



Maaelu Arengu Euroopa
Põllumajandusfond:
Euroopa investeeringud
maapiirkondadesse

Innovatsiooniklastri toetus (MAK 2014-2020 meede 16) Maheklaster MTÜ projekt Innovatsioon mahetaimekasvatuses

Innovatsioonitegevus „Puutuhk ja biosüsi mahepõllukultuuride väetisena”

Innovatsioonitegevuse elluviimise aeg: 2017-2023

Kaasatud klastri liikmed: Väljaotsa OÜ, Kaspar Toomsalu FIE

Kaasatud partnerid: Eesti Taimekasvatuse Instituut, FIBL, Ökoloogiliste Tehnoloogiate Keskus

Katsete koordinaator: Margus Ess

Katsete elluviimise ja aruande koostamise panustasid: Margus Ess, Kaspar Toomsalu, Mai Tooming, Ilmar Tamm, Airi Vetemaa, Lea Narits, Reine Koppel, Ilme Tupits

Innovatsioonitegevuse eesmärgid: Välja selgitada kohalike mahetootmisesse sobivate väetisainete – puutuha ja biosöe mõju põllukultuuride kasvukeskkonna parandamiseks ning välja töötada soovitusel nende kasutamiseks tootmistingimustes.

Sissejuhatus ja katsetegevuse kirjeldus

Soodne kasvukeskkond põhineb kõrge mineraalide sisaldusega mullal ja puutuhk sisaldab väga laias valikus mineraale, sh suuremas koguses Ca ja K. Biosüsi mõjutab mulla veehoiuvõimet, toitainete sidumise võimet, mullareaktsiooni, millest omakorda sõltuvad taimede toitumistingimused, toitainete omastamine ning leostumine. Sellest lähtuvalt uuriti biosöe ja puutuha mõju põllukultuuride kasvatamisele, sh oli vaatluse all nii pikaajaline kui ka lühiajaline järelmõju.

ETKI kahel katsealal uuriti juba varem, 2012. a mulda antud puutuha ja biosöe (erinevad söe ja tuha variandid ja kogused) pikaajalist järelmõju õli- ja teraviljakultuuridele. Tootmisettevõtetes anti biosüsi ja puutuhk mulda 2017. a kevadel. Nii ETKIs kui ka tootmispõldudel külvati alguses katsealale vahekultuur. 2017. a sügisel külvati rüps ning järgnevatel aastatel kasvati teravilju.

Lisaks puutuhale ja biosöele anti osades variantides ka mahetootmises lubatud mineraale ja biostimulaatoreid, et hinnata nende koosmõju.

Katselapikatsed viidi läbi ETKI katsealadel Jõgevamaal ja tootmiskatsed viidi läbi ettevõtetes Kaspar Toomsalu FIE (Viljandimaa) ja Väljaotsa OÜ (Ida-Virumaa). Tootmiskatsete puhul oli Viljandimaa katseala mullaviljakuse poolest hea saagipotentsiaaliga ning Ida-Virumaal valiti katsealaks madala viljakusega liivmullaga põld, et uurida, kas on võimalik katsetes tehtavate töötlustega sellel alal saagipotentsiaali suurendada.

1. Biosöe järelmõju katse talirüpsi ja talinisuga ETKI 2017-2019

Katses uuriti biosöe erinevate koguste kombinatsioonis väikese koguse puutuhaga kasutamise pikaajalist järelmõju talirüpsi saagile ja saagi kvaliteedile ning talinisu saagile ja saagi kvaliteedile.

Metoodika

Katse rajati ETKI mahealale. 2017. a kevadel külvati kogu katsealale vahekultuur, mis viidi suvel mulda. 2017. a külvati taliraps ja 2018. a talinisu.

Biosüsi oli koos väikese koguse puutuhaga antud alale 30.05.2012, seega uuriti, kas on ja milline on biosöe kasutamise pikaajaline järelmõju. Katses oli kuus biosöe erineva kogusega varianti, neist neljas oli biosütt antud väikestes kogustes (200-800 kg/ha) ning kahes variandis suurtes kogustes (10 000 ja 20 000 kg/ha), kõigis variantides oli biosöele lisatud väikeses koguses puutuhka 200 kg/ha.

Kontrollvariandis biosütt ega tuhka ei olnud antud. Katse rajati 18 m² lappidele kolmes korduses.

Katsevariantide lappidel tehti 2017. a mulla täisanalüüs (tabel 1), millest lähtus, et erinevuse katsevariantide peamiste mulla parameetrite osas olid väga väikesed.

15.08.2017 külvati katsealale talirüpsi sort 'Legato' külvisenormiga 6 kg/ha. 17.07.2018 koristati talirüps katsekombainiga Wintersteiger. Seemned kuivatati, tuulati ja sorteeriti. Igast kordusest võeti proov, millest määrati toorrasva, toorproteiini ja glükosinolaatide sisaldused. Klorofüllis sisaldus oli kõikides proovides null ehk seeme koristati täisküpsena. Kõik arvud teisendati seemnete 7,5% niiskusesisalduse juurde.

06.09.2018 külvati katsealale talinisu sort 'Kallas' (500 id seemet m²). Talinisu koristati 04.08.19 katsekombainiga Wintersteiger, seemned kuivatati, tuulati ja sorteeriti. Igast kordusest võeti proov, millest määrati terasaak, 1000 tera mass, mahumass. Terasaak mõõdeti 14% niiskusesisalduse juures.

Tabel 1. Katseala variantide mullaanalüüside andmed 2017. a

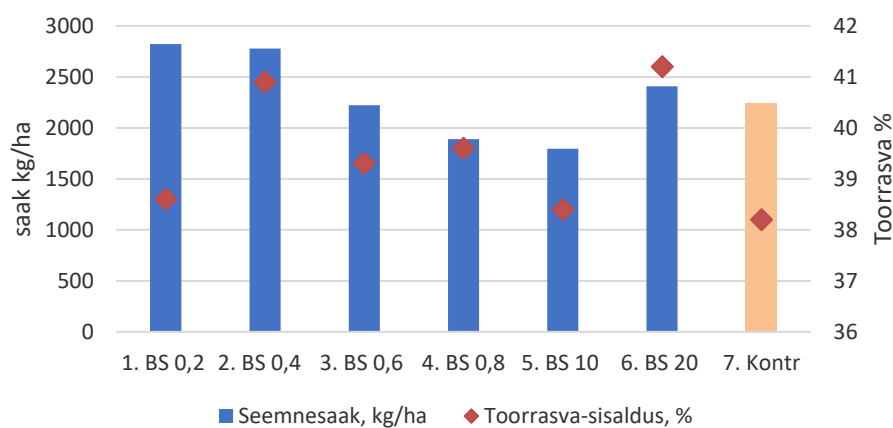
Variant, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha	pH _{kcl}	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	B mg/kg	SO ₄ mg/kg	C _{org} %
1. BS 200 + PT 200	6,0	65	178	1441	125	1,0	73	0,60	5,0	1,7
2. BS 400 + PT 200	6,0	63	176	1469	131	1,0	78	0,59	4,6	1,8
3. BS 600 + PT 200	6,2	65	175	1598	145	1,1	83	0,61	4,6	1,9
4. BS 800 + PT 200	6,1	61	168	1525	131	1,1	76	0,57	4,2	1,8
5. BS 10000 + PT 200	6,0	60	178	1460	121	1,0	75	0,57	4,4	1,9
6. BS 20000 + PT 200	6,0	68	185	1496	125	1,1	80	0,58	5,1	1,9
7. Kontroll	6,0	66	158	1498	130	1,1	80	0,57	4,7	1,9

Tulemused talirüps 2018

Seemnesaak oli mahetootmise kohta heal tasemel, kuid varieerus katse sees suures ulatuses 2822–1796 kg/ha (tabel 2, joonis 1). Usutavalt suuremad seemnesaagid olid kõige väiksemate biosöe normide 200 ja 400 kg/ha variantides.

Toorrasva sisaldused jäid katses üldiselt madalateks. Usutavalt suuremad olid biosöe variantide 400 kg/ha ja 20 000 kg/ha seemnete toorrasvasisaldused. Glükosinolaatide sisaldused olid usutavalt kontrollist suuremad variantidel 200 ja 400 kg/ha, usutavalt väiksem variandi 20 000 kg/ha puhul. Toorproteiini sisaldus oli kõige suurema biosöe kogusega variandil (20 000 kg/ha) usutavalt madalam kui kontrollil.

Kokkuvõttes suurendas väiksemate biosöe normide kasutamine (200 ja 400 kg/ha) talirüpsi seemnesaaki ja samas ka glükosinolaatide sisaldust seemnetes. Suure biosöe normi (20 000 kg/ha) variandis oli usutavalt parem seemnete peamine kvaliteediomadus ehk toorrasvasisaldus.



Joonis 1. Talirüpsi seemnesaak ja toorrasva sisaldus sõltuvalt biosöe kogusest (variandid vt tabel 2) 2018. a ETKI katses

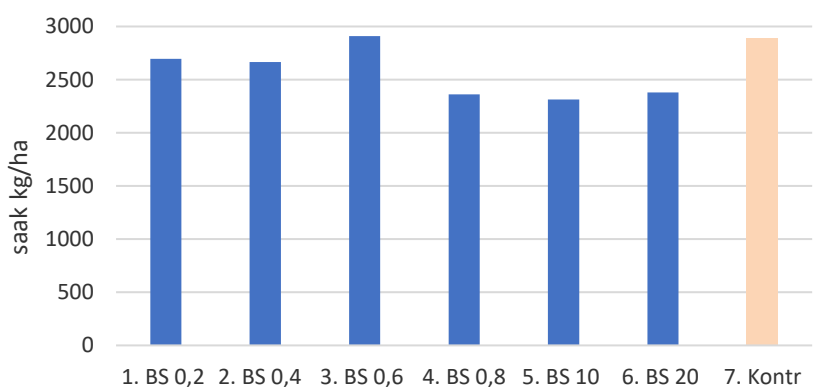
Tabel 2. Talirüps 'Legato' biosöe katsevariandid ja katse tulemused 2018. a

Variant, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha	Seemnesaak, kg/ha	Toorrasvasisaldus, %	Glükosinolaatide sisaldus, µmol/g	Toorproteiini-sisaldus, %
1. BS 200 + PT 200	2822*	38,6	7,7*	17,8
2. BS 400 + PT 200	2777*	40,9*	7,5*	16,9
3. BS 600 + PT 200	2224	39,3	5,9	17,1
4. BS 800 + PT 200	1889	39,6	5,5	17,1
5. BS 10000 + PT 200	1796	38,4	6,2	17,4
6. BS 20000 + PT 200	2408	41,2*	4,0*	16,2
Kontroll	2243	38,2	5,6	17,6
PD (95%)	522	2,7	1,4	1,4

* katsevariant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

Tulemused talinisu 2019

Talinisu talvitus halvasti, 'Kallas' terasaigid olid katsevariantides 2316–2910 kg/ha (joonis 2, tabel 3). Enamike biosöe ja puutuha variantide terasaigid jäid väiksemaks kui kontrollil, saagikus oli kontrollvariandist usutavalt väiksem suuremate biosöe kogustega variantides 4, 5 ja 6. Talinisu mahumassi ja 1000 tera massi biosöe ja puutuha kasutamine ei mõjutanud.



Joonis 2. Talinisu seemnesaak sõltuvalt biosöe kogusest (variandid vt tabel 2) 2019. a ETKI katses

Tabel 3. Biosöe (BS) ja puutuha (PT) katsevariandid ja katse tulemused ETKI talinisu katses 2019. a

Variant, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha	Terasaak	Mahumass	1000 tera mass
	kg/ha	g/l	g
1. BS 200 + PT 200	2695	793	44.0
2. BS 400 + PT 200	2667	792	44.9
3. BS 600 + PT 200	2910	788	44.5
4. BS 800 + PT 200	2361*	789	43.1
5. BS 10000 + PT 200	2313*	787	43.5
6. BS 20000 + PT 200	2378*	789	42.4
7. Kontroll	2887	791	43.5
PD (95%)	386	18	0.8

* katsevariant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

2. Biosöe ja puutuha järelmõju katse kaera ja talirukkiga ETKI 2017-2020

Katses uuriti biosöe ja puutuha erinevate koguste kasutamise pikaajalist järelmõju kaera saagile ja saagi kvaliteedile ning kombinatsioonis mineraalidega talirukki saagile ja saagi kvaliteedile.

Metoodika

Katse rajati ETKI mahealale. 2017. a kevadel külvati kogu katsealale vahekultuur, mis viidi sügisel mulda. 2018. a külvati kaer ja 2019. a talirukki.

Katsevariantide lappidel tehti mulla täisanalüüs (tabel 4), millest lähtus, et erinevuse katsevariantide peamiste mulla parameetrite osas ei olnud kuigi suured.

Biosüsi ja puutuhk oli antud alale 30.05.2012, seega uuriti, kas ja milline võiks olla nende kasutamise pikaajaline järelmõju. Lisaks uuriti ka mõju mullaseentele.

2018. a kaera katses oli neli biosöe erineva väikese kogusega (200-800 kg/ha) varianti, kõigis variantides oli biosöele lisatud väikeses koguses (200 kg/ha) puutuhka. Lisaks oli neli varianti, kus oli antud ainult väikeses koguses (200-800 kg/ha) puutuhka. Kontrollvariandis biosütti ega tuhka ei antud. Katse rajati 18 m² lappidele kolmes korduses.

Katsealale külvati 10.05.18 kaera sort 'Jaak' külvisenormiga 500 idanevat tera m². Kaer koristati 04.08.18.

2019-2020. a talirukki katses uuriti varasematel aastatel katsealale antud biosöe eri koguste pikaajalist järelmõju talirukki saagile ja saagi kvaliteedile nii kombinatsioonis kasvuaastal mineraalidega väetamisega kui ka ilma. Katse jätkus ainult biosüsi+puutuhk alal, kus oli kokku neli erineva biosöe kogusega varianti ja neli samade biosöe kogustega varianti, millele lisati võrdluseks mineraalid (tabel 6, 7).

2019. a kevadel (06.05.) külvati vahekultuuride segu, mille mulda viimise järel külvati 05.09.2019 talirukki 'Elvi' külvisenormiga 450 idanevat seemet m². Külvielselt töödeldi rukki seemneid mükoriisiga (100 kg seemne kohta: Mykorrhiza Soluble 100 g, Algeafert Base 500 g, vesi 1 l) ning biopreparaatide seguga (100 kg seemne kohta: Baikal EM-1 50 ml, BIOORG EMO-N 50 ml, Algeafert Base 150 g, melass 50 g vesi 2,5 l).

Mineraalid anti mulda 2019. a kahel korral, vahekultuuride külvi eel ja rukki külvi eel (tabel 6).

Teraviljad koristati katsekombainiga Wintersteiger, seemned kuivatati, tuulati ja sorteeriti. Igast kordusest võeti proov, millest määrati terasaak, 1000 tera mass, mahumass, ühtlikkus ja poteiinisisaldus. Terasaak mõõdeti 14% niiskusesisalduse juures.

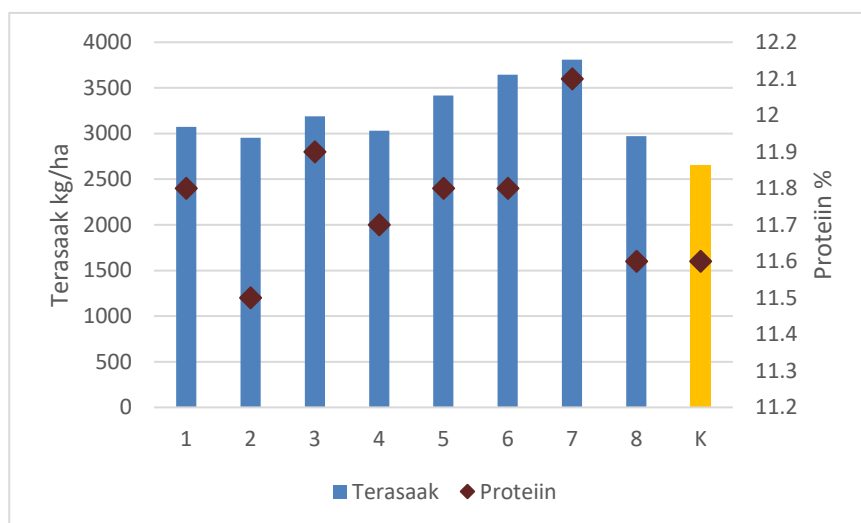
Tabel 4. Katseala variandid 2017/2018 ning mullanalüüside andmed 2017. a

Variants, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha	pH _{KCl}	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	Cu mg/kg	Mn mg/kg	B mg/kg	SO ₄ mg/kg	C _{org} %
1. BS 800 + PT 200	6.3	82	153	1559	148	1.4	89	0.64	7.4	1.7
2. BS 600 + PT 200	6.3	79	147	1451	134	1.2	83	0.54	5.2	1.6
3. BS 400 + PT 200	6.3	84	159	1549	132	1.2	83	0.65	5.1	1.5
4. BS 200 + PT 200	6.5	83	156	1642	149	1.3	82	0.59	5.0	1.6
5. PT 800	6.4	65	117	1850	160	1.4	67	0.61	4.8	1.7
6. PT 600	6.5	60	115	1745	171	1.4	67	0.65	5.7	1.9
7. PT 300	6.2	56	120	1722	174	1.5	63	0.75	5.4	1.9
8. PT 200	6.4	80	161	1659	152	1.3	79	0.62	5.6	1.7
K. Kontroll	6.0	63	117	1454	130	1.3	63	0.53	5.2	1.6

Tulemused kaer 2018

Katse üldist saagikust mõjutas negatiivselt kasvuaegne põud ning saagitase jäi madalaks. Kõigi biosüsi+puutuha variantide saagikus oli suurem kui kontrollvariandil. Tuhaga variantide (v.a tuha kõige väiksema koguse 200 kg/ha puhul) enamsaak oli suurem kui biosöe variantides, kõige suurem saagilisa oli tuha 300 kg/ha variandis.

Tera kvaliteediomadustele (1000 tera mass, mahumass, ühtlikkus ja proteiin) tuha ja biosöe variantidel olulist mõju ei olnud, kontrollist usutavalt suurem oli proteiinisaldus ainult 300 kg tuha variandis, mille puhul oli ka saagikus suurim.



Joonis 4. Kaera seemnesaak ja proteiinisaldus sõltuvalt tötlusest (variandid vt tabel 5) 2018. a ETKI katses

Tabel 5. Biosöe ja puutuha katsevariandid ja katse tulemused ETKI kaera katses 2018. a

Variants, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha	Terasaak kg/ha	1000 tera mass g	Mahu-mass g/l	Ühtlikkus > 2.2 mm%	Proteiin %
2. BS 600 + PT 200	2953	36.4	504	95.8	11.8
3. BS 400 + PT 200	3187	36.8	487	94.6	11.5
4. BS 200 + PT 200	3031	37.6	508	95.4	11.9
6. PT 800	3418	35.2	453	94.0	11.7
7. PT 600	3645	37.6	464	96.9	11.8
8. PT 300	3811	36.4	476	96.7	11.8
5. PT 200	2970	35.6	515	96.7	12.1
Kontroll	2658	36.8	502	95.6	11.6

PD (95%)	421	2,9	54	1,6	0,5
----------	-----	-----	----	-----	-----

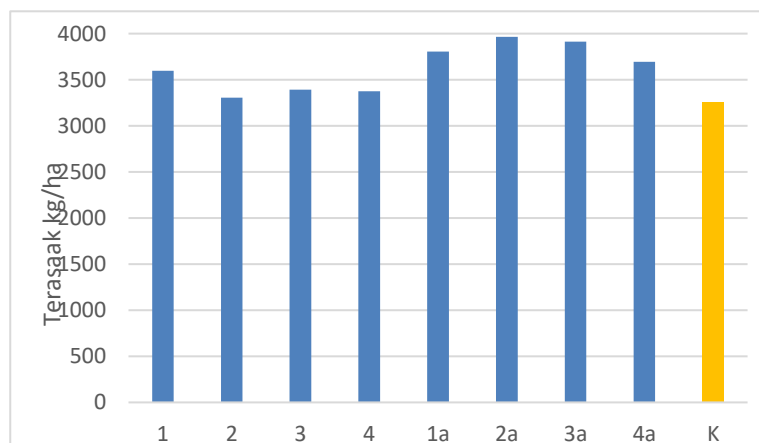
Tabel 6. ETKI biosöe katses kasutatud mineraalid 2019. a

Mahevätis	Laotatud 6.05.2019 kg/ha	Laotatud 28.08.2019 kg/ha
Corestone (lubjakivijahu)	1800	
AtriGran	400	
Fosfaadjahu	200	100
Labinor P		40
Vulkamin	50	80
Kaalium looduslik	5	80
ESTA Kieserit	20	80
Sulgran S	20	25
Patentkali	20	
Magnesia Kainit	5	25
Vetikapulber	5	
Humiinhape	5	
Profi Boor	3	
Tradecorp AZ	5	
Tradecorp Zn	1	
Tradecorp Cu	0,5	
Tradecorp Mn	0,5	
Melass	5	
KOKKU:	2545	430

Tulemused

Talirukki 'Elvi' terasaagid jäid katses vahemikku 3253–3964 kg/ha (joonis 5, tabel 7). Biosöe ja biosöe+mineraalide variantide terasaagid oli kõigis katsevariantides mõnevõrra suuremad kui kontrollvariantides, saagierinevused võrreldes kontrolliga jäid aga enamasti katsevea piiridesse. Kahe katsevariandi puhul (biosüsi 600 kg/ha + mineraalid ja biosüsi 400 kg/ha+ mineraalid) olid terasaagid (vastavalt 3964 ja 3914 kg/ha) statistiliselt usutavalt suuremad mõlemast kontrollvariandist (mineraalidega ja ilma). Katsevariantide kokkuvõttes oli mineraalidega variantide terasaak (3765 kg/ha) usutavalt suurem kui mineraalideta variantide saak (3420 kg/ha) (tabel 8).

Rukki tera kvaliteedinäitajaid mõjutasid biosüsi ja mineraalid vähe, erinevused katsevariantide vahel olid enamasti väikesed ja jäid katsevea piiridesse. Katsevariantide mahumassid olid vahemikus 75,5–76,5 kg/hl, tuhande tera massid 25,6–27,3 g ja terade proteiinisaldused 7,7–8%.



Joonis 5. Talirukki seemnesaak sõltuvalt töötlustest (variandid vt tabel 7) 2018. a ETKI katses

Tabel 7. Biosöe ja mineraalide kasutamise tulemused ETKI talirukki katses 2020. a

Variant, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha, mineraalid (M)	Terasaak kg/ha	Mahumass kg/hl	1000 tera mass g	Proteiin %
1 BS 800 + PT 200	3598	76,1	27,7	7,8
2 BS 600 + PT 200	3306	76,3	27,7	8,0*
3 BS 400 + PT 200	3391	76,5	27,7	7,7
4 BS 200 + PT 200	3375	76,2	27,3	7,8
1a BS 800 + PT 200 + M	3804*	76,0	27,1	7,8
2a BS 600 + PT 200 + M	3964*	76,0	27,2	7,9
3a BS 400 + PT 200 + M	3914*	75,9	25,6	8,0
4a BS 200 + PT 200 + M	3694*	75,5	25,8	8,0
K Kontroll	3253	76,2	27,5	7,7
PD (95%)	420	1,1	2,1	0,2

* variant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

Tabel 8. Biosöe katse mineraalide ja mineraalideta variantide keskmised tulemused ETKI talirukki katses 2020. a

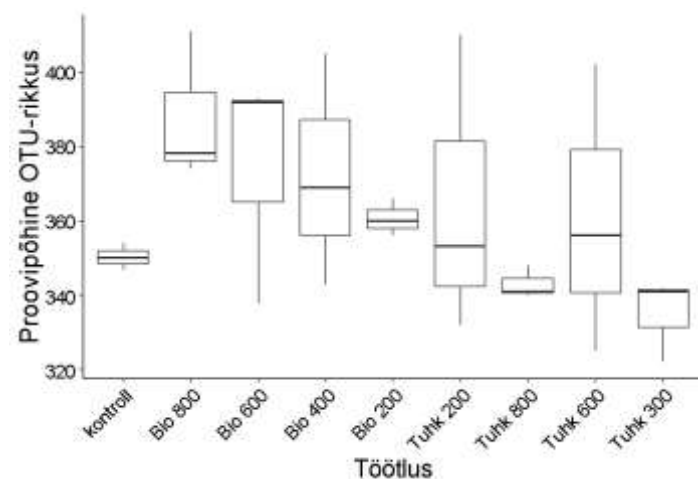
Variant	Terasaak kg/ha	Mahumass kg/ hl	1000 tera mass g	Proteiin %
Mineraalidega	3765b	75,8a	26,7a	7,9a
Mineraalideta	3420a	76,3a	27,6a	7,8a
PD (95%)	192	0,5	0,9	0,1

Erinevate tähtedega (a, b) tähistatud tulemused erinevad üksteisest statistiliselt usutavalt ($p < 0,05$)

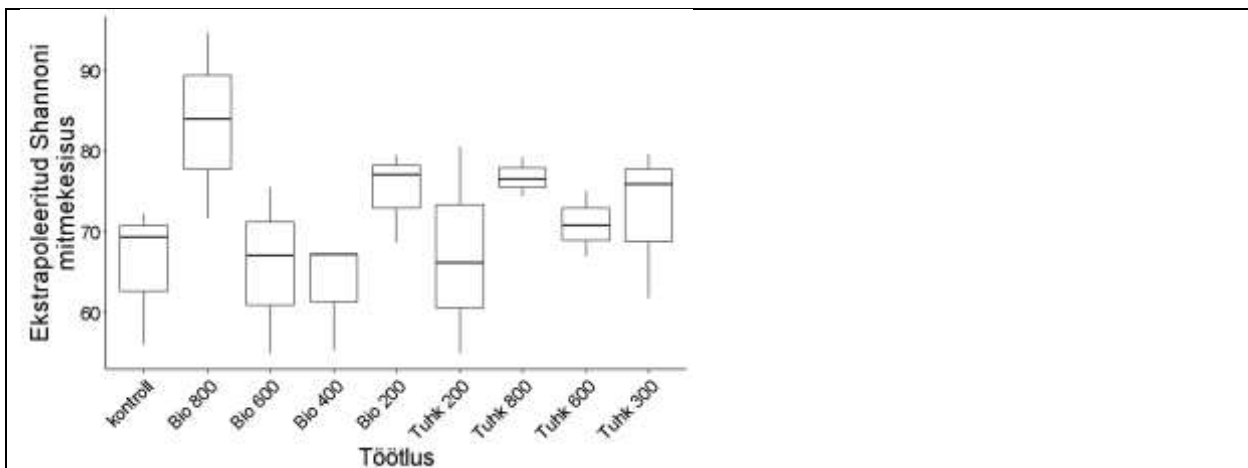
3. Mullaseente uuringu tulemused ETKI biosöe ja tuha katsealal 2018. a

Üldine tendents oli, et mida rohkem poorsust süsinikku on lisatud, seda suurem on proovi keskmine mullaseente liigirikkus (joonis 6). Samas järgib selle katse puhul töötluste gradient ruumigradiendi ning raske on öelda, kas tegemist on töötluste mõjuga või sellega, et erinevad töötlustused asetsesid ruumis üksteisest lahus. Samuti ei saa teha olulisi järeldusi mitmekesisuse kohta (joonis 7). Mullaseente kooslused on eri töötluste lõikes küll erinevad (joonis 8), kuid kuna töötlustused on ruumiliselt grupeerunud, ei saa kindlalt väita, et koosluste erinevuse põhjustajaks oli töötlus. Kokkuvõttes on keeruline öelda, kas olulisemad olid ruumilised või töötluste mõjud.

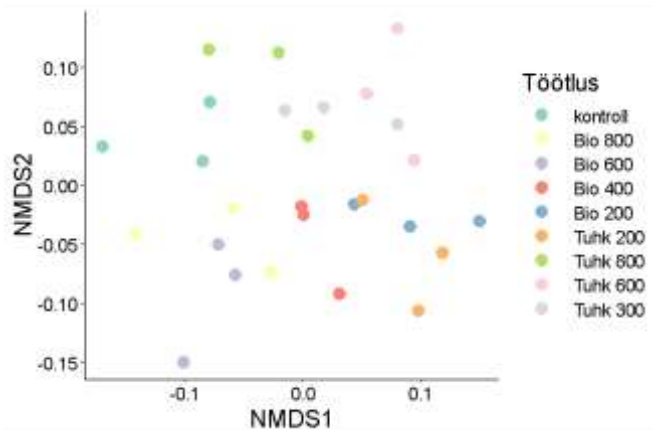
Selget negatiivset ega ka positiivset pikaajalist mõju mullaseentele biosüsi ega tuhki ei avaldanud.



Joonis 6 Proovipõhine OTU-rikkus ETKI tuha ja biosöe järelmõju katses



Joonis 7. Ekstrapoleeritud Shannoni mitmekesisuse indeks ETKI tuha ja biosöe järelmõju katses



Joonis 8. Mullaseente kooslused ETKI tuha ja biosöe järelmõju katses

4. Biosöe, puutuha ja kivijahude tootmiskatsed talirüpsi, talinisu ja kaeraga Kaspar Toomsalu 2017-2020

Katses uuriti biosöe erinevate koguste ning nende puutuha ja mineraalidega koos kasutamise mõju talirüpsi (2018), talinisu (2019) ja kaera (2020) saagile ning saagi kvaliteedile.

Metoodika

Kaspar Toomsalu katsealale rajati 2017. a suvel 15 katsevarianti. Alale anti 2017. a suvel nelja erineva väikse normiga (200–800 kg/ha) biosütt kombinatsioonis kahe erineva normiga puutuhaga (1000 ja 5000 kg/ha), variantidele 1–10 lisati kahe eri normiga mineraalide segu nii 2017 enne rüpsi külvi kui ka 2018 enne talinisu külvi (tabel 9).

Katseala suurus oli 288 m². Katseala mulla täisanalüüs: pH_{KCl} 7,1, C_{org} 2,1%, P 250, K 223, Ca 2912, Mg 149, Cu 1,9, Mn 109, B 0,84, SO₄ 5,7 mg/kg.

2017. a külvati katsealale **talirüps 'Legato'**, külvisenorm 6 kg/ha, külviaeg 8.08.17.

Talirüpsi katses oli kokku 10 biosöe, puutuha ja mineraalide kombinatsioonidega katsevarianti (tabel 10).

2018. a külvati katsealale **talinisu 'Edvins'**, külvisenorm 500 id tera m², külviaeg 17.09.18. Enne nisu külvi lisati variantidele 1–10 kahe eri normiga mineraalide segu (tabel 9), kokku oli katses 15 biosöe, puutuha ja mineraalide kombinatsioonidega katsevarianti (tabel 11).

2020. a külvati katsealale **kaer 'Matty'**, külvisenorm 500 id tera m², külviaeg 10.05.2020. Kokku oli katses 15 biosöe, puutuha ja mineraalide kombinatsioonidega katsevarianti (tabel 12).

Variantide 2–5 tulemusi võrreldi kontrollvariandiga 1, variantide 7–10 tulemusi võrreldi kontrollvariandiga 6 ja variantide 12–15 tulemusi kontrollvariandiga 11. Kontrollvariantides (variandid 1, 6 ja 11) biosütti ei kasutatud.

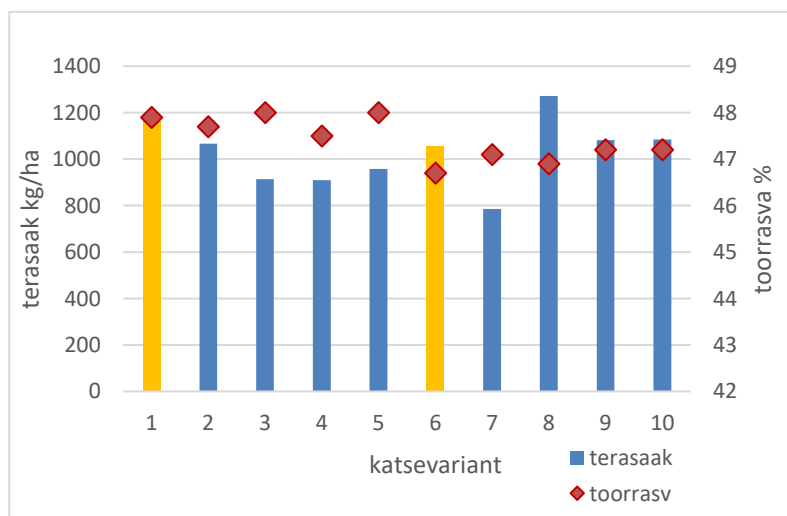
Katsete saagikuse mõõtmiseks koristati sirbiga 2m² saak kolmes korduses. Seemned kuivatati, tuulati ja sorteeriti. Igast kordusest võeti proov ning arvestati saagikus ja kvaliteedinäitajad. Tulemused arvestati niiskusesisaldusele 14% teraviljadel ja 7,5% rüpsil.

Tabel 9. Biosöe, puutuha ja mineraalide katse variandid Kaspar Toomsalu FIE 2017-2020

Variant	Biosüsi kg/ha (2017)	Puutuuhk kg/ha (2017)	Lubjakivi, dolokivi (3:1) kg/ha (2017)	Vulka- min kg/ha (2017)	Fosfaadi- jahu kg/ha (2017)	Mg-jahu kg/ha (2017)	Sulgran S-90 kg/ha (2018)	ESTA Kieserit kg/ha (2018)	Patent- kali kg/ha (2018)	Mag- nesia Kainit kg/ha (2018)
1	0	1000	0	100	100	200	24	64	24	6
2	200	1000	100	100	100	200	24	64	24	6
3	400	1000	200	100	100	200	24	64	24	6
4	600	1000	300	100	100	200	24	64	24	6
5	800	1000	400	100	100	200	24	64	24	6
6	0	500	0	50	50	100	12	32	12	3
7	200	500	100	50	50	100	12	32	12	3
8	400	500	200	50	50	100	12	32	12	3
9	600	500	300	50	50	100	12	32	12	3
10	800	500	400	50	50	100	12	32	12	3
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tulemused talirüps 2018

Talirüpsi saagitase oli katses alla keskmise, varieerudes 785-1272 kg/ha (joonis 9, tabel 10). Seemnesaakides ja kvaliteedinäitajates olid küll erinevused, kuid need jäid katsevea piiridesse ehk usutavaid muutusi kasutatud töötused kaasa ei toonud (tabel 14). Toorrasvasisaldused olid väga head, glükosinolaatide ja toorproteiini sisaldused keskmised.



Joonis 9. Talirüpsi seemnesaak ja toorrasvasisaldus sõltuvalt töötusest (variandid vt tabel 7, 10) 2018. a Kaspar Toomsalu katses

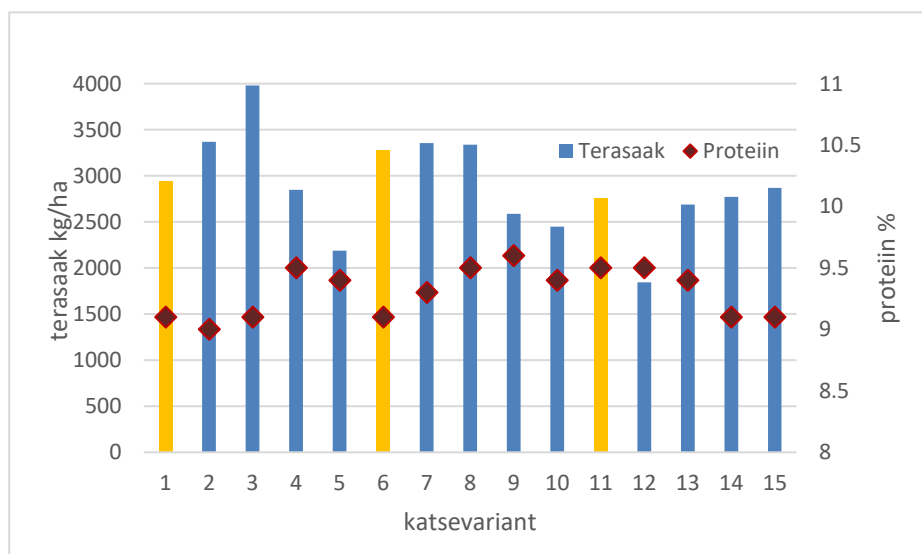
Tabel 10 Puutuha ja biosöe kasutamise tulemused Kaspar Toomsalu talirüpsi katses 2018. a

Variant, biosöe (BS) ja puutuha (PT) kogus kg/ha, mineraalid (M)	Seemnesaak, kg/ha	Toorrasvasisaldus, %	Glükosinolaatide sisaldus, µmol/g	Toorproteiinisaldus, %
1 BS 0 + PT 1000 + M 100%	1162	47,9	13,4	14,7
2 BS 200 + PT 1000 + M 100%	1067	47,7	14,4	14,6
3 BS 400 + PT 1000 + M 100%	914	48,0	13,8	14,7
4 BS 600 + PT 1000 + M 100%	909	47,5	13,9	14,8
5 BS 800 + PT 1000 + M 100%	957	48,0	12,2	14,5
6 BS 0 + PT 500 + M 50%	1058	46,7	14,1	15,4
7 BS 200 + PT 500 + M 50%	785	47,1	14,4	15,0
8 BS 400 + PT 500 + M 50%	1272	46,9	13,5	15,3
9 BS 600 + PT 500 + M 50%	1082	47,2	12,8	15,2
10 BS 800 + PT 500 + M 50%	1084	47,2	12,0	15,3
PD (95%)	367	1,2	2,3	0,9

Tulemused talinisu 2019

Talinisu terasaagid olid 2187–3980 kg/ha (joonis 10, tabel 11). Kõige suurema talinisu terasaagi (3980 kg/ha) andis variant 3, kus kasutati biosöe normi 400 kg/ha, puutuha normi 1000 kg/ha ja suuremat kogust mineraale. Suuremate biosöe normide korral (600 ja 800 kg/ha) jäi talinisu saagikus isegi väiksemaks kui kontrollvariandis, kus biosütti ei kasutatud. Talinisu tera kvaliteedinäitajaid biosöe kasutamine ja selle erinevad kogused oluliselt ei mõjutanud.

Mineraalide ja puutuhaga katsevariandid andsid keskmiselt suuremad terasaagid (3065 ja 3003 kg/ha) kui ilma puutuha ja mineraalideta variantide keskmisena (2586 kg/ha). Samal ajal mineraalide ja puutuha normide kahekordistamine nimetatud väetisainete väiksema normiga võrreldes enamsaaki ei andnud. Sarnaselt biosöega ei mõjutanud ka puutuha ja mineraalide kasutamine oluliselt talinisu tera kvaliteedinäitajaid.



Joonis 10. Talinisu seemnesaak ja proteiinisaldus olenevalt tötlusest (variandid vt tabel 7, 11) 2019. a Kaspar Toomsalu katses (kollasega tulbad tähistavad biosöe 0 variante)

Tabel 11. Biosöe, puutuha ja mineraalide katse talinisuga, tulemused Kaspar Toomsalu 2019

Variandid, biosüsi (BS) kg/ha, puutuhk (PT) kg/ha, mineraalid M	Terasaak kg/ha	Mahumass g/l	1000 teramass g	Proteiin %	Tärklis %	Kleepevalk %	Zeleni arv
1 BS 0 + PT 1000 + M 100%	2943	815	46.0	9.1	70.0	18.6	22.7
2 BS 200 + PT 1000 + M 100%	3369	826	49.6	9.0	70.2	19.1	23.3
3 BS 400 + PT 1000 + M 100%	3980*	820	46.9	9.1	70.0	19.3	22.9
4 BS 600 + PT 1000 + M 100%	2847	814	43.9	9.5	69.6	19.5	25.2
5 BS 800 + PT 1000 + M 100%	2187	800	45.2	9.4	69.5	19.2	24.5

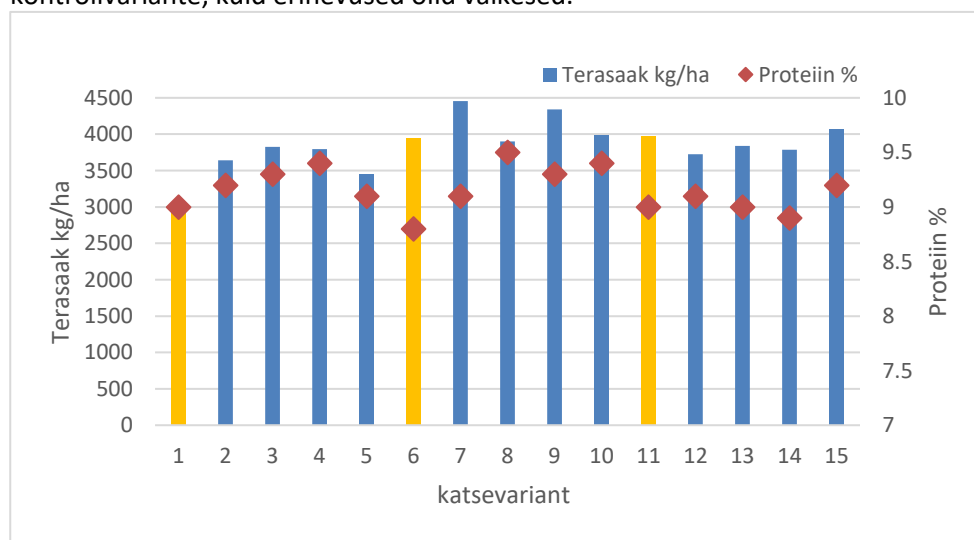
6 BS 0 + PT 500 + M 50%	3282	821	47.6	9.1	70.0	18.7	23.1
7 BS 200 + PT 500 + M 50%	3355	806	45.6	9.3	69.0	18.9	24.4
8 BS 400 + PT 500 + M 50%	3339	825	46.1	9.5	69.2	19.6	25.3
9 BS 600 + PT 500 + M 50%	2589*	806	44.3	9.6	69.9	19.5	25.9
10 BS 800 + PT 500 + M 50%	2449*	791	41.2	9.4	69.8	19.2	24.1
11 BS 0	2754	830	45.3	9.5	70.2	19.4	26.4
12 BS 200	1845*	810	41.1	9.5	70.0	19.8	25.6
13 BS 400	2688	817	44.7	9.4	69.8	18.9	25.0
14 BS 600	2773	823	47.1	9.1	70.4	18.8	23.2
15 BS 800	2870	819	46.7	9.1	70.1	18.6	24.9
<i>Keskmissed: biosüsi (kg/ha)</i>							
Biosüsi 0	2993	822	46.3	9.2	70.1	18.9	24.1
Biosüsi 200	2856	814	45.4	9.3	69.7	19.3	24.4
Biosüsi 400	3336	820	45.9	9.3	69.7	19.3	24.4
Biosüsi 600	2736	814	45.1	9.4	70.0	19.3	24.8
Biosüsi 800	2502	803	44.4	9.3	69.8	19.0	24.5
<i>Keskmissed: puutuhk ja mineraalid (kg/ha)</i>							
Puutuhk 1000 + Miner 100%	3065	815	46.3	9.2	69.9	19.1	23.7
Puutuhk 500 + Miner 50%	3003	810	45.0	9.4	69.6	19.2	24.6
Puutuhk 0 + Miner 0	2586	820	45.0	9.3	70.1	19.1	25.0

* variant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

Tulemused kaer 2020

Kaera terasaagid olid 2974–4454 kg/ha (tabel joonis 11, tabel 12). Biosöe, tuha (1000 kg/ha) ja mineraalide variantides 1–4 olid olid kaera terasaagid statistiliselt usutavalt suuremad kui variandis 1, kus biosütti ei kasutatud. Variantidest 7–15, kus kasutati tuha väiksemat normi (500 kg/ha), ületas kontrollvariandi 6 terasaaki (3944 kg/ha) statistiliselt usutavalt vaid variant 7 (4454 kg/ha), kus oli kasutusel kõige väiksem biosöe norm (200 kg/ha). Variantidest 12–15, kus kasutati erinevaid söe norme (200–800 kg/ha), kuid ei kasutatud tuhka ega mineraale, ei ületanud ükski variant terasaagilt usutavalt varianti 11, kus kasutati vaid biosütti. Keskmissena olid ilma biosöeta variandid teistest väiksema saagikusega, kuid mitte usutavalt. Puutuhka ja mineraalide keskmiste variantide vahel usutavat erinevust saagikuses ei olnud.

Kaera terade proteiinisaldused olid katsevariantides 8,8–9,5%, mahumassid 45,3–48,9 kg/hl ja 1000 tera massid 38,4–39,4g. Mitmed variandid ületasid nimetatud kvaliteedinäitajatelt mõnevõrra kontrollvariante, kuid erinevused olid väikesed.



Joonis 11. Kaera saak ja proteiinisaldus olenevalt tötlusest (variandid vt tabel 7, 12) Kaspar Toomsalu 2020 (kollased tulbad tähistavad biosöe 0 variante)

Tabel 12. Biosöe, puutuha ja mineraalide katse kaeraga, tulemused Kaspar Toomsalu 2020

Variandid, biosüsi (BS) kg/ha, puutuhk (PT) kg/ha, mineraalid (M)	Terasaak kg/ha	Proteiin %	Mahumass kg/hl	1000 tera mass g
1. BS 0 + PT 1000 + M 100%	2974	9,0	45,5	38,8
2. BS 200 + PT 1000 + M 100%	3641*	9,2	46,6	39,5
3. BS 400 + PT 1000 + M 100%	3827*	9,3	47,3	38,7
4. BS 600 + PT 1000 + M 100%	3794*	9,4	45,3	39,1
5. BS 800 + PT 1000 + M 100%	3455*	9,1	48,0	39,1
6. BS 0 + PT 500 + M 50%	3944	8,8	47,6	39,9
7. BS 200 + PT 500 + M 50%	4454	9,1	47,2	39,2
8. BS 400 + PT 500 + M 50%	3902	9,5	48,3	39,5
9. BS 600 + PT 500 + M 50%	4340	9,3	47,1	39,6
10. BS 800 + PT 500 + M 50%	3986	9,4	45,3	39,1
11. BS 0	3977	9,0	48,9	38,9
12. BS 200	3723	9,1	45,3	38,4
13. BS 400	3840	9,0	48,5	39,7
14. BS 600	3786	8,9	48,8	39,6
15. BS 800	4063	9,2	48,1	39,7
<i>Keskmiised: biosüsi (kg/ha)</i>				
BS 0	3632	8,9	47,3	39,2
BS 200	3939	9,1	46,4	39,0
BS 400	3856	9,3	48,0	39,3
BS 600	3973	9,2	47,1	39,4
BS 800	3835	9,2	47,1	39,3
<i>Keskmiised: puutuhk ja mineraalid (kg/ha)</i>				
Puutuhk 1000 + M 100%	3538	9,2	46,5	39,0
Puutuhk 500 + M 50%	4125	9,2	47,1	39,5
Puutuhk 0 + M 0	3878	9,0	47,9	39,3
PD (95%)	479	0,3	1,8	1,0

* variant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

5. Biosöe, puutuha ja kivijahude tootmiskatsed talirüpsi ja kaeraga Väljaotsa 2017-2020

Katses uuriti biosöe erinevate koguste ning nende puutuha ja mineraalidega koos kasutamise mõju talirüpsi (2018) ja kaera (2019, 2020) saagile ning saagi kvaliteedile.

Metoodika

Väljaots katsealale rajati 2017. a suvel 15 katsevarianti. Nagu ka Kaspar Toomsalu katsealal, anti alale 2017. a suvel enne rüpsi külvi nelja erineva väikse normiga (200-800 kg/ha) biosütt kombinatsioonis kahe erineva normiga puutuhaga (1000 ja 500 kg/ha) ja variantidele 1-10 lisati kahe eri normiga mineraalide segu (tabel 9). 2019 ja 2020 vaadeldi 2017. a antud biosöe/puutuha/mineraalide järelmõju. Lisaks kasutati mineraale jm ka 2019 ja 2020 (tabel 13). Nende aastate väetamine ja ka kasvatatavad kultuurid olid erinevad Kaspar Toomsalu katsealast.

Katseala mulla pH_{KCl} oli 6,0 ja C_{org} 1,2%. Mulla toitainete sisaldused: P 196, K 96, Ca 795, Mg 68, Cu 1,2, Mn 119, B 0,27, SO_4 3,8 mg/kg. Tegu väheviljaka liivmullaga põlluga.

2017. a külvati katsealale talirüps 'Legato', külvisenorm 6 kg/ha, külviaeg 16.08.17.

Talirüpsi katses oli kokku 15 biosöe, puutuha ja mineraalide kombinatsioonidega katsevarianti (tabel 14).

2019. a külvati katsealale kaer 'Kalle', külvisenorm 200 kg/ha, külviaeg 04.05. Enne kaera külvi lisati variantidele 1-10 ühesugust mahevätiste segu (tabel 13), kokku oli katses 15 biosöe, puutuha ja

mineraalide kombinatsioonidega katsevariante ning lisaks kaks täiendava leheväetamisega varianti (tabel 14 ja 16).

2020. a külvati katsealale uuesti **kaer 'Kalle'**, külvisenorm 200 kg/ha, külviaeg 9.05.2020. Enne kaera külvi lisati variantidele 1-10 ühesugust mahevätiste segu (tabel 13), kokku oli katses 15 biosöe, puutuha ja mineraalide kombinatsioonidega katsevariante (tabel 17).

Katsete saagikuse mõõtmiseks koristati sirbiga 2m² saak kolmes korduses. Seemned kuivatati, tuulati ja sorteeriti. Igast kordusest võeti proov ning arvestati saagikus ja kvaliteedinäitajad. Tulemused arvestati niiskusesisaldusele 14% teraviljadel ja 7,5% rüpsil.

Tabel 13 Mineraalide kasutamine biosöe ja tuha Väljaotsa katses 2019. ja 2020. a

Mineraalid ja biostimulaatorid	2019		2020	
	Variant 1-10, kg/ha	Variant 11-15, kg/ha	Variant 1-10, kg/ha	Variant 11-15, kg/ha
Sulgran S-90	25			
Sulgran S+B			50	
ESTA Kieserit	50		10	
Patentkali	50			
Corestone (lubjakivi jahu)	250			
AtriGran	500		110	
Fosfaadijahu	15			
Vulkamin	50			
Kaalium looduslik	10		35	
Labinor K			35	
Magnesia Kainit			35	
Tradecorp AZ	15			
Vetikapulber	5			
Humiinhape	5			

Tabel 14. Lehevätiste kasutamine biosöe ja tuha Väljaotsa katse kahes variandis 2019. a

Lehevätis	I pritsimine 14.06.19 variant 1a ja 6a	II pritsimine 26.06.19 variant 1a ja 6a
Delfan Plus	0.5 l/ha	
Baikal EM-1	400 ml/ha	
Bioorg EMO - N	100 ml/ha	
EPSO Combitop		1000 g/ha
Amangelor (I)		0.5 l/ha
Algeafert Solid K+	400 g/ha	200 g/ha
Tradecorp AZ		200 g/ha
Tradecorp Cu		150 g/ha
Tradecorp Mn		50 g/ha
Tradecorp Zn		100 g/ha
Nanoplant Ultra		25 g/ha
Melass	400 g/ha	1000 g/ha
Vesi	200 l/ha	200 l/ha

Tulemused talirüps 2018

Väljaotsa katses liivmullal ja väga põuasel aastal talirüps ikaldus, kuid katse siiski koristati. Seemnesaagid jäid väga madalale tasemele ja varieerusid suures ulatuses (tabel 15). Keskmiste biosöe ja väiksema puutuha normide kasutamisel (variandid 9 ja 10) saadi katse suurimad saagid. Toorrasvasisaldused olid väga head, glükosinolaatide ja toorproteiini sisaldused keskmised.

Kvaliteedinäitajates olid küll erinevused, kuid usutavaid muutusi kasutatud preparaadid kaasa ei toonud.

Tabel 15 Talirüpsi katsetulemused Väljaotsa biosöe, puutuha ja mineraalide katses 2018. a

Variandid - Biosüsi (BS) kg/ha, puutuhk (PT) kg/ha, mineraalid M	Terasaak, kg/ha	Toorrasvasisaldus, %	Glükosinolaatide sisaldus, µmol/g	Toorproteiini-sisaldus, %
1 BS 0 + PT 1000 + M 100%	293	43,1	9,5	18,3
2 BS 200 + PT 1000 + M 100%	295	43,3	10,8	17,9
3 BS 400 + PT 1000 + M 100%	179	46,1	14,2*	15,3
4 BS 600 + PT 1000 + M 100%	128	45,8	11,5	15,1
5 BS 800 + PT 1000 + M 100%	173	43,3	11,2	18,2
6 BS 0 + PT 500 + M 50%	233	46,4	11,3	14,7
7 BS 200 + PT 500 + M 50%	262	46,0	11,3	15,5
8 BS 400 + PT 500 + M 50%	346	46,2	13,0	15,3
9 BS 600 + PT 500 + M 50%	558*	45,8	12,7	16,7
10 BS 800 + PT 500 + M 50%	606*	47,1	13,6	15,1
11 0	163	47,6	11,0	13,7
12 BS 200	109	45,7	10,9	16,7
13 BS 400	316	45,5	10,8	16,7
14 BS 600	274	45,7	11,0	17,0
15 BS 800	191	45,1	10,3	16,7
PD (95%)	287	3,7	3,3	4,2

* variant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

Tulemused kaer 2019

Kaera 'Kalle' terasaagid jäid katsevariantides vahemikku 1188–2711 kg/ha, erinedes üle kahe korra (tabel 16). Variante 2–4 võrreldi kontrollvariandiga 1, variante 1–10 kontrolliga 6, variante 12–15 kontrolliga 1.

Variantides, kus kasutati biosöe erinevaid norme, puutuhka normiga 1000 kg/ha ja mineraale, ületasid kõigi variantide terasaagid kontrollvariandi 1 saaki. Biosöe koguse suurendamisel enamsaak üldiselt ei suurenenud. Variantides, kus kasutati biosöe erinevaid norme, puutuhka normiga 500 kg/ha ja mineraale, ületasid variantide 7-10 terasaagid variandi 6 saaki, kus biosütti ei antud. Mõnel juhul olid saagid kontrolliga võrreldes ka väiksemad.

Kaera kvaliteedinäitajate erinevused ei olnud suured. Kaera mahumassid olid katses 456–483 kg/l Kaera 1000 tera massid varieerusid vahemikus 38.1–41.7 g ning proteiin 9,2-10,4%.

Katsesse võetud kaks täiendava leheväetamise varianti võrreldes teiste sama koguse puutuha ja mineraalidega variantidega saagilisa ei andnud, kuid oli usutavalt suurem vastavatest kontrollvariantidest.

Tabel 16. Kaera katsetulemused Väljaotsa biosöe, puutuha ja mineraalide katses 2019. a

Variandid - Biosüsi (BS) kg/ha, puutuhk (PT) kg/ha, mineraalid M, leheväetis LV	Terasaak kg/ha	Mahumass kg/hl	1000 tera mass g	Proteiin %
1 BS 0 + PT 1000 + M 100% + M	1546	472	38.4	9.5
1a BS 0 + PT 1000 + M 100% + M + LV	1997*	476	38.9	9.8
2 BS 200 + PT 1000 + M 100% + M	2075*	478	37.5	9.8
3 BS 400 + PT 1000 + M 100% + M	2119*	483	38.9	9.6
4 BS 600 + PT 1000 + M 100% + M	1944*	475	39.1	10.0
5 BS 800 + PT 1000 + M 100% + M	1856	475	40.7	10.0
6 BS 0 + PT 500 + M 50% + M	1446	456	41.6	9.9
6.a BS 0 + PT 500 + M 50% + M + LV	1982*	467	39.9	10.1
7 BS 200 + PT 500 + M 50% + M	1844	468	38.8	10.2
8 BS 400 + PT 500 + M 50% + M	1943*	479	41.7	10.0

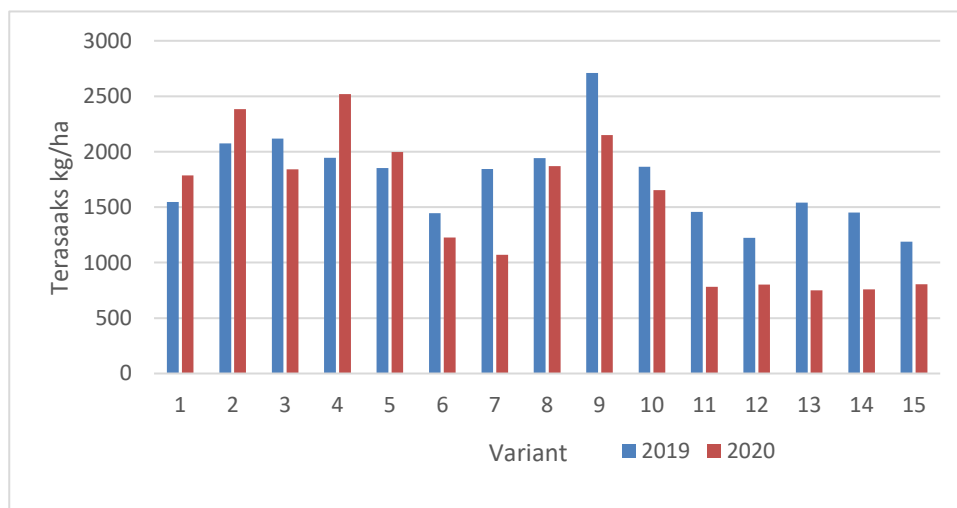
9 BS 600 + PT 500 + M 50% + M	2711*	474	39.3	9.8
10 BS 800 + PT 500 + M 50% + M	1864*	460	38.3	10.4
11 BS 0	1456	461	39.1	9.6
12 BS 200	1223	462	38.1	9.4
13 BS 400	1540	457	40.8	9.7
14 BS 600	1451	477	38.0	9.9
15 BS 800	1188	494	37.5	9.2
<i>Keskmised: puutuhk ja mineraalid (kg/ha)</i>				
PT 1000 + M 100% + M	1907	477	38.9	9.8
PT 500 + M 50% + M	1962	467	39.9	10.1
PT 0 + M 0	1372	470	38.7	9.6
PD (95%)	417	25	1.8	0.7

*katsevariant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

Tulemused kaer 2020

Kaera 'Kalle' terasaagid jäid katsevariantides vahemikku 750–2519 kg/ha, erinedes üle kolme korra (tabel 17, joonis 12). Selgelt eristusid variandid, kus polnud antud puutuhka ega mahevätiste kompleksi, nendes variantides kaera saak ikaldus täiesti. Katsevariantides 2-5, kus kasutati biosöe erinevaid norme (200–800 kg/ha), puutuhka 1000 kg/ha ja mineraale, ületasid terasaagid kontrollvariandi 1 saaki, statistiliselt usutavalt variantides 2 ja 4. Biosöe koguse suurendamisel enamsaak ei suurenenud. Väiksema tuha normiga (500 kg/ha) variantidest 6–10, ületasid variandid 8, 9, 10 terasaagilt usutavalt varianti 6, kus biosütti ei kasutatud. Katsevariantides 11–15, kus tuhka ei kasutatud, jäid kõik terasaagid väga madalaks (751–806 kg/ha).

Kaera mahumassid olid katses 50,3–56,6 kg/hl. Kontrollvariante terasaagilt ületanud katsevariantides olid ka mahumassid kontrolli tasemest suuremad. Madala saagikusega variantides jäid ka mahumassid väiksemaks. Kaera 1000 tera massid varieerusid vahemikus 40,0–45,2 g. Variantides 7 ja 8 olid 1000 tera massid kõige suuremad (vastavalt 43,9 ja 45,2 g) ning ületasid usutavalt ka kontrolli taset. Ülejäänud katsevariantides olid kaera 1000 tera massid väiksemad ja ei erinenud oluliselt kontrollvariantide vastavatest näitajatest. Madalate saakide korral variantides 11–15 ei jäänud kaera terad oluliselt peenemaks kui kõrgema saagikusega variantide korral.



Joonis 12. Kaera saagikus Väljaotsa OÜ söe, tuha ja mineraalide katses 2019 ja 2020.a

Tabel 17. Kaera katsetulemused Väljaotsa OÜ söe, tuha ja mineraalide katses 2020.a

Variandid - Biosüsi (BS) kg/ha, puutuhk (PT) kg/ha, mineraalid M	Terasaak kg/ha	Mahumass kg/hl	1000 tera mass g
1 BS 0 + PT 1000 + M 100% + M + M	1786	54,2	41,7
2 BS 200 + PT 1000 + M 100% + M + M	2385*	55,3	40,9

3 BS 400 + PT 1000 + M 100% + M + M	1840	56,6	42,8
4 BS 600 + PT 1000 + M 100% + M + M	2519*	55,7	40,3
5 BS 800 + PT 1000 + M 100% + M + M	1997	56,0	40,1
6 BS 0 + PT 500 + M 50% + M + M	1225	51,7	40,5
7 BS 200 + PT 500 + M 50% + M + M	1070	51,5	41,7
8 BS 400 + PT 500 + M 50% + M + M	1871	54,3	40,0
9 BS 600 + PT 500 + M 50% + M + M	2149*	55,7	43,9
10 BS 800 + PT 500 + M 50% + M + M	1653*	55,2	45,2
11 BS 0	781	51,5	42,5
12 BS 200	802	50,3	40,5
13 BS 400	751	50,9	40,1
14 BS 600	759	51,0	42,7
15 BS 800	806	51,8	42,7
<i>Keskmsed: puutuhk ja mineraalid (kg/ha)</i>			
PT 1000 + M 100% + M	2119	56.1	41.1
PT 500 + M 50% + M	1891	55.1	43.0
PT 0 + M 0	772	51.2	41.8
PD 95%	275	0,4	1,2

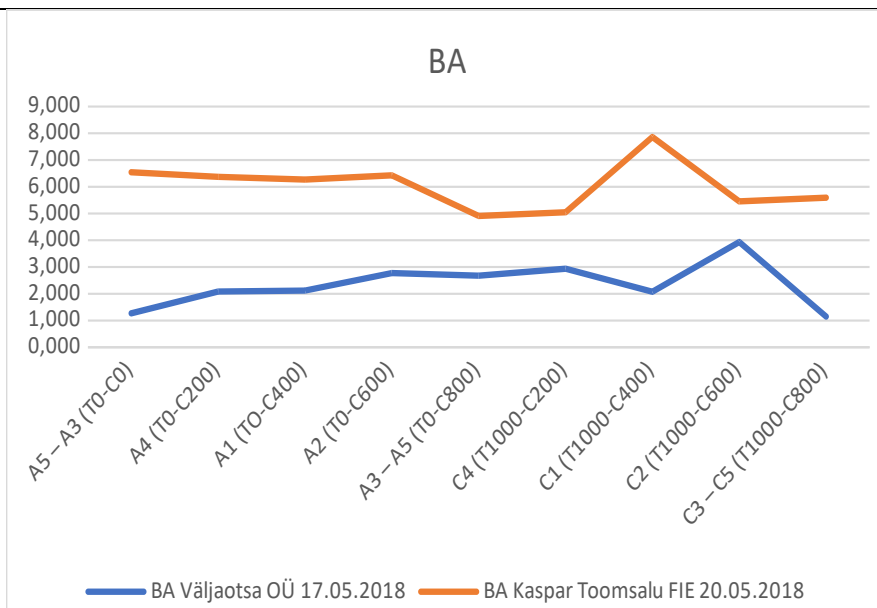
*katsevariant erineb usutavalt ($p < 0,05$) kontrollvariandist

6. Mikroobikooslus biosöe ja puutuha katses Väljaotsa ja Kaspar Toomsalu 2018

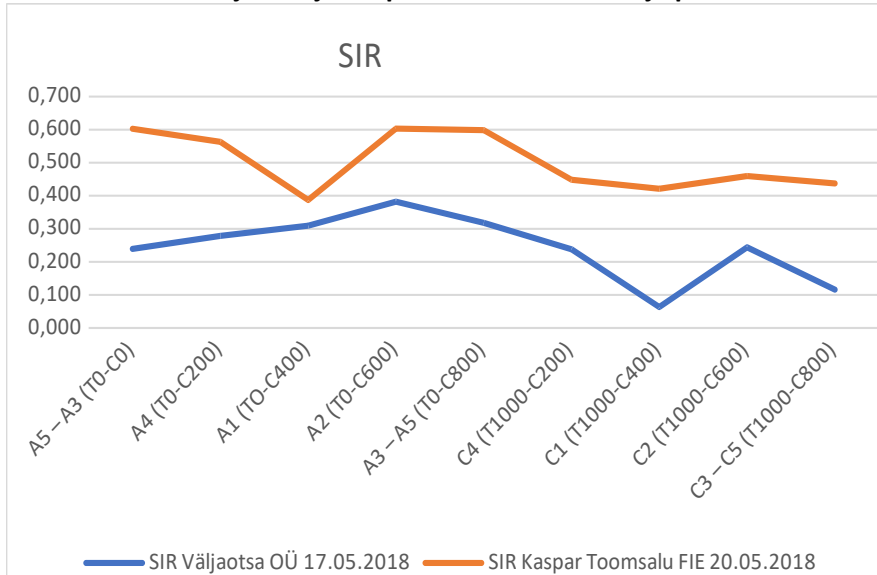
2018. a kevadel võeti Kaspar Toomsalu ja Väljaotsa katsepõllu eri variantides proovid, et uurida biosöe ja puutuha mõju mullaelustikule. Mõõdeti järgmisi parameetreid: mikroobikoosluse basaalhingamise aktiivsust (BA, joonis 13) ja biomassi (SIR, joonis 14).

Kaspar Toomsalu põllu väga heade omadustega mullal jäid võrreldes kontrolliga mistahes puutuha-biosöe normide puhul mikroobiomi mass ja hingamisaktiivsus samale tasemele või või vähenesid pisut, ainult variandis C1 tõusis kõrgeimaks hingamisaktiivsus. Väljaotsal on üldistest mulla omadustest tulenevalt mullamikroobidele halvemad tingimused, siin on variandil C1 nii BA kui ka SIR madalad. Mõlemal põllul on suhteliselt heade BA ja SIR variant A2. Ühtlaste ja heade mikroobiomi näitajatega mõlemas variandis on A4.

SIRile mõjus tuha lisamine pigem vähendavalt, BA kõikus tuha erinevate normide puhul rohkem. Suur osa näitude ebaühtluses on ilmselt väga soojal maikuul (eriti Väljaotsa kehvemal mullatüübil). Otsest lineaarset mõju erinevatel normidel välja ei tule, kuid tendentsid on näha. Selget negatiivset ega ka positiivset mõju biosüsi ega tuhk ei avaldanud.



Joonis 13. Mikroelustiku hingamisaktiivsus erinevate biosöe (C0-800 kg/ha) ja tuha (T0 või 1000) normide korral Väljaotsa ja Kaspar Toomsalu biosöe ja puutuha katses 2018. a



Joonis 14. Mikroelustiku biomass erinevate biosöe (C0-800 kg/ha) ja tuha (T0 või 1000) normide korral Väljaotsa ja Kaspar Toomsalu biosöe ja puutuha katses 2018. a

7. Kokkuvõte

Maheklatri innovatsioonitegevuste tegevuste eesmärgiks oli uurida puutuha ja biosöe sobivust mahetootmisse. Katsete tulemused varieerusid eri aastatel ja eri katsekohtades aga mõningaid tendentse oli siiski võimalik fikseerida.

ETKI pikaajalise mõju katsetes ei eristunud väikeste (200-800 kg) biosöe koguste mõju suurtest kogustest (10000 ja 20000 kg/ha). Samuti ei saanud välja tuua, millised võiks olla sobivaimad puutuha või biosöe väiksemad kogused, mis saagikust selgelt positiivselt mõjutaksid. Teatavat mõju saagile, võis siiski täheldada, osades katsetes oli biosöe ja/või tuha variantide saagikus oli usutavalt suurem kui kontrollvariandil, kuid esines ka vastupidist.

Tootmiskatsetes, eriti väheviljaka mullaga Väljaotsa katsealal, jäid ainult biosöe kasutamisega variantides selgelt madalamaks, kogu katseala saagitase oli madal. Samas biosöe, puutuha ja mineraalidega kombineeritud variantides võisid saagikust suurendada eelkõige lisaks puutuhale

antud mineraalid. Pigem viitavad ka erinevad kirjandusallikad sellele, et kui troopilistel muldadel on biosöe kasutamisest otsene kasu, siis parasvöötme tingimustes võiks biosüsi tulla pigem kõne alla süsiniku sidumise ja toitainete leostumise vähendamise kontekstis.

Biosöe laotamine on ka tehniliselt keeruline, kuna tegemist on kerge ja väga tolmava materjaliga. Katsealadele laotati biosöe ja maheväetiste segu algselt liivapuisturiks mõeldud masinaga ning laotatavat segu niisutati vähese veega, et vabaneda tolmust. Puutuha laotamine on lihtsam, kuna selleks on olemas ja Eestis laialt levinud kinnise poomiga lubiainete laoturid.

Mullaelustiku poolelt saab välja tuua, et puutuha ja biosöe kasutamisel elustikule arvestatavat negatiivset ega ka positiivset mõju ei leitud.

Majanduslikust aspektist tuleb arvestada saadaoleva biosöe kõrget hinda, mistõttu on tegu väga kalli mullaparandusainega ning selle kasutamine mahetootmises kaheldav. Katsetes valdavalt ületaski täiendav kulu väetamisele (biosüsi, puutuhk, muud mineraalid ja biostimulaatorid) kõrgema saagi eest saadavat täiendavat tulu, kui mõned üksikud erandid välja arvata. Siiski on positiivsed tulemused pigem juhuslikud.

Kui kasutada mahetootmises väikeseid koguseid biosütti ja puutuhka, siis tuleks seda teha koos teiste maheväetiste ja bioaktivaatoritega.

Käesolevas tegevuses ei uuritud puutuha suuremate koguste kasutamist, mis võib olla sobilikes tingimustes (sobiva katlamaja lähedus ja vähene veokulu) arvestatava positiivse agronoomilise ja majandusliku mõjuga. Üks võimalik edasine uurimisteema võikski olla tuha suurte koguste (2-10 tonni/ha) kasutamine happelisematel muldadel nii mulla neutraliseerimiseks kui ka toitainetesisalduse suurendamiseks.