab Vörtsjärve kalade jäätmeid. V10 olles 10 % ja V100 olles 100 % Läänemere kalajäätmete sisaldusega söötmesegu.

2.1 Laboratoorse söötmiskatse tulemused

Katsest võime järeldada, et kalajäätmete söötmine putukavastsetele on võimalik, kuid silmas tuleb pidada antud putukaliigi vastsete elutegevuslike vajadusi. Intensiivkasvatustes on oluline säilitada optimaalsed parameetrid (söötme tekstuur ja niiskus), mis 100 % kalajäätmetest valmistatud söötme puhul ei pruugi olla võimalik. Kuna antud putukaliik ei suuda lagundada ega omastada taimseid kiudaineid (tselluloosi ja hemitselluloosi), peab taimse söödakomponendi osakaal söötmes olema optimaalne (Rehman *et al.* 2017). Kiudained annavad tekstuuri ja sõmerust, mis annab vastsetel võimaluse ka söötme alumistes osades toituda. Liigniiskuse tõttu muutub söötme alumine osa anaeroobseks, mis pole vastsete elutegevuse jaoks soosiv. Lisaks tekitab anaeroobne keskkond ebameeldivaid haisvaid gaase, mis oleks tööstuslikus kasvatuses vaja elimineerida.

Lisada tuleb lisada, et Euroopa Liidus on hetkel loomsete jäätmetega toidetud putukavastsete kasutamine keelatud (IPIFF 2021). Loomsed jäätmed enamjaolt põletatakse, maetakse (mis võib olla illegaalne) või ladestatakse, millest esimene on väga energiamahukas ja keskkondlikult koormav protsess (RT 2021).

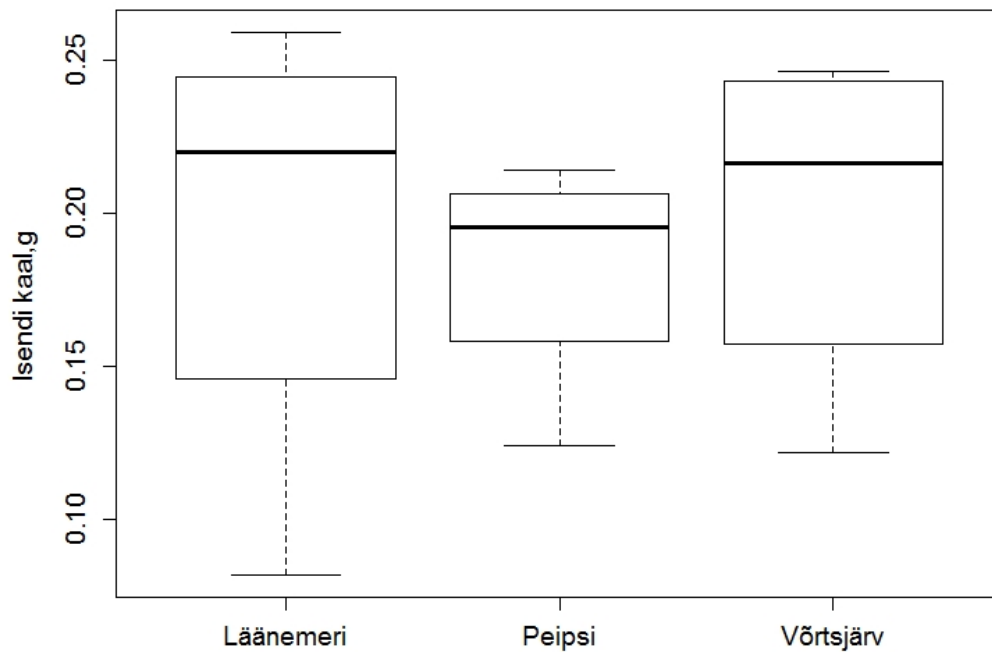
2.2 Vastsete laboratoorse söötmiskatse tulemused

Peale katse lõppu filtreeriti kõik vastsed ja vastsete sõnnik eraldi anumatesse. Produktide kaalud on välja toodud tabelis 3.

Tabel 3. Katsepartii kaalud peale toitmistsükli (M10 kuni M100 kajastab Läänemere kalade jäätmeid, P10 kuni P100 kajastab Peipsi järve kalade jäätmeid ja V10 kuni V100 kajastab Võrtsjärve kalade jäätmeid).

Katsepartii tähis	Ühe vastse kaal (g)	10 000(+- 10) isendi kaal (g)	Sõnniku (jäägi) kaal (g)	Kogukaal (g)
M100	0,082	820	2997	3817
M50	0,23	2300	4747	7047
M25	0,259	2590	4822	7412
M10	0,21	2100	4910	7010
P100	0,124	1240	5388	6628
P50	0,214	2140	4496	6636
P25	0,199	1990	4995	6985
P10	0,192	1920	4382	6302
V100	0,122	1200	3061	4261
V50	0,246	2460	5160	7620
V25	0,24	2400	4461	6861
V10	0,193	1930	4776	6706

Tulemustest on näha, et kõige väiksema kehakaalu ja seetõttu ka vastsete kogukaaluga olid 100 % loomsel materjalil toituvad vastsed (M100, P100, V100). Veekogude vahelisel võrdlemisel olulist statistilist erinevust ei leitud (joonis 20).



Joonis 20. Vastsete isendite kaalude jaotused veekogude kaupa.

Isendi kaalu keskmised väärtused iga veekogu puhul olid (\pm standarhälve):

Läänemeri: $0,20 \pm 0,07$ g

Peipsi $0,18 \pm 0,04$ g

Võrtsjärv $0,20 \pm 0,06$ g

100 % loomse söötme peal toitunud vastsete keskmine kaal oli oluliselt väiksem (joonis 21).

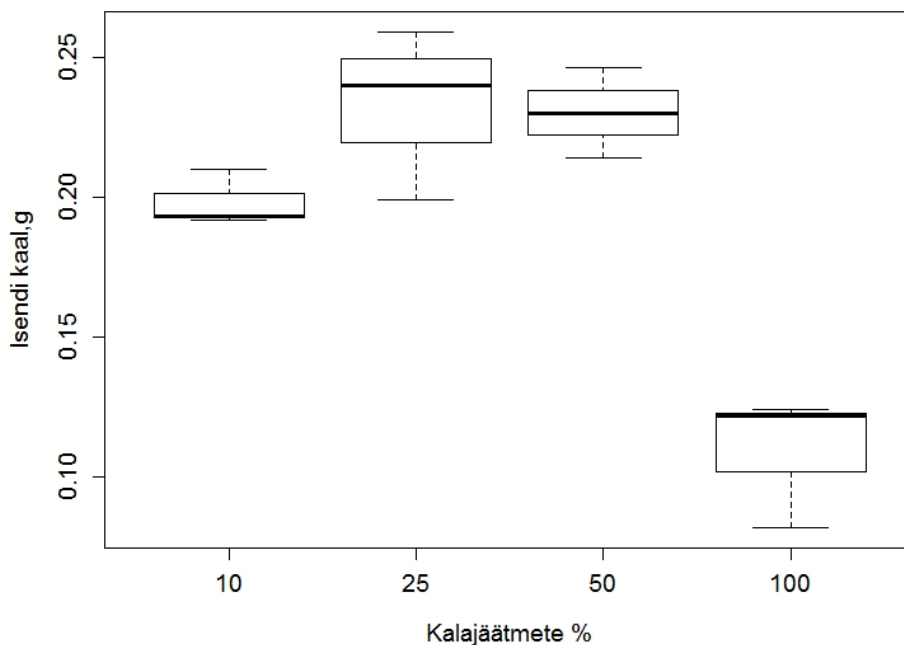
Isendi kaalu keskmised väärtused iga söötmesegu puhul olid (\pm standarhälve):

10 %: $0,20 \pm 0,01$ g

25 %: $0,23 \pm 0,03$ g

50 %: $0,23 \pm 0,016$ g

100 %: $0,11 \pm 0,024$ g



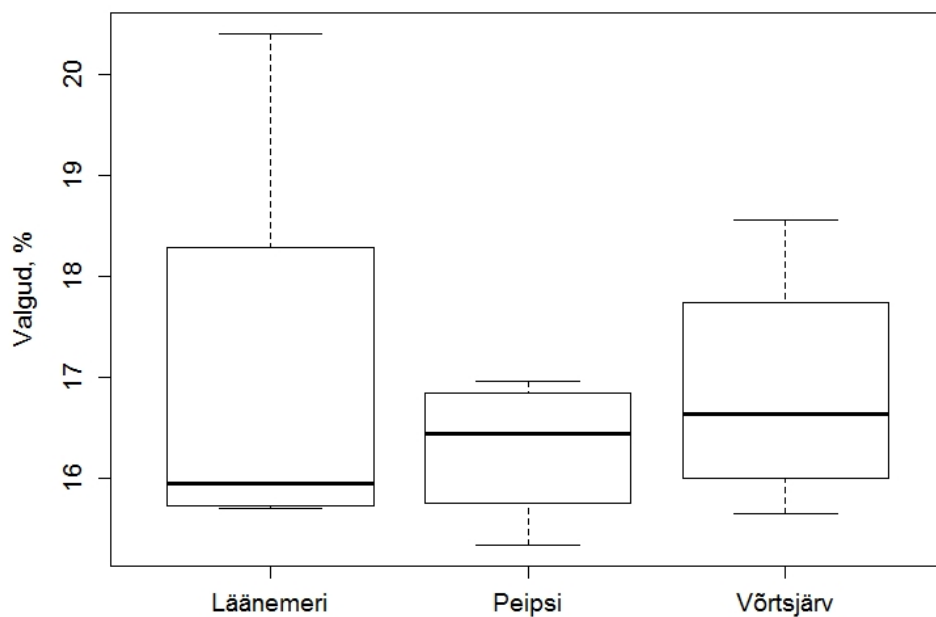
Joonis 21. Vastsete isendite kaalude jaotused söötmesegude loomse sisalduse kaupa.

2.3 Keemilised analüüsid

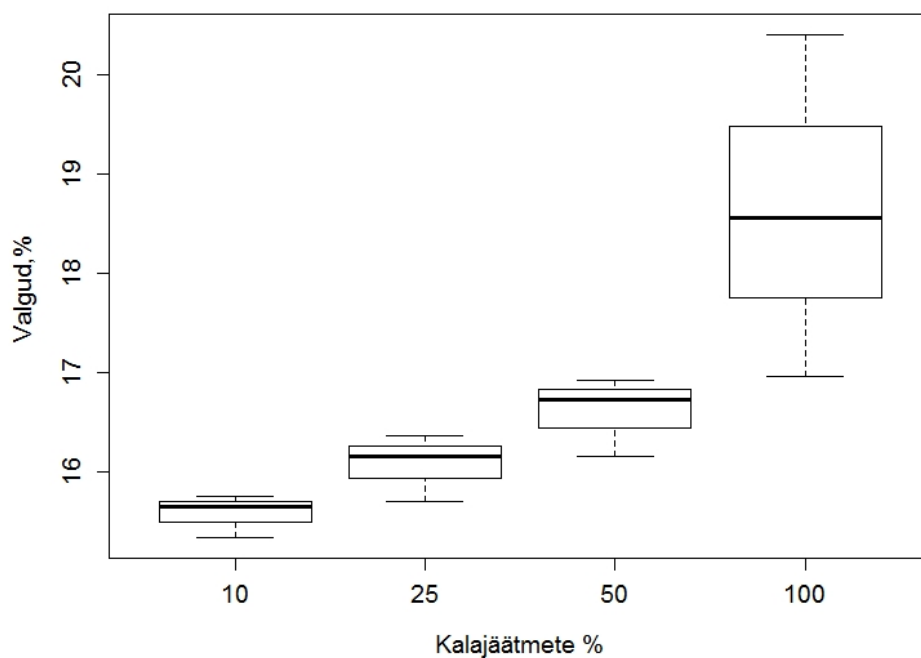
Vastsete proovid saadeti keemiliste analüüside teostamiseks Veterinaar- ja Toidulaboratoriumisse. Keemiliste analüüside käigus mõõdeti katse käigus kasvatatud vastsete valkude ja rasvade sisaldus. Lisaks analüüsiti raskemetallide (Hg, Cd, Pb) edasi kandumist kalast vastsetesse ja vastsete elutegevuse jääkidesse. Katseprotokollid on välja toodud lisa 2 (lisa 2).

2.3.1 Valkude ja rasvade analüüs

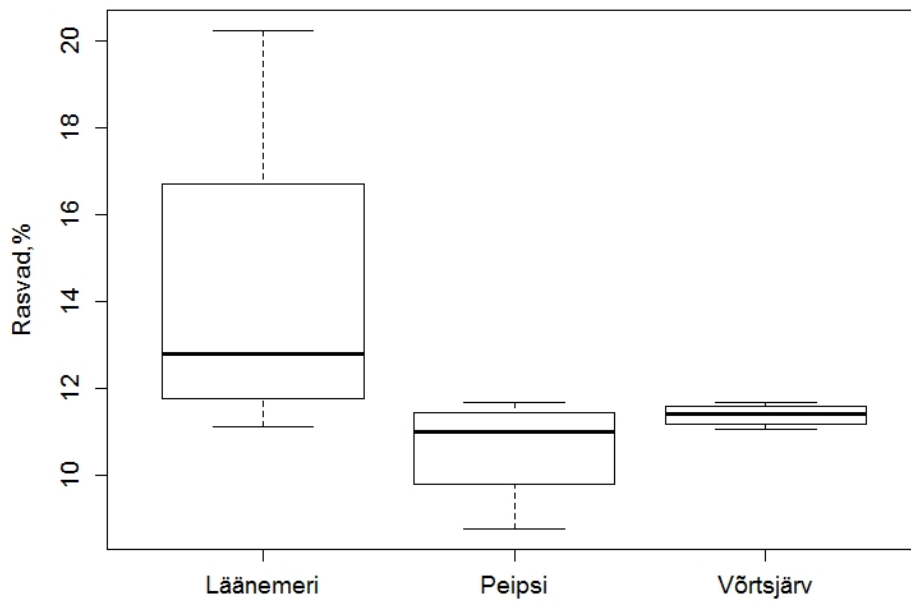
Valkude analüüsimiseks kasutati Kjeldahli meetodit. Rasvade analüüsiks kasutati SBR ja R-G meetodit. Andmete statistilisel analüüsil selgus, et kalade veekoguline päritolu ei mõjutanud valkude ja rasvade sisaldust vastsete kehamassis, küll aga mõjutab seda söötme loomsete ja taimsete komponentide osakaal (joonised 22 kuni 25).



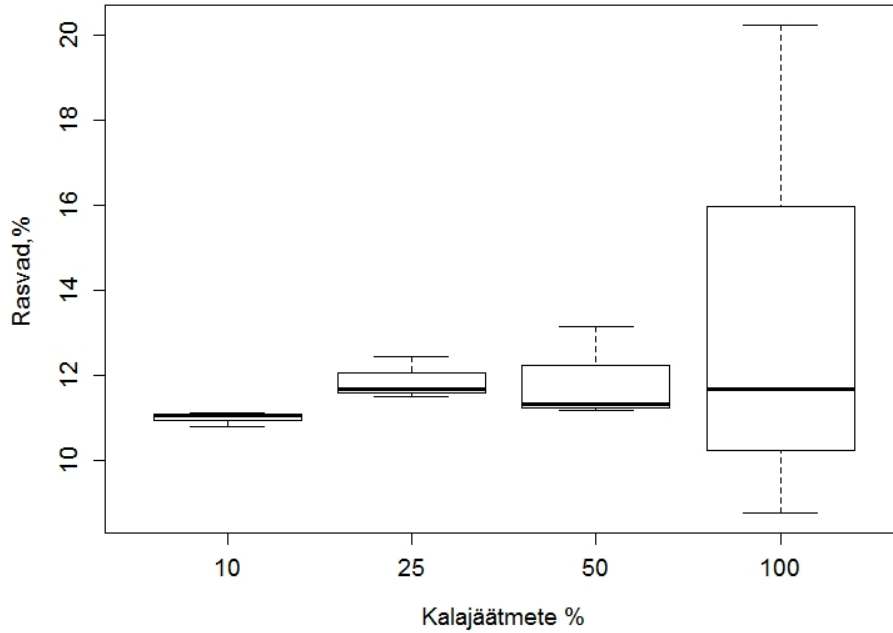
Joonis 22. Valkude sisalduse erinevused veekogude põhjal. Vertikaalselt välja toodud tulbas arvud protsentide alusel.



Joonis 23. Valkude sisalduse erinevused söötmesegude kompositsioonist lähtuvalt. Horisontaalsel veerul loomse söötme, ehk kalajäätmete sisaldus protsentuaalselt, vertikaalsel veerul valgude sisaldus protsentuaalselt.



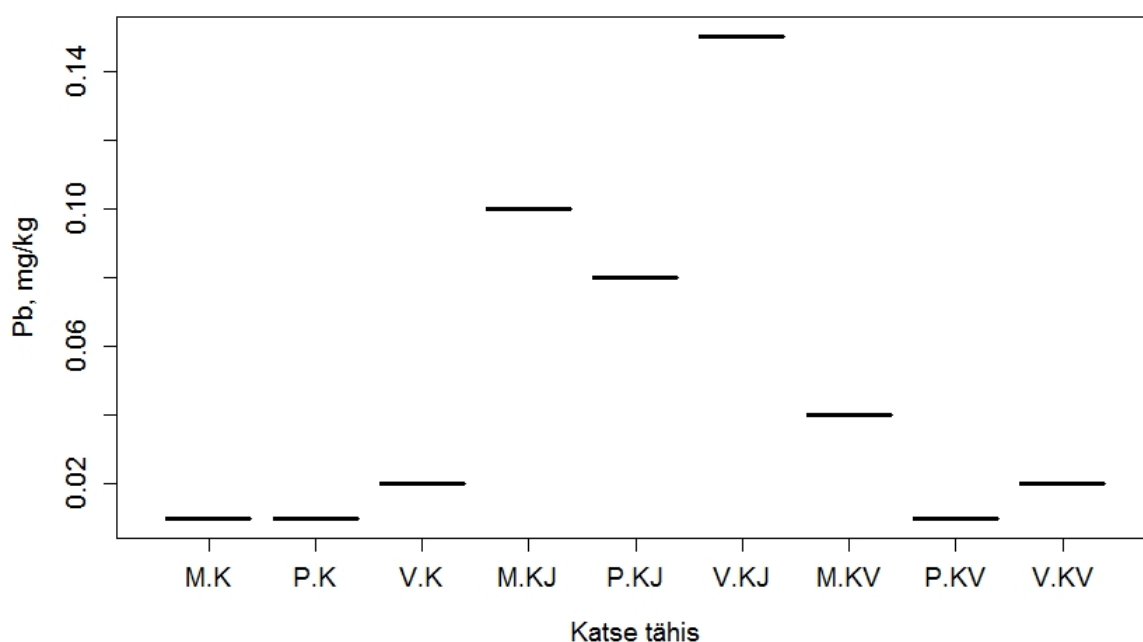
Joonis 24. Rasvade sisalduse erinevused veekogude põhjal.



Joonis 25. Rasvade sisalduse erinevused söötmesegude kompositsioonist lähtuvalt.

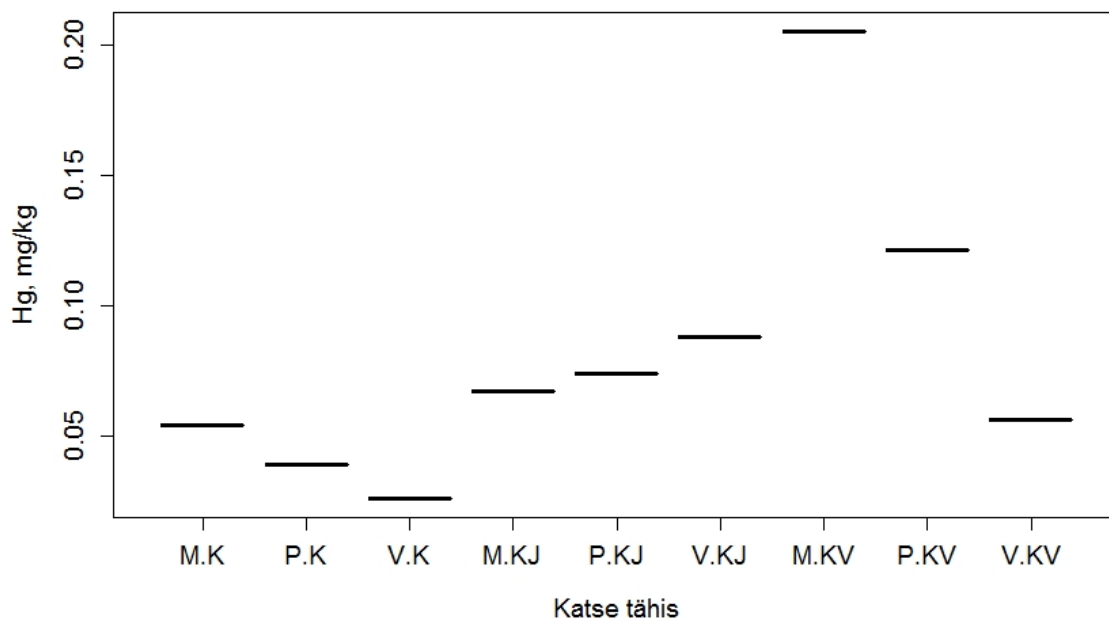
2.3.2 Raskemetallide analüüs

Raskemetallide analüüsil selgus, et plii (Pb) ei kandunud edasi kalast vastseteni. Kõige kõrgem plii kontsentratsioon peale katse lõppu oli vastsete elutegevuse järgis, ehk sõnnikus (joonis 26). Joonistel 26 kuni 28 märgivad M.K, P.K ja V.K kalatööstuse jääki vastavalt Läänemeres, Peipsis ja Võrtsjärves. M.KJ, P.KJ ja V.KJ. märgivad kalal toitunud vastsete sõnnikut Läänemere, Peipsi ja Võrtsjärve katses. M.KV, P.KV, V.KV märgivad kalal toitunud vastseid vastavalt Läänemere, Peipsi ja Võrtsjärve katse puhul.



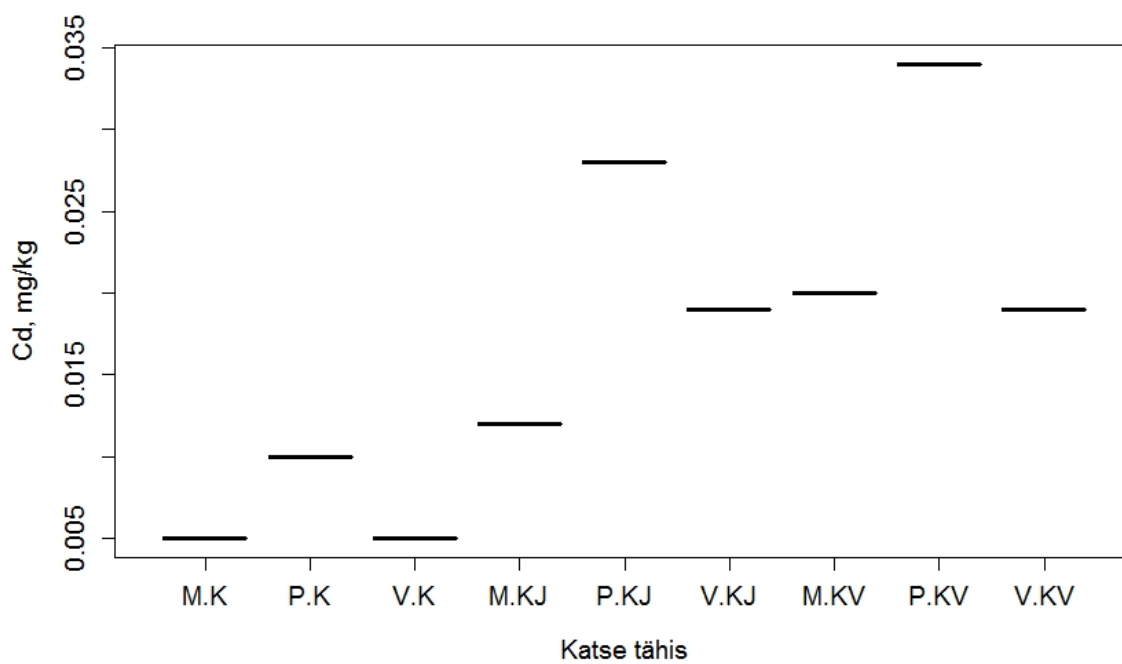
Joonis 26. Plii (Pb) kontsentratsioon mg/kg.

Elavhõbe (Hg) kandus vastsetesse mõnevõrra rohkem, kuid samamoodi oli ka vastsesõnnikus elavhõbeda kontsentratsioon suurem kui algsetes kalajäätmetes (joonis 27). Kõige suurem elavhõbeda kontsentratsioon oli Läänemere kalajäätmetel toitunud vastsetes.



Joonis 27. Elavhõbeda (Hg) kontsentratsioon mg/kg.

Peipsi kalatööstuse jäätmetes oli kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon teistest veekogudest püütud kaladega võrreldes üle kahe korra kõrgem. Küll aga olulist edasikandumist vastsesõnnikusse ja vastsetesse ei täheldatud (joonis 28).



Joonis 28. Kaadmiumi (Cd) kontsentratsioon mg/kg.

2.3.3 Keemiliste analüüside kokkuvõte

Tulemustest võime järeldada, et kalajäätmete olemus ei mõjuta katses kasutatava putukaliigi vastsete võimekust kalajäätmeid tarbida, ehk võimalik erinevus erinevatest veekogudest saadud kalaliikide ja jäätmete olemuse osas ei ole oluline. Küll aga mõjutab vastseid söötme üldine toitaineline koostis. Taimse materjali kasutamine söötme osana lisab söötmesse süsivesikuid, mida 100 % kalajäätmete puhul on söötmes minimaalselt. Süsivesikud annavad vastsetele võimekuse saada elutegevuseks lisaenergiat ja tänu sellele koguda enda kehamassi ka rasva. Korrelatsioonis on kalade valguline koostis ja söötme loomsete jäätmete osakaal. Rasvade vähene koostis vastsete kogukehamassist tõstab valkude sisalduse protsentuaalselt kõrgemaks.

Lisaks võime järeldada, et söötme olemus ja vastsete heaolu toitumise vältel on oluline ka vastsete, kui söödaproducti edasise kvaliteedi määramiseks.

Raskemetallidest kandus kõige enam vastsetesse edasi elavhõbe, mille kontsentratsioon vastsetes oli kõikide veekogude puhul üle kahe korra kõrgem kui algselt kasutatavates kalajäätmetes. Plii puhul jäi suurem osa pidama vastsete väljaheidetesse. Kaadmium kandus edasi ühtlaselt nii vastsesõnnikusse kui vastsetesse.

2.4 Biofilter

Vastsete toitumistsükli vältel liikus kogu laborist välja paistav õhk läbi biofiltri. Biofiltrisse sisse tulevast ja välja minevast õhust mõõdeti putukakasvatases tekkivate gaaside koostist. Projekti käigus mõõdeti tekkiva ammoniaagi (NH_3) kontsentratsiooni ja biofiltri efektiivsust selle eemaldamiseks. Ammoniaagi mõõtmiseks kasutatud andurseadme mõõtemaksimum oli 500ppm. Andurseade teostas mõõtmisi iga 20 minuti järel ning andmed salvestati. Biofilter täideti kolmest 1 cm^3 kuni 3 cm^3 suuruse fraktsiooniga bioloogilisest materjalist komponendiga (joonis 29):

Lehtpuu laastud

Lehtpuu süsi

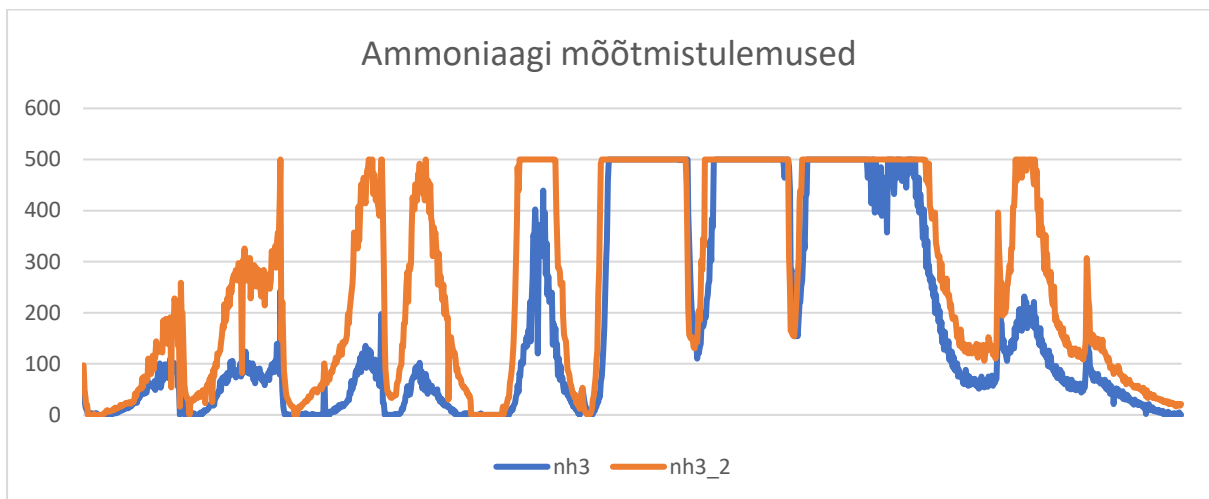
Hobusesõnniku kompost

Antud biofiltri lahendus oli varem välja töötatud kalapüügi innovatsioonitoetuste voorus projekti 811017780003 „Väheväärtusliku peenakala väärimine“ käigus.



Joonis 29. Biofiltri ettevalmistamine.

Katse käigus eralduv ammoniaak ületas meie prognoosi ning suur osa päevadest jäi mõõtmistulemus andurseadme mõõtepiirkonnast väljapoole. Joonisel 30 on sinise joonega märgitud NH_3 mõõtetulemused enne biofiltri läbimist ja oranži joonega mõõtetulemused peale biofiltri läbimist (joonis 30). Jooniselt 30 on selgelt eristatavad kõikumised, mis korreleeruvad toitmise tsüklitega. Iga päev peale toitmist NH_3 kontsentratsioon väljapaisatavas õhus väheneb. Söömise intensiivistumisel ja toitainete lagundamisel ammoniaagi sisaldus väljapaisatavas õhus tõuseb. Sellega kaasneb ka väga ebameeldiv lõhn, eriti 100 % loomse materjali puhul. Esmaste tulemuste kohaselt suutis biofilter endasse akumulierida ammoniaaki, kuid kui puhver ületati hakkas biofilter suuremal kontsentratsioonil ammoniaaki õhku paiskama. Sellest ka graafikute erinevused.



Joonis 30. Ammoniaagi mõõtmistulemused enne ja pärast biofiltri läbimist. Sinise joonega on märgitud mõõtmistulemused enne- ja oranži joonega peale biofiltri läbimist.

Katse tulemustest võime järeldada, et antud konstruktsiooniga biofilter ei täitnud ülesannet ja vajab edaspidist uurimist ja tehnoloogia täiustamist. Lisaks tekkis vastsete poolt loomsete jäätmete lagundamisel palju enam ammoniaaki kui algselt prognoositud oli. Biofilter ei akumulieerinud ammoniaaki piisavalt ja peale mõnda päeva hakkas biofiltrisse akumulieerunud ammoniaak filtri täidisest välja paiskuma.

3 Kaluri poolt sooritatud uurimistöö

3.1 Kaluri vastsekasvatus kodustes tingimustes

Projekti käigus kasvatas kalur (Jevgenia Piiraja) enda poolt püütud kalade jäätmetega kodustes tingimustes antud kärbseliigi vastseid. Katse käigus kasvatatud putukavastseid kasutati söödana kaluri pool peetavate kanade söötmiseks. Katses osalenud kanadelt korjati mune, omadusi hinnati kanamunade degusteerimiskatse abil. Katse toimus alates 01.07.2020 kuni 31.08.2020. Degusteerimine toimus inimeste endi vastutusel ja komplikatsioone kellelgi ei esinenud. Antud katseks võimaldati kalurile 45 000 kolme kuni viie päeva vanuseid vastseid kes jaotati ära võrdselt kolme erineva kasvatusanuma vahel. Anumateks kasutati 90 l plastanumaid (joonis 31).



Joonis 31. Kasvatuses kasutatud plastanumad vasakul ning kärbsevastset kalajäätmel paremal.

Anumad paiknesid välitingimustes vihma eest varjatud kohas. Kalur koolitati vastseid kasvatama katse alguses ning terve kasvatustsükli vältel toimus konsultatsioon. Vastseid toideti kanasööda (Scandagra) ning kalajäätmete seguga. Kanasööt võimaldati kalurile Eesti Maaülikooli poolt. Kala ja kalajäätmed olid kaluri enda poolt. Antud katse puhul komplikatsioone ei esinenud.

Katse lõpus andis kalur hinnangu katse edukuse ja putukavastete kasvatusel tulenevate väljakutsete osas. Kaluri antud vastused on välja toodud lisa 3 (lisa 3).

3.2 Kanade toitmise- ja munade degusteerimise katse

Antud katsega üritati välja selgitada kas kanad on alid toituma putukavastsetest. Katseks eraldati 21 kana kolme võrdsesse rühma:

1. 100 % vastsete peal toituvad kanad.
2. 50 % putukavastsete ja 50 % kanasööda peal toituvad kanad.
3. 100 % kanasööda peal toituvad kanad.

Kanadele võimaldati eluruumidesse sisseelamise ja uue söödaga harjumise aega kaks nädalat, mille jooksul eraldati kõik katses osalenud kanad ühte elukohta. Peale kahe nädala möödumist kanad eraldati katseks vajalikkudesse rühmadesse (joonis 32).



Joonis 32. Katseks eraldatud kanade eluruumi sisse harjutamine.

Kanad olid vastsetest väga huvitatud ja alid neist toituma (joonis 33).

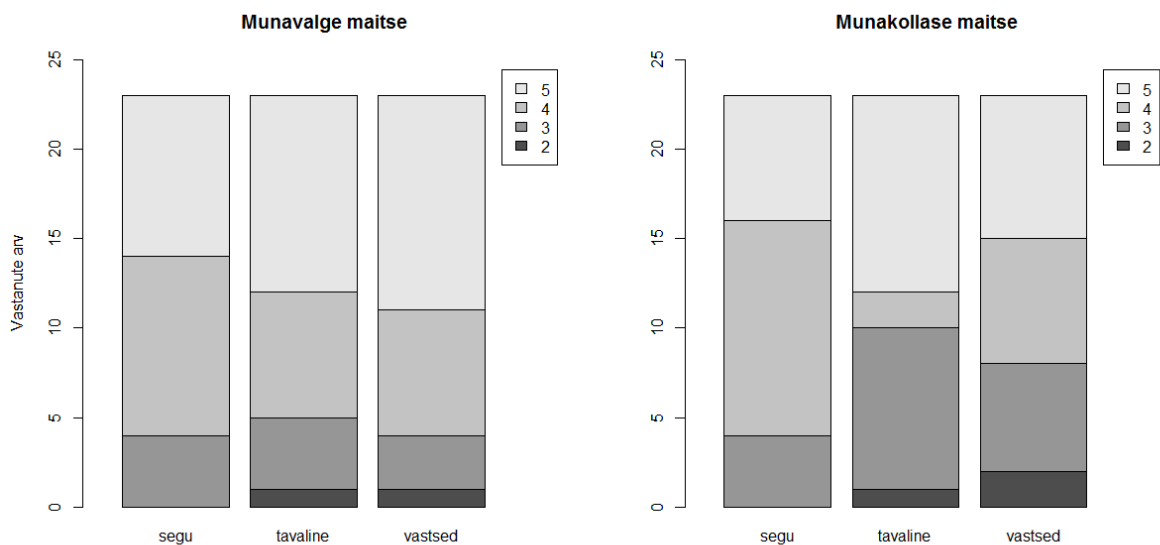


Joonis 33. Esmane vastsete toitmisproov kanadele.

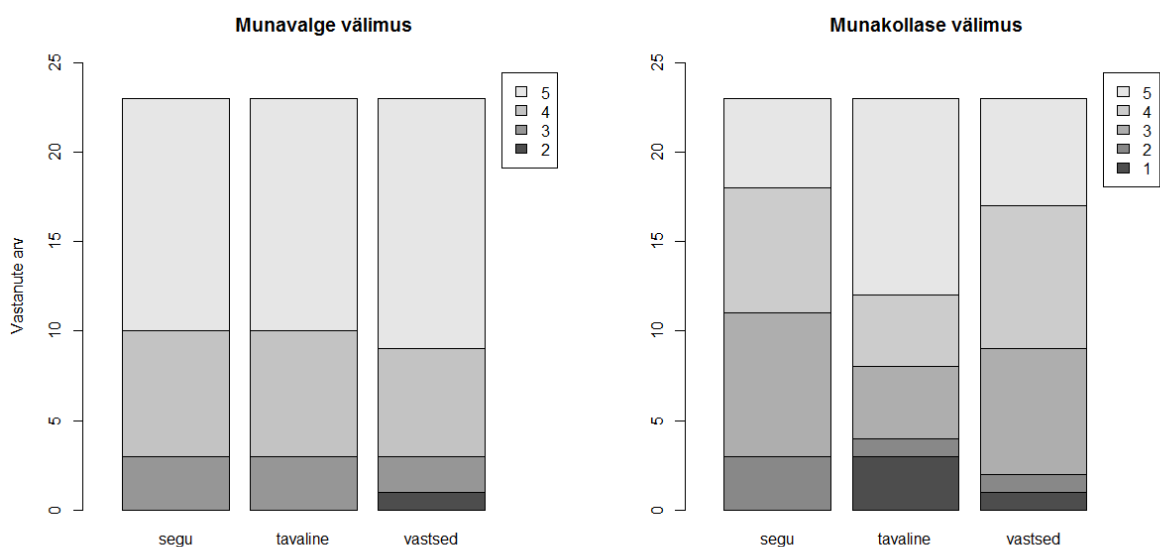
Katset kajastati telesaates Osoon 26.10.2020, mille käigus tutvustati REPB'i ja kaluri kodust vastsekatsetust.

Kogu toitumistsükli jooksul korjati kanadelt munad. Katse lõppedes toimus kanamunade degusteerimine. Munad keedeti 12 minutit ning iga katses osalenu hindas kolme erineva toitumisrežiimiga kanade mune küsimustiku alusel (lisa 4). Küsitluses osales 23 inimest, ehk katseks kasutati 69 kanamuna.

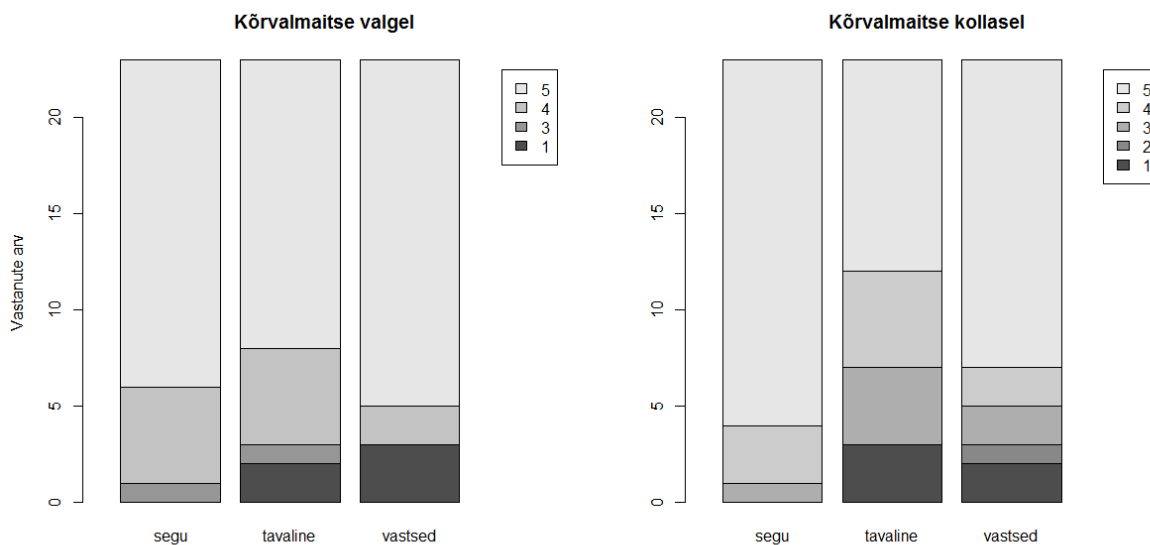
Katsest selgus, et hinnangud kvaliteedile on pigem kõikide kanatoitude korral kõrgemad: kõrgemad hinded 4 ja 5 anti munavalge maitsele 85 % kordadest, munakollase maitsele 71 % kordadest (joonis 34), munavalge välimusele 91 % juhul, munakollase välimusele 62 % juhul (joonis 35). Absoluutselt ilma kõrvalmaitseta märgiti 74 % munavalgetest ja 67 % munakollastest (joonis 36).



Joonis 34. Munavalge ja munakollase maitsete tulemused.



Joonis 35. Munavalge ja munakollase välimuse tulemused.



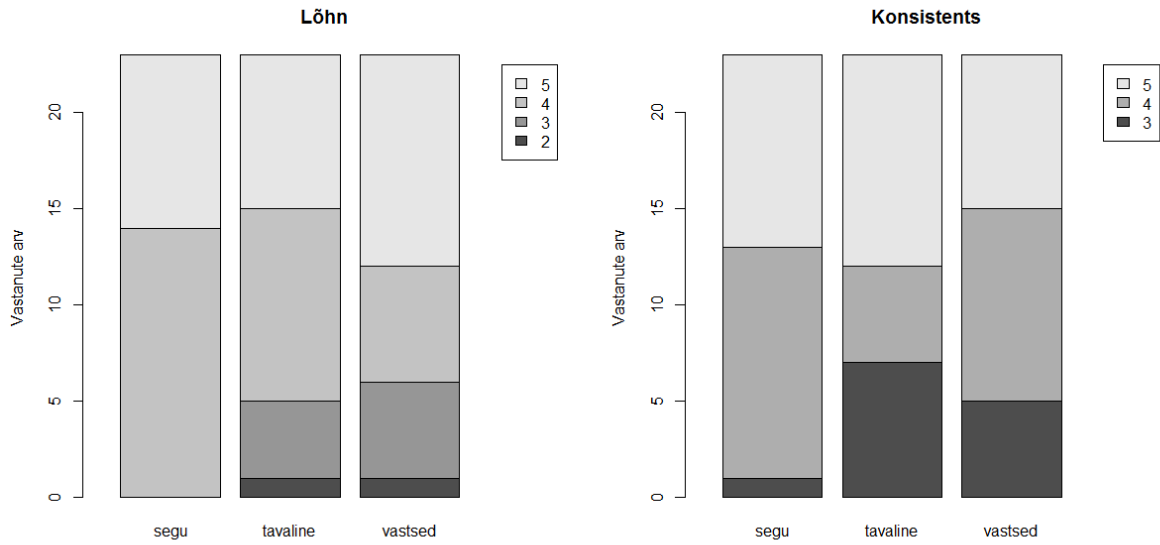
Joonis 36. Kanamunade kõrvalmaitse hindamise tulemused.

Erinevate söödarežiimide puhul võis mõnevõrra halvemaid hindeid välja tuua munakollase maitse hinnetes 100 % tavalise kanasööda puhul - 9 juhul 22st (41 %) ja ka 100 % vastsetel toitunud kanade munadega 7 korral 22st (32 %), mis ei ole siiski statistiliselt olulised võrreldes segutoidu suhtarvuga 14 % ehk 3 juhul 22st (R prop.test, $p=0,09$)

Kasutades Hii-ruut testi sagedustabeli sõltumatuse kontrolliks saame väita, et teatud seos kanatoidu ning munakollase maitsele antud hinnetes on olemas (R protseduur chisq.test, X-squared = 15,437, $p\text{-value} = 0,01$). Täpsemal analüüsil näeme, et tavatoidu hinded 3 ning 4 on vastupidised teiste toitudega, ning ka 100 % vastsetel toitunud kanade munade hinde 2 olemasolu kahel juhul on eriline teiste toitudega võrreldes. Jagades hinded kaheks, nägime, et erilist vahet siiski munakollase maitse hinnangutel statistiliselt tõestada ei õnnestu.

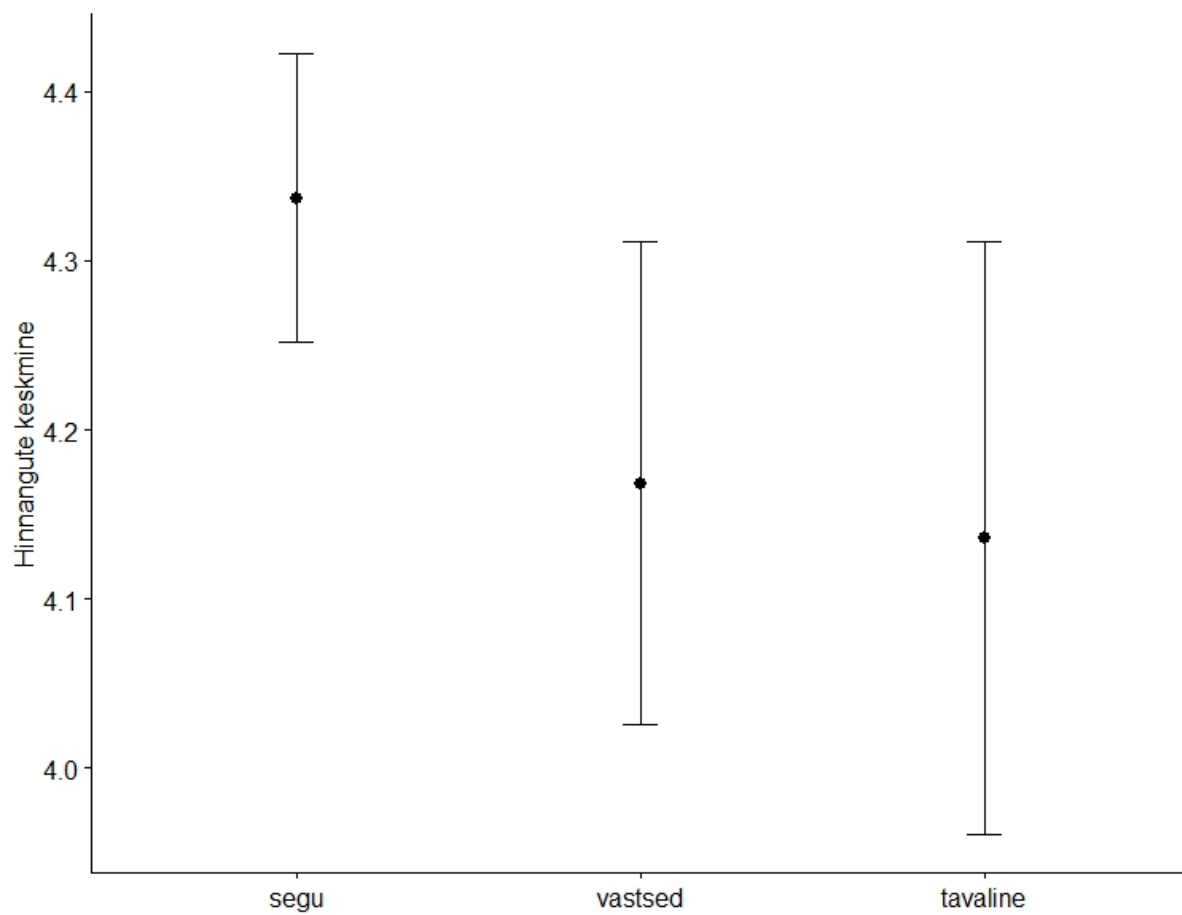
Teiste näitajate puhul jäi alla hinde 4 andnud inimeste arv vahemikku 0 kuni 3.

Munade lõhna ja konsistentsi hinnangutes näeme, et segutoidu puhul halvemad hinded puuduvad täielikult, tavatoidu ja vastsetega toites on nende osa marginaalne ja statistiline analüüs ei võimalda siin olulist vahet teha (joonis 37).



Joonis 37. Kanamunade lõhna ja konsistentsi hindamise tulemused.

Hinnangute keskmiste väärtuste seostamiseks kanatoiduga kasutasime kordusmõõtmistega mudeli analüüsi, arvestades konkreetse hindaja omapära (R protseduur lmer, library(lme4)). Keskmine hinne oli kõrgeim segutoidu puhul (4,38), tavalise toidu keskmine 4,23 ja vakkade toidu keskmine 4,2 erinesid väga vähe. Küsitletud isikute omapära kirjeldas hinnangute keskmise varieeruvusest 36 %, sealjuures hinnangute keskmised ei olnud seotud erinevate kanatoidudega, vastajate vanuse ega sooga (joonis 38).



Joonis 38. Hinnangud katses kasutatud kanamunadele võttes arvesse küsimustikule vastaja omapära.

4 Komposteerimise katse

4.1 Katse ülesehitus

Järgmiseks projekti ülesandeks oli vastsete laboratoorse toitmiskatse jääkidest komposti toota. Selleks ehitati komposteerimiseks vajalik termokapp, kuna komposteerimine väikesel skaalal ei suuda piisavalt soojust toota. Termokapi ehituseks kasutati 80mm paksust vahtplasti, mis isoleeriti seest veel lisaks klaasvillaga. Vahtplastist plaadid liimiti kokku silikooniga (joonis 39). Termokapp oli reguleeritava temperatuuriga ning kütmiseks kasutati elektrienergiat töötavat põrandakütte kontuuri.



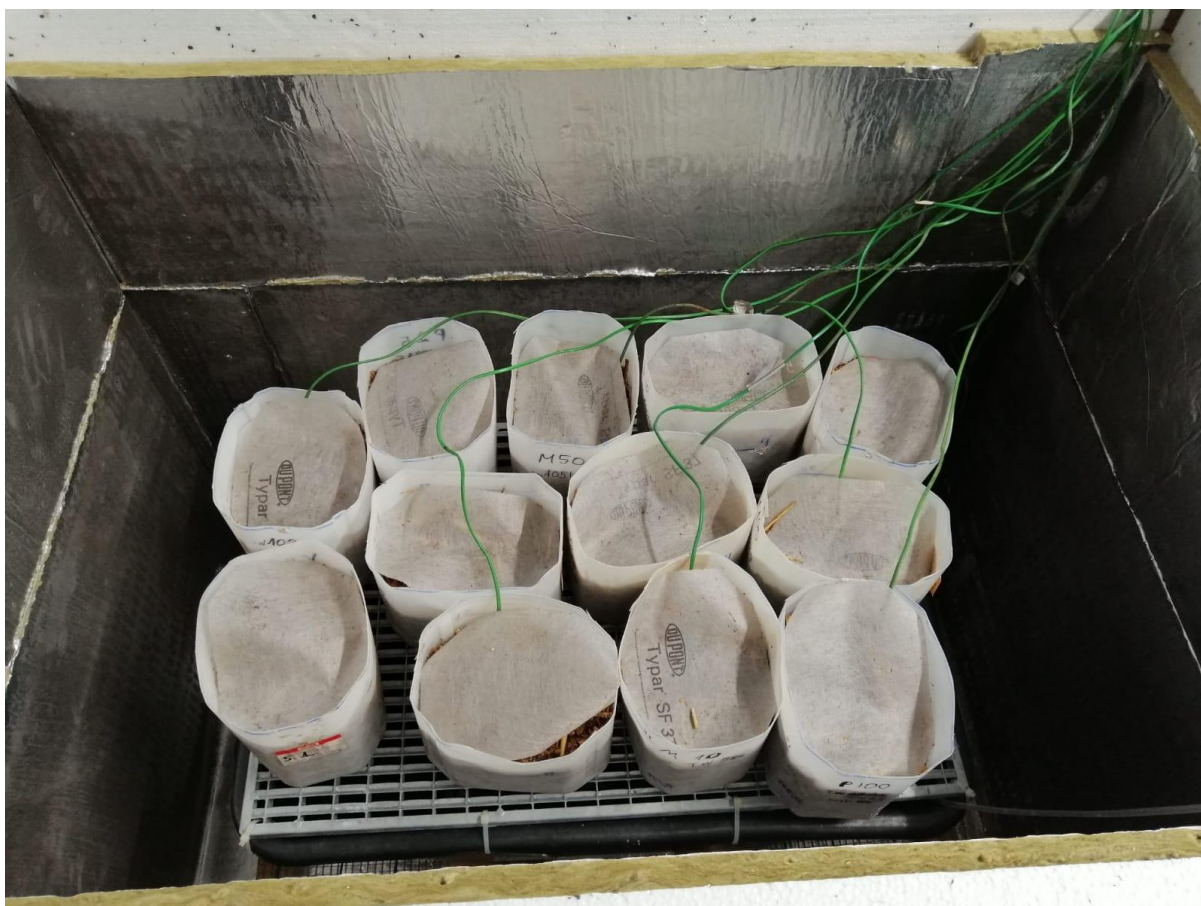
Joonis 39. Termokapi ehitus.

Komposti segude valmistamisel lähtuti toitmisekatse jääkide (substraadi) ja põhu kuivkaalu C/N sisaldusest (tabel 4).

Tabel 4. Kompostisegude mineraalainete sisaldus. Põhu / põhugraanuli ja kompostisegude süsiniku (C) ja lämmastiku (N) sisaldus.

Proovi kood	P%	K%	Ca %	Mg%		N%	C%
M 10	2,94	1,45	4,46	1,00		4,57	33,02
M 25	3,82	1,26	3,65	0,84		4,58	30,51
M 50	5,64	1,17	4,19	0,70		4,74	28,88
M 100	6,47	0,91	4,46	0,34		6,12	34,80
V 10	2,50	2,02	5,86	1,16		4,23	32,61
V 25	3,14	1,96	3,51	1,10		4,29	29,97
V 50	4,78	1,77	3,15	0,72		5,56	29,01
V 100	7,29	1,79	4,83	0,37		7,04	28,10
P 10	2,53	1,72	3,83	1,20		3,90	30,99
P 25	4,74	1,19	3,30	0,79		4,85	30,58
P 50	5,71	1,25	3,67	0,88		4,70	26,56
P 100	10,18	0,65	4,99	0,39		5,56	22,39
Põhk / Põhugraanul						0,69	43,10

Iga topi kohta lisati 300 g niisutatud purustatud põhku, mis tagas piisava aeratsiooni. Vastseõnnikut lisati 336 kuni 571 g ning niisutatud põhugraanulit 342 kuni 1128 g, lähtudes C/N väljundist 25,5 (± 0.3). Kompostide algniiskus tehti nn. pigistus meetodil, ehk komposti pigistades ei tohiks kompostist liigvett tilkuda, kuid kompost peab olema läbivalt niiske. Komposteerumiseks on sobiv C/N vahemik 20 kuni 30. Kuna termokapp oli kinnine, lisati termokapi põhja veega täidetud anum kuhu sisse oli suunatud akvaariumite aereerimiseks kasutatav õhupump, mis aitas termokappi tuua lisaõhku ning vältida kompostide liigset kuivamist. Topsisid asetsevad veeanuma peal asuvale metallvõrele, et oleks tagatud topside põhjast liigniiskuse äravool. Komposteerumine toimus kokku 122 päeva. Kogu tsükli vältel vaadeldi komposti sisetemperatuuri andursüsteemiga (joonis 40).



Joonis 40. Kompostid anumates ning termokapis.

Kompost läbis katse alguses termotsükli, mille käigus tõsteti komposti temperatuur 70 °C-ni seitsmeks tunniks. Sellega täideti Euroopa Liidu Komisjoni määruse nr 142/2011 nõuet, mille kohaselt peab loomsete jäätmete käitlemisel tõusma temperatuur vähemalt üheks tunniks <70 °C. Peale seda toodi termokapi ja komposti temperatuur 35 °C juurde alla (joonis 41).



Joonis 41. Kompostisegu komposteerumise alguses.

Optimaalse niiskuse tagamiseks niisutati komposti segusid vastavalt vajadusele.

Komposteerumise tsükli käigus ilmnes kõikides anumates seente elutegevuse jälgi. Osadel kompostidel seened viljusid (joonis 42).



Joonis 42. Viljunud seentega kompostid.

Peale katse lõppu kuivasid kompostid toatemperatuuril kaks nädalat (joonis 43).



Joonis 43. Kompostid peale komposteerumise lõppu.

Valminud kompostid kuivatati õhu käes hästiventileeritud ruumis toatemperatuuril. Kompostid jahvatati peeneks jahvatusveskis RETCH GRINDOMIX GM200 (joonis 44). lõiketera kiirusel 10000 pöört minutis. Jahvatusaega varieeriti vastavalt vajadusele, et saavutada täielikult peenestatud materjal. Kompostid suunati edasi sisendiks taimede väetuskatsesse.



Joonis 44. Jahvatusveski RETCH GRINDOMIX GM200.

4.2 Komposteerumiskatse tulemused

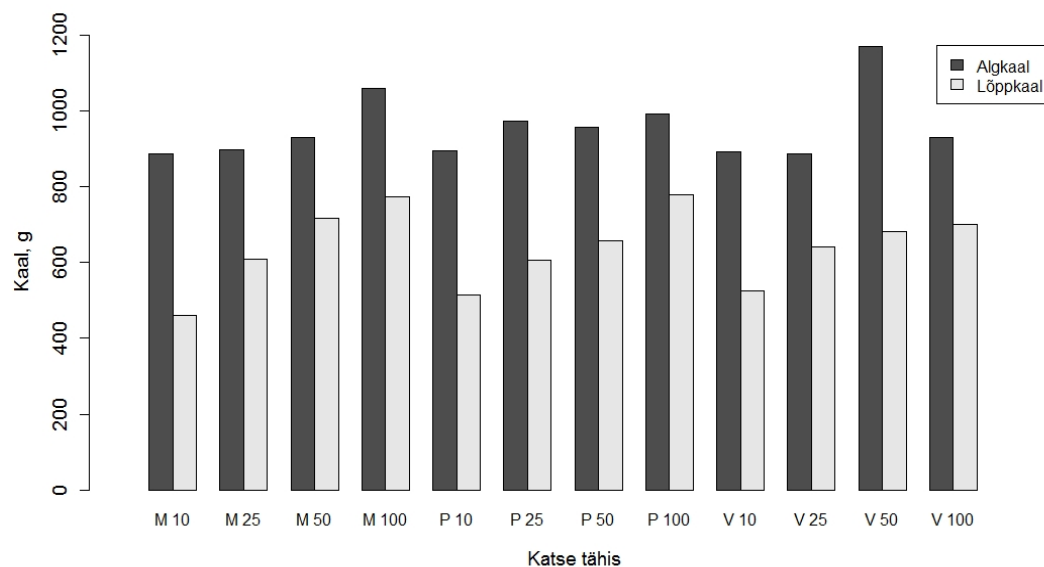
Kompostisegude algkaal ja lõppkaal on välja toodud tabelis 5.

Tabel 5. Kompostisegude alg- ja lõppandmed.

Protsent	Veekogu	Kood	Kaal_alg	Kaal_lõpp	Kaalulangus	Lisatud_põhk	Kasti nr
10	M	M 10	886	461	425	0,76	1
25	M	M 25	898	608	290	0,81	2
50	M	M 50	929,5	718	211,5	0,86	3
100	M	M 100	1061,5	773,5	288	1,14	4
10	P	P 10	894,5	516	378,5	0,64	5
25	P	P 25	973	606,5	366,5	0,88	6
50	P	P 50	958	658,5	299,5	0,86	7
100	P	P 100	991,5	779	212,5	1,09	8
10	V	V 10	892,5	524,5	368	0,71	9
25	V	V 25	886	642,5	243,5	0,74	10
50	V	V 50	1171,5	682,5	489	1,05	11
100	V	V 100	929,5	700,5	229	1,43	12

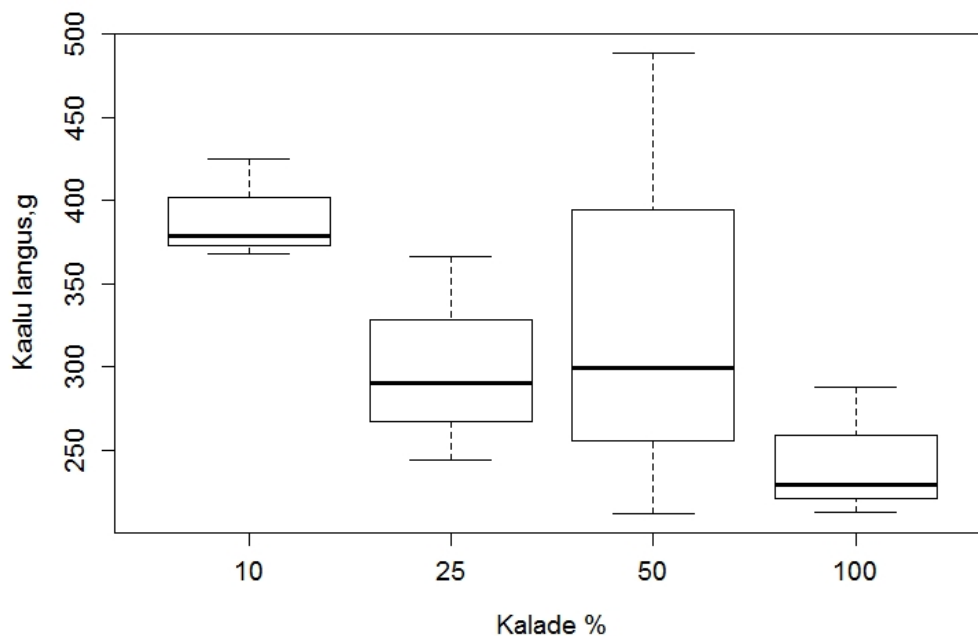
4.2.1 Söötmesegude erinevused

Eelneva tabeli põhjal koostati järgnev joonis visualiseerimaks kompostisegude kaalu langust komposteerumisprotsessi käigus (joonis 45).



Joonis 45. Komposti kaalude langus komposteerumis tsükli vältel. Statistiline erinevus kaalu languse jaoks ei tule ühelgi juhul statistiliselt oluline.

Jooniselt näeme, et kaalu kaotus toimus erinevate katsepartiide vahel ühtlaselt. Kõige suurem erinevus oli 10 % kalajäätme sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti ja 100 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti vahel (joonis 46).



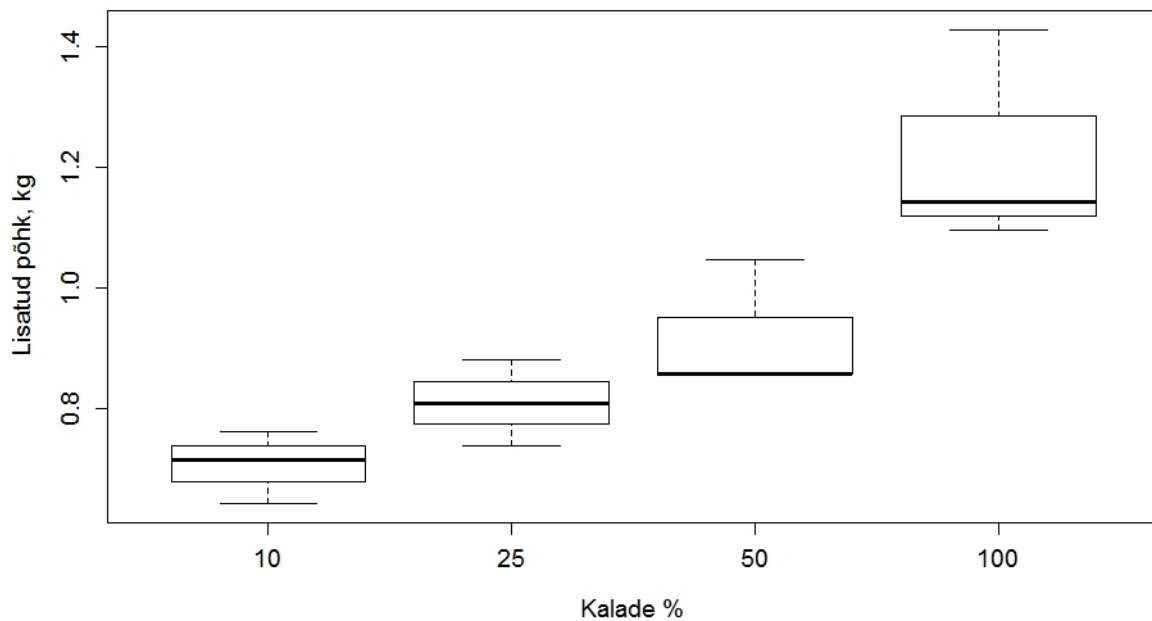
Joonis 46. Kompostisegude kaalu languse keskmised.

Kompostisegude kaalu languse keskmised olid järgmised:

1. 10 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 378,5 g
2. 25 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 290 g
3. 50 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 300 g
4. 100 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 229 g

Kuna erinevatele komposti katsepartiidele lisati erinev kogus põhku teostati analüüs ka põhukoguse erinevustest vastsesõnniku kalajäätmete sisaldusest lähtudes (joonis 47).

Kõige enam lisati põhku 100 % kalajäätmete sisaldusega vastsesõnniku kompostile, kõige vähem 10 % segudele. Lisatud põhukoguste katsed näitasid, et juhul, kus oli 100 % kalade osakaal vastsete söötmes, erinesid tulemused teistest oluliselt, mida tõestas Kruskal-Wallis test ($p = 0,03$).

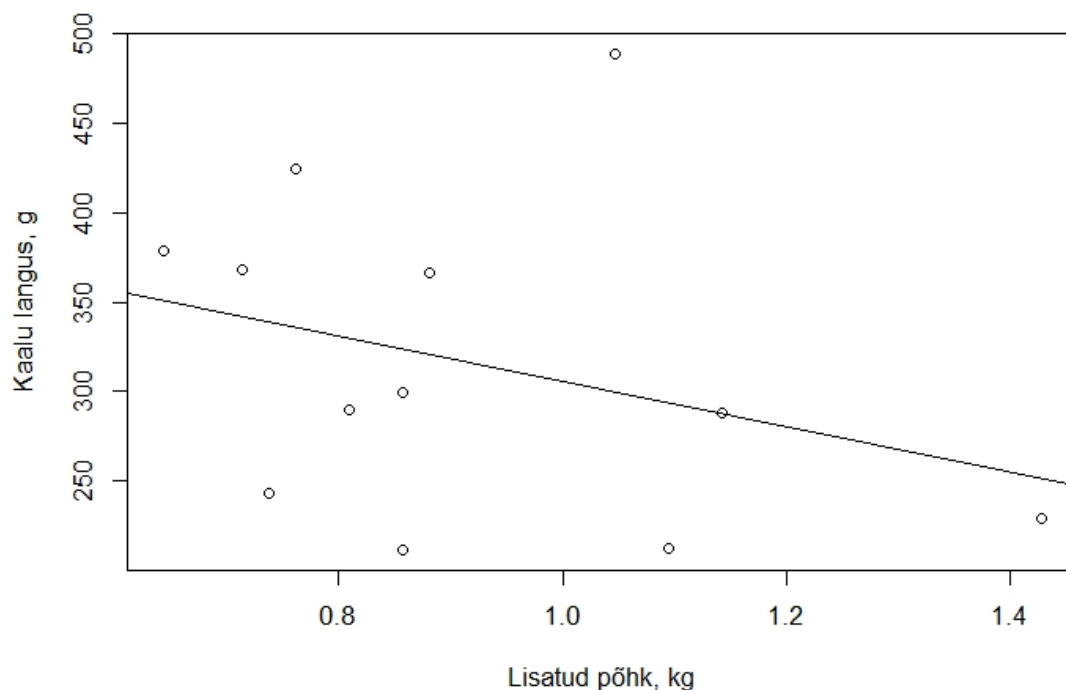


Joonis 47. Lisatud põhu hulk vastsekomposti kalajäätmete sisaldusest lähtudes.

Antud tulemustest arvatati keskmised põhu sisaldused:

1. 10 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 0,71 kg
2. 25 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 0,81 kg
3. 50 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 0,86 kg
4. 100 % sisaldusega putukasõnnikust tehtud komposti puhul 1,14 kg

Kuigi lisatud põhu kogus oli erinev, ei leitud olulist seost lisatud põhu ja kompostide komposteerumise protsessi käigus aset leidnud kaalu languse vahel (kerge langustrend) (joonis 48).



Joonis 48. Kompostisegude kaalulanguse korrelatsioon lisatud põhu kogusega.

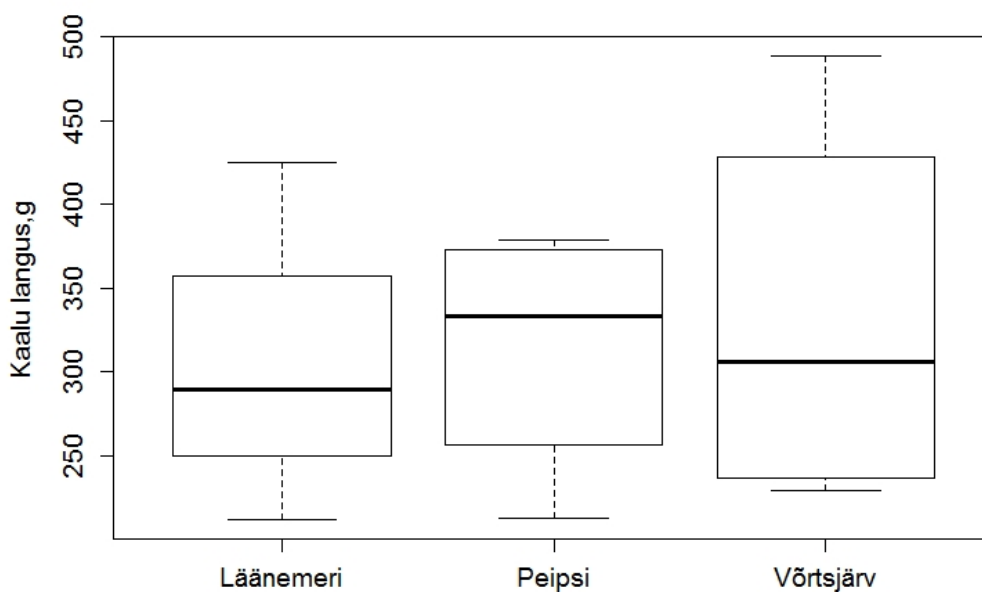
Kaalulanguse mediaanväärtused sõltuvalt kalade protsendist olid järgmised:

1. 10 % puhul 378,5 g,
2. 25 % puhul 290 g,
3. 50 % puhul 300 g,
4. 100 % puhul 229 g.

4.2.2 Veekogude erinevused

Nagu ka vastsete söötme olemusest tingitud komposteerumismuutused ei olnud ka erinevate veekogude kalade peal toitunud vastsete väljaheidetest toodetud kompostid statistiliselt erinevad.

Kuigi keskmised ja mediaanid erinevad, siis statistiliselt olulist erinevust veekogude lõikes välja ei tulnud (joonis 49).



Joonis 49. Kompostide kaalu languse korrelatsioon veekogude lõikes.

4.3 Komposteerumiskatse kokkuvõte

Visuaalselt oli kõige enam erinevusi näha vastsete söödakomponentide erinevustest kompostisegudes. 100 % kalajäätmete peal toitunud vastsete sõnnikust toodetud kompost lagunes halvemini kui väiksema sisaldusega segud. Peale komposteerumist oli 100 % kompostide hulgas märgata veel terveid põhu kõrsi ja põhugraanulite osasid, mida näiteks 10 % puhul ei täheldatud. 100 % segud olid õhulisemad ja nendes leidis ka rohkem hallitust ja seeneniidistikku. Seened, olles lagundajad, aitavad lagundamisprotsessile kaasa, küll aga toimus see 10 % segude puhul visuaalselt kiiremini. 10 % segud olid peale katset anuma põhja kokku vajunud ja nende tekstuur oli iseloomulik kergele märjale savile või mudale. See tähendab, et katsudes ei olnud enam eristada erinevaid komposti komponente. Kompostisegude lagunemise erinevuste kohta hinnangut ei osatud anda ja antud teema vajab edasist uurimist. Erinevate katsepartiide vahel ei leitud olulisi statistilisi erinevusi, ehk võime järeldada, et igasugusest vastsesõnnikust komposti tootmine on võimalik ja teostatav protsess, küll aga visuaalselt komposteeruvad osad kompostisegud paremini kui teised.

5 Taimede kasvukatse

5.1 Katse ülesehitus.

Kasvukatse jaoks segati kokku kasvusubstraat põhimõttel, et kasvunõus varieerub komposti ja turba-mineraalmulla-segu osakaal, kuid turba-mineraalmulla-segu koostis on alati ühesugune. Turba-mineraalmulla-segu segati esmalt kokku ühise seguna arvestusega, et see sisaldab kuivaine arvestuses 10 % turvast ning 90 % mineraalmulda. Sellest korralikult homogeniseeritud segust jagati vajalikud kogused igasse kasvunõusse. Sellist turba ja mineraalmulla suhet (10/90) pidasime parimaks varasemate taimkatsete kogemusele toetudes. Nimelt jääb sõelutud mineraalmullas ilma turbata substraadi konsistents liiga tihe, puudub vajalik poorsus substraadiosakeste vahel, mis mõjuks halvasti taimejuurte õhustatusele ja niiskustasakaalule. 10 % turbasisaldus on piisav andmaks substraadile sobilikku veeimamisvõimet ning poorsust. Lisatav vastsesõnniku kompost käitus veeimamisvõime ja poorsuse vaatenurgast sarnasemalt turbale kui mineraalmullale, seega eeldasime, et ka segudes, kus turba ja mineraalmulla sisaldus on väiksem (seega turba osakaal kasvupotis kahaneb), jääb kasvusubstraadi üldine poorsus ja veeimamisvõime siiski sobilikuks salatkressi juurestiku jaoks. Iga kasvunõu sisaldas kuivainearvestuses 50 g kasvusubstraati. Kuna komposti tihedus oli väiksem kui turba-mineraalmulla segul, siis suurema kompostiosakaaluga kasvusubstraadi maht oli mõnevõrra suurem kui madalama kompostiosakaaluga kasvusubstraadi maht. Kuid ka viimastes oli substraadi maht piisav taimejuurte kasvuks ja arenguks kasvukatse aja jooksul. Seega ei põhjustanud kasvusubstraadi mahu erinevused kasvunõus saada piiravaks teguriks salatkressi kasvus.

Lisaks kasvusubstraatidele, mis sisaldasid kalajäätmetel kasvanud vastsesõnniku komposti, lisati ka viis kontroll-kasvunõud, milles substraat koosnes ainult turba-mineraalmulla segust (kokku 50 g kuivaine arvestuses). Kontroll-kasvunõud võimaldavad hinnata kõige madalamate kompostidooside mõju taimekasvule võrreldes kompostilisandi täieliku puudumisega.

Kasvusubstraadi kuivkaalud kasvunõus on välja toodud tabelis 5. Kasvusubstraadi jaoks segasime kokku steriliseeritud toitainevaese kuivatatud mineraalmulla ning turba, mille kuivainesisaldus oli 30,3 % (määratud kaalukao alusel turbaproovi kuivatamisel 105 °C juures 24 h jooksul). Seega üle 2/3 turba kaalust oli niiskuse kaal. Algselt segasime kokku 2,66 kg niisket turvast ja 7,25 kg steriliseeritud mulda, mille kaal kokku oli 9,91 kg. See segu vastas ümberarvestatuna 8,06 kg kuivale turba-mulla segule, mis sisaldas 0,81 kg turvast kuivkaalu

arvestuses ning 7,25 kg kuiva mineraalmulda. Turbas olev niiskus andis seega algsele segule 1,23 korda suurema kaalu. See paranduskoeffitsient võeti arvesse, kui vastavat segu kaaluti igasse kasvunõusse (tabelis 5 on toodud vaid kasvusubstraadi kuivkaalud). Seega, kui kuivainearvestuses oli kasvunõus kokku 45 g turba-kuivainesegu, lisati kasvunõusse algselt kokku segatud segu $45 \text{ g} \times 1,23 = 55,35 \text{ g}$.

Kasvunõudena kasutati 180 ml polüpropüleenist plastiktopse mille põhja tehti ca 1,5 mm läbimõõduga augud sulatusmeetodil. Augud kasvunõu põhjas tagavad taimele substraadis optimaalse niiskustasakaalu, kuna vajadusel saab üleliigne vesi nõust välja nõrguda. Iga kasvunõu all oli eraldi alus nõrgvee kogumiseks, et vee hilisemal tagasiimbumisel substraati oleks tagatud, et iga kasvunõu taimed saavad ära kasutada just sellest kasvunõust nõrgvette sattunud toitained.

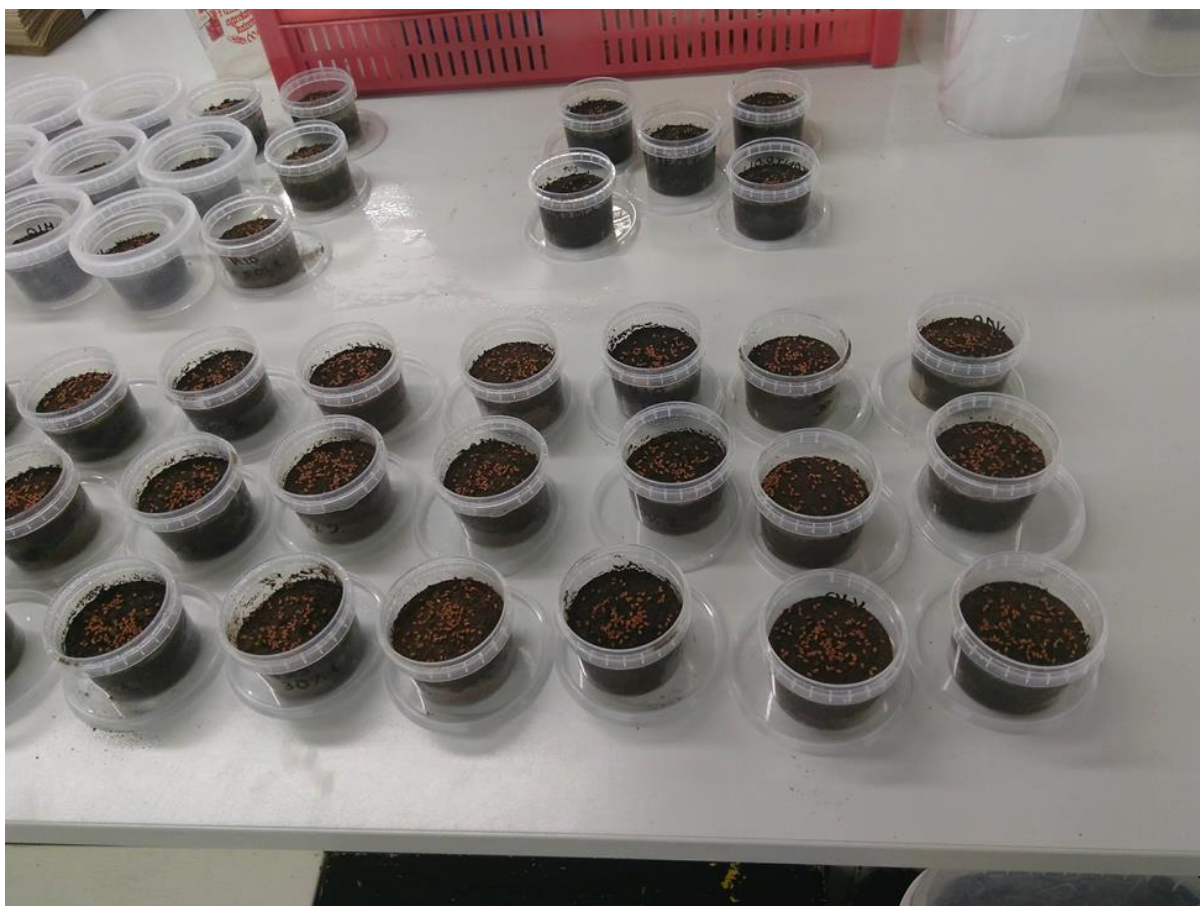
Tabel 5. Salatkressi kasvukatse substraadi koostis.

Kala- jäätmete allikas	Proovinõu tähis	Vastsete- söötmes Kala- jäätmete osakaal (%)	Komposti % taimkatse kasvu- substraadis (kuivkaalud)	Komposti kuivkaal taimkatse ühe kasvunõu kasvu- substraadis (g)	Mineraal- mulla kuivkaal taimkatse ühe kasvunõu kasvu- substraadis (g)	Turba kuivkaal taimkatse ühe kasvunõu kasvu- substraadis	Paralleel- proove
Läänemeri	M10 10%	10	10	5	40,5	4,5	3
	M10 30%	10	30	15	31,5	3,15	3
	M10 50%	10	50	25	22,5	2,25	3
	M25 10%	25	10	5	40,5	4,5	3
	M25 30%	25	30	15	31,5	3,15	3
	M25 50%	25	50	25	22,5	2,25	3
	M50 10%	50	10	5	40,5	4,5	3
	M50 30%	50	30	15	31,5	3,15	3
	M50 50%	50	50	25	22,5	2,25	3
	M100 10%	100	10	5	40,5	4,5	3
	M100 30%	100	30	15	31,5	3,15	3
	M100 50%	100	50	25	22,5	2,25	3

- Tabel jätkub järgmisel leheküljel.

Peipsi järv	P10 10%	10	10	5	40,5	4,5	3
	P10 30%	10	30	15	31,5	3,15	3
	P10 50%	10	50	25	22,5	2,25	3
	P25 10%	25	10	5	40,5	4,5	3
	P25 30%	25	30	15	31,5	3,15	3
	P25 50%	25	50	25	22,5	2,25	3
	P5010%	50	10	5	40,5	4,5	3
	P50 30%	50	30	15	31,5	3,15	3
	P50 50%	50	50	25	22,5	2,25	3
	P100 10%	100	10	5	40,5	4,5	3
	P100 30%	100	30	15	31,5	3,15	3
	P100 30%	100	50	25	22,5	2,25	3
Võrtsjärv	V10 10%	10	10	5	40,5	4,5	3
	V10 30%	10	30	15	31,5	3,15	3
	V10 50%	10	50	25	22,5	2,25	3
	V25 10%	25	10	5	40,5	4,5	3
	V25 30%	25	30	15	31,5	3,15	3
	V25 50%	25	50	25	22,5	2,25	3
	V5010%	50	10	5	40,5	4,5	3
	V50 30%	50	30	15	31,5	3,15	3
	V50 50%	50	50	25	22,5	2,25	3
	V100 10%	100	10	5	40,5	4,5	3
	V100 30%	100	30	15	31,5	3,15	3
	V100 50%	100	50	25	22,5	2,25	3
-	Kontroll	-	-	-	45	5	5
						KOKKU KASVU- NÕUSID	113

Kasvukatses kasutati indikaatortaimeliigina salatkressi (*Lepidium sativum*). Salatkress on kasvukatsetes levinud taimeliik, mille eelisteks on kiire kasv ning hea indikaatorlus toitainete omastamise kohta vastavalt taimepadjandi kõrgusele ning värvusvarjunditele. Igasse kasvunõusse lisati ühtlaselt substraadi pinnale jaotatult 300 mg salatkressi seemneid. Kressi seemneid pole vaja katta substraadiga, need vaid vajutatakse kergelt substraadi vastu. (joonis 50)



Joonis 50. Külvatud salatkressi seemned kasvusubstraadi pinnal.

Substraati niisutati juba enne seemnete lisamist destilleeritud veega. Ka hilisem kastmine viidi läbi destilleeritud veega, seega kõik taimejuurte kaudu omastatavad ained pärinesid kasvusubstraadi segatud komponentidest, mitte kastmisveest. Kastmisel mõõdeti võrdsed kogused destilleeritud vett katseklaasi ning kallati ettevaatlikult idanevatele seemnetele, et mitte seemneid veevooluga kokku lükata substraadipinna serva. Esimesel ööpäeval pärast salatkressi seemnete külvamist hoiti kasvunõusid kaetult toidukilega, et idanema hakkavad seemned substraadi pinnal ära ei kuivaks (joonis 51).



Joonis 51. Külvamise järgselt kilega kaetud salatkressi kasvunõud.

Merelise, Peipsi järve ja Võrtsjärve päritoluga kalajäätmete vastsesõnniku komposti puhul oli igapähele 12 erinevat katsevarianti esindatud kolme kasvunõuga, lisaks ühine kontrollvariant viie katsenõuga.

Hiljem kile eemaldati, sest idujuur võimaldas taimel hakata vett imama sügavamalt substraadi seest, jätkuv kile all hoidmine aga võiks soodustada hallituseente kasvu substraadi pinnal.

Kasvunõusid kasteti vastavalt vajadusele kogu katse jooksul, tagamaks piisav niiskus substraadis. Tänu orgaanilise materjali sisaldusele oli substraadil hea veemavusvõime ning piisav kohevus, seega ei tekkinud substraadis liigniiskust ega täheldatud olulist nõrgvee voolu alusel; samuti ei jäänud substraat kastmiskordade vahel liiga kuivaks.

Peale kasvukatse lõppu lõigati taimed substraadi pinnalt maha (joonis 52). Värskest maha lõigatud taimedelt mõõdeti märgkaal. Maha lõigatud kressitaimede puhmad kuivatati 105 °C 24 tunni vältel, peale mida mõõdeti taimede kuivkaal.

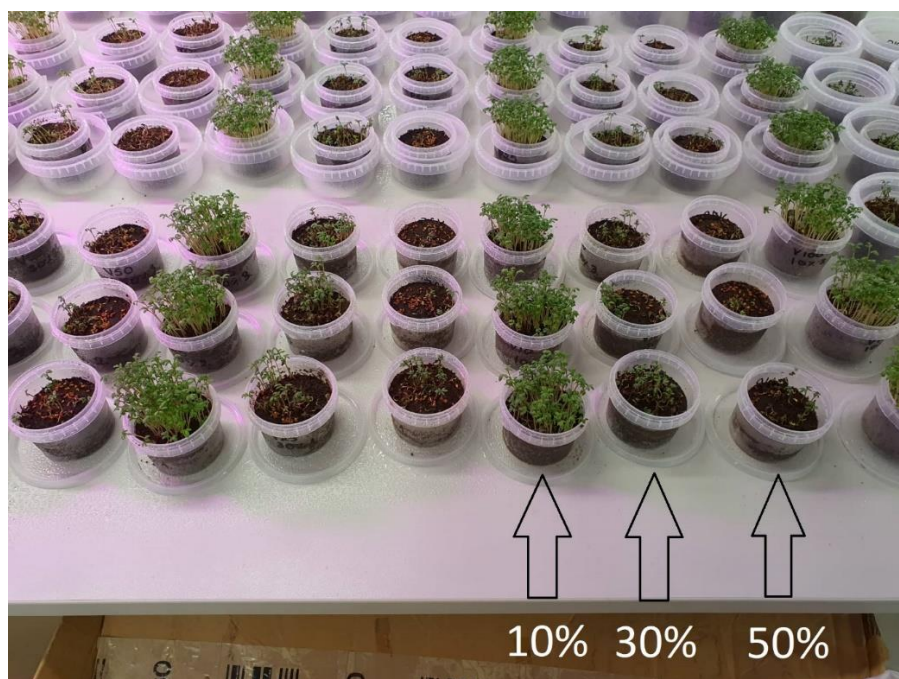


Joonis 52. Maha lõigatud kressitaimede puhmad metalltopsides.

5.2 Taimkatse tulemused

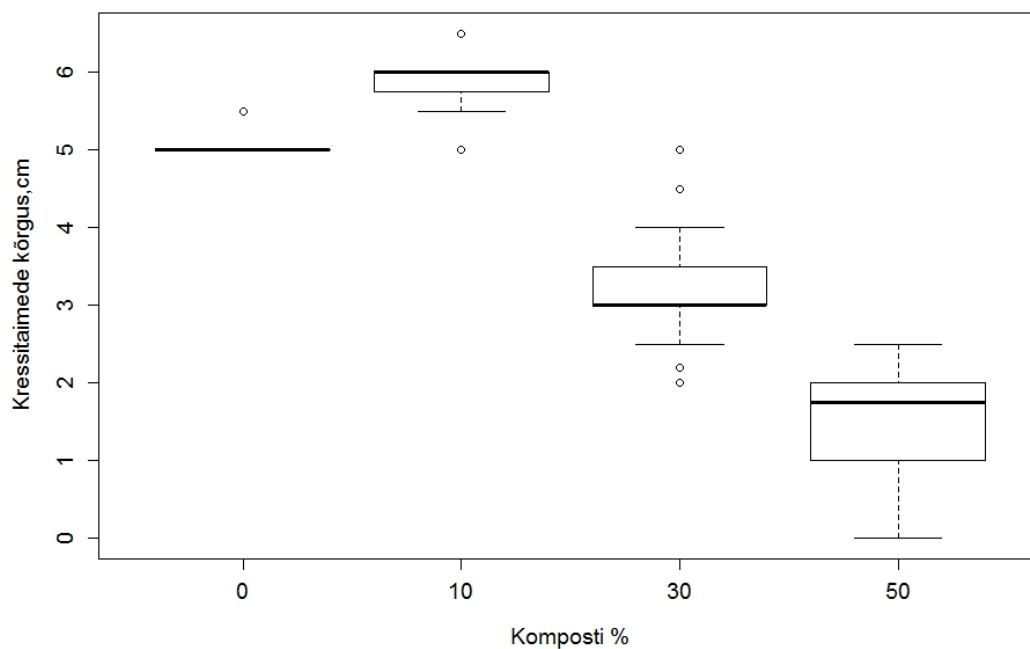
Peale taimkatse lõppu kaaluti kasvanud salatkressi taimede märg- ja kuivkaal.

Katse käigus selgus, et 30 % ja 50 % paralleelid ei olnud taimede kasvuks optimaalsed ja kõige paremini kasvasid 10 % komposti lisandiga paralleelid (joonis 53).

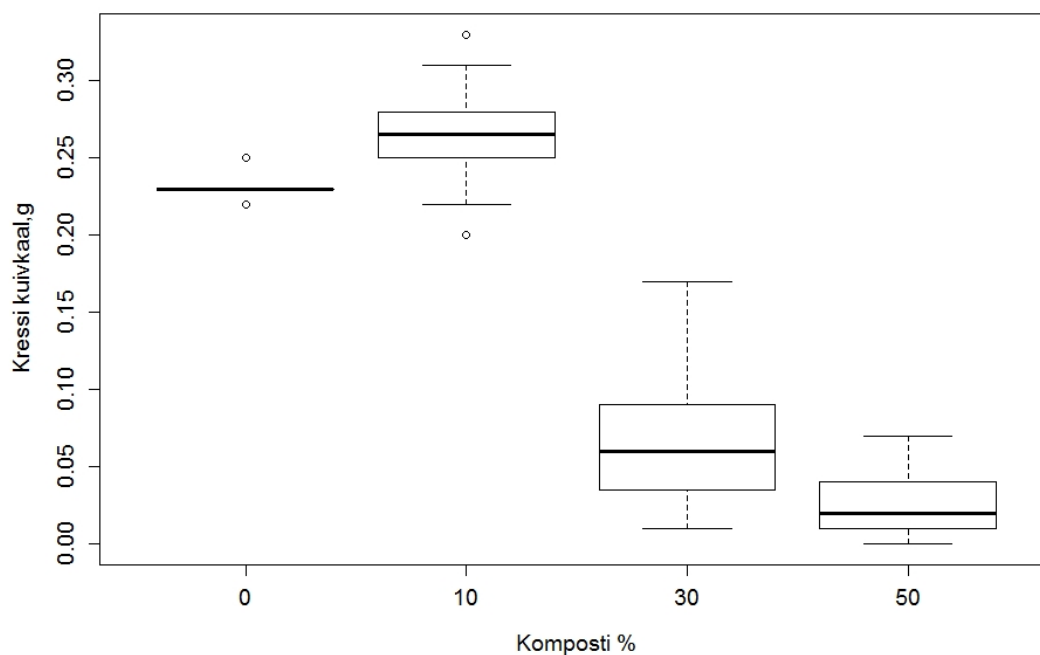


Joonis 53. Katsetaimed katse viiendal päeval. Kõige enam taimekasvu oli märgata 10 % komposti sisaldusega paralleelide puhul.

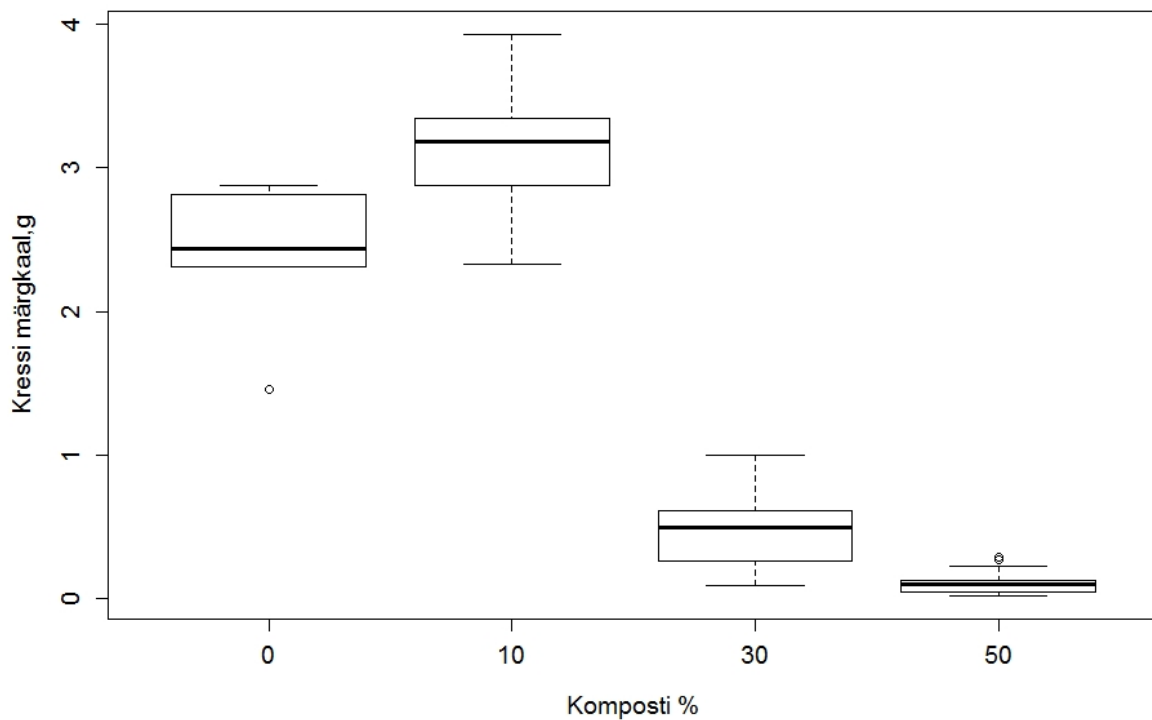
Seda näitab selgelt ka statistiline analüüs, nii kressitaimede kõrguse, kuivkaalu ja märgkaalu kohta (joonis 54 kuni 56).



Joonis 54. Kressitaimede kõrguse analüüs.



Joonis 55. Kressitaimede kuivkaalu analüüs.



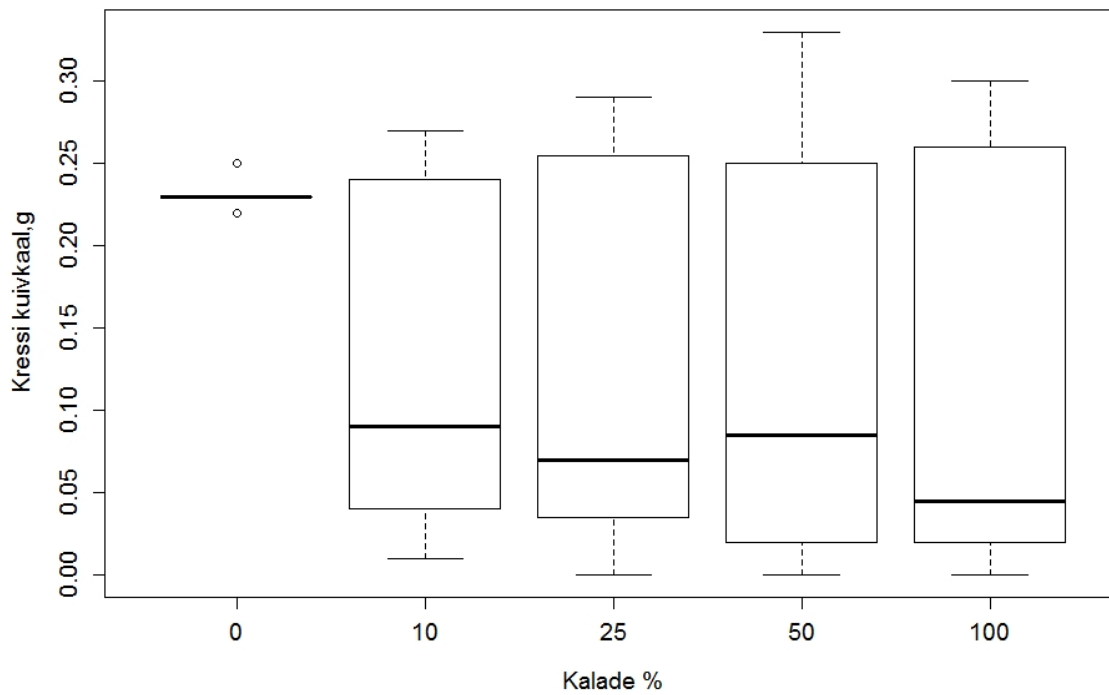
Joonis 56. Kressitaimede märgkaalu analüüs.

Kressitaimede märgkaalu mediaanväärtused sõltuvalt komposti osakaalust olid:

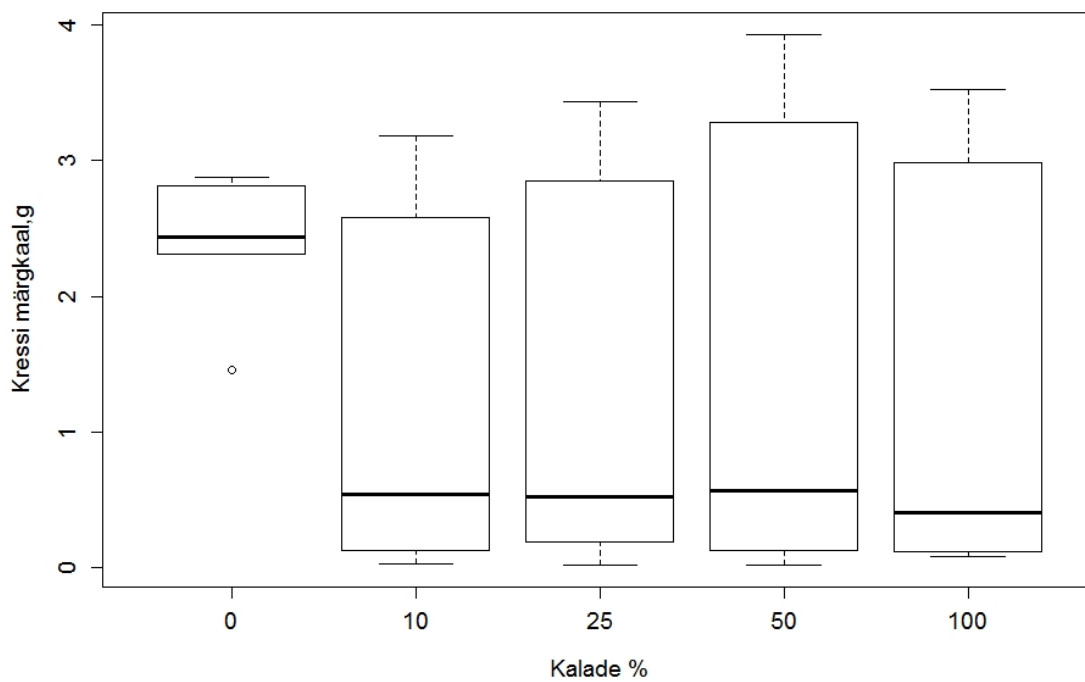
1. 10 % puhul 3,2 g
2. 30 % puhul 0,5 g
3. 50 % puhul 0,1 g

Kontrollkatse märgkaalu mediaan oli 2,4 g.

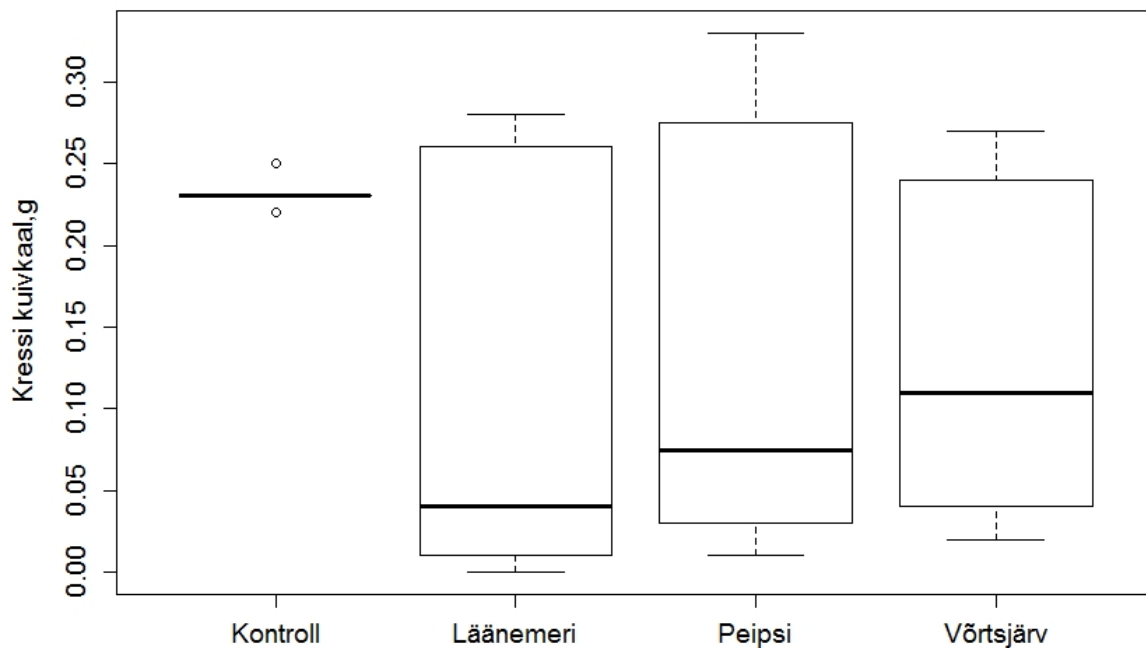
Lisaks analüüsiti ka vastsete toidu kalajäätmete osakaalu mõju taimedele. Nii kuivkaalus kui märgkaalus statistilist erinevust ei täheldatud (joonised 57 ja 58). Lisaks ei mõjutanud ka kalajäätmete veekoguline päritolu taimede kasvutulemusi statistiliselt olulisel määral (joonis 59).



Joonis 57. Kressitaimede kuivkaal vastavalt vastsete toidus kasutatud kalajäätmete osakaalule. 0 partii märgib kontrollkatset.



Joonis 58. Kressitaimede märgkaal vastavalt vastsete toidus kasutatud kalajäätmete osakaalule. 0 partii märgib kontrollkatset.



Joonis 59. Kalajäätmete veekogulise päritolu mõju kressitaimede kuivkaalule.

5.3 Taimkatse kokkuvõte

Taimkatse tulemustest selgus, et optimaalne vastsekomposti osakaal taimekasvu substraadist jääb 10 % ligidale. Täpne vastsesõnniku komposti kontsentratsioon taimede kasvu optimeerimiseks vajab edasist uurimist. Liigne vastsesõnniku komposti lisamine pärsib taimede kasvu suurel määral. Siiski aitas komposti lisamine tõsta 10 % komposti sisaldusega paralleelide puhul taimede keskmist biomassi kaalu ligikaudu 25 % võrreldes kontrollkatse paralleelidega, ehk kompost omas taimekasvule positiivset mõju.

Katsest võime järeldada, et vastsesõnniku kompost on efektiivne bioloogiline väetis. Kompost oli piisavalt kontsentreeritud ja sisaldas suurel hulgal toitaineid, mis võisid olla 30 % ja 50 % paralleelide puhul pärssivaks faktoriks (Wallace 2008). Vastsesõnniku kompostil võib olla suur potentsiaal ringmajanduses, olles naturaalne ja kontsentreeritud väetis.

6 Kokkuvõte

Projekti käigus uuriti kärbseliigi *Hermetia illucens* võimekust toituda kalatööstuse jääkidest. Vastsetele toidetud kalajäätmed pärinesid kolmest veekogust – Võrtsjärvest, Peipsi järvest ja Läänemerest. Peale vastsete toitumist analüüsiti vastsete toitainelist kompositsiooni, ehk rasvade ja valkude sisaldust. Putukavastsetele toidetavatest kalajäätmetest, vastsetest ja vastsete sõnnikust analüüsiti raskemetallide (Hg, Pb ja Cd) edasikandumist iga taseme vahel. Vastsete sõnnik läks sisendiks komposteerimise- ja taimede väetuskatsesse. Katse tulemustena selgus, et kõige väiksema kehakaalu ja seetõttu ka vastsete kogukaaluga olid 100 % loomisel materjalil toituvad vastsed. Suurima tootlusega olid 25 % ja 50 % loomsete jäätmete toidetud vastsed. Keemilistest analüüsist selgus, et söötme kompositsioon mõjutab vastsete toitainelist koostist tugevalt. 100 % loomsete jäätmete peal toitunud vastsete kehamass oli tunduvalt väiksem kui teiste paralleelide puhul. Raskemetallidest kandus kõige enam vastsetesse elavhõbe. Plii kontsentratsioon oli suurim vastsete sõnnikus ja kaadmium kandus sõnnikusse ja vastsetesse edasi ühtlaselt.

Kogu laboratoorse toitumiskatse vältel filtreeriti vastsete elutegevusest tekkinud ja laboratooriumist väljuvaid gaase biofiltri abil. Katsega hinnati projektis kasutatava biofiltri tehnoloogia võimekust akumulierida ammoniaaki (NH₃). Tulemustest selgus, et biofilter ei taganud ammoniaagi piisavat akumulierimist ja vajab seetõttu edasist uurimist ja arendamist. Lisaks teostati kaluri kodune vastsekasvatuskatse, kus kalur sai kodustest tingimustes enda püütud kalade jäätmete peal vastseid kasvatada. Kaluri poolt kasvatatud vastsed läksid sisendiks munade degusteerimise katsesse. Katse tulemusena selgus, et lühikese ettevalmistusega on kodustes tingimustes võimalik vastseid kasvatada.

Munade degusteerimise katsega üritati selgeks määrata, kuidas mõjutab kärbsevastsetega kanade toitmine kanamuna maitset. Degusteerimiskatses osales 23 inimest, kellest igaüks degusteeris kolme eri söödaga toidetud kanade munasid. Kokku kasutati katses 69 kanamuna. Degusteerimiskatsega leiti, et vastsed ei mõjuta kanamunade maitset negatiivselt. Kanade käitumisest toitumise ajal võime järeldada, et kanade toitmine 100 % vastsetega ei ole optimaalne ning vastseid tuleks söödas kasutada pigem toidulisandina.

Komposteerimiskatse käigus komposteeriti erinevatest veekogudest pärit kalajäätmete peal toidetud vastsete sõnnikut koos põhuga. Põhku lisati kompostisubstraati sõmeruse lisamiseks ja süsiniku (C) ja lämmastiku (N) vahekorra tagamiseks. Komposteerimiskatse toimus laboratoorsetes tingimustes kontrollitud keskkonnatingimuste juures. Komposteerunud

materjal läks sisendiks taimede kasvukatsesse. Komposteerumiskatse tulemustena selgus, et vastsesõnnikust on võimalik komposti toota, küll aga mõjutab erinevate materjalidega söödetud vastsete sõnniku komposteerumisprotsessi. Kõige paremini komposteerusid vähese kalajäätmee sisaldusega materjalid (10 %, 25 % ja 50 %).

Taimede kasvukatses üritati selgeks teha vastsesõnnikust toodetud komposti efektiivsust orgaanilise taimeväetisena. Katse tulemusena selgus, et vastsesõnniku kompost on kontsentreeritud ja efektiivne taimeväetis. Kuna katseplaani oli üles ehitatud suure varieeruvusega komposti kontsentratsiooniosas, osutus ainult kõige väiksema kontsentratsiooniga (10 % kasvumeediumist) kompostikatse tootlikuks. Valimit tuleks kitsendada ja vastsesõnniku komposti taimeväetisena tuleks edasi uurida saadud tulemustest lähtudes.

7 Summary

In this project the possibility of rearing larvae of fly species *Hermetia illucens* on fishing industry waste was studied. Fish waste from three different bodies of water were used – from Lake Võrtsjärv, Lake Peipsi and the Baltic Sea. The fat and protein content were analyzed after rearing the larvae with different compositions of fish waste and plant-based food (in the project chicken feed was used). Analyses were also done on heavy metals – Hg, Pb and Cd. Heavy metal transmission from fish waste to larvae and larval frass was analyzed. The larval frass was used as an input for composting and fertilizer experiments.

It was found out, that the smallest larval body mass was achieved with rearing the larvae on 100 % fish waste. The highest body mass was with feeds that contained 25 % and 50 % fish waste. From that we can conclude, that rearing *Hermetia illucens* larvae with 100 % animal matter is not ideal and does not produce good production rates.

Chemical analyzes revealed, that the nutrient composition of larvae also changes with different feeds. Larvae feed on 100 % fish were significantly smaller than larvae fed on mixed feeds. From heavy metals, Hg was accumulated most into larval body mass, Pb concentration was highest in larval frass and Cd concentrations stayed linear throughout different materials.

Throughout the feeding experiment all gasses that were produced by the larvae passed through a biofilter. The experiment evaluated the ability of the biofilter technology used in the project to accumulate ammonia (NH₃). Ammonia concentrations in the air was measured before and after passing through the biofilter. The results showed that the biofilter did not provide sufficient ammonia accumulation and therefore needs further research and development.

In addition, a fisherman's larval farming experiment was carried out, where the fisherman was able to grow larvae at home on fish waste she had caught herself. The larvae reared by the fisherman became an input to the chicken egg degustation experiment. As a result of the experiment, it became clear that with short preparation it is possible to grow larvae at home.

The egg degustation experiment sought to determine how feeding larvae to chickens affects the taste of the chicken eggs. The tasting experiment involved 23 people, each of whom tasted eggs from chickens fed with three different feeds. A total of 69 chicken eggs were used in the experiment. In the tasting experiment, it was revealed that the larvae did not adversely affect the taste of the chicken eggs. From the behavior of chickens during feeding, we can conclude that feeding chickens with 100% larvae is not optimal and the larvae should rather be used in feed as a supplement.

During the composting experiment, manure of larvae fed on fish waste from different water bodies was combined with straw and composted. Straw was added to the compost substrate to add grit and to ensure a ratio of carbon (C) to nitrogen (N). The composting test was performed under laboratory controlled environmental conditions. The composted material was used as an input for the plant growth experiment. As a result of the composting experiment, it turned out that it is possible to produce compost from larval manure, but different materials fed to larvae affects the composting process. Materials with low fish waste content (10%, 25% and 50%) composted the best.

The plant fertilizer experiment tried to clarify the efficiency of compost produced from larval manure as an organic plant fertilizer. The experiment showed that the larval manure compost is a concentrated and effective plant fertilizer. As the experimental design was designed with a high variability in compost concentration, only the compost experiment with the lowest concentration (10%) proved to be productive. The sample should be narrowed and the larval compost as a fertilizer should be further investigated based on the results obtained.

8 Kasutatud kirjandus

1. **A. Wallace.** (2008). Soil acidification from use of too much fertilizer. – *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Nr. 25, lk 87-92.
2. *International Panel of Insects as Food and Feed (IPIFF)*. EU Legislation. (2021). [veebileht] Kättesaadav: <http://ipiff.org/insects-eu-legislation/>
3. **Rehman K., Cai M., Xiao X., Zheng L., Wang H., Soomro A. A., Zhou Y., Li W., Yu Z., Zhang J.** (2017). Cellulose decomposition and larval biomass production from the co-digestion of dairy manure and chicken manure by mini-livestock (*Hermetia illucens L.*) – *Journal of Environmental Management*. Nr 196, lk 458-465.
4. *Riigi Teataja (RT)*. Loomsete jäätmete liigitus, nende käitlemise veterinaarnõuded ning käitlemisega tegelevate ettevõtete tunnustamise kord. (2021). Avaldamismärge RTL 2000, 120, 1874. [veebileht] Kättesaadav: <https://www.riigiteataja.ee/akt/83713> (Külastatud 09.09.2021)
5. KOMISJONI MÄÄRUS (EL) nr 142/2011, 25. veebruar 2011, millega rakendatakse Euroopa Parlamendi ja nõukogu määrust (EÜ) nr 1069/2009, milles sätestatakse muuks otstarbeks kui inimtoiduks ettenähtud loomsete kõrvalsaaduste ja nendest saadud toodete tervise-eeskirjad, ja nõukogu direktiivi 97/78/EÜ seoses teatavate selle direktiivi alusel piiril toimuvast veterinaarkontrollist vabastatud proovide ja näidistega <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:054:0001:0254:ET:PDF>

9 Lisad

9.1 Lisa 1

Tabel 1. Toidetavad päevased kogused.

Kasvatuskasti nr.	Söötmesegu	15.08.2020	16.08.2020	17.08.2020	18.08.2020	19.08.2020	20.08.2020	21.08.2020	22.08.2020	23.08.2020	24.08.2020
A1	100% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A2	100% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A3	50% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A4	50% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A5	25% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A6	25% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A7	10% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
A8	10% Vörtsjärv	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B1	100% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B2	100% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B3	50% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B4	50% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B5	25% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B6	25% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B7	10% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
B8	10% Peipsi	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C1	100% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C2	100% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C3	50% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C4	50% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C5	25% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C6	25% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C7	10% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800
C8	10% Meri	300	0	0	0	0	100	100	800	0	800

25.08.2020	26.08.2020	27.08.2020	28.08.2020	29.08.2020	30.08.2020	31.08.2020	01.09.2020	02.09.2020	03.09.2020	Kokku (g)	Kala kokku
800	0	800	0	1600	0	1600	0	0	0	6900	6400
800	0	800	0	1600	0	1600	0	0	0	6900	6400
800	0	800	1600	1600	800	1600	0	0	0	9300	4150
800	0	800	1600	1600	800	1600	0	0	0	9300	4150
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	2225
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	2225
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	590
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	590
800	0	800	0	1600	0	1600	0	0	0	6900	6400
800	0	800	0	1600	0	1600	0	0	0	6900	6400
800	0	800	1600	1600	800	1600	0	0	0	9300	4150
800	0	800	1600	1600	800	1600	0	0	0	9300	4150
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	2225
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	2225
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	590
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	590
800	0	800	0	0	0	1600	0	0	0	5300	4800
800	0	800	0	0	0	1600	0	0	0	5300	4800
800	0	800	1600	1600	800	1600	0	0	0	9300	4150
800	0	800	1600	1600	800	1600	0	0	0	9300	4150
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	2225
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	2225
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	590
800	800	800	1600	1600	1600	1600	0	0	0	10900	590

9.2 Lisa 2



VETERINAAR- JA TOIDULABORATOORIUM
VETERINARY AND FOOD LABORATORY



EN ISO/IEC 17025
L005

KATSEPROTOKOLL
NR. TA2021791-KT

Lehekülg nr: 1 (1)
Väljastamise kuupäev: 22.10.2020

Analüüside tellija		
Eesti Maatükk		
Postiaadress	Saatedokumendi nr	
Kreutzwaldi 1, Tartu linn, 51006 Tartumaa	Telefoni nr	5070584
rhhard.reissaar@emu.ee	Fax nr	

Uuritav materjal	Proovi nr / tunnuskoode	Proovivõtu koht
100% Võrtsjärv V100	1	
50% Võrtsjärv V50	2	
25% Võrtsjärv V25	3	
10% Võrtsjärv V10	4	
100% Peipsi P100	5	
50% Peipsi V50	6	
25% Peipsi P25	7	
10% Peipsi P10	8	
100% Meri M100	9	
50% Meri M50	10	
25% Meri M25	11	
10% Meri M10	12	
Proovi võtja		Saabumise kuupäev 20.10.2020
Proovivõtu kuupäev/kellaeg		Uurimise eesmärk enesekontroll
		Uurimise kuupäev(ad) 21.10-22.10.2020

KATSETULEMUSED

Uuritav näitaja	Proovi nr/tunnuskoode						Ühik	Meetod
	1	2	3	4	5	6		
Rasv	11,88	11,31	11,51	11,06	8,76	11,18	g/100 g	NMKL 131
Valk	18,55	16,92	16,36	15,65	16,96	16,73	g/100 g	ISO 937

Uuritav näitaja	Proovi nr/tunnuskoode						Ühik	Meetod
	7	8	9	10	11	12		
Rasv	11,68	10,80	20,25	13,15	12,43	11,12	g/100 g	NMKL 131
Valk	16,16	15,34	20,40	16,16	15,70	15,75	g/100 g	ISO 937

Märkused: Tulemused kehtivad analüüsiks toodud proovide kohta.
Katseprotokoll ei tohi esitada osade kaupa labori loata.

Keemia osakonna juhataja	Allkirjastatud digitaalselt	Madis Paalo
--------------------------	-----------------------------	-------------

Kreutzwaldi 30
51006 Tartu

Tel. 738 6107
Tel. 738 6110(keemia)

Faks 738 6102
Tel. 738 6103(mikrobiol)

Reg. nr. 70000065

Joonis 10. Toidu ja- veterinaarameti laboratooriumi katseprotokoll vastsete rasvade ja valkude analüüsides.



VETERINAAR- JA TOIDULABORATOORIUM
VETERINARY AND FOOD LABORATORY



EN ISO/IEC 17025
L005

KATSEPROTOKOLL
NR. TA2021792-KT

Lehekülg nr: 1 (1)
Väljastamise kuupäev: 23.10.2020

Analüüside tellija		
Eesti Maaülikool		
Postiaadress	Saatedokumendi nr	
Kreutzwaldi 1, Tartu linn 51006 Tartumaa rihard.reissaar@emu.ee	Telefoni nr	56569491, 5083710
	Fax nr	

Uuritav materjal	Proovi nr / tunnuskood	Proovivõtu koht
Võrtsjärve kala VK külmutatud, -20 °C	1	
Võrtsjärve kalast toituvad vaglad VKV külmutatud, -20 °C	2	
Võrtsjärve kala jääk VKJ külmutatud, -20 °C	3	
Peipsi kala PK külmutatud, -20 °C	4	
Peipsi kalast toituvad vaglad PKV külmutatud, -20 °C	5	
Peipsi kala jääk PKJ külmutatud, -20 °C	6	
Mere kala MK külmutatud, -20 °C	7	
Mere kalast toituvad vaglad MKV külmutatud, -20 °C	8	
Mere kala jääk MKJ külmutatud, -20 °C	9	
Proovi võtja		Saabumise kuupäev 20.10.2020
Proovivõtu kuupäev/kellaeg		Uurimise oesmärk enesekontroll
		Uurimise kuupäev(ad) 21.10.-22.10.2020

KATSETULEMUSED

Uuritav näitaja	Proovi nr/tunnuskood									Ühik	Meetod
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Kaadmium	<0,007	0,019	0,019	0,010	0,034	0,028	<0,007	0,020	0,012	mg/kg	5KI-TJ-201* ICP-MS EÜ 333/2007 Lisa, osad C ja D
Elavhõbe	0,026	0,056	0,088	0,039	0,121	0,074	0,054	0,205	0,067	mg/kg	5KI-TJ-201* ICP-MS EÜ 333/2007 Lisa, osad C ja D
Plii	0,02	0,02	0,15	0,01	0,01	0,08	0,01	0,04	0,10	mg/kg	5KI-TJ-201* ICP-MS EÜ 333/2007 Lisa, osad C ja D

Märkused: Tulemused kehtivad analüüsiks toodud proovide kohta.
Katseprotokoll ei tohi esitada osade kaupa labori loata.
* paindlik akrediteerimisulatus.

Instrumentaalanalüüsi osakonna juhataja asetäitja	Allkirjastatud digitaalselt	Guido Aus
--	-----------------------------	-----------

Kreutzwaldi 30
51006 Tartu

Tel. 738 6107
Tel. 738 6110(kemia)

Faks 738 6102
Tel. 738 6103(mikrobiol)

Reg. nr. 70000065

Joonis 11. Toidu ja- veterinaarameti laboratooriumi katseprotokoll vastsete, kalajäätmete ja vastsekomposti raskemetallide analüüsides.

9.3 Lisa 3

9.3.1 Kaluri vastused vastsekatse kohta esitatud küsimustele

- **Mis oli kärbsevastsete kasvatamise juures kõige keerulisem?**

Kõige keerulisem oli hoida/säilitada vajalikku niiskuse ja temperatuuri vahekorda.

- **Mis oli kärbsevastsete kasvatamise juures kõige lihtsam?**

Kõige lihtsam oli kärbsevastsete söötmine.

- **Mis oli kõige meeldivam?**

Kogu protsess oli huvitav. Juhendajad olid kannatlikud. Meeldiv oli targemaks saada ja huvitavale katsele kaasa aidata.

- **Mis oli kõige ebameeldivam?**

Kuna olen maaeluga ja loomadega ja kogu sellega kaasnevaga harjunud, siis ebameeldivaid momente, mida välja tuua, ei olnud.

- **Mis ajal kärbsevastseid toideti?**

Toitsin vastavalt juhendamisele. Esimestel päevadel panin toitu liiga palju, edaspidi kui tekkis natuke kogemusi ja juhendajaid olid koha peal käinud üle vaatamas, läks toitmine paremini. Panin toitu korraga vähem, aga tihedamalt.

- **Millised olid esmakordse kasvatamise juures suurimad murekohad?**

Tingimuste tagamine - niiskus, temperatuur.

Kana katse küsimused:

- **Kuidas kanu toideti?**

Kanad olid jaotatud kolme rühma. 1. - 7 kana, toideti ainult vastsetega 2 korda päevas samal ajal kui teisi kanu. 2. - 7 kana, toideti nii vastsete kui tavatoiduga umbes pooleks 2 korda päevas, lisaks oli neil ligipääs nisuteradele kogu aeg. 3. - kõik ülejäänud kanad, kes said toitu nii nagu nad tavapäraselt olid saanud, 2 korda päevas kala-nisujahu putru + nisuterad. Puhas vesi oli kõikidel rühmadel pidevalt ees.

- **Mitu kana osales katses?**

Vastsetega söötmisel osales 14 kana. 7 ainult vastsetega söötmine ja 7 segutoit (vastsete + tavatoit)

- **Mis oli kanade päevane söögikogus?**

Keskmiselt 120-150 g. Segutoidu peal kanad võisid süüa ka rohkem, sest nisuterad olid neil peaaegu kogu aeg saadaval.

- **Kuidas eri toit mõjutas kanade seedimist?**

Silmaga nähtavat muutust ei olnud.

- **Kuidas eri toit mõjutas kanade käitumist?**

Olulist mõju ei märganud. Kuna rühmade vahel oli võrk, siis võib olla veidi närvilisem käitumine, kui nägid/tundsid kõrval tavatoitu.

- **Millal korjati mune?**

Mune korjati 2-3 korda päevas, umbes 10-11, 13-14 ja viimane korje õhtul 16-17 paiku.

- **Kuidas kanad käitusid peale katse lõppu?**

Üsna tavapäraselt, märgatavaid muutusi käitumises ei olnud.

- **Kas üleminek tavasöödale oli lihtne või ilmnis probleeme?**

Tavasöödale üleminek läks väga hästi, eriti nende kanade puhul, kes sõid ainult vastseid, sest oli näha, et nad tundsid puudust tavatoidust.

- **Kas esines munade nokkimist kanade poolt?**

Ei esinenud.

- **Kas katse ajal oli munadega märgata probleeme (koore paksus, koore värvus jne)?**

Ei olnud rohkem probleeme, kui tavapärase toitmise juures, kus vahel ikka juhtub mõni pehme koorega või vigasema kujuga muna.

- **Mida leiate positiivset kärbsevastsetega toitmisel võrreldes tavasöödaga?**

Kanadel oli vastsete vastu päris suur huvi ja nad sõid üsna hea meelega, eriti need kanad, kes said segutoitu.

- **Mida negatiivset?**

Tundus, et need kanad, kes sõid ainult vastseid, lõpuks siiski tüdinesid üksluisest toidust ja tundsid puudust tavapärasest menüüst.

- **Kas kärbsevastseted võiksid olla alternatiiv kanasöödale? Või on tegemist rohkem söödalisandina.**

Minu arvates võiks seda kasutada siiski söödalisandina.

9.4 Lisa 4

9.4.1 Kanamunade degusteerimise küsimustik

Kinnitan, et degusteerin toiduobjekti omal vastutusel (*allkiri*

Sugu (m /n):..... Vanus:.....

Kanamunade hindamine toimub 5-palli süsteemis.

Muna number: **1** **2** **3**

Välimus / värvus (munavalge) (5 - väga hea, 4 - hea, 3 - rahuldav, 2 - halb, 1 - väga halb)

Välimus / värvus (munakollane) (5 - väga hea, 4 - hea, 3 - rahuldav, 2 - halb, 1 - väga halb)

Maitse (munavalge) (5 - väga hea, 4 - hea, 3 - rahuldav, 2 - halb, 1 - väga halb)

Maitse (munakollane) (5 - väga hea, 4 - hea, 3 - rahuldav, 2 - halb, 1 - väga halb)

Lõhn (5 - väga hea, 4 - hea, 3 - rahuldav, 2 - halb, 1 - väga halb)

Konsistents (5 - väga hea, 4 - hea, 3 - rahuldav, 2 - halb, 1 - väga halb)

Kõrvalmaitsete esinemine (munavalge) (5 – esineb vähe, 1 – esineb palju):

Kõrvalmaitsete esinemine (munakollane) (5 – esineb vähe, 1 – esineb palju):

Lisamärkused

Muna

1

Lisamärkused:

.....

.....

.....

.....

.....

Muna

2

Lisamärkused:

.....

.....

.....

.....

.....

Muna

3

Lisamärkused:

.....

.....

.....

.....

.....