

MTÜ Aiandusklaster innovatsioonitegevuse

„Must sõstar. Uued sordid, optimeeritud väetamine.“

Lõpparuanne

Innovatsioonitegevus viidi läbi 01.05.2017 – 30.11.2020

Aruande koostajad: Liina Arus ja Hedi Kaldmäe

Innovatsioonitegevuse **eesmärkideks** oli selgitada:

1. Taimede toitumise, vegetatiivse juurdekasvu, saagikuse ja majandusliku otstarbekuse seisukohalt optimaalne mineraalväetistega antav lämmastiku (N) kogus.
2. Lehevätiste ja biostimulaatorite kasutamise mõju musta sõstra taimede tervislikule seisundile ja saagikusele.
3. Hinnata leheanalüüside ekspressmeetodi rakendatavust musta sõstra taimede juures.

Eesmärkide saavutamiseks hinnati nelja aasta jooksul väetamise (tavaviljeluses) ja biostimulaatorite (maheviljeluses) mõju vegetatiivsele juurdekasvule ja taime varustatusele toitainetega milleks mõõdeti lehtede lämmastikutarbe indeks ja tehti mineraalainete analüüsid lehtedest. Hinnati väetamise (tavaviljeluses) ja biostimulaatorite (maheviljeluses) mõju musta sõstra saagikusele, sealjuures hinnati mehhaniseeritud koristuse kvaliteeti. Kolmandas etapis hinnatati täiendavate lehevätiste mõju (tavaviljeluses) ja biostimulaatorite kasutamise mõju (maheviljeluses) musta sõstra vegetatiivsele kasvule, saagikusele ja saagi kvaliteedile (sh. biokeemilisele koostisele). Kogutud leheproovid analüüsiti ja säilitati referentsproovidena leheanalüüside ekspressmeetodi rakendatavuse hindamiseks. Koguti mullaproovid ja määrati makroelementide sisaldus mullas (N, P, K, Ca, Mg) ning viidi läbi laborikatse selgitamaks väetises sisalduvate toitainete liikumise kiirust katseala mullas et hinnata granuleeritud kompleksväetiste kasutamise otstarbekust istanduses. Kõigil katsealadel hinnati taimede vastupanuvõimet (haiguskindlust) lehti kahjustavatele seenhaigustele (haiguskindlus) ja määrati kahjustuse ulatus vegetatsiooniperioodi lõpus. Hinnati katsetes kasutatud tehnoloogiaid majandusliku tasuvuse aspektist.

Sissejuhatus

Kontrollitud tingimustes läbi viidud väetamiskatsetes musta sõstra taimedega on arvestatav mõju ilmnenud ainult erinevate lämmastikuga väetamise tasemetel puhul. Teiste makroelementide (K, Ca, S) erinevad väetustasemed vegetatiivsele kasvule olulist mõju ei ole avaldanud ja lehtedes puuduste tunnuseid ei ole täheldatud (Craigford jt 2007). Vegetatiivne kasv ja võrsete kasvu kulgemine on saagi kujunemise seisukohalt väga oluline sest mustal sõstral paikneb enamik õiekobaraid noorel puidul (Libek jt. 2013). Võrsete arv ja põõsa kasv on sorditi erinev kuid seda mõjutavad lisaks ka kasvutingimused. Saagi kujunemise seisukohalt on oluline, et võrsete kasvuks soodsad tingimused (toitainete ja vee kättesaadavus) nende intensiivse kasvu faasis (mai algusest juuni keskpaigani) oleks piisavad. Samas, liigne lämmastikuga väetamine võib takistada õiepungade moodustumist ja järgmise aasta saagi ettevalmistamist ning suurendada taimede vastuvõtlikkust talvistele madalatele temperatuuridele ja lehti kahjustavatele seenhaigustele. Sõstra kasvatuseks on sobivaimad viljakad või keskmise viljakusega mullad kuid sageli ei ole ettevõtjal võimalik ideaalset kasvukohta valida, mistõttu muutub eriti oluliseks istandiku kasvuaegne väetamine. Vähemviljakatel muldadel on soovitatud kasutada põõsaste kasvu ergutamiseks lämmastikku 20-30 kg/ha juba esimesel kolmel aastal peale istanduse rajamist (Libek 2013). Saagikandeealises istandikus soovitakse olla lämmastikuga väetamisel pigem ettevaatlik ja kasutada lisaks lämmastikväetistele (ammooniumitraat, karbamiid, ammooniumsulfaat) mullastiku tüübile sobivaid kompleksväetisi, mis sisaldavad fosforit ja kaaliumi (Libek 2013). Soomes läbi viidud erinevaid kasvuaegse väetamise viise võrdlevas katses (Aflatuni jt. 2001) saadi tuntav saagilisa kontrollitud lahustuvusega väetiste kasutamisel kuid autorid märgivad, et see vajaks täiendavat uurimist. Kasutatud lämmastikunormid katsetes on jäänud vahemikku 6-12g lämmastikku toimeaines taime kohta kasvuhoone katsetes (Wojcik ja Filipczak 2015) ja 7-36 g taime kohta avamaa katsetes (Opstad 2007).

Eeldusel et istandiku rajamisel on mulda antud piisav varuväetiste hulk, tuleks musta sõstra istandiku kasvuaegsel väetamisel arvestada nii istandikust saagiga eemaldatava lämmastikukoguse kui põõsa kasvuks ja uuendamiseks kasutatava toitainete hulga. Samas tuleb arvestada asjaoluga, et mulla kaudu antavate toitainete omastamise efektiivsus on 65-70% sõltuvalt mulla tüübist (Craighead jt. 2007). Saagi ja põõsa biomassi (lehed ja oksad) eemaldamise katsetega on kindlaks tehtud, et 10-12 t/ha saagi puhul viiakse saagiga välja 55-65 kg/ha lämmastikku, fosforit 10-12 kg/ha, kaaliumi 43-50 kg/ha ja väävlit 5-7 kg/ha (Craighead jt. 2007). Seega, arvestades toitainete omastamise efektiivsust peaks kandeealisele istandikule andma aastas 80-100 kg lämmastikku. Suurbritannia Põllumajandus- ja aiandusameti (AHDB) juhendis on tootjatele antud soovitused isegi veel suuremad: sõltuvalt mullastikust 110-160 kg/ha lämmastikku (AHDB Nutrient management guide (RB 209) 2020). Kuna Eestis on viimastel aastatel rajatavates istandikes ülekaalus Poola päritolu sordid, mis on suurema toitainete nõudlusega, siis planeeriti ka erinevate lämmastiku (N) normidega väetamiskatse sordiga 'Gofert'.

Üheks suuremaks probleemiks mustal sõstral on viljade enneaegne varisemine, mis võib põhjustada isegi kuni 100% saagikao. Tugevamaks mõjutajaks on sealjuures kevadised öökülmad ja/või pikemaajalised madalad öised temperatuurid. Kuid olulist rolli mängib ka taime üldine stressitaluvus ja stressijärgne taastumine, sealjuures mikrotoitainete kättesaadavus, mida on võimalik parandada biostimulaatorite lehe kaudu pritsimise abil. Maheviljeluses kasutamiseks sobivate biostimulaatorite valik laieneb iga aastaga ja väga

paljude puhul neist toovad nende valmistajad välja, et preparaat toetab õitsemist ja viljade moodustumist (näiteks Folicist, Phylgreen) või vähendavad stressi (Fylloton, Delfan), mistõttu on tootjatel aina raskem teha valikuid sobiva preparaadi leidmiseks. Lehtede kaudu antavad biostimulaatorid ei asenda juurekaudset väetamist, kuid nende kasutamise eesmärk on kiirendada taimede ainevahetusprotsesse ja suurendada stressitaluvust (Kocira jt., 2018; Maria jt., 2017; Tejada ja Gonzalez, 2006; Ziosi jt., 2013) sealhulgas vastupidavust taimekahjustajate rünnakule. Sageli ei ole biostimulaatorite kohta rohkem eestikeelset informatsiooni kui vaid edasimüüjate kodulehtedelt kättesaadav tootekirjeldus. Biostimulaatoreid ei ole kuigi palju katsetatud marjakultuuride, sealhulgas musta sõstra kasvatamisel, samas on vajadus leida võimalusi vähendamaks varakevadisel õitsemisajal esinevatest stressitingimustest põhjustatud saagikadusid.

Katsealad ja metoodika

Katsevariandid/alad. 2017. aastal alustati katsetega kolmel katsealal koostöös kahe ettevõtjaga. 2019. aastal lisandus neljas katseala Eestis aretatud musta sõstra sordiga 'Karri'. Kuna musta sõstra puhul kulub istandiku rajamisest saagini 3-4 aastat siis valiti katsealadeks juba rajatud ja saagikandeikka jõudnud noored istandikud (joonis 1).

Koostöös ettevõtjatega koostati katseplaanid ja tähistati põllul katseks eraldatud piirkonnad ja katsevariandid.

1. Tavaviljeluse katse (1.1) erinevate N-normidega ja pikaajalise toimega mineraalväetiste ning täiendava leheväetamisega katse (sort 'Gofert') viidi läbi nelja erineva N normiga väetustaseme juures (sh üks kontrollitud lahustuvusega väetis) OÜ Hortitech istandikus. Tavaviljeluse katse (1.2) multši ja täiendava leheväetise/biostimulaatori kasutamisega katse (sort 'Karri') viidi läbi Heamari OÜ istandikus. Selgitati mineraal ja leheväetiste mõju vegetatiivsele juurdekasvule ja saagikusele
2. Maheviljeluses biostimulaatorite kasutamise katseks valiti (2.1) EMÜ Polli aiandusuuringute keskuse katseala (sort 'Pamjati Vavilova') ja (2.2) OÜ Meriidio 2019-2020 sort 'Gofert'. Mahetootmise katses keskenduti erinevate biostimulaatorite mõju uurimisele, valiti preparaadid mis stimuleeriksid taimekasvu ja toetaksid taimede vastupanuvõimet nii abiootilisele kui biootilisele stressile.



Joonis 1. Katsealade asukohad ja taustinfo

Metoodika

Kõik hindamised ja loendamised tehti kolmes korduses, igas korduses vähemalt viiel põõsal (va saak).

Vegetatiivse juurdekasvu hindamiseks (Katse I-III etapp) mõõdeti igal katsealal katse alguses ja seejärel igal katseaasta vegetatsiooniperioodi lõpus põõsaste kõrgus, loendati okste ja asendusokste arv ja mõõdeti asendusokste pikkus.

Viljahakatise varisemise ulatuse hindamiseks (Katse I-III etapp) loendati õite ja varisenud viljahakatiste arv viljakobaras (vähemalt kahel oksal ühel põõsa ulatuses loendati kõik õied kuid mitte vähem kui 25 kobaral). Loendati vähemalt 3 nädalat peale õitsemise algust, arvutati varisenud õite ja viljahakatiste osakaal (%).

Saak (Katse I-III etapp) koristati masinaga või käsitsi (igas variandis ühes korduses). Arvutati keskmine saagikus põõsa kohta.

Keskmise vilja massi (Katse I-III etapp) määramiseks kaaluti koristatud saagist 50 juhuslikult valitud vilja kolmes korduses ja arvutati ühe vilja keskmine mass (g).

Biokeemilise koostise analüüsiks koguti (Katse I-III etapp) katsevariantidest proovid. Viljade rakumahla kuivaine sisaldus (°Brix) määrati ABBE digitaalse refraktomeeteriga (Comecta, S.A, Hispaania). Tiitritavate hapete sisaldus määrati 0.1N NaOH-ga tiitrimisel arvutatuna sidrunhappele (%) ja askorbiinhappe ehk vitamiin C sisaldus Tilmans'i meetodil automaat-titraatoriga Titrand 905 (Metrohm, Šveits). Antotsüaanide ja polüfenoolide sisaldus viljades määrati kromatograafiliselt (HPLC-DAD).

Mullanalüüs. (Katse I-III etapp). Toitainete vajaduse selgitamiseks ja väetamiskava korrigeerimiseks võeti katse alguses ja katse kestel kõigilt aladelt mullaproovid ja telliti analüüsid Põllumajandusuuringute keskuse agrokeemia laboratooriumilt. Proovid võeti iga

variandi kõigilt kordustelt. Katse alguses tehtud mullaanalüüside tulemused ja musta sõstra jaoks soovituslikud toitainete sisaldused on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Musta sõstra kasvatuseks soovituslikud toitainete sisaldused (V.Matala järgi) ja mullaanalüüside väärtused katsete alguses.

	Soovituslik (V. Matala)	Katse 1.1 (algus 2017 Vesneri)	Katse 1.2 (algus 2019 Põrga)	Katse 2.1 (algus 2017 Polli)	Katse 2.2 (algus 2019 Verevi)
Mulla liik		LP (kahkjast leetunud muld)	Lkl (nõrgalt leetunud muld)	LP (kahkjast leetunud muld)	LP (kahkjast leetunud muld)
Lõimimis		ls3	sl-ls1	ls3	sl
pH	5,7-7,0 (A.Libek)	5,2	5,1	4,9	5,2
Corg		2,0	1,8	1,2	1,2
P	18-27	81	172	261	276
K	300-450	177	152	186	151
Ca	3000-39000	1239	783	1250	803
Mg	300-600	129	68	72	48
Cu	7,5	1,6	1,7	4,0	1,3
Mn	113	66,4	73	83	95
B	1,8	0,9	0,7	0,35	0,32

Leheanalüüs. (Katse I-III etapp). Suve esimeses pooles koguti leheanalüüseid hindamaks taimestiku toitainetega varustatust. Koguti korralikult välja arenenud lehed vilja kandvatelt okstelt, mõlemalt rea poolest kokku vähemalt 50 lehte. Analüüseid teostas EMÜ taimebiokeemia laboratoorium. Kuivatatud ja purustatud materjal säilitati ja anti koos analüüsitulemustega üle leheanalüüside ekspresseerimise väljatöötamise töörühmale. Leheanalüüsi tulemuste interpreteerimisel lähtuti tabelis 2 toodud soovituslikest väärtustest (Reuter jt, 1997, Libek jt. 2013).

Tabel 2. Soovituslikud makroelementide sisaldused lehtedes (Reuter jt. 1997, Libek jt 2013)

Element	% kuivaines Soovituslikud väärtused D. Reuter järgi	% kuivaines Soovituslikud väärtused A. Libeki järgi
Lämmastik (N)	2,8-3,0	2,4-2,8
Kaalium (K)	1,5-2,0	1,7-2,0
Magneesium (Mg)	0,15-0,2	
Fosfor (P)	0,25-0,35	0,68
Kaltsium (Ca)	2,0	
Raud (Fe)	45-250 mg/kg	
Boor (B)	20-40 mg/kg	
Mangaan (Mn)	30-100 mg/kg	

Masinkoristuse kvaliteeti hinnati 2017. a. (Katse I etapis); kaaluti masinkoristustatud saak rea kohta, korjati ära ja kaaluti masinkoristuse järel põõsale jäänud viljad (järelkorje, enamasti ca 20 cm kõrgusel maapinnast) ja masinkoristuse ajal maapinnale pudenenud viljad põõsa kohta. Järelkorje ja maha varisenud viljade hulka hinnati 4 korduses, igas korduses 6 põõsast.

Mulla mikrobioloogilise aktiivsuse hindamine viidi läbi 2017 a. (Katse I etapis). Selleks kasutati Solvita Soil Master testkomplekti. 90g värskelt võetud mullaproovi asetati koos indikaatoriga testkambrisse, kamber suleti hermeetiliselt ja asetati 24 tunniks inkubaatorisse temperatuurile 24°C. Mulla mikrobioloogilise aktiivsuse hinnang väljendatuna CO₂-C emissioonina g/m² päevas määrati indikaatori värvuse muutuse võrdlemisel vastava skaalaga.

Lehe klorofüllisisaldus ja lämmastikuindeks. (Katse II-III etapp) Lehtede lämmastikuga varustatuse hindamiseks kasutati fluorestsents spektroskoopiaal põhinevat optilist seadet Dualex Scientific (Force –A, Prantsusmaa) millega tehti mõõtmised hindamaks taime lämmastikuga varustatuse taset (lämmastikuindeks, NBI) ca 2 nädalat enne viljade valmimist. Selleks mõõdeti iga korduse viiel järjestikusel põõsal kokku vähemalt 35 lehte. Mõõdetud lehtede valikul jälgiti, et oleks esindatud nooremad ja vanemad lehed, lehed erinevatest ilmakaartest ning nii põõsa välimised kui ka sisemised lehed. Mõõtmised tehti ka samaaegselt laborianalüüside jaoks lehtede korjamisega.

Lehehaiguste esinemise (peamiselt sõstra lehevarisemistõbi) (Katse I-III etapp) ohtrust hinnati põõsa vegetatiivse kasvu lõppedes, ca septembri alguses, pallides (1-9) järgmiselt:

1 pall – kahjustustunnused puuduvad täielikult või on lehtedel väga üksikud kuni 1mm läbimõõduga kahjustused;

5 palli – ca 50 % lehepinnast haigustunnustega;

9 palli – kogu lehestik väga ohtralt haigustunnustega, esineb lehtede enneaegset varisemist (Joonis 2).



Joonis 2. Seenhaiguste esinemise ohtruse määramise skaala (1, 5 ja 9 palli) mustal sõstral

Talvekahjustuste ulatust (Katse I-III etapp) hinnati kevadel, vegetatsiooniperioodi alguses pallides (1-9) järgmiselt:

1 pall - kahjustused puuduvad;

5 palli - kahjustuste ulatus kuni 50%;

9 palli- väga tugev kahjustus, põõsas kõik oksad hävinud.

Statistiline andmetöötlus: kasutati ühe- ja kahefaktorilise ANOVA programmi MS Excel, tulemuste usaldusväärsust kontrolliti Turkey testiga. Statistiliselt olulised erinevused variantide vahel on joonistel tähistatud erinevate tähtedega; mitteusutavad tulemused on joonistel tähistatud NS (Not Significant).

Ilmastik katseaastatel. Kasutati Keskkonnaagentuuri Viljandi ja Tartu vaatlusjaamade andmeid võrrelduna Eesti paljude aastate keskmisena.

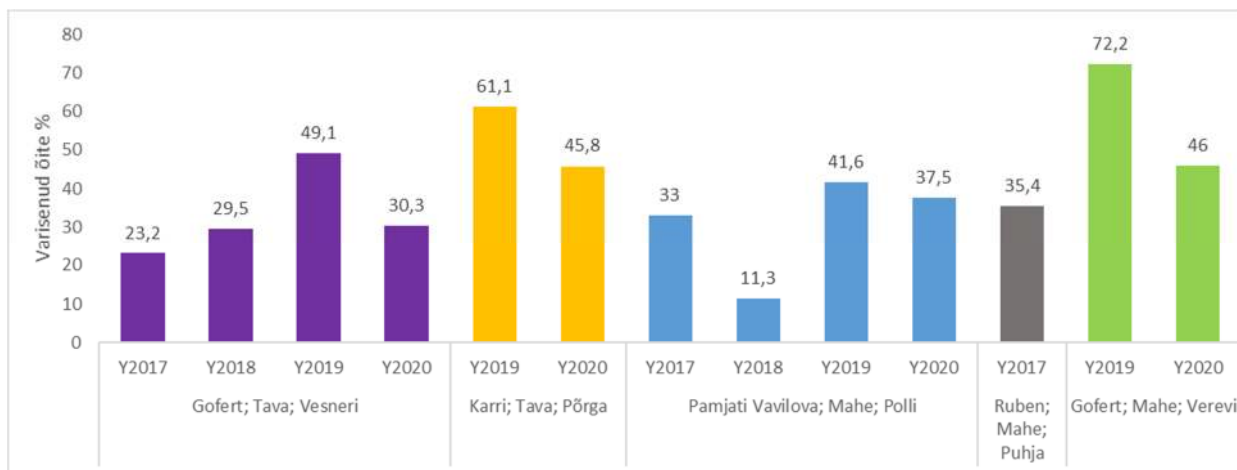
Tabel 3. Kuu keskmised temperatuurid ja sademed võrrelduna paljude aastate keskmistega Viljandi vaatluspunktis Eesti Keskkonnaagentuuri andmetel

Keskmine õhutemperatuur C°					
Kuu	2017	2018	2019	2020	1981–2010
Aprill	3,2	6,7	7,3	4,9	5,3
Mai	10,3	15,2	10,9	9,4	11,3
Juuni	13,9	15,6	18,3	17,9	14,9
Juuli	15,6	20,2	16,0	16,3	17,5
August	16,3	18,1	16,4	16,5	16,1
September	11,9	13,7	11,5	13,6	11
Oktoober	5,0	7,2	6,8	8,8	6

Summaarne sademete hulk mm					
Kuu	2017	2018	2019	2020	1981–2010
Aprill	51,3	49,7	2,9	46,9	36
Mai	14	26,1	51,8	30,9	48
Juuni	62,3	61,8	72,5	88,5	87
Juuli	80,2	39,8	57,2	63	83
August	83,1	94,3	64,5	87,8	91
September	135,2	107,8	92,3	76,1	68
Oktoober	113,5	77,6	112,4	58,1	81

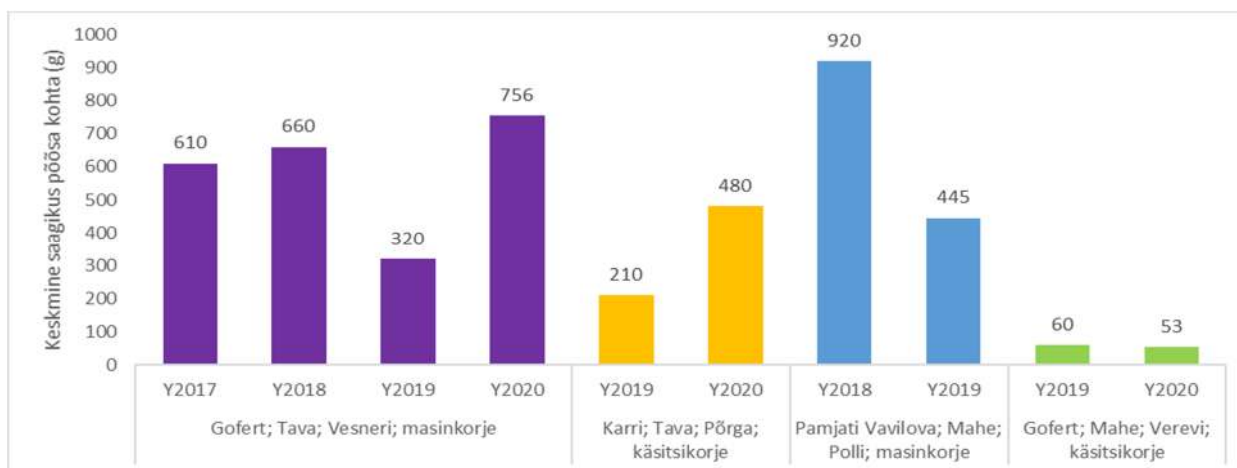
Katsete ülesed tulemused

Kevadistest öökülmadest põhjustatud õite varisemine mõjutab eesti kliimas oluliselt musta sõstra saaki, saagikadu võib ulatuda isegi ca 70%-ni. Õite varisemine eelkõige mõjutatud konkreetsest aastast, põllu asukohast ja ka sordist. Öökülmadest tingitud suured kahjustused esinesid kõigil katsealadel 2019. ja 2020. aastal (joonis 3).



Joonis 3. Kevadistest öökülmadest põhjustatud varisenud õite hulk erinevatel katseaastatel ja katsekohtades.

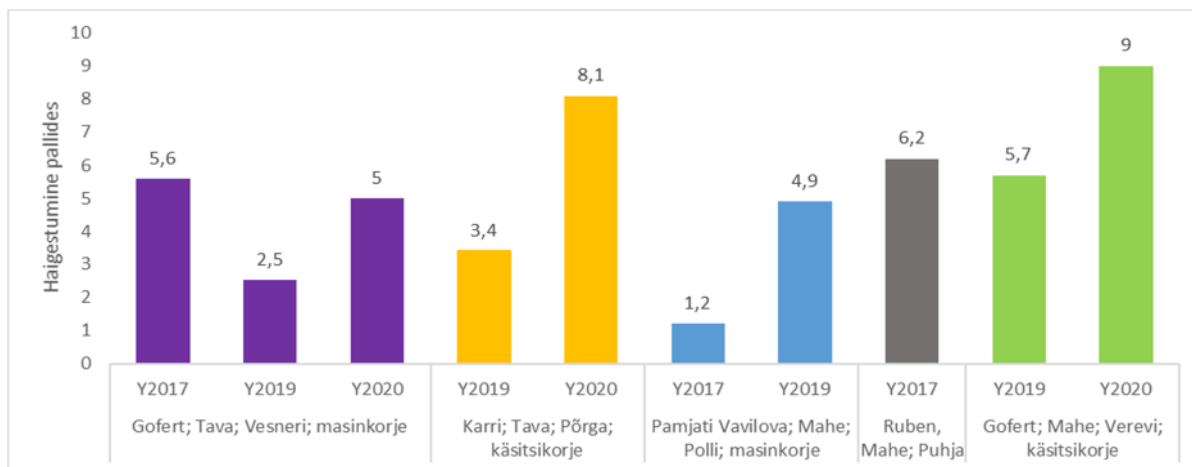
Keskmine saagikus varieerus aastati, sorditi ja katsekohtade lõikes 53-920 g põõsa kohta (joonis 4). Suuresti mõjutas saaki katseaastate väga erinev ilmastik (tabel 3). Katseaastel 2017-2020 esines nii väga madalaid kevadisi temperatuure (2019, 2020) kui suvist põuda (2018) ja lühikesi põuaperioode kevadel aga ka rahuldavaid niiskustingimusi terve vegetatsiooniperioodi jooksul (2020).



Joonis 4. Saagitasemed erinevatel katseaastatel ja katsekohtades.

Lehti kahjustavate seenhaiguste (lehevarismistõve (*Drepanopeziza ribis*) ja sõstra helelaiksuse (*Mycosphaerella grossulariae*)) esinemine ja kahjustuse ulatus sõltub sordist aga ka väga

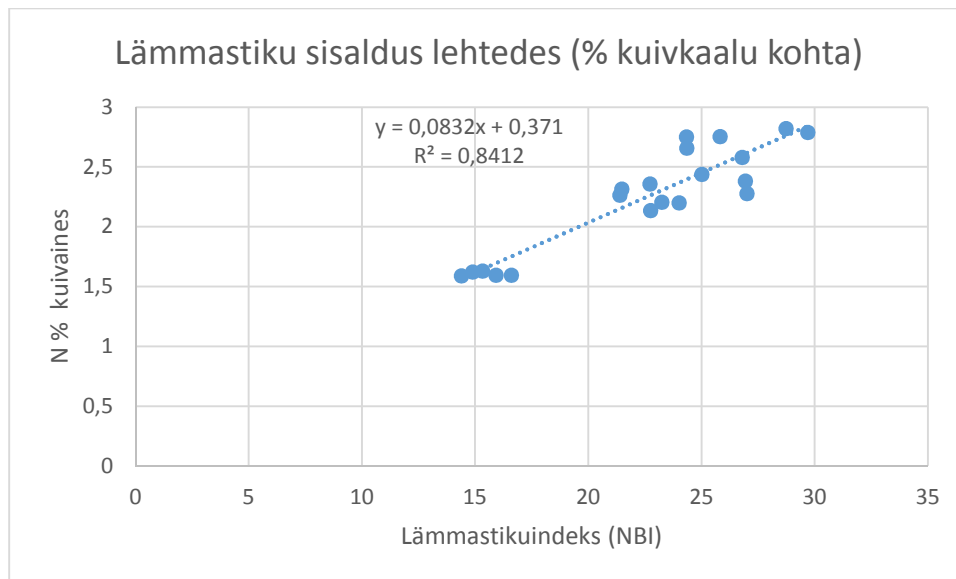
suures ulatuses ilmastikust ja istandiku seisukorrast (toitumine, umbrohtumus, mikrokliima), mistõttu mahekasvatustes on eelistatud sellised sordid, mis on vastupidavamad lehehaiguste suhtes (‘Pamjati Vavilova’). 2020 a. olid ilmastikutingimused musta sõstra kasvu jaoks sobivad kuid soodsad ka lehehaiguste levikuks, mistõttu oli ka kahjustuse ulatus kohati isegi väga ulatuslik (joonis 5). Lehehaiguste esinemine mõjutab musta sõstra saagikust ja edukat talvitumist eelkõige läbi selle, et tervem leht on võimeline sügisel pikemat aega talitlema ja taim on paremini valmis järgmiseks vegetatsiooni perioodiks.



Joonis 5. Lehti kahjustavate seenhaiguste esinemine erinevatel katseaastatel ja katsekohtades. (1 pall – haigustunnused puuduvad; 9 palli – haigustunnuseid lehtedel väga ohtralt; esineb lehtede enneaegset varisemist).

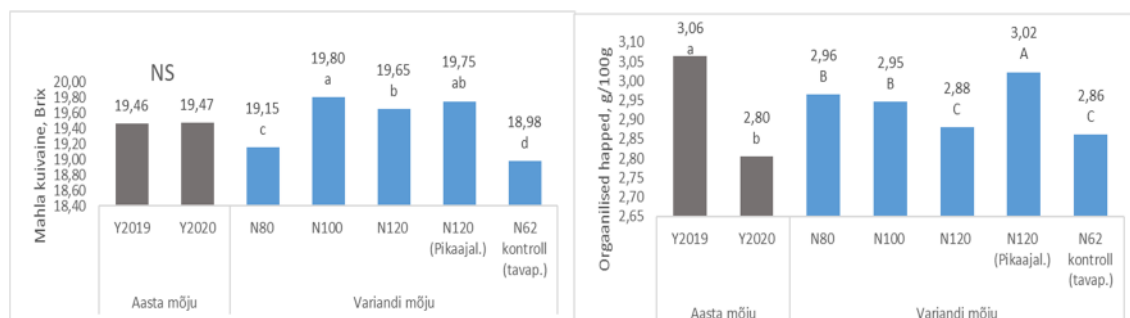
Katseaastad (2017-2020) olid musta sõstra talvitumiseks väga soodsad, mistõttu talvekahjustused puudusid (1 pall) või olid väga minimaalsed (1,5 palli sordil ‘Pamjati Vavilova’ 2017/2018). Küll aga esines kohati tugevaid kahjustusi katsele eelneval talvel.

Lehe lämmastikuindeksi määramiseks on võimalik kasutada erinevaid seadmeid ja teste (lehemahla värvustest, SPAD indeks). Antud katses hinnati Dualex Scientific seadme abil mõõdetava lämmastikuindeksi ja laboratoorselt määratava lehe kuivaines sisalduva lämmastiku analüüsi seost ja kiirmeetodi rakendamise sobivust kasutamiseks musta sõstra puhul. Lämmastikuindeks NBI arvutatakse lehes sisalduvate klorofüllide, flavonoolide ja antotsüaanide baasil. Mõõtmistulemuste korrelatsioon referentsmeetodil tehtud analüüsidega oli väga tugev ($r = 0,91$) (joonis 6). Katse andis kinnitust et seda meetodit on võimalik edaspidi praktikasse üle viia; kasutamiseks on vajalik et järgitaks leheanalüüsiks materjali kogumise metoodikat ja mõõtmisi tuleks teha piisavalt palju.

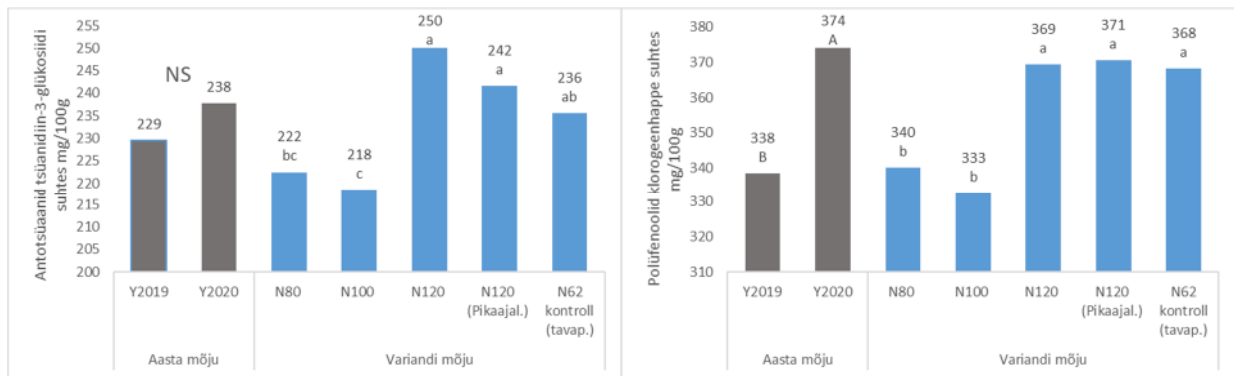


Joonis 6. Laboratoorsete lämmastiku analüüside (referentsmeetod) ja leheanalüsaatoriga mõõdetud keskmise lämmastikuindeksi (NBI) seos

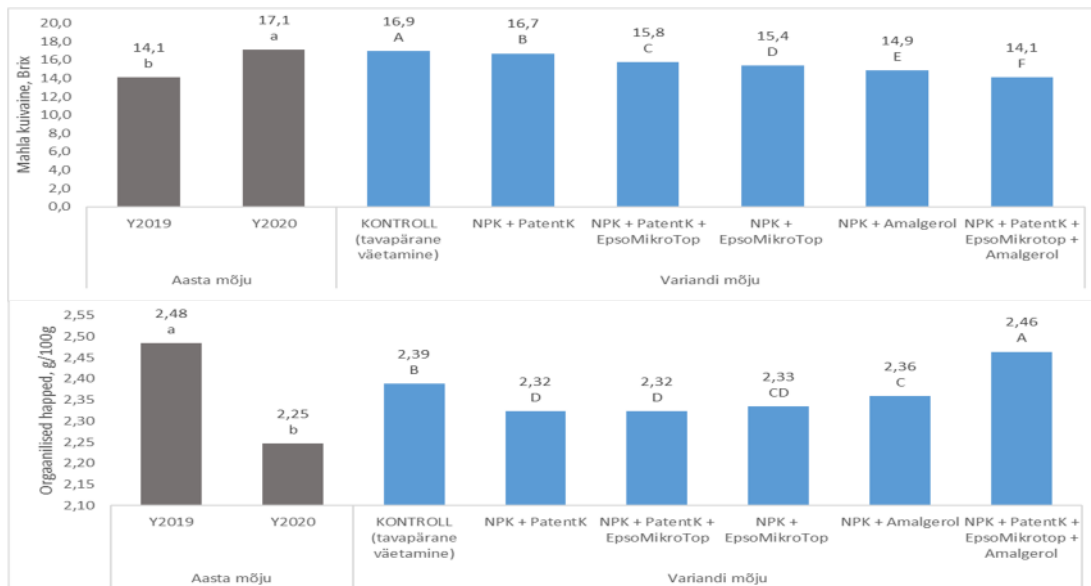
Viljade biokeemilist koostist sordil 'Gofert' tavaviljeluse katses, Vesneris, sõltuvalt väetusvariantides analüüsiti 2019 ja 2020. Aastate vahelised erinevused olid orgaaniliste hapete ja polüfenoolide sisalduses. Polüfenoolide sisaldus oli suurem 2020 aastal ja orgaaniliste hapete sisaldus 2019 aastal. Lämmastikväetiste suurem norm suurendas mahla kuivainet, orgaaniliste hapete, antotsüaanide ja polüfenoolide sisaldust (joonis 7 ja 8). Seega antud katse põhjal võib öelda et taime hea varustatus toitainetega toetab ka bioaktiivsete ainete akumulatsiooni marjades. Sama ilmnes ka maheviljeluse katses sordiga 'Gofert' (joonis 11 ja 12). Samas katse sordiga 'Karri' näitas vastupidist trendi kus leheväetise ja biopreparaadi kasutamisel bioaktiivsete ainete sisaldus oli madalam (joonis 9 ja 10).



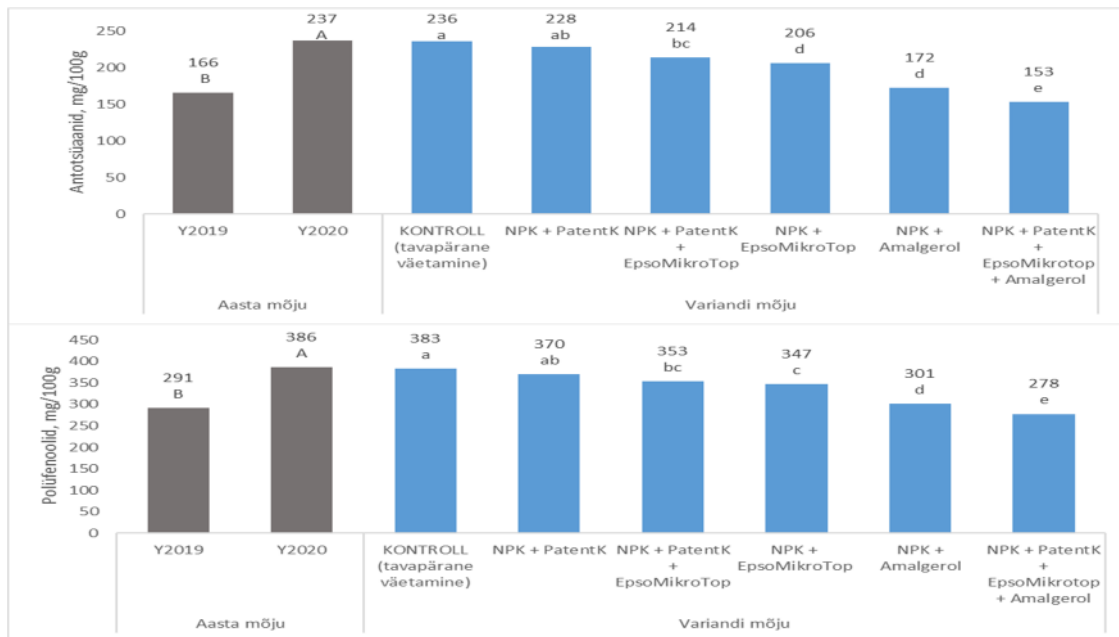
Joonis 7. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus sordi 'Gofert' viljades tavaviljeluse katses, Vesneris, 2019-2020 keskmisena sõltuvalt väetusvariantidest (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel, NS – not significant, statistiliselt mitteoluline erinevus).



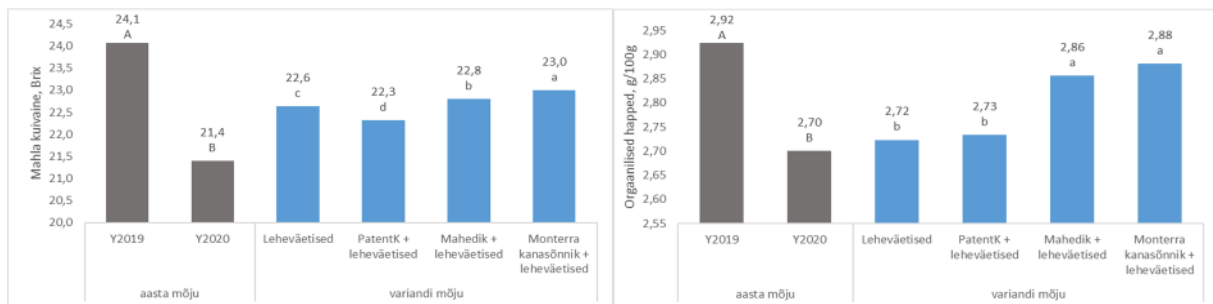
Joonis 8. Antotsüaanide ja polüfenoolide sisaldus sordi 'Gofert' viljades tavaviljeluse katses, Vesneris, 2019-2020 keskmisena sõltuvalt väetusvariantidest (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel, NS – not significant, statistiliselt mitteoluline erinevus).



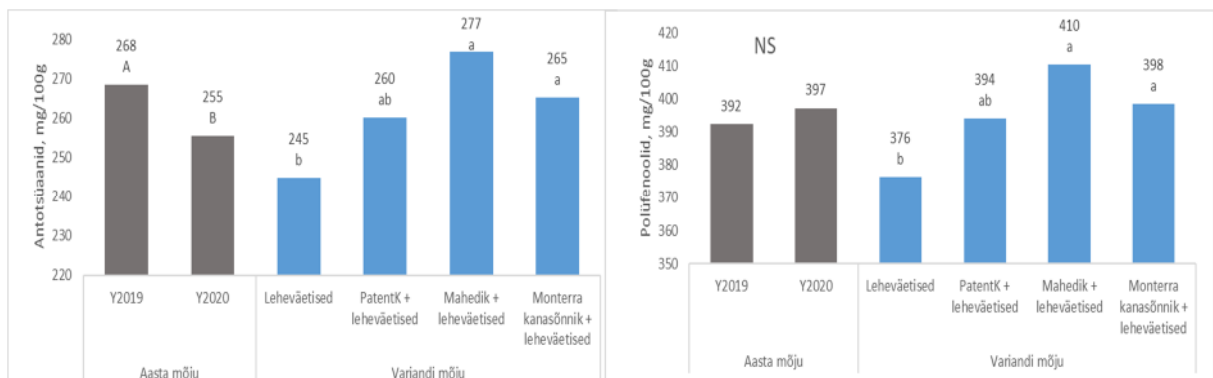
Joonis 9. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus sordi 'Karri' viljades tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt multšimisest ja väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel)



Joonis 10. Antotsüaanide ja polüfenoolsete ühendite sisaldus sordi 'Karri' viljades, tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt multšimisest ja väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel)



Joonis 11. Mahla kuivaine ja orgaaniliste hapete sisaldus sordi 'Gofert' viljades mahevilljeluse katses Verevis 2019-2020 keskmisena sõltuvalt väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel).



Joonis 12. Antotsüaanide ja polüfenoolide sisaldus sordi 'Gofert' viljades mahevilljeluse katses Verevis 2019-2020 keskmisena sõltuvalt väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel; NS – Not Significant, statistiliselt mitteoluline erinevus).

Väetamiskatsed tavaviljeluses (1)

Katse 1.1

Erinevate lämmastiku (N) normidega mineraalväetiste kasutamine musta sõstra 'Gofert' istandikus

Metoodika

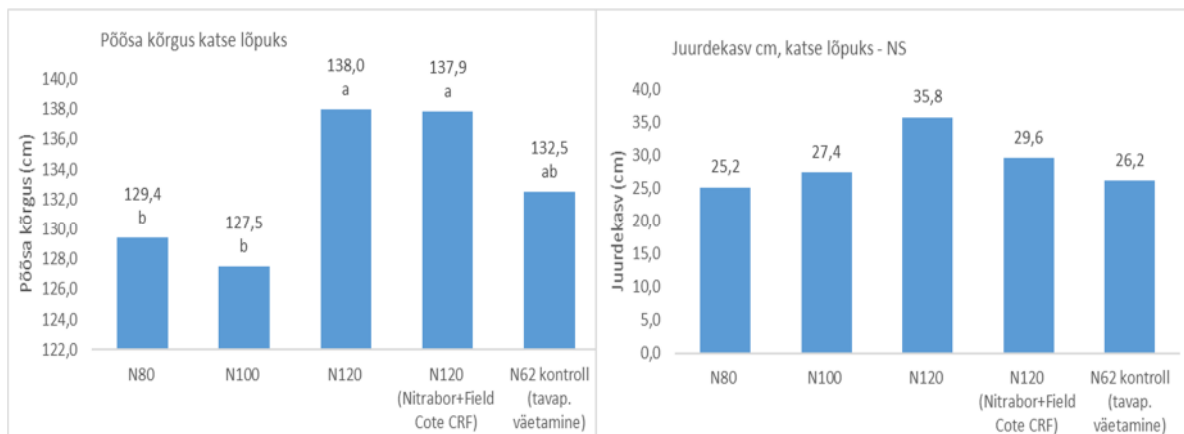
Pikaajalise toimega mineraalväetiste ja täiendava leheväetamisega katse (sort 'Gofert') viidi läbi nelja erineva lämmastiku (N) normiga väetustaseme juures (sh üks kontrollitud lahustuvusega väetis) OÜ Hortiteh istandikus, Tartu maakonnas, Vesneris, 58°27'16.7"N 26°50'41.2"E. Katseala mullastik on kahkjast leetunud muld (LP) (<https://xgis.maaamet.ee/maps>). Katse alguses tehtud mullaanalüüsi järgi on selle lõimis Is_3 , $\text{pHKCl}=5,2$, $\text{Corg} = 2,0$; ning makroelementidest P sisaldus oli väga hea (81), teiste makro- ja mikroelementide sisaldus aga väga väike ($\text{K}=177$; $\text{Ca}=1239$; $\text{Mg}=129$; $\text{Cu}=1,6$; $\text{Mn}=66,4$; $\text{B}=0,9$ mg/kg. Taimede istutustihedus oli 5000 põõsast hektaril, reavahedega 4m, põõsaste vahe reas 0,5m

Variandid olid (I) N80; (II) N100; (III) N120; (IV) N120 kontrollitud lahustuvusega, pikaajalise toimega väetis ja (V) kontroll (tavapärane väetamine N62). Katset alustati 2017. aastal ja kõik väetised anti vegetatsiooni perioodi alguses. 2018. aastal jätkati tavaviljeluse katset samade väetisenormidega kuid kuna erakordselt põuase kevade ja suve tõttu ei olnud väetamine suve alguses võimalik toimus see esimeste vihmade saabumisel suve teises pooles. Vähendamaks põuastressist tingitud negatiivset mõju toitainete kättesaadavusele mullast kasutati alates 2019. aastast lisaks lehekaudu väetamist (EpsomikroTop; peale õitsemist kahel korral, kahenädalase vahega) ühtlaselt kogu istanduse ulatuses. Alates 2019. aastast lisati istandikule kogu ulatuses lisaks Patentkali ($\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ (MgO , SO_3), 0-0-30 (+10 +42,5)) (kulunorm 80g/m² kohta). Mulla happesuse vähendamiseks lisati 2019. a. sügisel dolomiidi sõelmeid. Kolmel esimesel katseaastal kasutati väetamiseks kompleksväetist Yara Mila Complex 12-11-18 mikroelementidega ja viimasel katseaastal anti sama lämmastikunorm kaltsium-ammooniumnitraadina. Katseala reavahed hoiti kultiveerimisega harituna, alates 2020 aasta suvest lõpetati reavahede kultiveerimine. Põõsa alused hoiti umbrohupuhtana herbitsiididega. Istandikus ei ole senini hoolduslõikust teostatud. Saak koristati täisrea kombainiga Joonas.

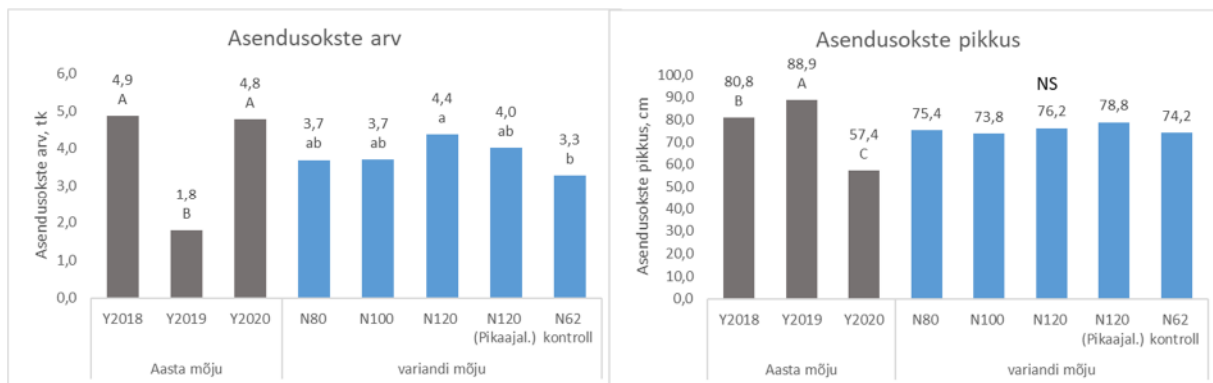
Tulemused

Vegetatiivne kasv. Musta sõstra jätkusuutlik hea saagikus sõltub piisavast vegetatiivsest juurdekasvust, sealhulgas asendusokste arvust ja nende pikkusest. Hea vegetatiivne kasv masinkorje kasutamisel istanduses on eriti oluline sest saaki mis jääb madalamale kui kuni 20cm mulla pinnast ei ole võimalik kombainiga koristada. Sordi 'Gofert' põõsa keskmine

kõrgus aretaja andmetel (Pluta, 2014) on ~140 cm. Variandid, mis said kõige rohkem lämmastikku (N120) saavutasid viienda kasvuaasta lõpuks sordiomase kõrguse, teistes variantides jäi põõsaste keskmine kõrgus madalamaks. Põõsaste kõrguse juurdekasvus küll statistiliselt olulisi erinevusi ei olnud aga kõige suurem oli juurdekasv variandis N120 (joonis 13). Asendusokste arv oli 2019. aastal võrreldes teiste katseaastatega väga väike (joonis 14). Asendusokste hulka mõjutas oluliselt katseaasta varakevadine sademete hulk mis 2019 aastal oli keskmisest 32 mm madalam (aprilli summaarne sademete hulk Tartus 4 mm). Kolme aasta keskmisena oli suurema väetamisfooniga variandis N120 asendusokste arv suurem kuid asendusokste pikkusele väetamise mõju puudus.



Joonis 13. Põõsa keskmine kõrgus ja 4 aasta juurdekasv katse lõpuks sõltuvalt väetusvariantidest sordil 'Gofert' tavaviljeluse katses, Vesneris, 2017-2020 (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel, NS – not significant, statistiliselt mitteoluline erinevus).

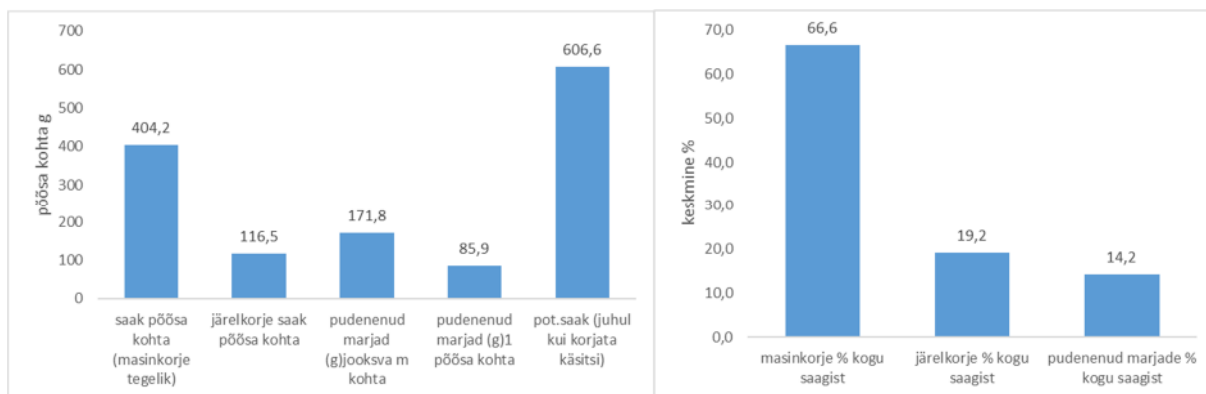


Joonis 14. Asendusokste arv sõltuvalt katseaastast ja väetusvariandist sordil 'Gofert' tavaviljeluse katses, Vesneris, 2017-2020 (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel, NS – not significant, statistiliselt mitteoluline erinevus).

Viljahakatiste varisemist mõjutas oluliselt katseaasta ilmastik ja väetamisvariantide vaheline erinevus oli väike. Väga suur kahjustus 2019. aastal oli tingitud õitsemisaegsetest öökülmadest ja pikema aegsetest väga madalatest temperatuuridest (mai algusest mai keskpaigani). Asta Libek (2013) on välja toonud, et mitte ainult öökülmad, vaid ka jahedad

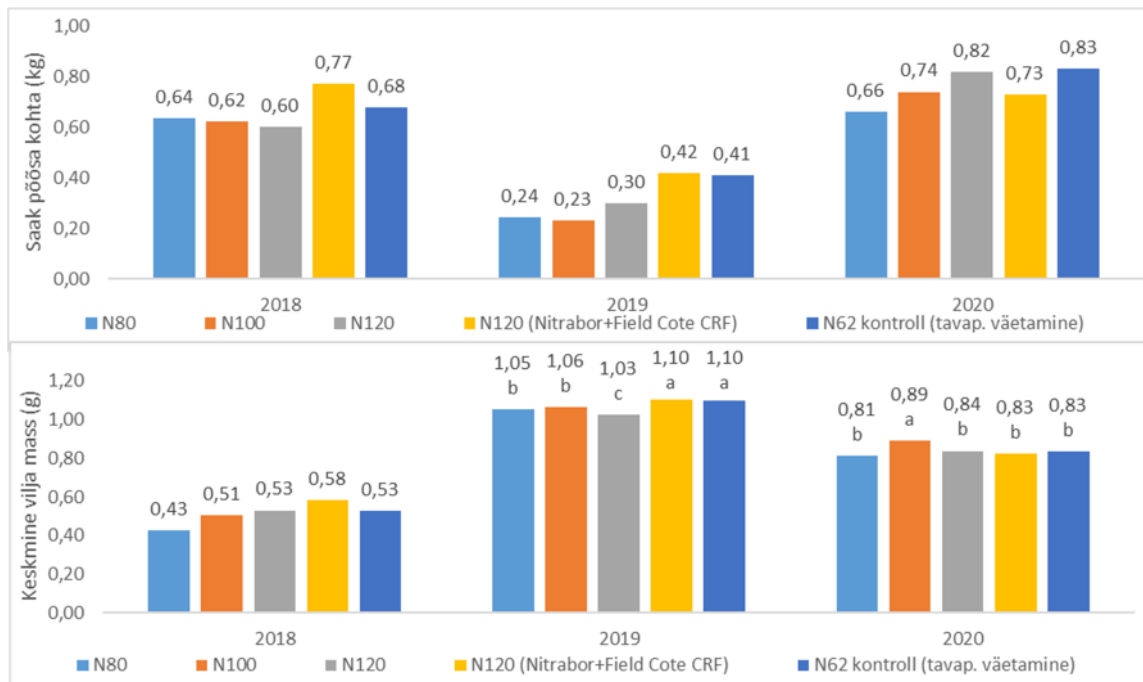
temperatuurid alla 5 C° on musta sõstra õitsemise ajal kriitilised. Variantide vahelisi erinevusi ei ilmnenud 2018 ja 2020 kui kahjustus oli väiksem, kuid ilmnas aastal 2019 kui kahjustus oli suurem ja rohkem oli varisemist kõrgema väetusfooniga variantides (N120) mis võib olla seotud sellega et taime intensiivsema varakevadise kasvu puhul on tema stressitaluvuse võime madalam.

Masinkorje kvaliteet. Katse esimesel aastal, 2017, hinnati masinkorje tõhusust. Hinnati korjamata jäänud ja korjamisel varisenud marjade hulka. Selgus, et terve rea kombain Joonas korjab 66,6% saagist, korjamata marju jäi põõsasse 19,2% ja korjamise ajal varises 14,2% (joonis 15). Varisenud marjade hulka mõjutab oluliselt marjade küpsusaste aga see erineb ka sorditi. Poolas läbi viidud katsetes on sordi 'Gofert' masinkorje efektiivsus olnud suurem 97,4% (Pluta, 2014).



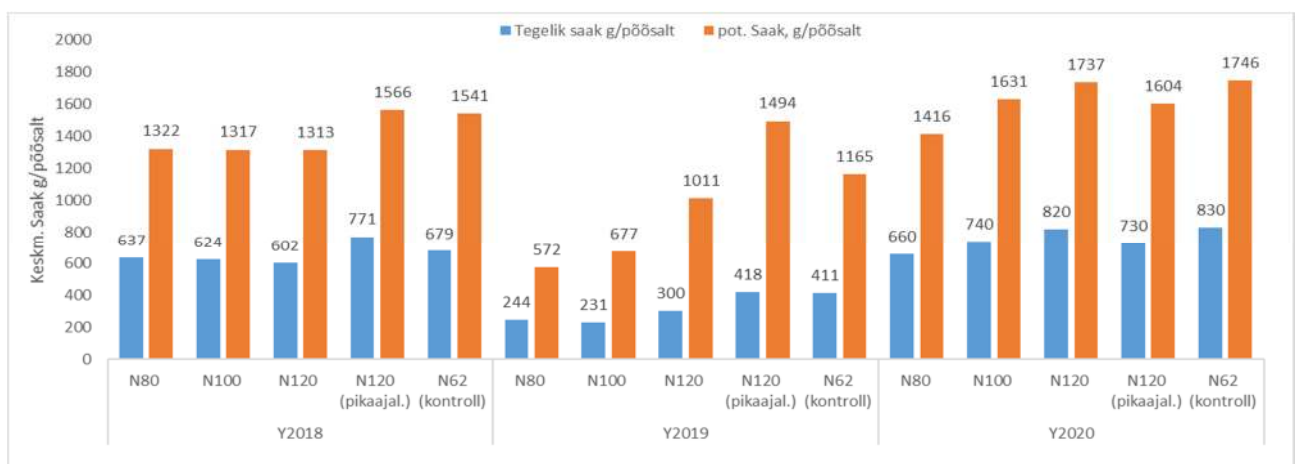
Joonis 15. Masinkoristuse kvaliteet sordil 'Gofert' tavaviljeluse katses, Vesneris, 2017. a.

Saagikus ja vilja mass. Saagikuse puhul on märgata, et kõrgema lämmastiksisaldusega väetusfoon suurendas saagikust. 2020 aastal oli ka kontrollvariandis väetusfoon eelnevate aastate kontrollvariantide omast kõrgem (N100) (joonis 16) ja lisaks kasutati täiendavalt leheväetist, mis mõjutas ka viimase katseaasta tulemust positiivses suunas. Suuremad viljad olid 2019. aastal kui saagikus oli väiksem, mis on kooskõlas varasemate uuringutega.



Joonis 16. Musta sõstra masinkorje saak ja vilja keskmine mass sõltuvalt aastast ja katsevariantidest sordil 'Gofert' tavaviljeluse katses, Vesneris, 2018-2020 (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel).

Potentsiaalse saagikuse arvestamisel on arvesse võetud nii masinkorje kadu kui varisemise tõttu moodustamata jäänud saaki. Potentsiaalne saagikus viimasel katseaastal oli isegi 1,7 kg põõsalt (joonis 16), mis teeks hektari saagiks 8,5 tonni. Aretaja andmetel on sordi 'Gofert' saagikus Poolas 10,4 t/ha (Pluta, 2014). Taime potentsiaalsest saagikusest realiseerus masinkorje saagina 2018. ja 2020. aastal ligikaudu 50% ja 2019 tugeva öökülma kahjustuse ja varisemise tõttu ainult keskmiselt 37%.



Joonis 17. Tegelik ja potentsiaalne saak katseaastatel ja erinevatel katsevariantidel sordil 'Gofert' tavaviljeluse katses, Vesneris, 2018-2020.

Nakatumine lehti kahjustavatesse seenhaigustesse sõltus eelkõige aastast aga väetusvariantide vaheline selge erinevus puudus nii aastati kui kolme aasta keskmisena.

Lehe- ja mullaanalüüsid. Toitainete omastamine on taimedel raskendatud kui on vee defitsiit ja liiga kõrged temperatuurid, mida näitavad ka 2018. aasta leheanalüüside tulemused (Tabel 4). 2018 kevad-suvisel perioodil oli probleeme nii sademete vähesuse kui keskmisest kõrgemate õhutemperatuuridega. Kuna fosfori ja kaaliumi ionide liikumine mullas on aeglane aga sõltub ka konkreetsest mullastikust siis viidi Yara Mila Complex 12-11-18 läbi laborikatse millest selgus et kevadel mulla pinnale laotatavas väetises sisalduvad fosfor ja kaaliumi ionid ei jõua taime juurteni viljahakastite moodustumise alguseks mis selgitab ka kaaliumi ja fosfori defitsiiti analüüsitud lehtedes. Laborikatse tulemusi on põhjalikumalt käsitletud artiklis „Taimetoitainete liikumisest mullas“ (Tõnutare jt. 2021), mis on avaldatud kogumikus Agronoomia 2021.

Tabel 4. Musta sõstra 'Gofert' lehtede makroelementide sisaldus enne viljade valmimist sõltuvalt väetusvariandist. Roheline – optimaalses vahemikus; punane – defitsiitne, kollane – üle soovitusliku.

2017	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
N80	2,9	0,46	2,1	0,13	0,784
N100	2,9	0,44	1,9	0,13	0,706
N120	3	0,5	2,1	0,13	0,67
N120 (Pikaajal.)	2,9	0,46	1,9	0,16	0,852
N62 kontroll (tavap.)	2,7	0,44	2	0,14	0,864
2018	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
N80	2,3	0,26	0,7	0,39	2,169
N100	2,1	0,27	0,7	0,45	2,033
N120	2,2	0,27	0,8	0,4	2,286
N120 (Pikaajal.)	2,2	0,24	0,7	0,45	2,208
N62 kontroll (tavap.)	2,3	0,23	0,5	0,49	2,396
2019	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
N80	2,6	0,22	1,4	0,39	1,425
N100	2,4	0,2	1,3	0,37	1,461
N120	2,4	0,19	1,3	0,34	1,55
N120 (Pikaajal.)	2,3	0,18	1,3	0,33	1,612
N62 kontroll (tavap.)	2,4	0,17	1,3	0,29	1,578
2020	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
N80	2,8	0,23	1,2	0,25	0,966
N100	2,8	0,23	1,4	0,2	0,98
N120	2,8	0,23	1,4	0,18	1,008
N120 (Pikaajal.)	2,8	0,27	1,2	0,29	1,123
N100 kontroll (tavap.)	2,7	0,25	1,2	0,35	1,141

Tabel 5. Mullaanalüüside tulemused katseaastatel

			pH		K	Ca	Mg	Cu	Mn	B	C org		SO ₄ -S	Zn
	2017	lõimis	(KCl)	P mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	N %	mg/kg	mg/kg
I	N80	Is3	5,2	61	138	1403	124				2	0,168		
II	N100	Is3	5,0	74	171	937	101					0,173		
III	N120	Is3	5,0	82	172	1254	109					0,123		
IV	N120 (Pikaajal.)	Is3	5,0	82	172	1254	109					0,12		
V	N62 kontroll (tavap.)	Is3	4,8	86	177	727	83				1,5	0,194		
	2018													
I	N80	Is3	5,3	66	149	1463	140	1,6	58	0,6	1,7			
II	N100	Is3	5,1	68	139	1424	147	1,4	59	0,64	1,7			
III	N120	Is3	5,3	73	184	1471	163	1,6	63	0,78	1			
IV	N120 (Pikaajal.)	Is3	6,1	74	197	1833	237	1,9	78	1,11	1,8			
V	N62 kontroll (tavap.)	Is3	6,2	94	214	1937	258	1,4	74	1,15	2,1			
	2019													
I	N80	Is3	5,1	80	187	1115	106	1,5	76	0,62				
II	N100	Is3	5,0	86	180	1105	106	1,6	76	0,64				
III	N120	Is3	5,0	91	189	1042	101	1,5	79	0,73				
IV	N120 (Pikaajal.)	Is3	5,3	85	199	1170	122	1,5	81	0,86				
V	N62 kontroll (tavap.)	Is3	5,3	90	179	1145	134	1,6	86	0,81				
	2020													
I	N80	Is3	5,3	65	146	1328	126	3,9	66	0,74	2,1	0,165	9,6	1,7
II	N100	Is3	4,9	86	164	1177	115	1,5	68	0,73	1,9	0,155	17,7	1,75
III	N120	Is3	5,2	84	185	1231	125	1,4	69	0,81	2,0	0,155	13,1	1,95
IV	N120 (Pikaajal.)	Is3	5,2	102	233	1294	151	1,6	74	1,20	1,9	0,155	26	2,25
V	N100 kontroll (tavap.)	Is3	5,4	92	166	1422	155	1,5	76	0,85	2,0	0,165	11,55	2,25

Majanduslik analüüs

Tootmise omahind oli kõige soodsam variandis, mida väetati normiga 120 kg N/ha. Sama väetamisnormi, aga aeglaselt lahustuva väetise puhul, oli omahind 23% kõrgem. Madalamate N normide puhul olid väetamisele tehtavad kulutused küll väiksemad, kuid väiksem saagikus suurendas omahinda. Kui kompleksväetise asemel kasutada lämmastikuga väetamiseks kaltsium-ammooniumnitraati, nii nagu seda tehti katse viimasel aastal, siis on võimalik saagikandeealise istanduse väetamisele tehtavaid kulutusi vähendada kuni 3 korda, variandi N120 tootmisomahind väheneks sellisel juhul 0,06 EUR/kg võrra (tabel 6).

Tabel 6. Musta sõstra saagi tootmisomahind erinevate lämmastiku (N) normidega mineraalväetiste kasutamisel musta sõstra 'Gofert' istandikus.

2017-2020				
Kuluartikkel/katsevariant	N80	N100	N120	N120 FieldCote
Istanduse rajamise kulu	6249	6249	6249	6249
Istanduse amort (10 aastat)	624,9	624,9	624,9	624,9
Istandiku hoolduskulu	2080	2080	2080	2080
Saagikoristus kombainiga	540	540	540	540
Taimekaitse kulu	488	488	488	488
Väetamise kulu sõltuvalt variandist	272	325	378	762
Kulud kokku	4004,9	4057,9	4110,9	4494,9
Saak kg/ha	3300	3700	4100	3650
Tootmisomahind EUR/kg	1,21	1,10	1	1,23

Kokkuvõte

Taimede toitumise, vegetatiivse juurdekasvu, saagikuse ja majandusliku kasu (tootmise omahinna) seisukohalt on otstarbekas kasutada saagikandeeas istandikus lisaväetamiseks kõrgemat lämmastiku (N) normi (N120). Lisaks taimede üldseisundi (toitainete sisaldus lehtedes) paranemisele tõusis N120 juures ka viljades sisalduvate bioaktiivsete ühendite sisaldus. Toitainete defitsiiti ja kasvupidurdust tekitamata on lühiajaliselt võimalik kompleksväetise asemel kasutada kaltsium-ammooniumnitraati, mis on odavam. Kontrollitud lahustuvusega väetise kasutamisel ei olnud pikaajalisi eeliseid ja majanduslikust seisukohast ei ole see jätkusuutlik sisendite kõrge hinna tõttu.

Katse 2.

Kasutatava multši ja leheväetiste mõju sordi 'Karri' vegetatiivsele kasvule, saagikusele, viljahakatiste varisemisele ja lehehaiguste esinemise ohtrusele

Metoodika.

Kasutatava multši ja leheväetiste mõju (sort 'Karri') hindamiseks viidi kahel aastal läbi Heamari OÜ istandikus, Viljandi maakonnas, Põrga külas, 58.1162887,25.8271595,514. Katseala mullastik on nõrgalt leetunud muld (Lkl (g)), mille lõimis oli sl-ls1, pH 5,1, Corg 1,8. P sisaldus oli hea (172), teiste makro- ja mikroelementide sisaldus aga väga madal K=152; Ca=783; Mg=68; Cu=1,7; Mn=73 ja B=0,7 mg/kg. Katset alustati 2019. aastal. Taimede istutustihedus on 3,5 x 1m e. 2800 põõsast hektaril.

Katsevariandid olid:

- (I) Kontroll (tavapärane väetamine; YaraMila 11-11-21+mikrod) N48;
- (II) Tavapärane väetamine+Patentkali;
- (III) Tavapärane väetamine+Patentkali+EpsomikroTop;
- (IV) Tavapärane väetamine+ EpsomikroTop;
- (V) Tavapärane väetamine+Amalgerol Essence;
- (VI) Tavapärane väetamine+Patentkali+EpsomikroTop+Amalgerol Essence (Joonis 18).

		kevadel		peale saaki
I	KONTROLL	Tavapärane väetamine Yara Mila 112-11-21+mikrod; 40g taime kohta		
II	PatentK		Patent K, 20g taime kohta	
III	PatentK+Epsomikrotop		Patent K, 20g taime kohta	EpsomikroTop (2x)
IV	EpsomikroTop			EpsomikroTop (2x)
V	Amalgerol			Amalgerol (2x)
VI	PatentK+Epsomikrotop+Amalgerol		Patent K, 20g taime kohta	EpsomikroTop+Amalgerol (2x)

Joonis 18. Sordi 'Karri' väetamise skeem tavaviljeluse katses, Põrgas, 2019 ja 2020. aastal.

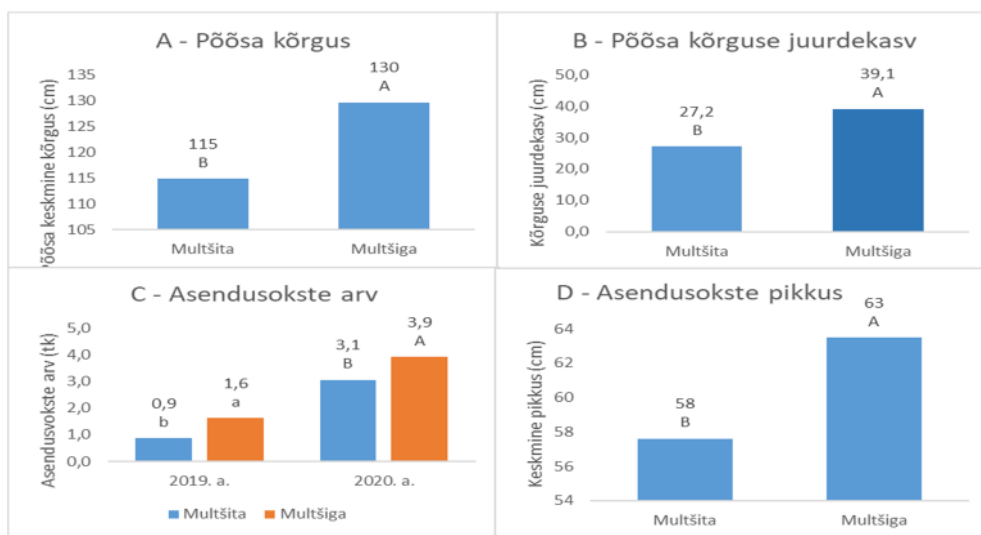
Istandik sordiga 'Karri' on rajatud 2015. aasta sügisel (Heamari OÜ, Viljandi mk, Põrga küla). Ca pool istandikust on rajamise algusest olnud kaetud multšiga (algul lehemultš, hiljem puiduhake). Katses oli 6 rida, iga variant eraldi real. Igas variandis nii oli multšita kui ka multšiga variandid. Igas variandis oli 3 kordust, 5 põõsast korduses. Igal kevadel, enne vegetatsiooniperioodi algust, väetati katsevariante vastavalt katseplaanile (Joonis 19) mineraalväetistega (YaraMila 11-11-21+mikrod, Patentkali): sellele lisandus leheväetise/biostimulaatori kasutamine kahel korral kevadel (õitsemise järgselt) ning kahel korral peale saagi koristamist.



Joonis 19. Multšiga ja multšita katseala 2019. aasta hilissügisel

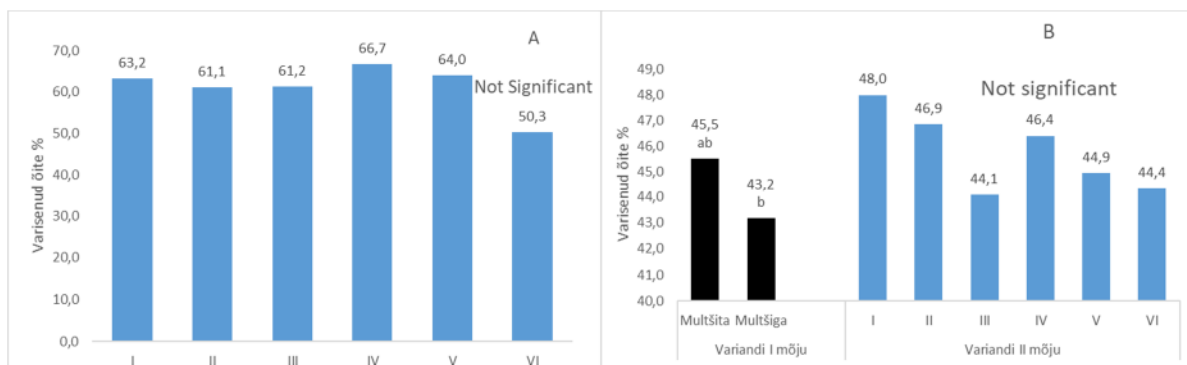
Tulemused

Vegetatiivne kasv. Katse tulemusena selgus, et põõsa kõrguse juurdekasvu, okste arvu suurenemist, asendusokste arvukust ja pikkust mõjutab positiivselt eelkõige multši kasutamine (joonis 20). Erinevate lehevätiste/biopreparaadi mõju põõsa vegetatiivsele kasvule oli väheldane ja vastuoluline. Multši mõju seisneb ühest küljest umbrohtumuse ära hoidmises aga ka niiskus režiimi stabiilsuse tagamises, mis oli oluline eriti 2019 aastal.



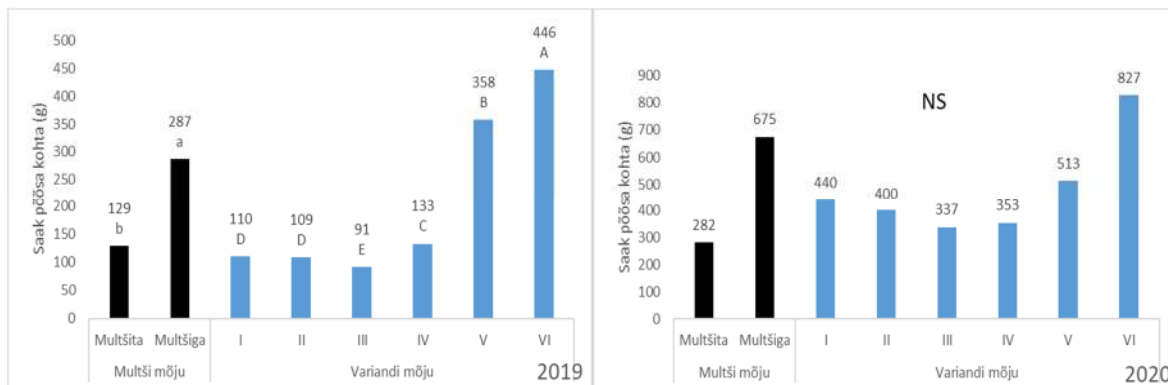
Joonis 20. Põõsa keskmine kõrgus (cm) sõltuvalt variandist 2. katseaasta lõpuks (A), kõrguse juurdekasv katseaastatega (B), asendusokste arv (C) ja pikkus(D) sordi 'Karri' tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt multšimisest (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel).

Viljahakatiste varisemise hindamisel ilmnes tendents, et variant, kus oli lehevätistest kasutatud nii EpsomikroTopi kui ka Amalgeroli, esines seda vähemal määral. Samas aga polnud erinevused statistiliselt usaldusväärsed (joonis 21).

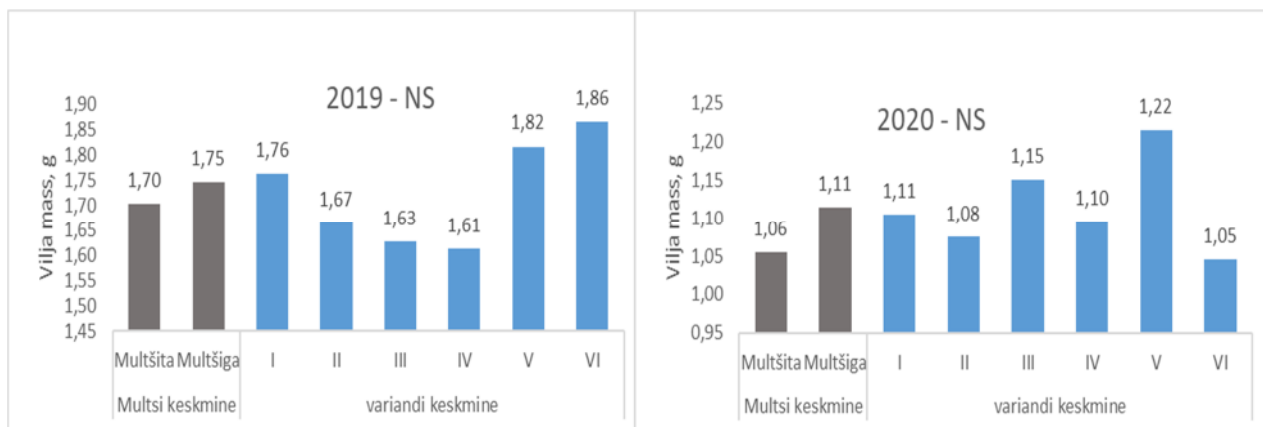


Joonis 21. Viljahakatiste varisemine 2019 (A) ja 2020 (B) sordi 'Karri' tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel; NS – Not Significant).

Saagikust mõjutas eelkõige sõstra põõsaaluste multšimine, eelkõige läbi niiskuse hoidmise. Ilmnes ka kasutatava leheväetise/biopreparaadi positiivne mõju (joonis 22) ilmselt eelkõige läbi selle, et lehe kaudu manustatavate preparaatidel oli viljahakatiste varisemine väiksem ja ka keskmine vilja mass suurem (joonis 23) kuigi statistiliselt usaldusväärset erinevust vilja massides variantide vahel ei olnud.



Joonis 22. Saagikus põõsa kohta (g) sordi 'Karri' tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt multšimisest ja väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel; NS – Not Significant).



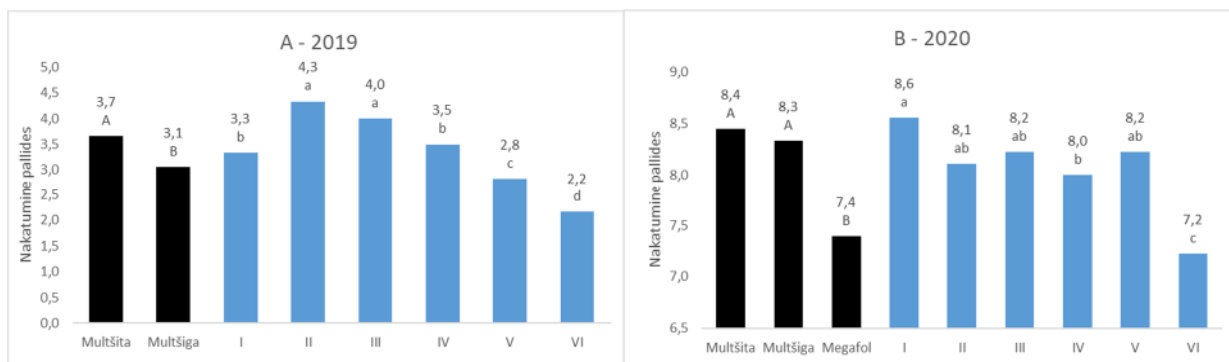
Joonis 23. Vilja mass(g) sordi 'Karri' tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt multšimisest ja väetusvariandist (NS – Not Significant).

Leheanalüüs. Tehtud leheanalüüside tulemusena on näha et PatentKali ja lehe kaudu antavad preparaadid parandasid lehes sisalduvate makroelementide sisaldust. Fosfori ja kaaliumi sisaldus lehtedes pärast teist katseaastat paranes oluliselt ja jõudis optimaalsele tasemele (tabel 7).

Tabel 7. Musta sõstra 'Karri' lehtede makroelementide sisaldus enne viljade valmimist sõltuvalt väetusvariandist. Roheline – optimaalses vahemikus; punane – defitsiitne.

	2019	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
I	KONTROLL (tavapärane väetamine)	2,7	0,28	1,6	0,25	1,49
II	NPK+PatentK	2,5	0,26	1,6	0,24	1,28
III	NPK+PatentK+Epsomikrotop	2,4	0,23	1,4	0,19	1,39
IV	NPK+EpsomikroTop	2,7	0,23	1,4	0,20	1,27
V	NPK+Amalgerol	2,4	0,25	1,5	0,20	1,29
VI	NPK+PatentK+Epsomikrotop+Amalgerol	2,9	0,27	1,6	0,27	1,51
	2020					
I	KONTROLL (tavapärane väetamine)	2,8	0,31	1,9	0,18	1,19
II	NPK+PatentK	2,6	0,29	2,2	0,26	0,91
III	NPK+PatentK+Epsomikrotop	2,5	0,27	2,0	0,26	0,92
IV	NPK+EpsomikroTop	2,4	0,26	1,9	0,26	0,90
V	NPK+Amalgerol	2,3	0,28	1,8	0,21	0,87
VI	NPK+PatentK+Epsomikrotop+Amalgerol	2,6	0,27	1,7	0,26	1,01

Lehehaiguste esinemisele ja ohtrusele avaldas pidurdavat mõju nii EpsomikroTopi kui ka Amalgeroli kasutamine, eriti aga nende kahe preparaadi kooskasutamine – võrreldes teiste variantidega oli haigestumise ohtrus väiksem mõlemal katseaastal (Joonis 24).



Joonis 24. Nakatumine lehehaigustesse sõltuvalt sordi 'Karri' tavaviljeluse katses, Põrgas, sõltuvalt multšimisest ja väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähistavad statistilist usutavust variantide vahel).



Joonis 25. Erinevate kastevariantide lehestik 2019 aasta 3.septembril

Majanduslik analüüs

Multši kasutusajaks arvestati 3 aastat. Multši kasutamine on kulukas seda nii materjali maksumuse kui selle laotamise kulude tõttu. Ainult ühes katsevariandis, milles multši kasutati koos biopreparaadi ja leheväetisega saadi saagilisa sel määral et 1 kg marjade tootmiskulu oli väiksem kui kontrollvariandis, milles kasutati ainult mullakaudset lisaväetamist (tabel 8).

Tabel 8. Musta sõstra saagi tootmisomahind leheväetise, biostimulaatori ja multši kasutamisel sordi 'Karri' 2020. aasta andmete põhjal.

Kuluartikkel/katsevariant	2020					
	PatentK multšita	PatentK (multšiga)	PatentK+Epso Mikrotop (multšita)	PatentK+Epso Mikrotop (multšiga)	PatentK+EpsoMikrotop +Amalgerol (multšita)	PatentK+EpsoMikrotop +Amalgerol (multšiga)
Istanduse rajamise kulu	4124	4124	4124	4124	4124	4124
Istanduse amort (10 aastat)	412,4	412,4	412,4	412,4	412,4	412,4
Istandiku hoolduskulu	620	620	620	620	620	620
Väetised ja umbrohutõrje	150	150	150	150	150	150
Täiendav kulu mulši kasutamisel	0	1322	0	1322	0	1322
Täiendav kulu leheväetise või biopreparaadi kasutamisel	50	50	220	220	242	242
Kulud kokku	1232,4	2554,4	1402,4	2724,4	1424,4	2746,4
Saak kg/ha	1083,6	1156,4	859,6	1027,6	596,4	4034,8
Tootmisomahind ilma saagikoristuse kuludeta EUR/kg	1,14	2,21	1,63	2,65	2,39	0,68

Kokkuvõte

Multši kasutamine istandikus soodustas musta sõstra taimede vegetatiivset kasvu ja suurendas saagikust, mis näitab et stabiilne niiskusrežiim omab musta sõstra kasvatamise juures olulist mõju. Leheväetise EpsoMikrotop ja biostimulaatori Amalgerol kasutamine kombinatsioonis mineraalväetistega suurendas musta sõstra taimede vastupanuvõimet lehti kahjustavatele seenhaigustele ja saagikust. Samade preparaatide eraldi kasutamisel mõju puudus.

Maheviljelus (2)

Katse 2.1.

Biostimulaatorite mõju viljahakatiste varisemisele, lehehaiguste esinemisele ja viljade biokeemilisele koostisele sordil 'Pamjati Vavilova'

Metoodika

Biostimulaatorite mõju (sort 'Pamjati Vavilova') hindamiseks viidi katsed läbi EMÜ, Polli aiandusuringute keskuse maheistandikus, Viljandi maakonnas, Polli külas, 58.131257, 25.541191. Katset alustati 2017. aastal. Katseala mullatüübiks on kahkjalt leetunud muld: lõimis Is3 (kiirmeetodil), pHKCl = 4,9 (ISO 10390 meetodil), Corg = 1,9 (sulfokroomi meetodil), P sisaldus oli väga kõrge, K, Cu ja Mn sisaldus aga keskmine, Mg sisaldus (Mehlich III meetodil) madal ja B sisaldus (Bergeri ja Truogi meetodil) väga madal. Taimede istutustihedus oli 4 × 0,65 m ehk 3800 põõsast hektaril. Musta sõstra põõsaid pritsiti iga preparaadiga suve jooksul 3 korda, vastavalt tootjapoolsele soovitusel, kasutades ventilaatorpritsi. Kontrollvariandi pritsiti puhta veega.

Kasutatud biopreparaadid ja töölahuse kontsentratsioonid veega segatuna 2017 ja 2018. a olid: Raskila vermikompost (0,8% vesilahus), GreenTop Taimeramm Tuhala Bio (1%), Folicist (0,3%), Fylloton (0,5%) ja Vinasse (1%). 2019. a olid katsevariandid: Viscofol Black (3l/ha), Amalgerol (4l/ha), Vitaflora (0,6l/ha ja 1l/ha) ja BioOrg VH (4l/ha) (Tabel 8). Kuna katseala mullastik on nõrgalt happeline ja kaaliumi sisaldus mullas oli keskmine siis anti 2019 aasta kevadel istandikus ka mahekasvatustes lubatud kaaliumväetist Patentkali normiga 600kg/ha.

BioOrg VH /Raskila vermikompost ja GreenTop Taimeramm on mõlemad vermikomposti baasil valmistatud kontsentratsioonid, mis sisaldavad vees lahustuval ja taimede omastataval kujul lämmastiku, fosforit ja kaaliumi ja mikroelemente ning humaaate, fulvohappeid, aminohappeid ja vitamiine.

Folicist on õitsemist ja viljade moodustumist soodustav biostimulaator, mis põhineb atsetüül-thioprolinil (ATCA), foolhappel, glütsiin-betaiinil ja pruunvetika (*Ascomyces nodosum*) ning hariliku lutserni (*Medicago sativa*) ekstraktidel. Stimuleerib taime ainevahetust ning leevendab intensiivsest ainevahetusest põhjustatud stressi.

Fylloton on vegetatiivset kasvu soodustav biostimulaator, mis põhineb taimset päritolu aminohappe kompleksil ja on kombineeritud *Ascomyces nodosum*'i vetikaekstraktidega.

Vinasse on aminohapete rikas pärmi- või alkoholitööstuse jääkprodukt, mis pärineb kas suhkrupeedist või suhkruroost, antud kastel kasutati pärmitööstuse jääki.

Viscofol Black- humiin ja fulvohappeid sisaldav ekstrakt mis toetab mulla mikrofloora aktiveerimist ja parandab toitainete kättesaadavust mullast.

Vitaflora – humiinaid ja mikroelemente sisaldav ja vegetatiivset kasvu soodustav biostimulaator, katsetatakse Eestis esmakordselt.

Amalgerol Essence on biostimulaator ja mullastruktuuri parandaja, sisaldab enam kui 40 taimset eeterliku- ja mineraalõli, merevetikate- ja taimeekstrakte, suurendab 4-6 korda lämmastikku siduvate bakterite arvu mullas.

Tabel 9. Katseplaan sordi 'Pamjati Vavilova' maheviljeluse katses Pollis 2017-2019. a.

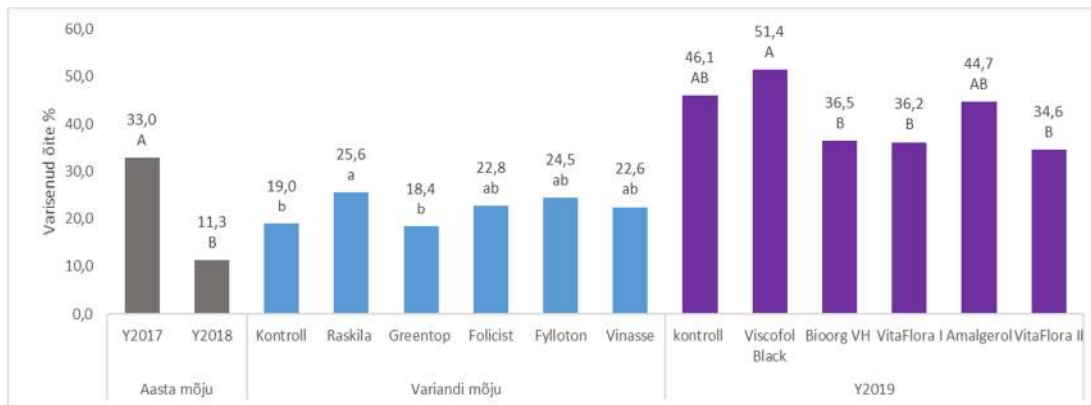
Variant	2017	2018	2019	
pritsimiskordi	<i>kevadel 3x</i>	<i>kevadel 3x</i>	<i>kevadel 3x</i>	<i>sügisel 1x</i>
I	kontroll	kontroll	Patentkali 600kg/ha	kontroll
II	Raskila	Raskila		Viscofol Black
III	GreenTop	GreenTop		Bioorg VH/Raskila
IV	Folicist	Folicist		VitaFlora
V	Fylloton	Fylloton		Amalgerol
VI	Vinasse	Vinasse		VitaFlora
				Folicist 1l/ha



Joonis 26. Maheviljeluse katse sordiga 'Pamjati Vavilova' katse alguses (2017) ja lõpus (2020)

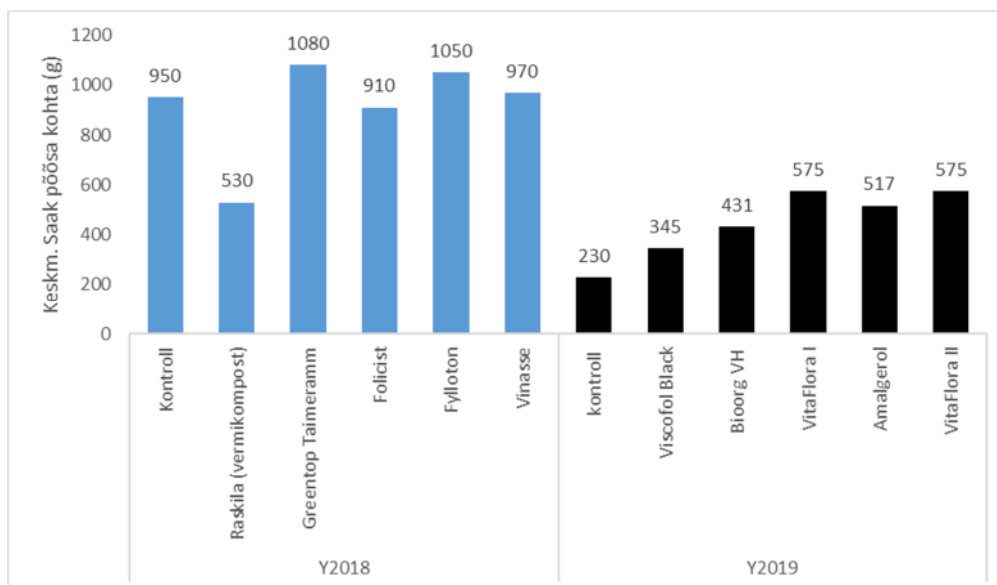
Tulemused

Varisemine. Katseaastatel oli biostimulaatorite kasutamise mõju viljahakatiste varisemisele võrreldes kontrolliga minimaalne (joonis 27). 2019. aastal kasutatud preparaatidest olid tõhusamad Vitaflora (mõlemad töötused) ja BioOrgVH, mis on eelnevatel aastatel kasutatud Raskila vermikomposti uuendatud versioon.

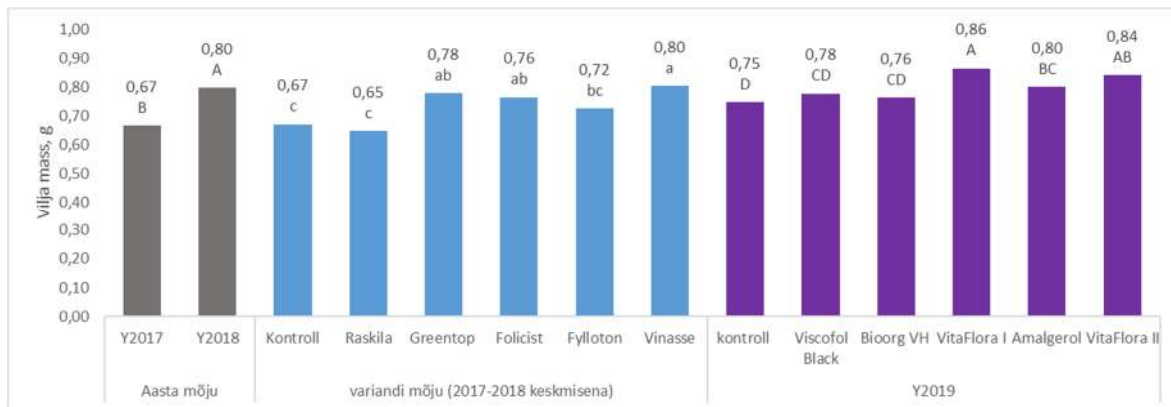


Joonis 27. Õite kevadiste öökülmade järgne varisemine (%) sordil 'Pamjati Vavilova' Pollis 2017-2019. a. sõltuvalt kasutatavast biopreparaadist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel; NS – Not Significant).

Saagikus ja vilja mass. Kahe esimese katseaasta järgselt ei täheldatud biostimulaatorite suurendavat mõju saagikusele. Kolmandal katseaastal, kui kasutati teisi biopreparaate ilmnes, et biostimulaatoritega Bioorg Vh, Vitaflora ja Amalgerol töödeldud variantides oli saagikus võrreldes kontrolliga ca poole kõrgem (joonis 28), mõju saagikusele tuleneb peamiselt erinevustest viljahakatiste varisemises ja vilja massis (Vitaflora ja Amalgeroli puhul, joonis 28) kuid efekt võib tuleneda ka eelnevatel aastatel kasutatud preparaate pikaajalisemast mõjust taime üldisele seisundile.



Joonis 28. Biostimulaatorite mõju musta sõstra 'Pamjati Vavilova' saagikusele Pollis 2018-2019. a. sõltuvalt kasutatavast biopreparaadist



Joonis 29. Biostimulaatorite mõju vilja massile sordil 'Pamjati Vavilova' Pollis 2017-2019. a. sõltuvalt kasutatavast biopreparaadist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel)

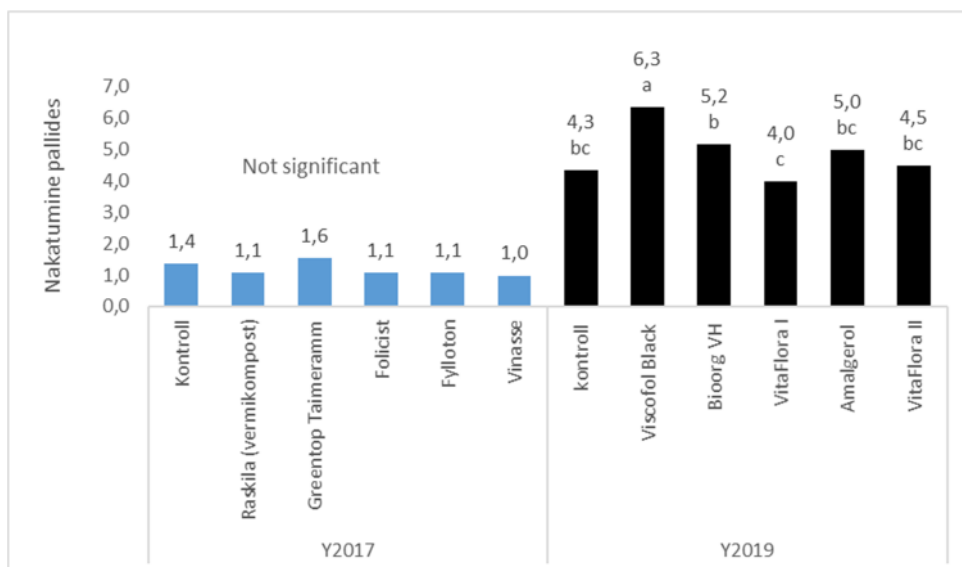
Leheanalüüs. Tehtud leheanalüüside tulemusena on näha et PatentKali ja lehe kaudu antavad preparaadid parandasid lehes sisalduvate makroelementide sisaldust. Fosfori ja kaaliumi sisaldus lehtedes pärast teist katseaastat paranes oluliselt ja jõudis optimaalsele tasemele (tabel 10).

Tabel 10. Musta sõstra 'Pamjati Vavilova' lehtede makroelementide sisaldus enne viljade valmimist sõltuvalt väetisvariantidest. Roheline – optimaalses vahemikus; punane – defitsiitne.

	2018	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
I	kontroll	2,1	0,53	1,5	0,49	2,33
II	Raskila	1,7	0,45	1,4	0,39	2,08
III	Greentop	2,0	0,40	1,2	0,39	2,37
IV	Fylloton	2,4	0,52	1,4	0,39	2,47
V	Folicist	2,1	0,45	1,3	0,41	2,38
VI	Vinasse	2,2	0,46	1,3	0,43	2,72

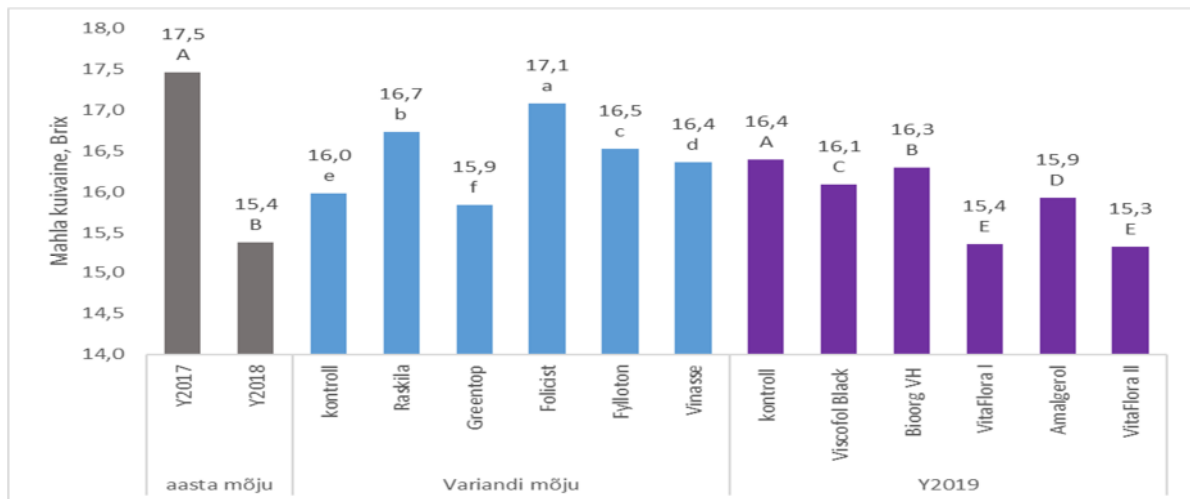
	2019	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
I	kontroll	2,1	0,41	1,7	0,31	0,84
II	Viscofol Black	1,8	0,56	1,6	0,33	1,70
III	Bioorg VH/Raskila	2,0	0,50	1,7	0,27	1,49
IV	VitaFlora	2,1	0,42	1,6	0,29	1,62
V	Amalgerol	1,9	0,44	1,6	0,28	1,49
VI	Vitaflora	2,0	0,43	1,6	0,30	1,74

Biostimulaatorite kasutamine ei vähendanud lehehaigustesse nakatumist võrreldes kontrolliga (joonis 30)

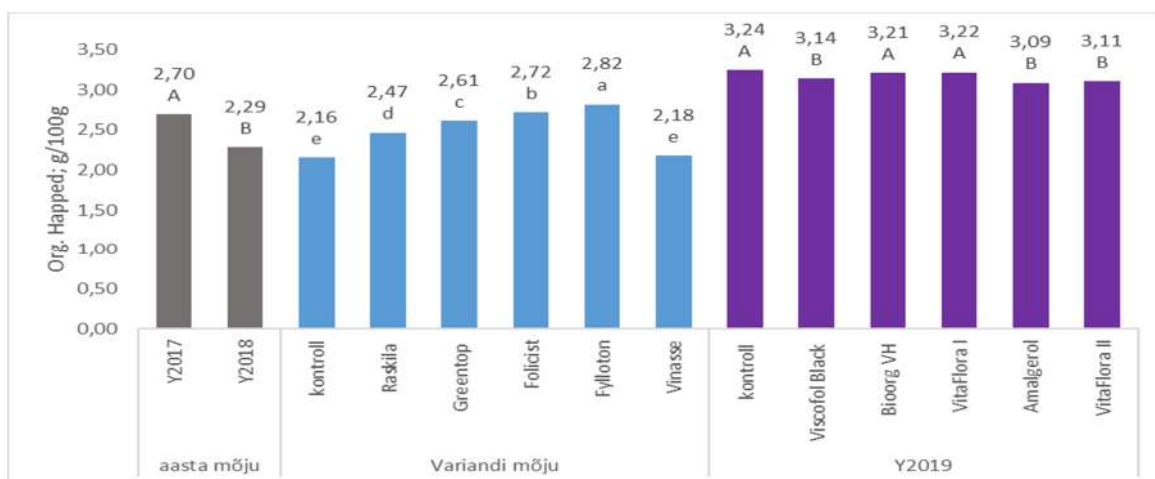


Joonis 30. Lehehaigustesse nakatamine sordil 'Pamjati Vavilova' Pollis 2017 ja 2019. a. sõltuvalt kasutatavast biopreparaadist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel; NS – Not Significant).

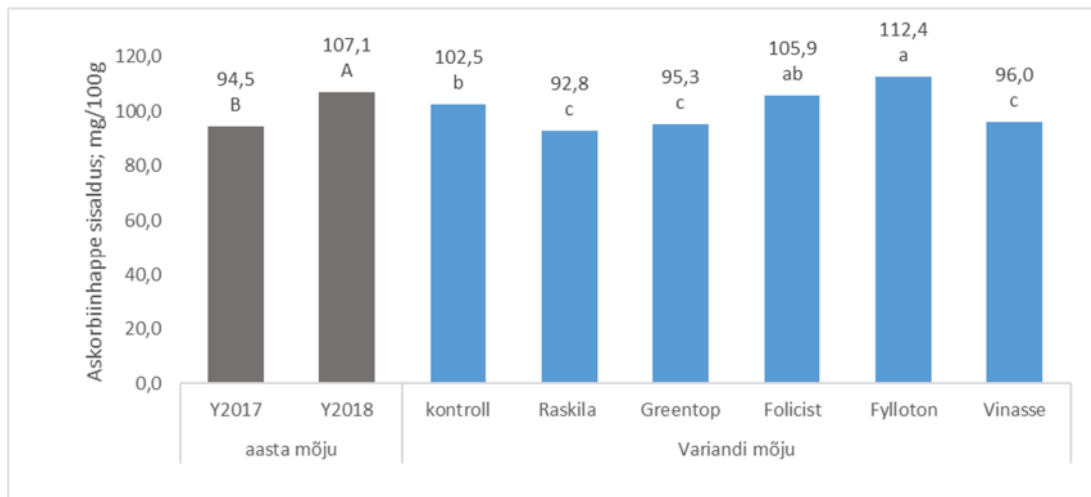
Bioaktiivsed ühendid viljades. Kahe esimese katseaasta keskmisena selgus, et biostimulaatorite Vinasse, Phylloton, Folicist, ja Raskila vermikomposti kasutamine suurendasid musta sõstra marjade mahla kuivaine sisaldust. Greentop Taimeramm aga vähendas seda võrreldes kontrolliga. 2019. aastal aga ilmnes vastupidine tulemus, kus kasutatud biostimulaatorid vähendasid mahla kuivaine sisaldust (joonis 31). Folicist, Vinasse, Raskila vermikompost ja Fylloton suurendasid viljades orgaaniliste hapete sisaldust mõlema katseaasta keskmisena. 2019. aastal aga ilmnes vastupidine tulemus, kus orgaaniliste hapete sisaldus erinevates variantides oli võrreldes keskmisega väiksem (joonis 32). Askorbiinhappe sisaldus viljades oli mõjutatud aastast. Kahe katseaasta keskmisena oli askorbiinhappe sisaldus marjades madalam biostimulaatorite Raskila, Greentop ja Vinasse'i variantides ning Fyllotoni variandis kõrgem kui kontrollis (joonis 33). Raskila, Greentop ja Fyllotoni variantides oli nii polüfenoolide kui antotsüaanide sisaldus 2017. aastal kõrgem kui kontroll variandis (joonis 34). Katse tulemusena võib öelda et leheväetiste kasutamine soodustab bioaktiivsete ainete akumulereerumist viljadesse.



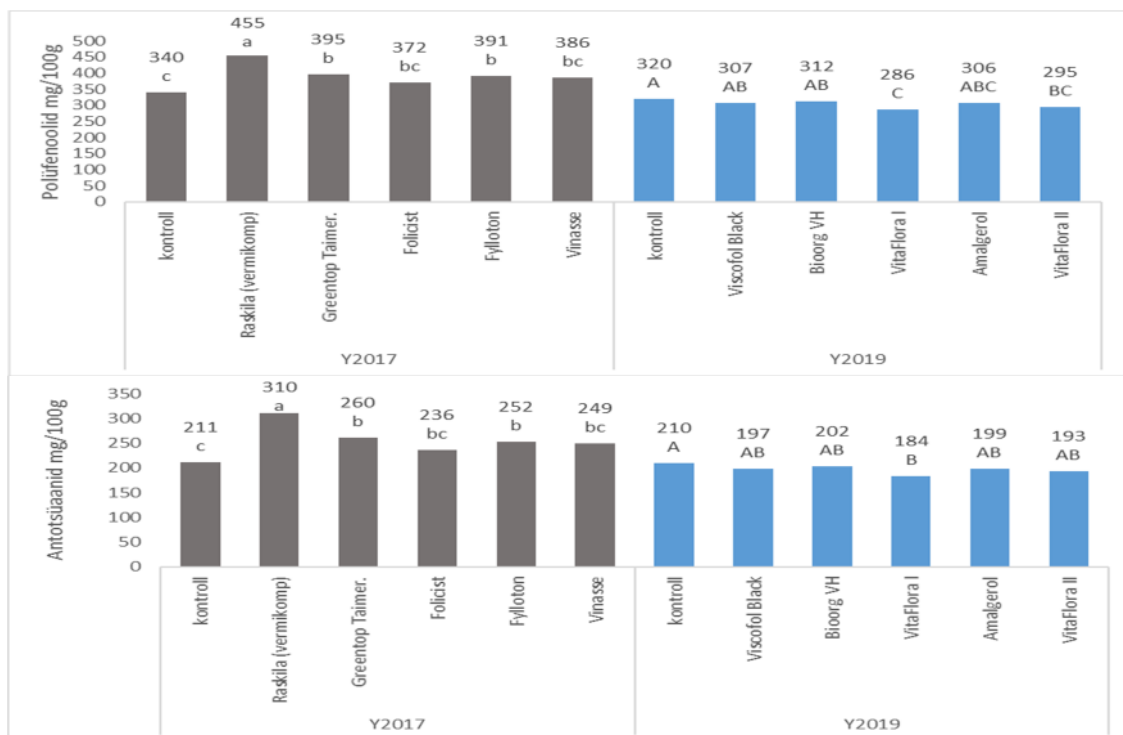
Joonis 31. Mahla kuivaine sordi 'Pamjati Vavilova' viljades Pollis 2017 - 2019. a. sõltuvalt kasutatavast biostimulaatorist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel).



Joonis 32. Orgaaniliste hapete sisaldus sordi 'Pamjati Vavilova' viljades Pollis 2017 - 2019. a. sõltuvalt kasutatavast biostimulaatorist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel).



Joonis 33. Askorbiinhappe sisaldus sordi 'Pamjati Vavilova' viljades Pollis 2017 ja 2018. a. sõltuvalt kasutatavast biostimulaatorist (erinevad tähed tulpadel tähistavad statistilist usutavust variantide vahel).



Joonis 34. Antotsüaanide ja polüfenoolide sisaldus sordi 'Pamjati Vavilova' viljades Pollis 2017 ja 2018. a. sõltuvalt kasutatavast biostimulaatorist (erinevad tähed tulpadel tähistavad statistilist usutavust variantide vahel).

Majanduslik analüüs

Biostimulaatorite kasutamisega kaasnevad lisakulud olid preparaadi maksumus ja istandiku pritsimisega kaasnev traktori ja tööjõukulu. Analüüsil võeti aluseks 2018. aasta andmed.

Saagilisa, mis saadi biopreparaadi kasutamise tulemusena, oli võrreldes kontrolliga kõige suurem preparaadi GreenTop puhul kuid tootmisomahinda see kontrolliga võrreldes oluliselt ei mõjutanud (Tabel 11).

Tabel 11. Musta sõstra saagi tootmisomahind erinevate biostimulaatorite kasutamisel sordi 'Pamjati Vavilova' maheviljeluses 2018. aasta andmete põhjal.

2018						
Kuluartikkel/katsevariant	kontroll	Raskila	GreenTop	Folicist	Fylloton	Vinasse
Istanduse rajamise kulu	5742	5742	5742	5742	5742	5742
Istanduse amort (10 aastat)	574	574	574	574	574	574
Istandiku hoolduskulu	800	800	800	800	800	800
Saagikoristus kombainiga	320	320	320	320	320	320
Väetised	40	40	40	40	40	40
Täiendav kulu biopreparaadi kasutamisel	0	339	366	348	319	274
Kulud kokku	1734	2073	2100	2082	2053	2008
Saak kg/ha	3610	2014	4104	3458	3990	3686
Tootmisomahind EUR/kg	0,48	1,03	0,51	0,6	0,51	0,54

Kokkuvõte

Maheviljeluses kasutamiseks sobivatest preparaatidest oli arvestav mõju biostimulaatoritel Fylloton ja Folicist, suurendades viljade bioaktiivsete ainete sisaldust. Nimetatud preparaadid suurendasid keskmist vilja massi kuid saagikusele ja lehehaigustesse nakatumisele need olulist mõju ei avaldanud. Biostimulaatorite kasutamine ei vähendanud viljahakatiste varisemist.

Katse 2.2.

Väetamise ja biostimulaatorite katse maheviljeluses sordiga 'Gofert'

Metoodika

Väetamise ja biostimulaatorite katse maheviljeluses sordiga 'Gofert' viidi läbi Meriidio OÜ istandikus, Tartu maakonnas, Verevi külas 58.380423, 26.186075 (joonis 35). Katseala mullastik on kahkjast leetunud muld (Lp), mille lõimis oli sl, pH 5,2, Corg 1,2. P sisaldus oli väga hea (276), teiste makro- ja mikroelementide sisaldus aga väga madal K=151; Ca=803; Mg=48; Cu=1,3; Mn=95 ja B=0,32 mg/kg. Katset alustati 2019. aastal, mis oli istandiku esimene saagiaasta. Kuna 2019 ja 2020 oli tugev öökülma kahjustus ja saak jäi väikeseks siis masinkorjet istandikus ei kasutatud. Katse hindamiseks vajalik saak korjati käsitsi. Taimede istutustihedus on 4,0 x 0,5m e. 5000 põõsast hektaril. Istandik oli rajatud 2016. aastal ja istutamise järgselt hoiti reavahed niidetuna. Iga aastaselt freesiti 50 cm laiune riba põõsa rea mõlemalt poolt et takistada umbrohu levikut ja kasvu ja õhustada mulda juurte kasvu piirkonnas. Katsevariandid

on toodud tabelis 12. Kaaliumirikas väetis (PatentK) valiti üheks variandiks kuna istandiku mullaanalüüside kohaselt oli mullas kaaliumitarve suur.

Tabel 12 . Katseplaan ja variandid sordi 'Gofert' maheviljeluse katses Verevis 2019-2020. a.

Variant	Kasutatud väetised ja biopreparaadid
I	Amalgerol (2% lahus) +EpsomikroTop (3% lahus)
II	PatentK 8 g/m ² + Amalgerol (2% lahus) +EpsomikroTop (3% lahus)
III	Mahedik 4-3-3 (150 g/m ²) + Amalgerol (2% lahus) +EpsomikroTop (3% lahus)
IV	Monterra Kanasõnnik 150g/m ² + Amalgerol (2% lahus) +EpsomikroTop (3% lahus)

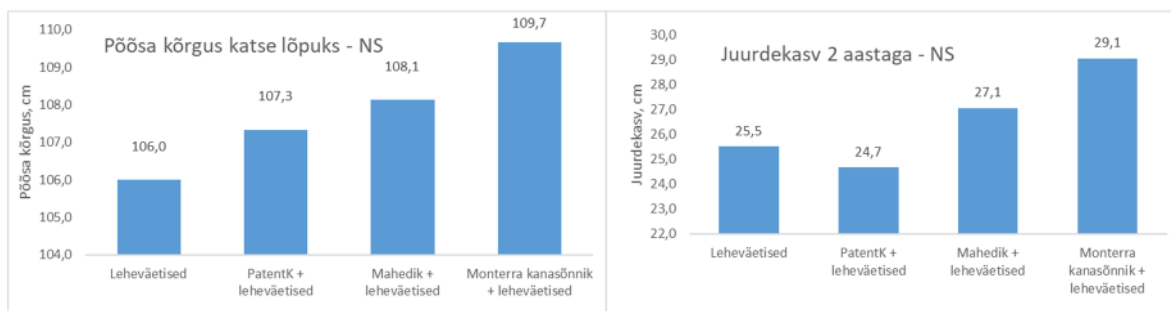


Joonis 35. OÜ Meriidio katseala 2019. kevadel.

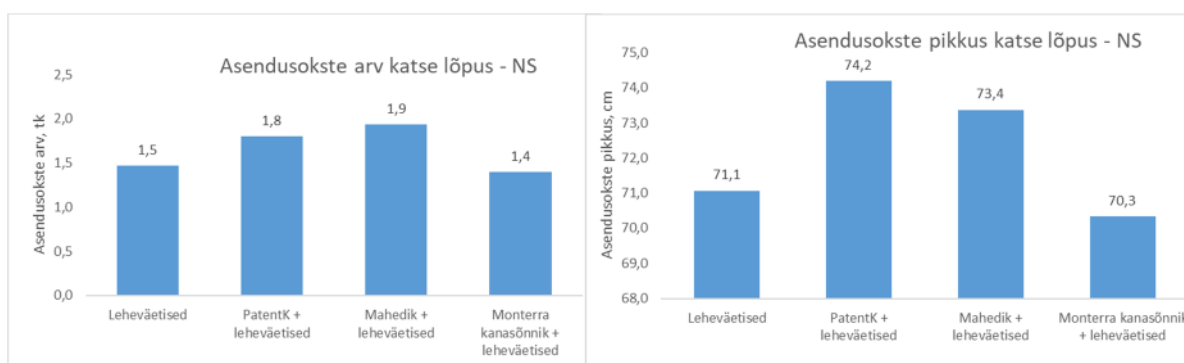
Tulemused

Vegetatiivne kasv. Leheväetised kombineerituna mullasiseste maheväetistega suurendasid kahe katseaasta tulemusena mõnevõrra põõsa vegetatiivset juurdekasvu ja põõsa kõrgus katse lõpus oli nendes variantides suurem kuigi erinevus ei olnud statistilisest oluline. Vegetatiivne kasv oli suurem just nendes variantides milles kasutati lämmastikku sisaldavaid maheväetisi (Monterra kanasõnnik ja Mahedik) (joonis 36). Kui tavapäraselt alustatakse istandiku kasvuaegset väetamist esimesest saagiaastast siis antud katses ilmnas lämmastikuga lisaväetamise vajadus juba varem mille üheks põhjuseks võis olla asjaolu, et katseala istandikus hoiti reavahesid rohukamarast puhtana ainult rajamisjärgsel aastal. Istandiku keskmine kõrgus katse lõpus oli väiksem kui sordile iseloomulik (Pluta, 2014) ja ca 15 cm madalam kui tavaviljeluse katses samas vanuses, sama saab öelda ka okste üldarvu kohta

(keskmine vastavalt 7 ja 18 tavaviljeluses katses 1.1). Teise katseaasta lõpuks ei ilmnenud ka erinevusi asendusokste arvus ja pikkuses (joonis 37).



Joonis 36. Põõsa kõrgus ja keskmine juurdekasv katse lõpuks sordil 'Gofert' maheviljeluse katses Verevis aastatel 2019-2020 sõltuvalt väetusvariandist. (NS – Not Significant).



Joonis 37. Asendusokste arv ja pikkus 2020 vegetatsiooniperioodi lõpuks sordil 'Gofert' maheviljeluse katses Verevis aastatel 2019-2020 sõltuvalt väetusvariandist. (NS – Not Significant).

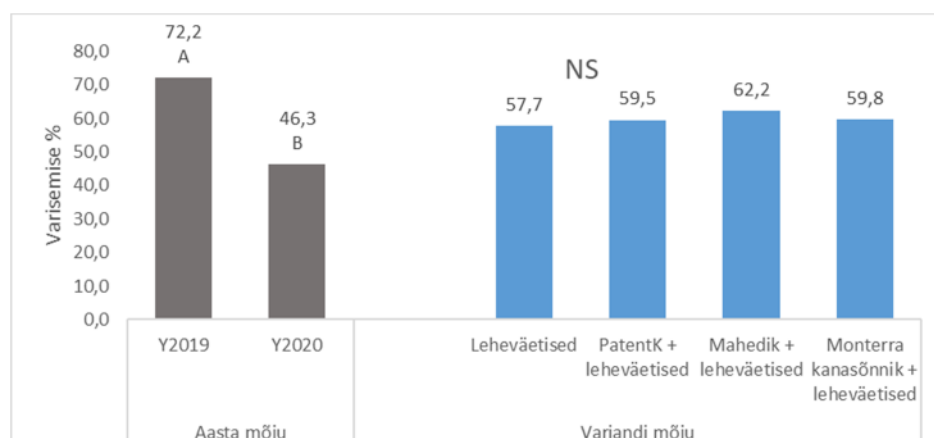
Leheanalüüs. Leheanalüüsid esimese katseaasta suvel kinnitasid, et taimede varustatus lämmastikuga ei ole piisav ja otsus kasutada lisaks leheväetistele ka mullakaudset väetamist oli põhjendatud. Toitainete kättesaadavust takistas esimesel katseaastal ka varakevadine põuaperiood (aprillis sademeid 4,4 mm), mistõttu ei olnud kevadel antud väetistest saadav efekt kiire. Leheanalüüside tulemused teisel katseaastal näitasid et paranenud on nii kaaliumi kui ka lämmastiku kättesaadavus (tabel 13) kuigi see jääb siiski ebapiisavaks ja järgnevatel aastatel tuleks jätkata lisaväetise kasutamist.

Tabel 13. Musta sõstra 'Gofert' lehtede makroelementide sisaldus enne viljade valmimist sõltuvalt väetusvariandist. Roheline – optimaalses vahemikus; punane – defitsiitne.

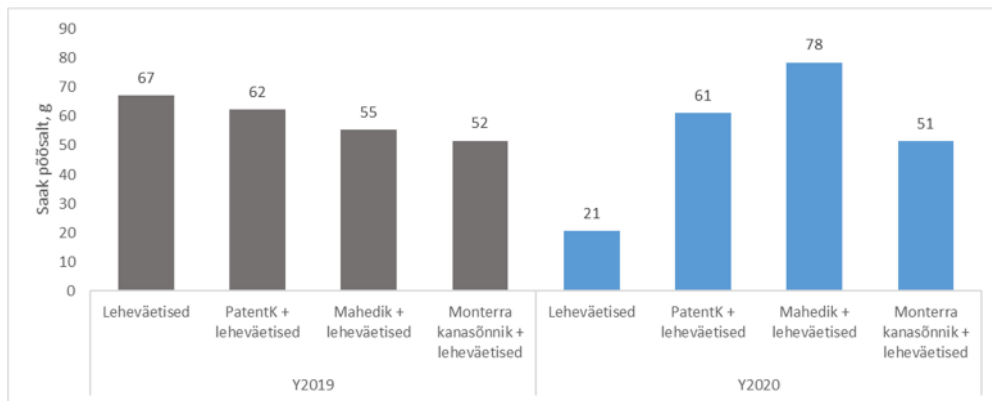
2019	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
Leheväetised	1,6	0,57	0,7	0,33	1,11
PatentK + leheväetised	1,6	0,56	0,7	0,19	1,29
Mahedik + leheväetised	1,6	0,61	0,7	0,27	1,37
Monterra kanasõnnik + leheväetised	1,6	0,58	0,8	0,31	1,34

2020	N %	P %	K %	Mg %	Ca %
Leheväetised	2,1	0,44	1,1	0,28	1,11
PatentK + leheväetised	2,1	0,43	1,4	0,24	1,06
Mahedik + leheväetised	2,1	0,46	1,1	0,23	1,08
Monterra kanasõnnik + leheväetised	2,0	0,45	1,1	0,23	1,06

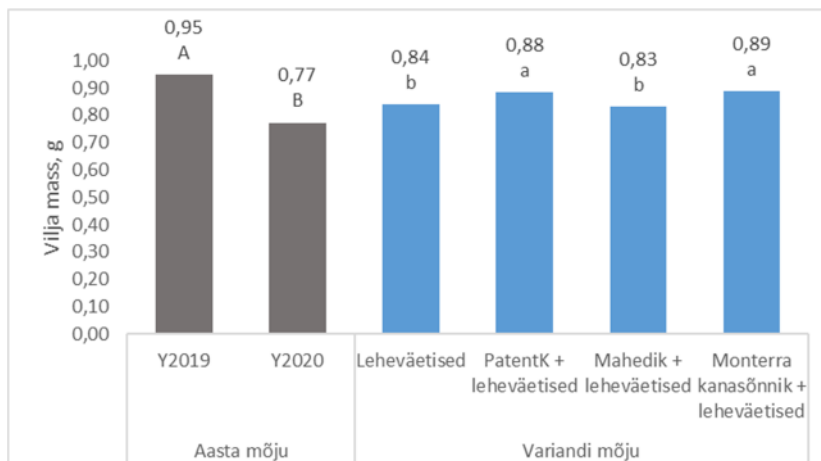
Saagikus, varisemine, vilja mass. Mõlemal katseaastal oli saagikuse tase väga madal, alla 100g põõsa kohta (joonis 39), mistõttu saaki masinaga ei korjatud. Lisaks mõlemal aastal esinenud tugevale öökülma kahjustusele, mis hävitas 2019. aastal üle 70% ja 2020 aastal ligi 50% viljahakatistest (joonis 38), esines 2020. aastal ka tugev marjalutika kahjustus (40% marjadest kahjustunud, joonis 40). Vilja massi mõjutas eelkõige aasta, variantide vahel olid küll erinevused, kuid need olid väikesed (joonis 40).



Joonis 38. Viljahakatiste varisemine sordil 'Gofert' maheviljeluse katses Verevis aastatel 2019-2020 sõltuvalt väetusvariandist. (NS – Not Significant).



Joonis 39. Saagikus sordil 'Gofert' maheviljeluse katses Verevis aastatel 2019-2020 sõltuvalt väetusvariandist.

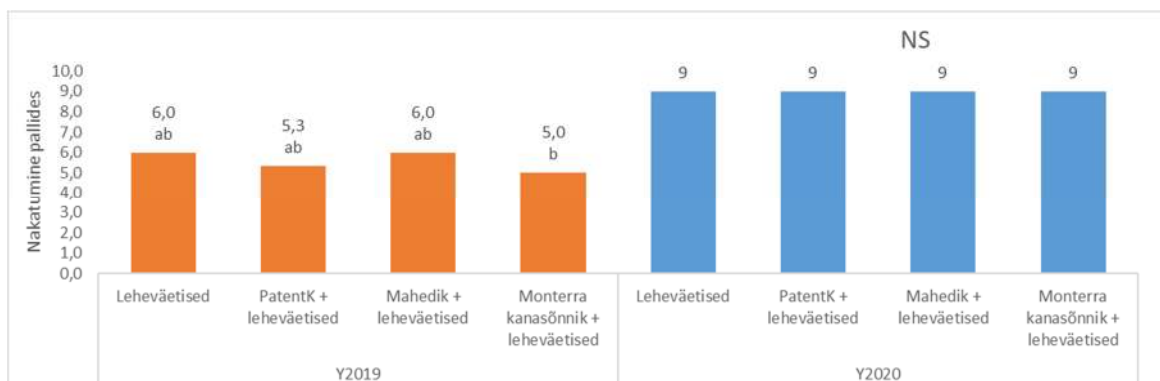


Joonis 40. Vilja mass 2019-2020 sordil 'Gofert' maheviljeluse katses Verevis aastatel 2019-2020 sõltuvalt väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel).



Joonis 41. Marjalutika kahjustusega viljad 2020. aastal

Lehehaiguste esinemine selles maheviljeluse katses oli massiline ja ilmnis juba enne saagi valmimist, seda sõltumata katsevariandist (joonis 42).



Joonis 42. Lehehaigustesse nakatumine sordi 'Gofert' viljades maheviljeluse katses Verevis 2019 ja 2020. a. sõltuvalt väetusvariandist (erinevad tähed tulpadel tähitavad statistilist usutavust variantide vahel; NS – Not Significant).

Kokkuvõte

Antud katses ilmnis lisaväetamise vajadus juba saagikande eelselt mille üheks põhjuseks võis olla asjaolu, et katseala istandikus hoiti reavaheid rohukamarast puhtana ainult rajamisjärgsel aastal. Mullakaudsete lämmastikku sisaldavate maheväetiste (Monterra kanasõnnik ja Mahedik) kasutamine kombinatsioonis leheväetistega soodustas vegetatiivset kasvu noores istandikus kuid ei taganud piisavat toitainetega varustatust. Toitainete kättesaadavus takistasid ka erakordselt põuased ilmastikuolud.

Innovatsioonitegevuse kokkuvõte

Innovatsioonitegevused viidi ellu plaanipäraselt. Kõik innovatsioonitegevuste eesmärgid saavutati:

- Taimede toitumise, vegetatiivse juurdekasvu, saagikuse ja majandusliku kasu (tootmise omahinna) seisukohalt on otstarbekas kasutada saagikandeeas istandikus lisaväetamiseks kõrgemat lämmastiku (N) normi (N120). Lisaks taimede üldseisundi (toitainete sisaldus lehtedes) paranemisele tõusis N120 juures ka viljades sisalduvate bioaktiivsete ühendite sisaldus. Toitainete defitsiiti ja kasvupidurdust tekitamata on lühiajaliselt võimalik kompleksväetise asemel kasutada lämmastikväetist, mis on odavam.
- Kontrollitud lahustuvusega väetise kasutamisel ei olnud pikaajalisi eeliseid ja majanduslikust seisukohast ei ole see jätkusuutlik sisendite kõrge hinna tõttu. Kontrollitud lahustuvusega väetise kasutamine ei andnud loodetud saagilisa.
- Multši kasutamine istandikus soodustas musta sõstra taimede vegetatiivset kasvu ja suurendas saagikust, mis näitab et stabiilne niiskusrežiim omab musta sõstra kasvatamise juures olulist mõju.
- Leheväetise Epsomikrotop ja biostimulaatori Amalgerol kasutamine kombinatsioonis mineraalväetistega suurendas musta sõstra taimede vastupanuvõimet lehti kahjustavatele seenhaigustele ja saagikust. Samade preparaatide eraldi kasutamisel mõju puudus.
- Maheviljeluses kasutamiseks sobivatest preparaatidest oli arvestav mõju biostimulaatoritel Fylloton ja Follicist, suurendades viljade bioaktiivsete ainete sisaldust. Nimetatud preparaadid suurendasid keskmist vilja massi kuid saagikusele ja lehehaigustesse nakatumisele need olulist mõju ei avaldanud. Biostimulaatorite kasutamine ei vähendanud viljahakatiste varisemist.
- Lehtede lämmastikuga varustatuse hindamiseks on sobiv kasutada klorofüllil ja flavonoolide fluorestsentsil põhinevat ekspressmeetodit kui järgida mõõtmiste tegemisel sama metoodikat mida kasutatakse materjali kogumisel laborianalüüsideks

Kasutatud kirjandus

Craighead M.D., Langford, G., Braithwaite B.E 2007. Tools to aid with the Nitrogen nutrition of Blackcurrants and Boysenberries A Report for Blackcurrants NZ Ltd New Zealand Boysenberry Council [webpage] https://www.nutrientsolutions.co.nz/wp-content/uploads/2015/05/Blackcurrants-N_nutrition_tools.pdf (1.12.2020)

Aflatuni, A., Prokkola, S., Luoma, S. 2001. Mustaherukan lannoitus ja alasleikkaus. MTT julkaisu. Sarja A. Jokioinen: MTT, 44 lk.

AHDB Nutrient management guide (RB 209) Section 7 Fruit, vines and hops. AHDB [veebileht] http://adlib.eversite.co.uk/resources/000/279/483/RB209_Section7_2020.pdf (12.12.2020)

Kocira, S., Szparaga, A., Kocira, A., Czerwińska, E., Wójtowicz, A., Bronowicka-Mielniczuk, U., Koszel, M., Findura, P. 2018. Modeling Biometric Traits, Yield and Nutritional and Antioxidant Properties of Seeds of Three Soybean Cultivars Through the Application of Biostimulant Containing Seaweed and Amino Acids. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00388>

Libek, A.-V., Kikas, A., Kahu, K. 2013. Musta sõstra kasvatuse, Tartu, 96 lk.

Maria, D., Rodica, S., Gabriela, D.M. 2017. The Effect of Organic Fertilization on Fruit Production and Quality of Tomatoes Grown in the Solar. *Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology, Cadastre Series XLVII*, 112–118.

Opstad, N., Nes, A., Måge, F., Hageberg, B. (2007) Effects of fertilization and climatic factors in a long-term experiment with blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) cv. Ben Tron, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 57:4, 313–321, DOI: 10.1080/09064710600984171

Plant Analysis: An Interpretation Manual (1997) edited by D.J. Reuter, J.B. Robinson, C. Dutkiewicz Collingwood, VIC, Australia : CSIRO Pub., 1997. 450 lk

Tejada, M., Gonzalez, J.L. 2006. Effect of Foliar Application of Beet Vinasse on Maize Yield. *Biol. Biological Agriculture & Horticulture*, 4, 197–214. <https://doi.org/10.1080/01448765.2006.9755019>

Tõnutare, Tõnu; Pennar, Madis; Kõlli, Raimo; Tõnutare, Tõnis; Kaldmäe, Hedi (2021). Taimetooteelementide liikumisest mullas. Tupits, I., Tamm, Ü., Tamm, S., Toe, A., Vanamb, E. (Toim.). *Agronomia* 2021 (22–32). Jõgeva: Eesti Taimakasvatuse Instituut / Eesti Maaülikool.

Ziosi, V., Zandoli, R., Vitali, F., Di Nardo, A. 2013. Folicist®, A Biostimulant Based on Acetyl-thioprolin, Folic acid and Plant Extracts, Improves Seed Germination and Radicle Extension. *Acta Horticulturae*, 79–82. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.1009.8>

Wójcik, P., Filipczak, J. 2015 Growth and early fruit production of 'Tiben' blackcurrants fertilised with pre- and post-planting applications of mineral fertilisers and swine manure *Scientia Horticulturae*, Volume 185, 30, 90–97

Katsetulemuste levitamine

Innovatsioonitegevuse raames läbi viidud katsete põhjal on valminud üks bakalaureuse-, üks magistritöö ja avaldatud kolm teadusartiklit.

2018.a. kaitses Pille-Riin Kõks bakalaureusetöö teemal „Mõnede biopreparaatide mõju musta sõstra (*Ribes nigrum* L.) viljade biokeemilisele koostisele, töö on avalikkusele kättesaadav <https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/4208>

2019 a. kaitses Kadi Looga magistritöö „Erinevate biostimulaatorite kasutamise mõju mahe musta sõstra (*Ribes nigrum* L.) saagikusele ja marjade biokeemilisele koostisele, töö on avalikkusele kättesaadav lingilt <https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/5029> .

Ülevaatlik artikkel biostimulaatorite kasutamisega seotud katsete tulemustest pealkirjaga „Lehekaudsete biostimulaatorite kasutamine musta sõstra maheistandikus (autorid Reelika Rätsep, Kersti Kahu, Liina Arus, Hedi Kaldmäe, Kadi Looga, Pille-Riin Kõks) ilmus eelretsenseeritud artiklite kogumikus "Teaduselt mahepõllumajandusele 2019"

<https://mahekeskus.emu.ee/tegevused/mahekogumik/>

Mahekatsete tulemuste kohta esitati ettekanne rahvusvahelisel konverentsil IV. International Symposium on Horticulture in Europe, mis toimus veebivahendusel 9-10 märtsini 2021 (ei ole järelvaadatav) ja ilmunud on artikkel Rätsep, R.; Arus, L.; Kaldmäe, H.; Kahu, K. (2021). The effect of foliar applications of biostimulants on leaf chlorophyll and fruit quality in organically grown black currant (*Ribes nigrum* L.). Acta Horticulturae, 1327, 721–726. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1327.96. <http://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1327.96>

Laboritingimustes läbi viidud mullakatse tulemused on avaldatud kogumikus Agronoomia 2021. Tõnutare, Tõnu; Pennar, Madis; Kölli, Raimo; Tõnutare, Tõnis; Kaldmäe, Hedi (2021). Taimetoiteelementide liikumisest mullas. Tupits, I., Tamm, Ü., Tamm, S., Toe, A., Vanamb, E. (Toim.). Agronoomia 2021 (22–32). Jõgeva: Eesti Taimakasvatuse Instituut / Eesti Maaülikool. <https://dspace.emu.ee/handle/10492/6380>

Klastri tegevusi on levitatud järgmiste ürituste raames:

4.07.2018 Mahe puuvilja- ja marjakultuuride demokatsete esitluspäev Pollis teema “Mahe musta sõstra leheväetiste katsetulemuste tutvustus”

12.07.2018 Infopäev sõstra sortidest

Ettekanne on leitav lingilt: www.pikk.ee/.../infopaev-sostra-sortidest/
päevakava juures on ka lingid ettekannetele

16.07.2018 Infopäev „Mahepõllumajanduslik marjakasvatuse”

Ettekanne on leitav

http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Hedi%20Kaldm%C3%A4e_16_07_2018.pdf

Ettekanne mahemarjakasvatuse infopäeval Võrumaal. 23.07.2019, päevakava veebis

<https://www.pikk.ee/event/mahemarjakasvatuse-infopaev/>

08.01.2020 ettekanne tootjatele-klastri liikmetele

15.07.2020 ettekanne infopäeval Mahepõllumajanduslik marjakasvatus (Pollis)

http://www.maheklubi.ee/upload/Editor/Klastri%20mahekatsetest%2015_07_2020.pdf

Klastri katsete tulemusi tutvustav infopäev (veebipõhiselt), 27. jaanuar 2021.

<https://www.pikk.ee/sundmus/veebipohise-infopaev-must-sostar-ued-sordid-optimeeritud-vaetamine/>

10.12.2021 ettekanne Aiandusklastri MTÜ ja EMÜ Aianduse õppetooli korraldatud konverentsil "Innovatsioonitegevused aianduses Aiandusklastri näitel".

<https://www.pikk.ee/sundmus/konverents-innovatsioonitegevused-aianduses/>