



Värska kasutatud ravimuda ja kohaliku biomassi kasutamine kasvusubstraadina

ARUANNE

Koostajad: Marge Lanno, Mait Kriipsalu, Merrit Shanskiy, Kaja Orupõld, Anu Kisand

Eesti Maaülikool

Tartu 2020

Sisukord

<i>Sisukord</i>	2
1. <i>Eesmärk</i>	3
2. <i>Metoodika</i>	3
2.1. <i>Mudade iseloomustamine</i>	3
2.2. <i>Nõukatsed</i>	3
2.3. <i>Välikatsed</i>	4
3. <i>Tulemused</i>	5
3.1. <i>Värska mudade agrokeemilised omadused</i>	5
3.2. <i>Fütotoksilisus</i>	6
3.3. <i>Põldkatsed</i>	12
<i>Kokkuvõte</i>	17
<i>LISAD</i>	19

Uuringu “Värska kasutatud ravimuda ja kohaliku biomassi kasutamine kasvusubstraadina” koostamist toetas Setomaa programm.

1. Eesmärk

Projekti eesmärk on analüüsida Värskas Sanatooriumi raviprotseduuridest üle jääva ravimuda potentsiaali põllumajanduses kasutamiseks. Tekkepaigast ning ladustuspaigast võetud mudast määrati nende agrokeemilised omadused ning stabiilsus, sooritati tubased nõukatsed fütotoksilisuse kontrollimiseks ning substraatide põllumajandusliku kasutamise ja turupotentsiaali hindamiseks selgitati välja nende potentsiaal taimekasvatuses reaalsetes kasvutingimustes.

2. Metoodika

2.1. Mudade iseloomustamine

Projektis käsitleti erinevate omadustega mudasid: setteväljakule aegade jooksul ladustatud ravimuda ning ladustuspaika viidud värske muda, sanatooriumi mudamahutist võetud ravimuda ning vedel muda. Mudadest määrati järgmised omadused:

- keemilised analüüsid tahedast mudast (kuivaine, orgaaniline aine, elektrijuhtivus, pH, NPK)
- keemilised analüüsid vedelast mudast (kuivaine, orgaaniline aine, elektrijuhtivus, pH, lahustunud NPK)
- mudade stabiilsus hapnikutarbe alusel

Katsevariandid tähistati järgmiselt:

- LEM Lõuna-Eestist pärit mineraalmuld (muld, mida hiljem mudaga rikastada soovitakse)
- VL ravimuda loodusesse heitmise asukohast võetud muda
- S vanast loodusesse heitmise asukohast võetud, mitu aastat seisnud muda (taimestikuga läbikasvanud, segunenud rabaturbaga)
- T ettevõtte mudasettemahutist võetud vedel muda
- OV otse ravimuda vannist võetud vedelmuda

2.2. Nõukatsed

Fütotoksilisuse kontrollimiseks viidi läbi nõukatsed kompostimata muda mõju hindamiseks taimede idanemisele. Katses kasutati salatkressi (*Lepidium sativum* L.) ja harilikku aeduba (*Phaseolus vulgaris* L.). Kuna mudasid oli kahte sorti (vedel ja tahke), kasutati mõlema taime puhul kahte erinevat katsetametoodikat. Mõlema katse puhul kasutati tellija poolt toodud Lõuna-Eesti mulda (LEM). Tahke muda (VL ja S) segati mullaga mahu alusel (ml):

1. 100% muda
2. 100% muld (kontroll) (K 100%)
3. 50% muda + 50% muld
4. 35% muda + 65% muld
5. 10% muda + 90% muld

Settemahutist pärit vedela muda (T) viidi läbi kastmiskatse. Selleks täideti kõik potid 100% mullaga ning kastmiseks valmistati mahu alusel (ml) muda ja vee segud. Kastmise segud segati kokku järgmiselt:

1. 100% muda
2. 100% vesi (kontroll) (KK 100%)
3. 30% muda + 70% vesi
4. 20% muda + 80% vesi
5. 10% muda + 90% vesi

Katsed viidi läbi nii salatkressi (*Lepidium Sativum* L.) kui ka hariliku aedoaga (*Phaseolus vulgaris* L.). Kõik katsevariandid olid kolmes korduses.

Kressikatse

Katses oli kokku 42 kasvunõud. Igasse nõusse külvati 1g salatkressi seemneid. Seejärel asetati potid spetsiaalsete taimekasvulampide alla ning kaeti idanemisperiodiks (24h) kilega. Kasvuperiood kestis kokku 7 päeva. Pärast seda teostati taimede mõõtmised, kaaluti biomass ning arvutati taimede kuivainesisaldus, mis on kvaliteedi indikaatoriks. Selleks kuivatati taimed kuivatusahjus 95 °C juures 24h.

Oakatse

Katses oli kokku 42 kasvunõud. Igasse nõusse külvati 4 seemet harilikku aeduba ning seejärel asetati kasvunõud spetsiaalsete taimekasvulampide alla. Kasvuperiood kestis 14 päeva. Pärast seda teostati taimede mõõtmised, kaaluti maapealne ja maa-alune biomass ning arvutati taimede kuivainesisaldus. Selleks kuivatati proovid kuivatusahjus 95 °C juures 24h.

2.3. Välikatsed

2020 aasta vegetatsiooniperioodil tehti Eerika katsepõllul võrdluskatse, kuhu lisaks Värska rabasse ladustatud kasutatud tahenenud ravimudale valiti võrdluseks sellele kõige sarnasemate omadustega reoveesetekomposte, st selliseid, mille valmistamiseks on kasutatud kohaliku biomassina klassifitseeruvaid tugiaineid (põhk, turvas):

- humifitseerunud Värska muda (välja kaevatud raba turbapinnasest), vanus ca 10 a
- humifitseerunud reoveesete RVP G, kus tugiainet ei ole, kuid kuhu reoveesete on jäetud aastateks stabiliseeruma (Värska tehnoloogia analoog), ning kus protsessis on osalenud ka taimestik (nagu Värskaski), vanus 4-5 a
- reoveesetekompost RVP A, kus tugiainena on kasutatud põhku, vanus 1 a
- reoveesetekompost RVP B, kus tugiainena on kasutatud turvast, vanus 1 a
- kontroll

Kõik kompostid toodi katsepaika 2020 aasta kevadel BigBag kottides. Kompostid laotati 29.04.2020 (lisa 6) ning segati kohe mullafreesi abil mulda. Nisu külvati 30.04.2020. Suvinisu külvisenorm oli 250 kg/ha, komposti laotusnorm oli 20 t/ha. Kõik katsevariandid olid kolmes korduses. Kontrolli ei väetatud. Kogu katseala töödeldi kõrreliste maakirbu vastu 06.06.2020 insektitsiidiga Proteus ning 08.06.2020 herbitsiidiga Secator. Uuring viidi läbi Eesti Maaülikooli Rõhu katsejaamaas Toomas Tõrra ja Peeter Lääniste abil.

Lipulehefaasis (27.07.2020) fikseeriti Greenseekeri näit (vegetatsiooniindeks NDVI). Saagist määrati teravilja iseloomustamiseks olulised kvaliteedinäitajad – proteiinisisaldus, kleepevalk, gluteeniindeks, langemisarv, tuhande tera mass ning mahumass.

3. Tulemused

3.1. Värska mudade agrokeemilised omadused

Katses hinnatud ravimudades on P sisaldus väike. Võrdlusena võib tuua, et kui mudas oli fosforit kõige rohkem 8,2 mg/100g kohta, siis sõnnikukompostis on hinnanguliselt 140g/100mg kohta. N sisaldus oli suurim värskest loodusesse lastud mudas (1,92%). Võrdlusena jällegi, et sõnnikukompostis on N% hinnanguliselt 2,5%.

Vedela muda pH oli kergelt happeline, kuid loodusesse lastud muda oli tugevalt happeline (tabel 1). Ka Lõuna-Eesti mullad on valdavalt happelised. Settemahuti muda on väga soolarikas, kuid soolsus väheneb aja möödudes hoiustamise käigus.

Tabel 1. Ravimuda ja mulla agrokeemilised omadused.

Proov	Tähis	Kuivaine %	pH		EC mS	N %	C %	P	K	Mg	Ca
			CaCl ₂	KCl							
1	OV	Muda vannist	2,97	6,06	3,08	1,86	21,81	4,3	36	177	1165
2	T	Muda settemahutist	4,67	6,08	13,43	1,69	20,28	5,2	48	296	1514
3	S	Vana heitekoht	31,96	4,63	0,069	1,51	17,97	2,9	17	50	285
4	VL	Praegune heitekoht	22,43	3,27	0,85	1,92	26,8	8,2	33	89	414
5	LEM	Lõuna-Eesti muld				0,08	1,45	40,7	16	79	435

Vanad mudad olid stabiilsed, värske aga ebastabiilne (tabel 2). Värske muda on soovitatav üle kompostida, et vähendada selle hapnikutarvet ja muuta muda taimekasvu jaoks stabiilsemaks.

Tabel 2. Ravimudade stabiilsus.

Proov	Tähis	Kuivaine KA %	Orgaaniline aine OA%	Hapnikutarve O ₂ /g	
1	OV	Muda vannist	1.81	40.34	15.5 ebastabiilne
2	T	Muda settemahutist	4.52	37.95	2.3 stabiilne
3	S	Vana heitekoht	34.94	28.85	0.2 väga stabiilne
4	VL	Praegune heitekoht	29.89	48.97	3.3 stabiilne

3.2. Fütotoksilisus

Taimede rohesus **kressikatses** näitab taimetoitainete kättesaadavuse taset. Tumedamad lehed on indikaatoriks, et taimede varustus toiteelementidega on heal tasemel. Kõikide katsevariantide puhul leidus potte, kus leidus kollaseid taimi (tabel 3). See võib viidata lämmastiku (N) või väevli (S) puudusele. Kollaseid taimi leidus VL50, S50, KK100 ja T100 katsevariantide puhul.

Katsevariantides, kus kasutati ainult muda, tekkis kohati soodne pind hallituse tekkeks. Näiteks leidsime hallitust S 100% katsevariandilt.

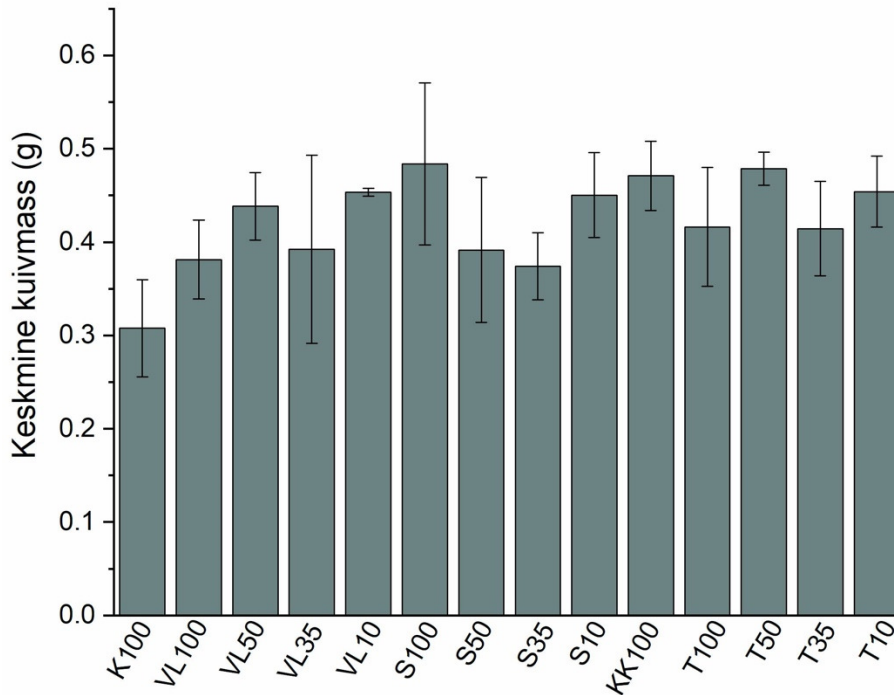
Tabel 3. Kressikatse tulemused.

Katse	Tähis	%	Märgmass g	Kuivmass g	Kõrgus cm	Pindala cm ²	Kommentaar
Kontroll	K	100	2,08	0,31	3,20	61,8	Hõredad põõsad
Värskelt loodusesse lastud ravimuda	VL	100	1,96	0,38	2,03	48,8	Väga hõredad põõsad
		50	3,68	0,44	3,67	67,4	Kollased taimed
		35	3,19	0,39	3,83	64,3	
		10	3,55	0,45	4,07	61,5	
Looduses seisnud vana ravimuda	S	100	5,19	0,48	3,93	66,6	Ühes potis hõre põõsas, teises kahes tihedad. Leidus hallitust.
		50	2,97	0,39	3,50	72,5	Veidi kollased taimed
		35	2,58	0,37	3,27	54,9	Hõredam põõsas
		10	3,39	0,45	3,30	65,1	
Kastmiskatse kontroll	KK	100	3,79	0,47	4,07	72,2	Leidus kollaseid taimi
Settemahutist pärit vedel ravimuda	T	100	3,30	0,42	3,00	59,1	Leidus kollaseid taimi
		50	3,68	0,48	3,07	71,6	
		35	3,51	0,41	3,23	72,2	
		10	3,35	0,45	3,20	68,5	Väikesed taimed, tihe põõsas

*Taimede kõrgus mõõdeti kõige pikema taime järgi.

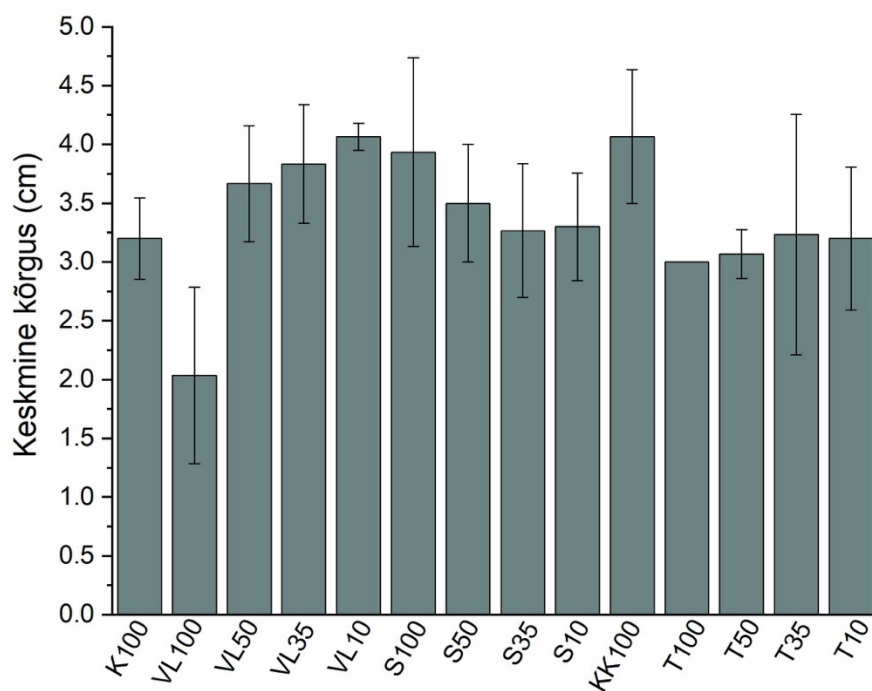
Joonistelt 1 ja 2 on näha, et segades loodusesse heidetud ravimuda (K100 vs VL ja S katsevariandid) mullaga, suurenes kressitaimede biomass ja taimede kõrgus. See kajastus ka visuaalsel vaatlusel (lisa 1.) Samas varasema kogemuse põhjal öeldes olid kressipõõsad pigem hõredad ning taimed lühema kasvuga kui kompostikatsetes.

Kastmiskatse puhul (joonisel KK100 vs T katsevariandid) oli kontrolli ja katsevariantide kuivaine sisalduses ja kressipõõsaste pindalas väiksemad erinevused (joonis 1 ja 3). Esimestel päevadel oli mudal seemnete idanemisele pigem negatiivne mõju. Muda ja vee segudega kastes kippus potipinnale tekkima mudakiht, millest oli taimedel raske läbi kasvada. See väljendub ka joonisel 3, kus on näha, et kontrollvariandi taimed olid kõrgemad.



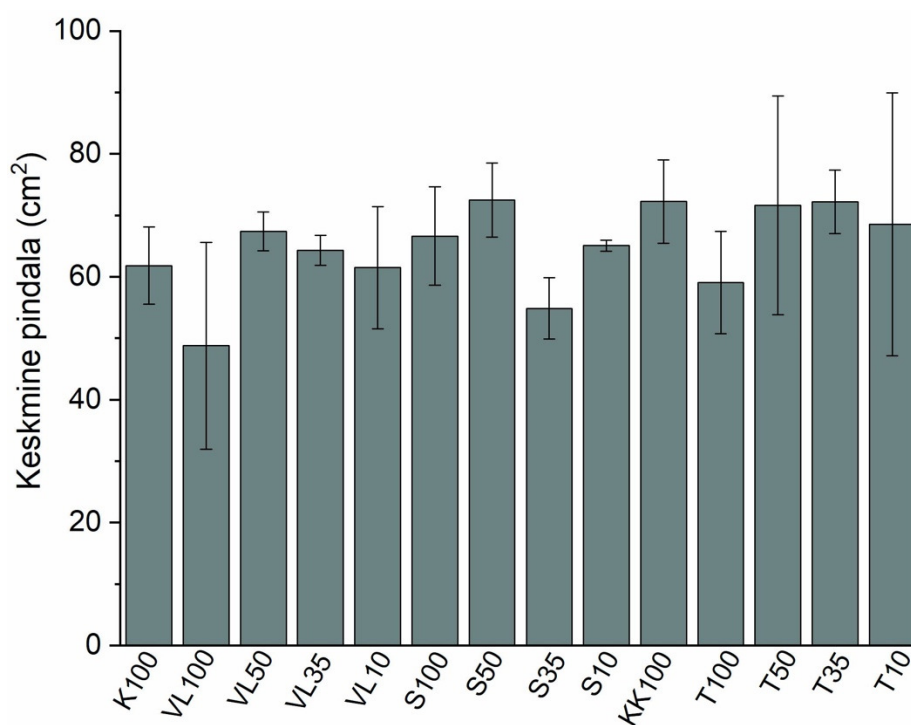
Joonis 1. Kressitaimede keskmine kuivmass.

*K100 – kontroll tahkete mudade katses, KK100 – kastmiskatse kontroll



Joonis 2. Taimede keskmine kõrgus.

*K100 – kontroll tahkete mudade katses, KK100 – kastmiskatse kontroll



Joonis 3. Kressipõõsa keskmine pindala.

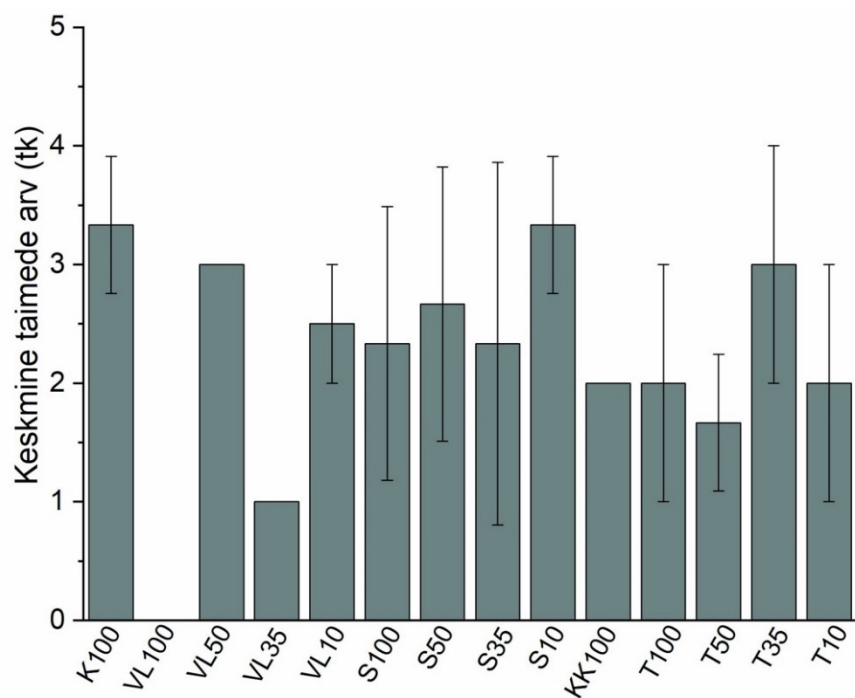
*K100 – kontroll tahkete mudade katses, KK100 – kastmiskatse kontroll

Oakatse puhul tärkas kontrolli (K) kasvupotis keskmiselt 3,3 taime (tabel 4, joonis 5). Kõikides katsevariantide kasvupottides idanes vähem taime, va S10. Antud katsevariandis segati mullale juurde 10% vanast loodusesse heitmise kohast pärit ravimuda ning selle variandi puhul idanes samuti keskmiselt 3 taime poti kohta.

Kastmiskatse (KK) kasvupottides idanes keskmiselt 2 taime poti kohta. T100 ja T10 katsevariantide puhul, kus kasteti taime vastavalt 100% tangist pärit mudaga ning 10% muda ja vee seguga, idanes samuti keskmiselt 2 taime poti kohta. T35 katsevariandi puhul idanes keskmiselt 3 taime poti kohta (tabel 4, joonis 4).

Tabel 4. Oakatse tulemused

Katse	Tähis	%	Märgmass g	Kuivmass g	Kõrgus cm	Märg juur g	Kuiv juur g	Taimi tk
Kontroll	K	100	7.7	0.9	8.6	2.7	0.4	3.3
Värskelt loodusesse lastud ravimuda	VL	100	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0
		50	6.3	0.7	5.9	3.8	0.3	3.0
		35	2.4	0.3	2.1	1.2	0.3	1.0
		10	4.3	0.5	4.1	3.1	0.3	2.5
Looduses seisnud ravimuda	S	100	4.2	0.4	5.6	3.9	0.3	2.3
		50	5.4	0.7	5.5	3.4	0.3	2.7
		35	4.7	0.6	4.6	1.7	0.3	2.3
		10	6.2	0.7	6.3	5.2	0.4	3.3
Kastmiskatse kontroll	KK	100	3.9	0.4	4.0	2.5	0.2	2.0
Settemahutist pärit vedel ravimuda	T	100	0.6	0.1	0.1	0.7	0.1	2.0
		50	1.7	0.2	1.8	1.4	0.1	1.7
		35	4.2	0.4	5.0	3.0	0.2	3.0
		10	3.5	0.3	4.0	2.6	0.2	2.0

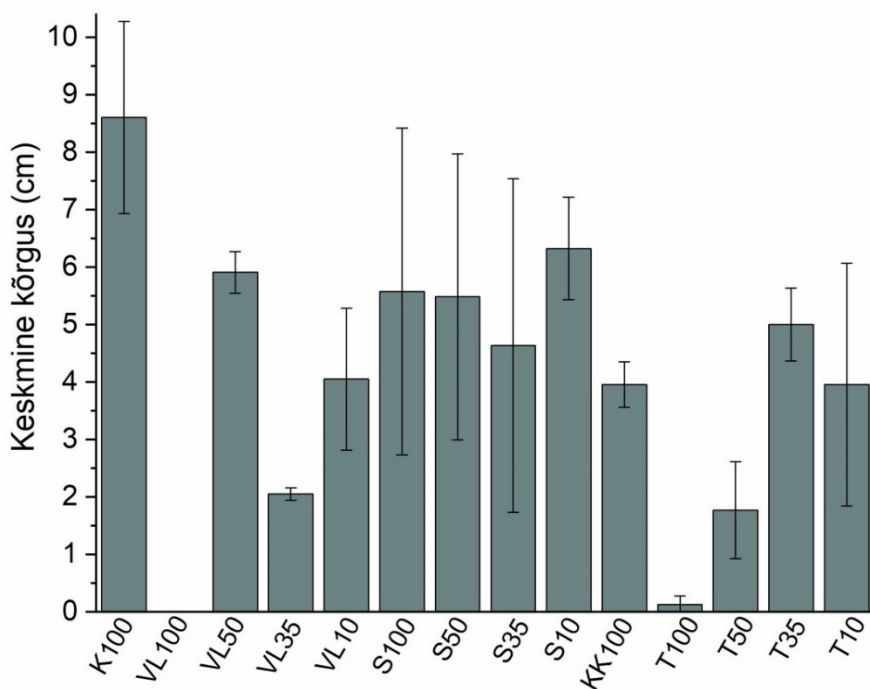


Joonis 4. Keskmine idanenud taimede arv potis.

*K100 – kontroll tahkete mudade katses,

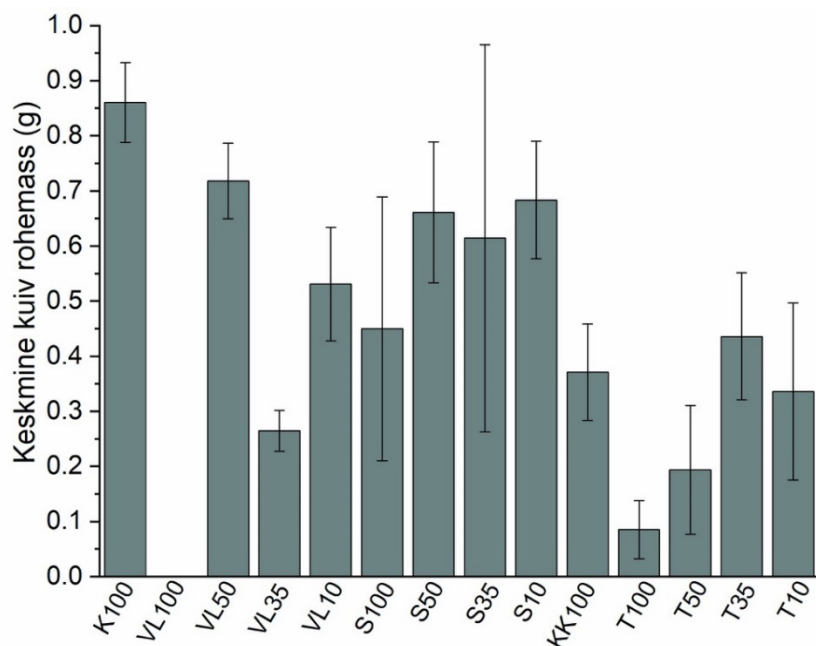
**Graafikul on arvestatud ka vaid idulehega taimi, kus seemnest on arenenud iduleht, kuid päris suurt taime ei ole sirgunud

Keskmine taimede kõrgus ning biomass oli suurim kontrollvariandi (K) puhul (joonis 5 ja 6). Kastmiskatsel olid T35 katsevariandi taimed kontrollvariandist kõrgemad. Kuigi T100 katsevariandis idanes 2 taime, olid nende taimede pikkused väga lühikesed, jäädes alla 1cm (joonis 5).



Joonis 5. Keskmine taimede kõrgus (cm).

*K – kontroll tahkete mudade katses, KK – kastmiskatse kontroll

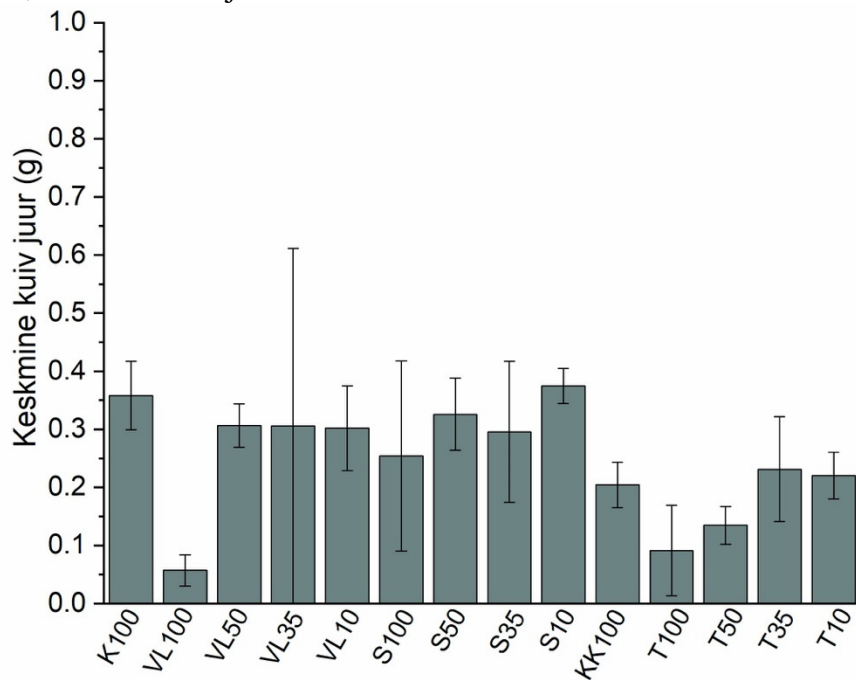


Joonis 6. Keskmine oataime kuivatatud rohemass (g).

*K100 – kontroll tahkete mudade katses, KK100 – kastmiskatse kontroll

Esimese katse puhul oli kontrollvariantide kasvupottides (K100) keskmiselt suurem juuremass kui katsevariantide kasvupottides (joonis 7). Kuigi VL100 kasvupotis ei kasvatanud taim endale maapealset osa, olid potis juured olemas. Võrreldes jooniseid 7 ja 8 on näha, et VL50, VL35 ja VL10 kasvupottides oli juuremass samasuur, kuid maapealne osa oli VL50 kasvupotis märgatavalt suurem.

Kastmiskatse puhul oli taimede juure- ja rohemass sünkroonis. Pottides, kus oli suurem maapealne osa, oli ka rohkem juuri.



Joonis 7. Keskmine kuivatatud juuremass (g).

*K100 – kontroll tahkete mudade katses, KK100 – kastmiskatse kontroll

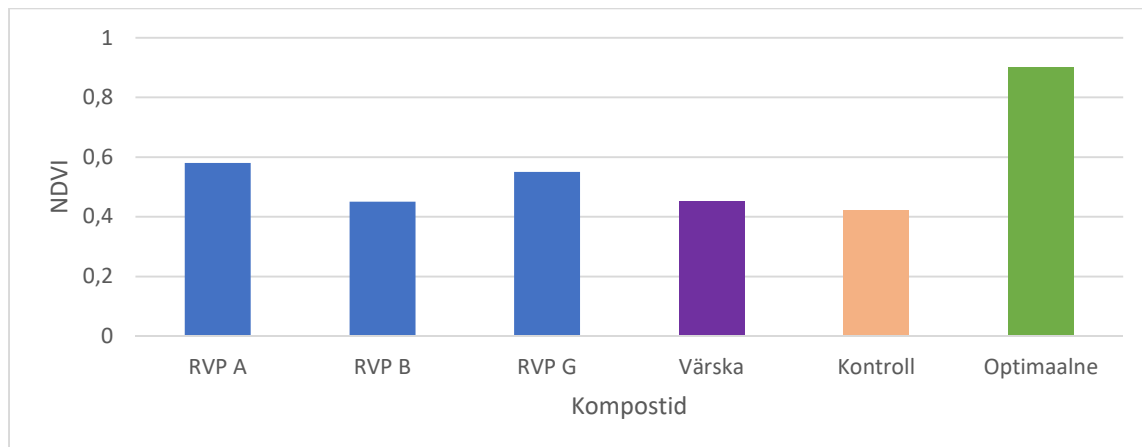
3.3. Põldkatsed

Nisu tärkas 12 päeva peale külvi, 12.05.2020. Nisu põldtärkamises ja edasises arengus kompostid taimedele kasvuhäireid ei tekitanud. Nisu saak koristati põllult kombainiga 19.08.2020.

Kasvu ajal mõõdeti kaugseire abil vegetatsiooniindeks (NDVI) ehk toitumistase. Erinevate spektrite neeldumise ja peegeldumise näitajate abil on võimalik avastada taimede toitumine häiringuid, kus taimed ei saa toitaineid kätte või neid on liiga vähe. Nisu taimiku arengufaas võrsumise lõpus näitab katsevariantide vahel silmaga nähtavaid erinevusi (lisa 7), eelkõige taimiku rohelisuse osas. Rohelisuse aste näitab taimede toitumise taset. Tumedamad lehed on indikaatoriks, et taimede varustatus toiteelementidega on heal tasemel. Jooniselt 8 on näha, et Värska näit on ligilähedane väetamata kontrollvariandile ning variandile RVP B (turvas), viidates optimaalsest palju halvematele tingimustele.

Variandi RVP A katselapil kasvavad nisu taimed on tunduvalt tumedama lehevärvusega kui kontrollvariant ning seega taimed kasvavad optimaalsemates tingimustes. Üldiselt on mõõtmistulemused vastavuses saagikuse tulemustega. Kõige kõrgema saagi andsid RVP A ja RVP G, mida näitab ka kasvuajal tehtud NDVI mõõtmine – tulemused vastavalt 0,58 ja 0,55 (joonis 8). Mõõtmine tehtud kui nisu taimed olid lipulehe faasis.

Eesti tingimustes on maksimumsaagi juures NDVI näit tavaliselt 0,85–0,90. Kontrollala katselapi NDVI oli 0,42 ning selle kasv parima kompostiga väetatud tulemuseni RVP A (0,58) tavapõllul oleks võimalik saavutada mineraalväetiste lisamisega 40 kg/ha lämmastikku. Seega kui kompostiga on võimalik anda oluline osa taimete vajalikust lämmastikust, siis Värska substraat seda ei võimaldanud.



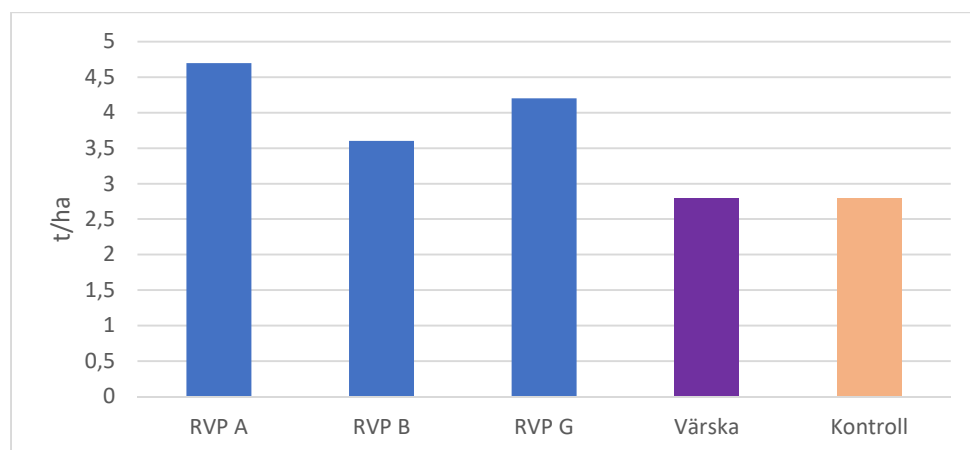
Joonis 8. Greenseekeri näit 27.07.2020

Taimede saagikust mõjutavaid tegureid on palju kuid üheks olulisemaks teguriks on taimede toitumine kasvuajal. Taimede põhitoiteelementideks on N, P, K. Kõikidele katselappidele anti ühesugune kogus kompostväetist/substraati (20 t/ha) kuid põllule viidavate toiteelementide kogus vägagi erinev (tabel 5), näiteks kompostväetisega RVP A (20 t/ha) viid põllule 748,6 kg toiteelemente, see on näiteks üle 6 korra rohkem kui kompostiga RVP B. Siit lähtub, et erinevate kompostidega saab katta erinevate kultuuride vajadusi toiteelementide osas, ka käituvad sellised kompostid erinevate mullastikuliste tingimuste juures erinevalt. Järelikult on Värska ravimuda võimaliku kompostimiskatse tulemus kasutatavast tehnoloogiast, valitud tugimaterjalist ning hoiustamistingimustest.

Tabel 5. Kompostiga (20 t/ha) viidavad toiteelemendid (kg/ha) ja toitained kokku (kg/ha)

	RVP A	RVP B
Kuivainet t/ha	10,2	4
Üldlämmatik kg/ha	275,4	92
Üldfosfor kg/ha	346,8	6,4
Kaalium kg/ha	49,9	7,4
Väävel kg/ha	76,5	18,8
Toitaineid kokku kg/ha	748,6	124,6

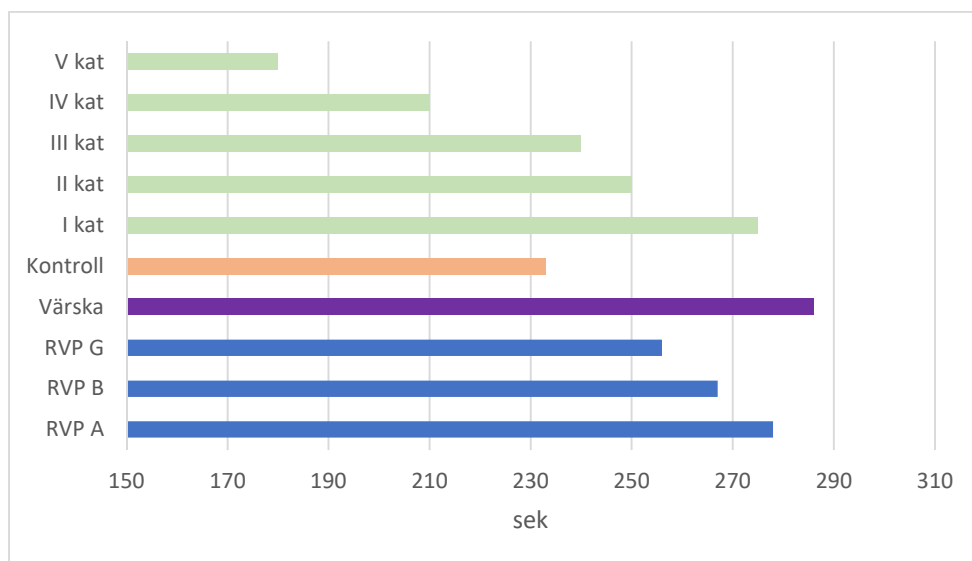
Kontrollkatselapi saagikus oli 2,8 t/ha. Värska substraadi saagikus oli sama, mis kontrollil, seega väetamise efekti ei esinenud. Kõik kompostidega väetatud katevariandid olid suurema saagikusega kui kontrollil (joonis 9). Seega kõikidel kompostidel, mida kasutati katses oli väetamise efekt olemas. Kõige tugevamalt avaldus see efekt kompostil RVP A (põhk), kus keskmiseks saagikuseks saadi 4,7 t/ha. Komposti RVP A kasutusnormi 20 t/ha juures saadi 1,9 t/ha saagilisa võrrelduna kontroll variandiga (joonis 9).



Joonis 9. Nisu keskmine saagikus erinevate kompostide kasutamisel, t/ha

Langemisarv on oluline näitaja nisu küpsetusvaliteedi määramisel. Langemisarv sõltub tärklis lagundavate ensüümide, eelkõige α -amülaasi aktiivsusest. Ensüümiaktiivsus tõuseb, kui tera on valminud ja valmis alustama uut elutsüklit ning vajab idu kasvatamiseks kergesti kättesaadavat energiat. Terade küpsemise jooksul ensüümide aktiivsus kasvab ja saavutab kõrgpunkti vahaküpse faasis ning langeb taas täisküpse saabudes. Langemisarvu vähendavad rohked kasvu- ja koristuseaegsed sademed.

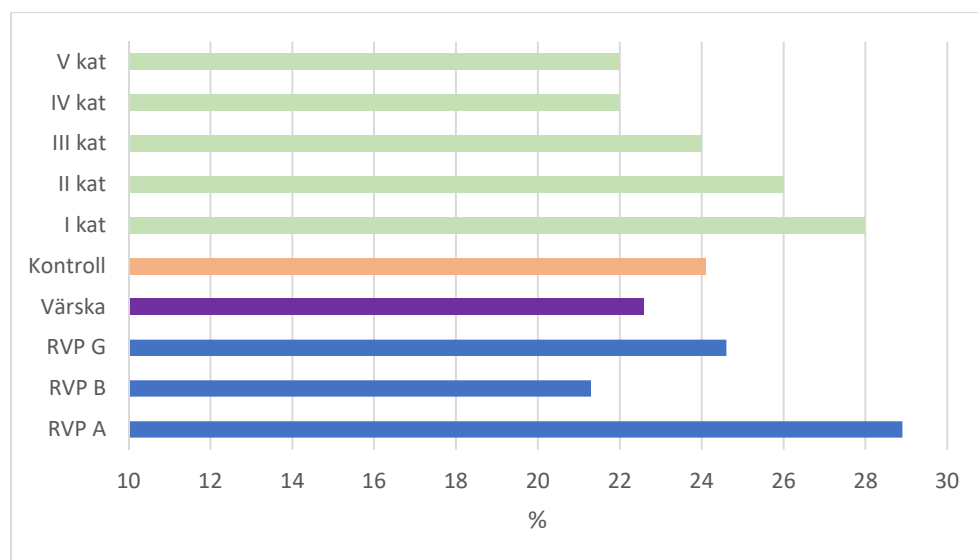
Võrreldes kontrolliga on joonisel 10 langemisarv kõigi kompostide puhul suurem, kusjuures Värska näit on kõige suurem! Võrreldes nisu 2020 kokkuostukvaliteediga (kategooria 1 kuni 5) vastab langemisarv toidunisu II kuni I kategooria nõuetele. Katsevariant Värska ja RVP A vastab I kategooria toidunisu kvaliteedinõuetele. Seega, sobivad katses olnud kompostid kasutamiseks kasutusnormiga 20 t/ha nisu taimede väetamiseks, mis loob aluse kvaliteetsele küpsetusomadustega jahule. Võime teha üldistuse, et sellisest jahust valmistatud toodetele on loodud eeldus heaks kerkimiseks ja küpsetise struktuuriks.



Joonis 10. Langemisarv, sek

Kleepevalk on oluline näitaja nisu kvaliteedi hindamisel. Kleepevalk ehk teraliim ehk gluteen koosneb põhiliselt kahest kõrge molekulmassiga valgust – gliadiinist ja gluteeniinist. Nende valkude omadustest ning suhtest kleepevalgu koostisest sõltubki nisu küpsetuskvaliteet. Kleepevalgu sisaldus sõltub toitainelega varustusest (eelkõige lämmastik), aga ka ilmastikust (niiskus ja temperatuur) ning kasvatatavast sordist.

Märja kleepevalgu sisaldus on kontrolliga võrreldes parem RVP A ja RVP G korral (joonis 11). Nende katsevariantidel on kleepevalgu sisaldus üle 24%, mis vastab kõrge kvaliteediga toidunisu nõuetele. Värska tulemus jääb keskmisele alla, vastates nisu kvaliteediklassile IV. Saame järeldada, et katses kasutatud kompostid toetavad kõrge kvaliteediliste toodete loomist, sest jällegi kui on plaan nisust jahu toota on see kõrgeima kvaliteediklassiga. Kui taimed saavad liiga palju lämmastiku näiteks, siis on kleepevalgu fraktsioonid tasakaalust väljas ja sellisest jahust valmistatud saiad jäävad nätsked ja nad ei kerki, ei teki õhulist toodet.

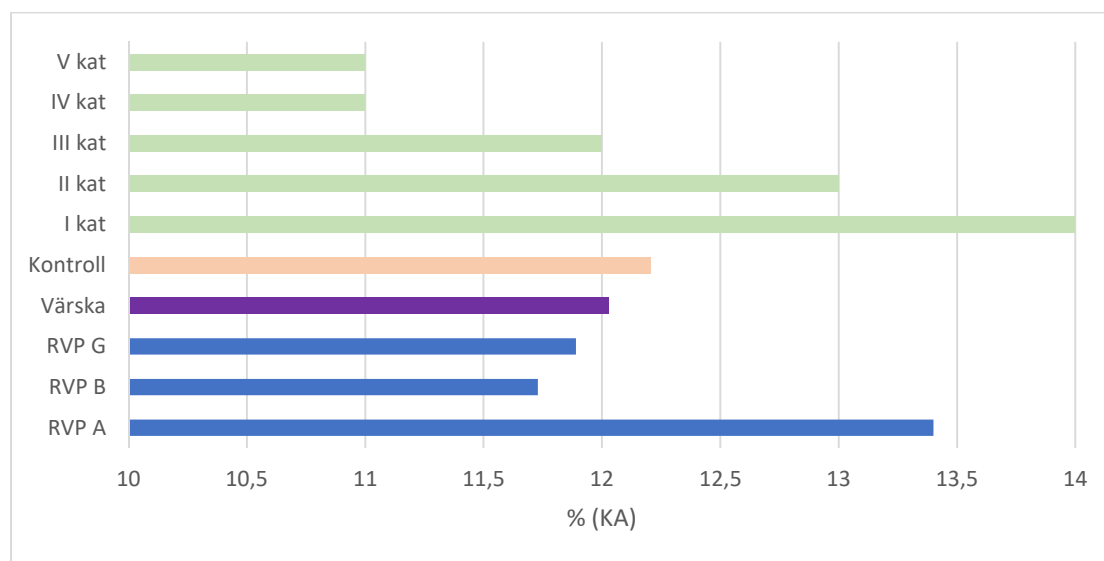


Joonis 11. Märja kleepevalgu sisaldus, %

Proteiinisaldus on kõige sagedamini määratud ja kasutatud teravilja kvaliteedi hindamise kriteerium. Proteiin on inimorganismile väga vajalik toitainet ja tihti ka teraviljast toodetava

produkti kvaliteedi tagatiseks. Teravilja proteiinisaldus sõltub liigist, sordist ja agrotehnikast ning kasvutingimustest. Proteiinisalduse sünteesiks teraviljades on mulla kui toitekeskkonna varustus lämmastikuga kriitiliseks faktoriks kuna aminohapete sünteesimiseks, millest proteiin koosneb, on lämmastik üks põhilisi elemente.

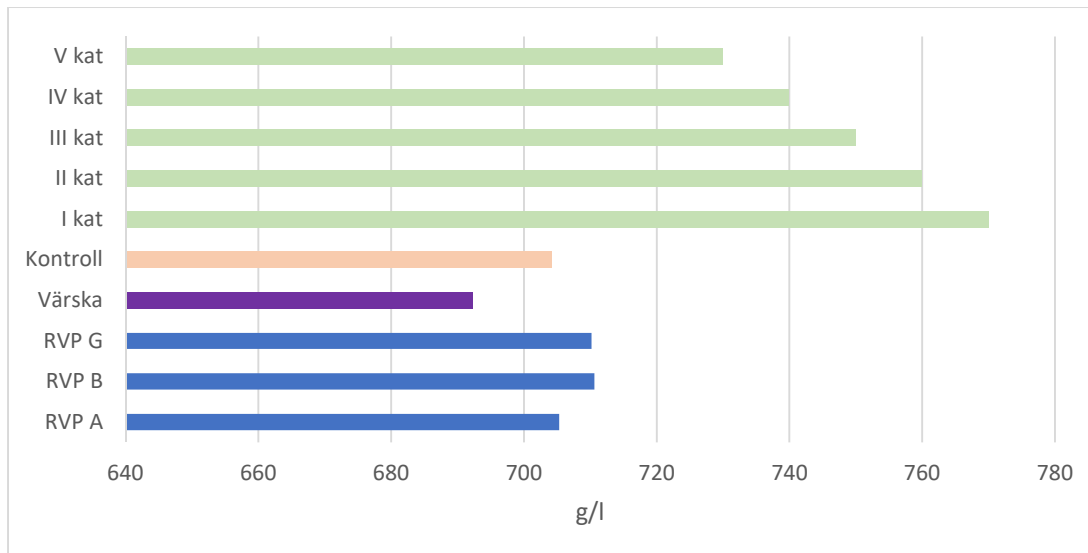
Proteiini sisaldus on kontrolliga võrreldes oluliselt parem RVP A katsevariandi korral (joonis 12). Katsevariandi RVP A kompostiga väetamisel on nisu taimikul olnud mullas piisavalt lämmastikku, mille tulemusel proteiini sisaldus seemnetes on tõusnud 13,4%-ni. Sellise proteiinisalduse juures on tegemist II kategooria toidunisu kvaliteediga, mis on väga hea tulemus. Värska tulemus ületab RVP B ja G, aga jääb alla kontrollvariandile, kvaliteediklass III. Näiteks TARTU MILL ostab kokku nisu saaki viie kvaliteedi kategooria alusel, seega saaks tootja, kes on kasutanud väetamiseks katses kasutatud komposte, müüa oma saagi III ja II kokkuostuhindade alusel. Kindlasti tuleb arvestada, et saagi lõplik kvaliteet kujuneb välja paljude keskkonna ja agrotehnoloogiliste tegurite koosmõjude tulemusena.



Joonis 12. Proteiini sisaldus

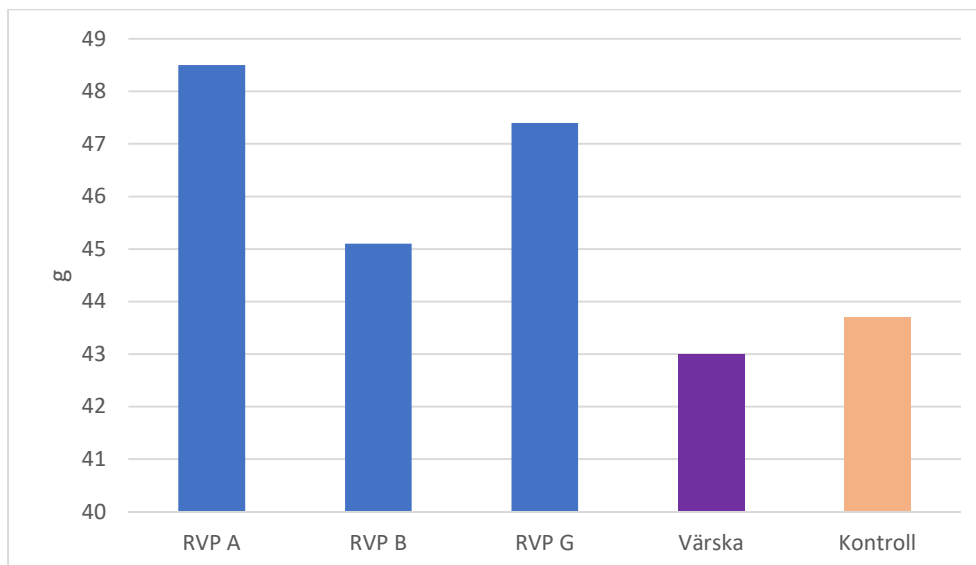
Mahumass on näitaja, mida kasutatakse vilja puhtuse ja toodangu väljatuleku potentsiaali hindamiseks. Mahumass ei peegelda alati objektiivselt vilja kvaliteeti, sest see sõltub peale vilja prahisuse ja terade sõklasuse ka terade kujust, endospermi tihedusest ning sellest, kui tihedalt asetsevad sõklad ümber tera. Sellegipoolest kasutatakse seda näitajat reeglina vilja kokkuostul, sest seda on lihtne määrata. Suureteraliste sortide mahumass on tavaliselt väiksem, sest terade vahele jääb rohkem tühja ruumi. Mahumass on väiksem ka pika teraga, samuti ohtelistel ja pikkade sõkaldega teradel. Mahumass on sordiomane tunnus ja seda mõjutavad mulla toitainesisaldus, toitainete ja vee kättesaadavus kasvu ja arengu erinevatel kasvufaasidel ning vegetatsiooniperioodi ilmastikutingimused. Kõrged temperatuurid ja teised stressifaktorid, mis vähendavad vilja terasaaki, põhjustavad tavaliselt ka mahumassi vähenemise.

Nisuterade mahumass on suhteliselt väike kõigil variantidel (joonis 13). Kõige väiksem on see aga Värska puhul, mis ei ületa isegi mitte kontrolli oma ning jääks kokkuostukvaliteedi poolest madalaimasse kategooriasse.



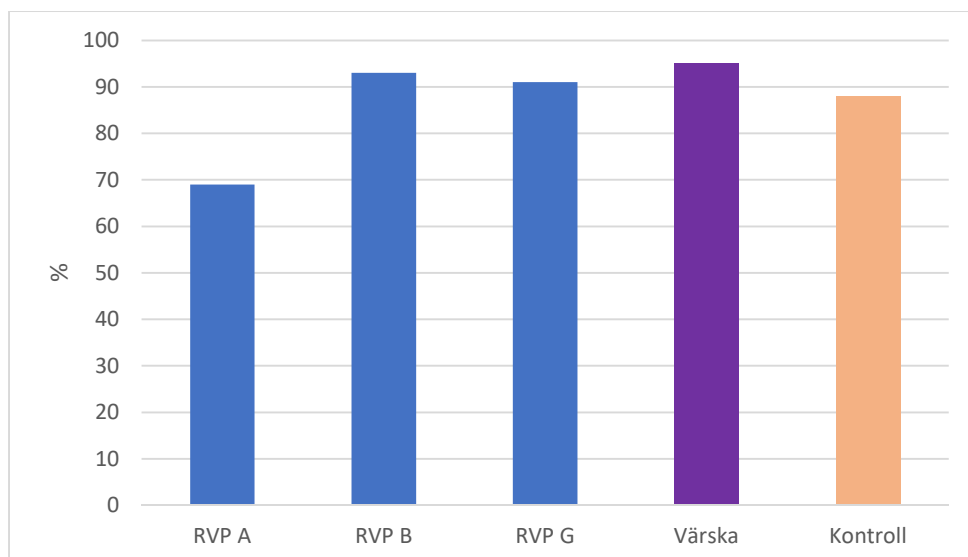
Joonis 13. Nisuterade mahumass

Nisu seemnete tuumakust iseloomustab **1000 tera mass**. 1000 tera mass sõltub suuresti taime toitainetega varustatusest, kasvutingimustest ja sordist. Ebasoodsates kasvutingimustes – toitainete puuduse, põua või lamandumise korral jääb 1000 tera mass tavapärasest väiksemaks. Katses kasutatud variantidest oli peale Värska kõigil positiivne mõju võrrelduna kontroll variandiga (joonis 14). Katsevariandi RVP A oli 1000 seemne mass 5g võrra suurem kui kontroll variandil ning 6g võrra suurem, kui Värskal.



Joonis 14. 1000 tera mass, g

Gluteeniindeks näitab kleepevalgu kvaliteeti ehk selle tugevust, mõjutades seega küpsetuskvaliteeti. Gluteeniindeks oleneb sordist ja kasvutingimustest. Gluteeniindeks peaks jääma 60 ja 90 vahele. Sellele kvaliteedile vastasid kõik katses olnud variandid (joonis 15). Gluteeni poolest oli kõige tagasihoidlikum RVP A, mis teiste näitajate poolest pigem juhtis. Värska näit oli gluteeni sisalduse poolest parim!



Joonis 15. Gluteeniindeks

Kokkuvõte

Projekti eesmärk oli analüüsida Värska Sanatooriumi raviprotseduuridest üle jääva ravimuda potentsiaali komposti valmistamiseks ja põllumajanduses rakendamiseks. Eraldi hinnati setteväljakule ladustatud ravimuda ja sanatooriumi mudamahutist võetud ravimuda. Muda proovid võeti sanatooriumi vannist (enne kui inimene sisse läheb), sanatooriumi vedelmuda mahutist (muda segati ühtlustamiseks läbi ning peale mõningast settimist võeti pigem paksemat muda), vanast loodusesse saatmise kohast (pigem mullalaadne) ja praegusest loodusesse laskmise kohast.

Projekti raames viidi läbi taimkatsed nii salatkressi kui aedoaga. Tahke muda segati mullaga. Vedela mudaga viidi läbi kastmiskatse, kus muda segati erinevas vahekorras veega (n 10% muda + 90% vett) ning kasutati kastmiseks. Kõikidesse pottidesse lisati 0,25ml vett. Kui pott tundus kuiv, pritsiti pealt veel puhta veega. Kastmiskatses kasutati vaid settemahutist võetud muda.

Analüüsides tulemusena selgus, et ravimuda fosfori (P) ja lämmastiku (N) sisaldus oli pigem väike. Kõige rohkem N sisaldus praegusest heitmiskohast pärit ravimudas. Settemahutist pärit ravimuda pH oli kergelt happeline (pH ca 6), kuid loodusesse lastud ravimuda oli tugevalt happeline kuni mõõdukalt happeline.

Idanemiskatsetest selgus, et segades loodusest võetud muda (VL ja S) mullaga, suurenes kressitaimede biomass, taimede pikkus ja kressipõõsa pindala. Samas varasema kogemuse põhjal öeldes olid kressipõõsad pigem hõredad ning taimed lühema kasvuga kui kompostikatsetes. Muda lahjendamine oli vajalik!

Kastmiskatse puhul oli mudal taimede idanemisele pigem negatiivne mõju. Kastes kippus potipinnale tekkima mudakiht, millest oli taimedel raske läbi kasvada. Seetõttu oli kontrolli puhul (KK) taimede biomass suurem kui katsevariantidel (T).

Oakatse puhul oli maapealne biomass suurim kontrollvariandi puhul ning ravimuda lisamine positiivset efekti ei andnud.

Idanemiskatse tulemuste alusel soovitaks muda pigem mulla sisse segada kui iseseisvalt kasutada. Samas ei ole teada, kuidas mõjub, kui mudaga kasta näiteks mustsõstrapõõsaid.

Kompostide aga ka tahtunud ja stabiliseerunud ning humifitseerunud setete kui orgaaniliste põlluväetiste kasutamine taimekasvatases oleks heaks alternatiivseks toitainete allikaks põllutaimele. Kompostid sisaldavad taimele kasvuks vajalikke makrotoiteelemente (N, P, K, S) kui ka mikroelemente (Mg jt.). Toitained kompostis on kahes vormis: koheselt taimele kättesaadavas vormis ning seotult, mis muudetakse mikroorganismide poolt kättesaadav pikema perioodi jooksul. Kompostid tuleks võimalusel põldudele laotada kevadel ning toitainete kao vältimiseks kohe mulda viia (freesiga, kultivaatoriga). Kuna kompostides on osa toitainetest lahustuvas vormis siis need võivad sügise laotamise järel leostuda põhjavette ja seega reostada meie keskkonda. Lisaks väetusomadustele parendavad kompostid ka mulla füüsikalisi omadusi, mis väljendub mulla paremas struktuuris ning suurendab ka mulla huumusesisaldust.

Kompostide laotusnorm oned toitainete sisaldusest, eriti just N ja P sisaldusest ning nende maksimaalse hulga sätestab veeseadus. Kuigi kõikidele katsevariantidele anti ühesugune kogus komposti (laotusnorm 20 t/ha), siis toitelementide sisaldus kompostides oli väga erinev. Värska tahendatud muda oli pigem toitainevaene, mille laotusnorm t/ha (märjana) tuleks suur. Laotusnormi määramisel peab komposti tootja tarbija jaoks arvutama N ja P sisalduse kooskõlas veeseadusega – haritava maa ühe hektari kohta tohib anda kuni 170 kilogrammi lämmastikku ja 25 kg fosforit aastas, sh loomade karjatamisel (kui neid sellel maal oli) maale jäävas sõnnikus sisalduv N ja P.

Happeliste muldadele happelise materjali lisamisega peab olema ettevaatlik, kui just ei ole eesmärgiks omaette happelimeste kultuuride kasvatamine. Värska mudast tehtud komposti kõrgemat happelisust saab neutraliseerida, lisades tuhka, lupja või muid neutraliseeriva toimega materjale. Kindlasti annab sellise komposteerunud materjali lisamine piirkonna väheviljakatele, kergema lõimisega muldadele juurde süsinikku. Kompost ise parandab mulla struktuuri, veehoiuvõimet ja varustab toitelementidega, st toimib mullaparandusainena ning see efekt võib üles kaaluda taimetoitainete puudumise.

Kompostide kasutamist ja laotamist mõjutavad tugevalt kompostide kättesaadavus, kaugus põllust, toitelementide sisaldus, hind ning komposti struktuur. Kohaliku toormena on Värska tahendatud muda kasulik tekkepaiga lähieumbruses. Muda kompostimist on soovitatav kombineerida muu kohaliku biomassi kompostimisega.

LISAD

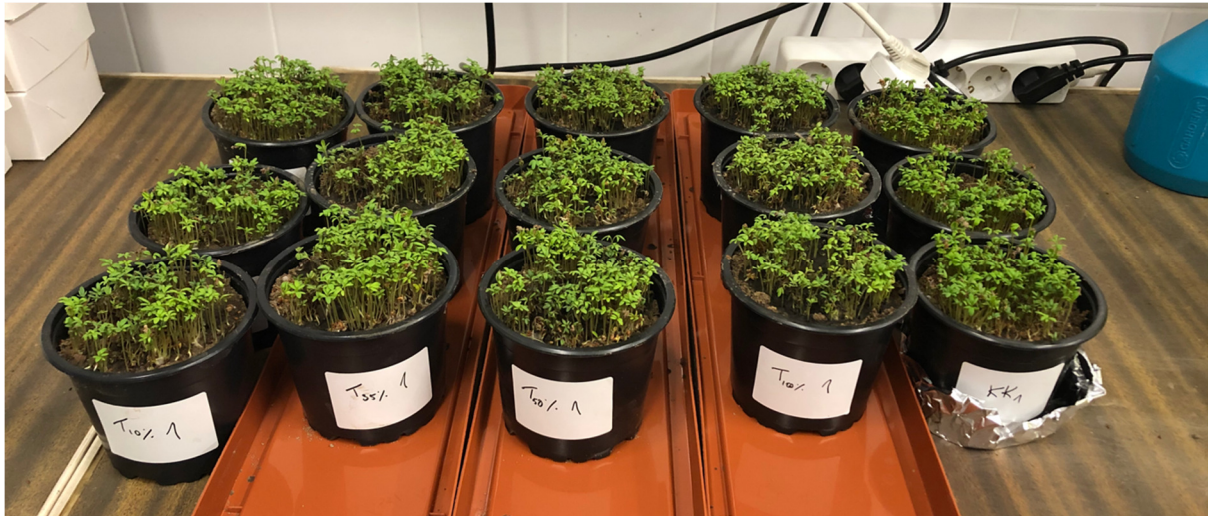
Lisa 1. Kressitaimede idanemiskatse tulemus vanast loodusesse heitmise asukohast pärit ravimudaga. Katsevariandid alates vasakult: Kontroll (LEM muld), S10, S35, S50 ja S100.



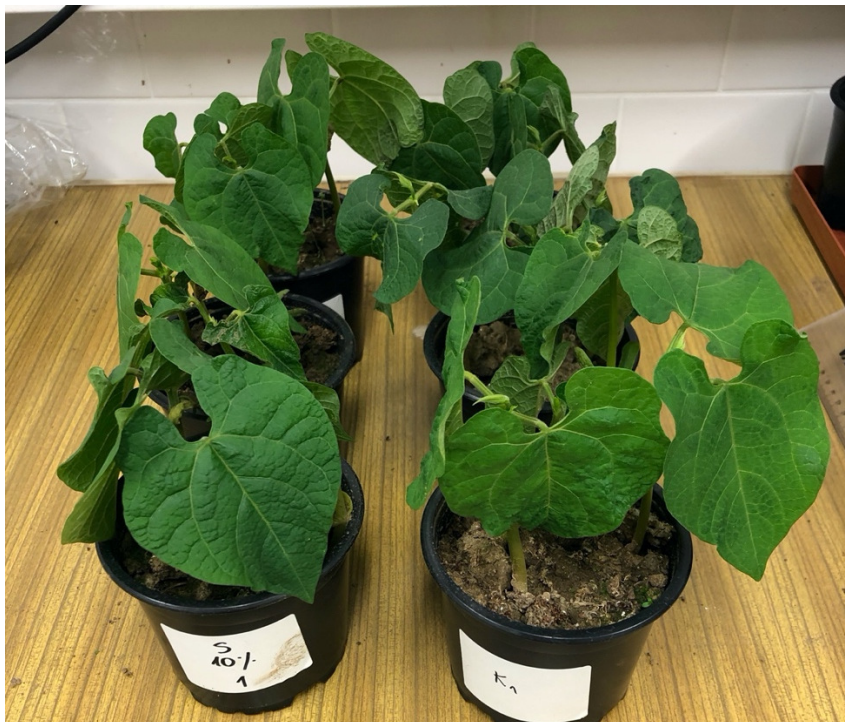
Lisa 2. Kressitaimede idanemiskatse tulemus praegusest loodusesse heitmise asukohast pärit ravimudaga. Katsevariandid alates vasakult: VL10, VL35, VL50, VL100.



Lisa 3. Kressitaimede idanemiskatse tulemus tangist pärit ravimudaga. (Kastmiskatse tulemus). Katsevariandid alates vasakult: T10, T35, T50, T100, Kontroll



Lisa 4. Ootaimede idanemiskatse tulemus vanast loodusesse heitmise asukohast pärit ravimudaga. Paremäl kontroll ja vasakul 10% ravimuda lisandiga katsevariant.



Lisa 5. Oataimede idanemiskatse tulemus praegusest loodusesse heitmise asukohast pärit ravimudaga. Paremal kontroll ja vasakul 10% ravimuda lisandiga katsevariant.



Lisa 6. Kompostide laotamine katse alguses. Võrdluses on näha ka muid, käesolevas aruandes mitte käsitletud komposte



muu RVP B RVP G RVP A muu muu Värsk muu muu muu kontroll

Lisa 7. Vegetatsiooniindeksi määramine 26.06.2020



muu RVP B RVP G RVP A muu muu Värsk muu muu muu kontroll