

EESTI MAAÜLIKOOL

Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut

Kristian Raus

**BIOSTIMULAATORITE MÕJU SUVINISU JA SUVIODRA
ARENGULE JA SAAGILE**

THE EFFECT OF BIOSTIMULATORS ON THE YIELD AND
DEVELOPMENT OF SPRING WHEAT AND SPRING
BARLEY

Magistritöö

Põllumajandussaaduste tootmise ja turustamise õppekava

Juhendajad: Kadri Just, *PhD*

Pille Sooväli, *PhD*

Tartu 2021

| | | | |
|--|--------------|---|-----------|
| Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51006 | | Magistritöö lühikokkuvõte | |
| Autor: Kristian Raus | | Õppekava: Põllumajandussaaduste tootmine ja turustamine (463) | |
| Pealkiri: Biostimulaatorite mõju suvinisu ja suviadra arengule ja saagile | | | |
| Lehekülgi: 50 | Jooniseid: 8 | Tabeleid: 10 | Lisaid: 0 |
| Osakond / Õppetool: Põllumajandus- ja keskkonnainstituut ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: Taimekasvatus, aiandus, taimekaitsevahendid, taimehaigused (B390) Juhendaja(d): Kadri Just, <i>PhD</i> ; Pille Sooväli, <i>PhD</i> Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2021 | | | |
| <p>Biostimulaatorid on loodusliku päritoluga ained, mis soodustavad taime kasvu ja arengut ning mis võimaldavad vähendada fungitsiidide kasutamist. Uurimustöö eesmärk on 2018–2020.a. toimunud katsete põhjal välja selgitada biostimulaatorite mõju suvinisu ja suviadra arengule ja saagile tavatootmise tingimustes ning hinnata majanduslikku tasuvust. Biostimulaatoreid ja fungitsiide testiti suvinisu ja suviadra põldkatsetes võrdluses kontrollvariandiga, igas katses oli 6 varianti neljas korduses. Lisaks saagile määrati 1000 tera mass ja mahukaal. Taimede struktuurianalüüsiga hinnati preparaatide mõju produktiivvõrsete arvukusele ning terade arvule ja kaalule viljapeas.</p> <p>Suvinisu ja suviadra saagikus, 1000 tera mass ja mahukaal erinesid katseaastate vahel, kuid katseaasta piires olid vahed variantide vahel väiksemad. Järelikult mõjutab suviteraviljade saagitaset katseaasta ilmastik. Biostimulaatorid suurendas suvinisu saagikust kõikidel katseaastatel, kuid suviadral alati enamsaaki ei taganud. Albiti ja Prolisega töötlemine oli suvinisu puhul efektiivsem, Biorg EMO ja Vermihuumusega töötlemise mõju oli väiksem. Suviadral olid erinevused variantide vahel väiksemad.</p> <p>Sarnaselt saagikusele oli mõlema kultuuri võrsumisele kõige soodsam 2019.a. ja kõige vähem moodustus generatiivvõrseid põuasel 2018.a. Võrreldes kontrollvariandiga vähenes suvinisu võrsumine kõikide töötlemistega, kuid suviadrale oli Albitil positiivsem mõju.</p> | | | |

Viljapeade analüüs näitas biostimulaatorite positiivsemat mõju võrreldes keemiliste preparaatidega nii terade suurusele ja arvule, soodsam oli mõju suviodrale. Suvinisu majanduslik kasum oli suurim 2019.a. Suviodral olid taimekaitsele tehtud kulutused saagitaseme kohta küllalt suured, kuid majanduslikku tulu ei saadud või oli see minimaalne. Preparaatide võrdluses oli mõlema kultuuri puhul Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamine majanduslikult kõige kulukam.

Märksõnad: biostimulaatorid, suviteravili, saagikomponendid, müügitulu

| | | | |
|---|------------|--|---------------|
| Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51006 | | Master's Thesis Summary | |
| Author: Kristian Raus | | Curriculum: Production and Marketing of Agricultural Products (463) | |
| Title: The effect of biostimulators on the yield and development of spring wheat and spring barley | | | |
| Pages: 50 | Figures: 8 | Tables: 10 | Appendixes: 0 |
| Department / Chair: Institute of Agricultural and Environmental Sciences Field of research and (CERC S) code: B390 Supervisors: Kadri Just, <i>PhD</i> ; Pille Sooväli, <i>PhD</i> Place and date: Tartu, 2021 | | | |
| <p>Biostimulants are substances of natural origin that promote plant growth and development. The use of biostimulants makes possible to reduce the use of fungicides. The goal of this thesis was to determine the effect of biostimulants on the development and yield of spring wheat and spring barley in conventional production conditions and to assess the economic viability. The tests were carried out in field trials in 2018-2020. Yield, TGW and volume weight were determined. The effect of treatment on the number of productive shoots and the number and weight of grains in the head were evaluated by structural analysis of plants.</p> <p>Results showed that yield, TGW and volume weight of spring cereals varied between years, but within the year the differences between the variants were smaller. Consequently, the yield level of spring cereals is affected by the weather conditions of the test year. Biostimulants increased spring wheat yield in all trials, but spring barley did not always provide a higher yield. Albit and Prolis were more effective for spring wheat, Biorg EMO and Vermihuumus had a smaller effect. In spring barley, the differences between treatments were smaller.</p> <p>2019 was the most favorable for the the number of the generative tillers for both crops. Compared to the untreated control variant, the tillering of spring wheat decreased in all treatments, but Albit had a more positive effect on spring barley. The analysis of ear grain</p> | | | |

weights showed more positive effect of biostimulators compared to chemical products, the effect on spring barley was more favourable. The economic benefit of spring wheat was the highest in 2019, but in spring barley no economic income was received or it was minimal. When comparing the biostimulators, the use of Bioorg EMO and Vermihuumus were the most expensive for both crops.

Keywords: biostimulants, spring cereals, yield components, economic benefit

SISUKORD

| | |
|--|----|
| 1. SISSEJUHATUS | 8 |
| 2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE..... | 10 |
| 2.1 Suvinisu kasvupind ja saagikus aastatel 2018–2020 | 10 |
| 2.2 Suviadra kasvupind ja saagikus aastatel 2018-2020 | 12 |
| 2.3 Külvisemne puhtimine | 13 |
| 2.4 Teraviljade kasvuaegne haigustõrje..... | 15 |
| 2.5 Biostimulaatorite kasutamise eelised | 16 |
| 2.6 Uurimustöö katsetes kasutatud biostimulaatorid..... | 17 |
| 2.6.1 Bioorg EMO-N | 17 |
| 2.6.2 Bioorg EMO-P..... | 17 |
| 2.6.3 Bioorg EMO-Safe..... | 17 |
| 2.6.4 Vermihuumus (VH)..... | 18 |
| 2.6.5 Albit..... | 18 |
| 2.6.6 Prolis..... | 18 |
| 2.7 Uurimustöö katsetes kasutatud fungitsiidid..... | 19 |
| 2.7.1 Kinto Plus | 19 |
| 2.7.2 Celest Trio 060 FS..... | 19 |
| 2.7.3 Ascra Xpro..... | 20 |
| 2.7.4 Archer Turbo | 20 |
| 2.7.5 Revytrex | 21 |
| 3. MATERJAL JA METOODIKA..... | 22 |
| 3.1 Suvinisu ja suviadra katsete korraldamine ja läbiviimine | 22 |
| 3.2. Ilmastik katseaastatel 2018–2020 | 27 |
| 4.TULEMUSED | 29 |

| | |
|---|----|
| 4.1 Suvinisu katsed..... | 29 |
| 4.1.1. Suvinisu saagikus | 29 |
| 4.1.2 Suvinisu 1000 tera mass | 30 |
| 4.1.3 Suvinisu mahukaal..... | 32 |
| 4.1.4 Suvinisu generatiivvõrsed | 33 |
| 4.1.5 Suvinisu viljapea analüüs | 34 |
| 4.2 Suviotra katsed | 36 |
| 4.2.1 Suviotra saagikus | 36 |
| 4.2.2 Suviotra 1000 tera mass..... | 37 |
| 4.2.3 Suviotra mahukaal | 38 |
| 4.2.4 Suviotra generatiivvõrsed | 39 |
| 4.2.5 Suviotra viljapea analüüs | 40 |
| 4.3. Katsetes kasutatud toodete majandusanalüüs | 42 |
| 5. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED | 45 |
| KASUTATUD KIRJANDUS | 47 |

1. SISSEJUHATUS

Ühiskonnas on suurenenud huvi ja nõudlus keskkonnasõbralike põllumajandussaaduse vastu. Seetõttu on ka tootjatel kõrgendatud huvi rakendada keskkonda säästvaid kasvatustehnoloogiaid. Nii on lisaks fungitsiidide kasutamisele suurenenud tendents rakendada taimekaitses ka bioloogilist päritolu biostimulaatoreid (Maciejewski jt. 2007; Ogorek jt. 2011). Fungitsiidid maksavad palju ja võivad kahjustada keskkonda, mistõttu on vaja nende kasutamist piirata. Ka integreeritud taimekaitse üheks sisuks on kombineeritult rakendada bioloogilisi ja keemilisi tõrjemeetodeid.

Kõik elusorganismid, sealhulgas taimed, võivad kokku puutuda kahjulike keskkonnatingimustega, mille intensiivsus ja kestus tekitab stressi. Keskkonna stressist põhjustatud kasvutingimused on peamised tegurid, mis piiravad taimede arengut ja saagikust. Biostimulaatorid (BSd) on loodusliku päritoluga ained, mis väga madalas kontsentratsioonis kasutamisel parandavad biokeemilisi protsesse taimes ja mullas ja seeläbi toetavad taime kasvu ja arengut, mis kokku suurendavad taime stressikindlust (Calvo jt. 2014). Biostimulaatorid ei asenda väetiseid jt mineraalsete toitainete allikaid. Tähtis on, et BSd parandavad taime ainevahetusprotsesse, muutmata nende loomulikku kulgu.

Biostimulaatori (BS) kasutamine põhineb kahjulike organismide või keskkonnast tingitud stressi ennetamisel ja taime kaitsmisel, stimuleerides kasvu ja arengut ja samaaegselt vähendades ohtu inimesele ja keskkonnale. Biostimulaatorite kasutamine võimaldab vähendada pestitsiidide kasutamist. Biostimulaatori kasutamine suurendab taime kaitsmist looduslikul teel, kutsudes esile parema kasvu ja arengu isegi vähem optimaalsetes keskkonnatingimustes. Biostimulaatori efekt võib jääda madalaks, kui kasutatakse optimaalsetes mulla ja keskkonna tingimustes või kui ei järgita tootja soovitusi. Optimaalsetes tingimustes reguleerib taim ise füsioloogilisi muutusi vastavalt, arvestades keskkonda ja taimesiseseid tegureid.

Käesoleva uurimustöö hüpoteesid on:

1. Biostimulaatorid mõjuvad positiivselt suvinisu ja suviotra võrsumisele.
2. Biostimulaatorid suurendavad suvinisu ja suviotra saagikust.

3. Biostimulaatorite kasutamine on majanduslikult tulus.

Uurimustöö eesmärk on 2018–2020. aastal toimunud katsete põhjal välja selgitada BS mõju suvinisu ja suviotra arengule ja saagile tavatootmise tingimustes ning hinnata majanduslikku tasuvust. Käesoleva magistr töö valmimise eest tänan juhendajaid Pille Soovälja Eesti Taimekasvatuse Instituudist ja Kadri Justi Eesti Maaülikoolist asjatundliku abi eest.

2. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

2.1 Suvinisu kasvupind ja saagikus aastatel 2018–2020

Nisu (*Triticum aestivum*) on Eesti oludes teraviljadest kõige kasumlikum liik, mistõttu tuleks hästi teada tema kasvatamise iseärasusi ja võimalusel püüda vältida normaalsest arenemisest kõrvalekaldumisi, mida põhjustavad ebasoodsad kasvutingimused ja toitumisrežiimi häired. Statistikaameti esialgsetel andmetel oli 2018. aastal põllukultuuride kasvupind kokku 668,9 tuhat ha, mis on eelmise aastaga võrreldes 3,9 tuhat ha võrra ehk 0.5% võrra suurem. Taliteraviljade kasvupind vähenes eelmise aastaga võrreldes 23% (taliniisu 27%), mille põhjuseks oli eelkõige 2017. aasta vihmane sügis. Suviteraviljade kasvupind suurenes eelmise aastaga võrreldes 24%, nisu kasvupind suurenes 2017. aastaga võrreldes 18% (156 tuhat ha) (Maaeluministerium 2018).

Keskmine saagikus langes 2018. aastal suvinisul võrreldes 2017. aastaga 41%. See oli tingitud suurest põuast, mis kõrvetas taimed ära ja tänu sellele oli nende areng pärsitud. Teravilja kokkuostuhind tegi hüppelise tõusu. Neljanda kvartali seisuga oli tõusnud nisu kokkuostu hind 181 euroni tonni kohta, mis on 2017. aastaga võrreldes 28% kõrgem. Hinnatõus oli tingitud kogu Euroopa madalatest saakidest, sest põud oli teinud liiga kogu Euroopale. 2018. aasta oli põua tõttu väga raske, sest vilja kasvas halvasti ja polnud, mida koristada. Koristustööd lõppesid juba augustis. Seevastu said põllumehed külvata rekordilise pinna taliviljasid, kuna sügis oli kuiv ja koristustööd said oodatust varem valmis (Eesti Statistikaamet 2019).

Statistikaameti esialgsetel andmetel oli teravilja kasvupind 2019. aastal 364 364 ha. Teravilja kasvupinnast moodustas suviteravili 54% (197 039 ha) ja taliteravilli 46% (167 325 ha). Võrreldes eelmise aastaga suurenes taliteravilja kasvupind 73%, suviteravilja kasvupind aga vähenes 22% 2018. aasta põuane suvi võimaldas teravilja varakult ära koristada ning alustada taliteravilja külviga. Sellest tulenevalt oli talivilja kasvupind 2019. aastal suur. Märkimisväärselt suurenesid rukki (10 854 ha) ja taliandra (7734 ha) kasvupinnad, millest esimene kolmekordselt (28 901 ha) ja teine kahekordselt (17 161 ha). 2019. aastal koristati teravilja rekordsaak – 1 624 574 t. Teravilja kogusaagist moodustas nisu 52%, oder 32%, rukis 7% ja kaer 6%. Võrreldes 2018. aastaga suurenes nisusaak 88%, odrasaak 51%, kaerasaak 24%

ning rukkisaak 4 korda. Kokku suurenes teravilja saak võrreldes eelmise aastaga 77%. Sellise märgatava saagi suurenemise põhjuseks oli 2019. aasta taimekasvatusele sobilik ilm ning taliteravilja suur osakaal teravilja kasvupinnast. Mõnes piirkonnas avaldas kevadine ja suvine vihmapuudus mõju ka teravilja saagikusele, aga see ei olnud võrreldav eelmise aasta põuaga. Koristusaegne ilm oli samuti soodne ja võimaldas suuremate probleemideta teravilja koristada.

Selle aasta probleemiks oli taas logistika. Teravilja oli palju ning see sai koristusküpsaks korraga ja palju lühema aja jooksul kui tavaliselt. Lisaks võimaldab kaasaegne tehnika teravilja kiiresti koristada, mis tähendab, et väga lühikese perioodi jooksul on vaja vedada suur kogus teravilja. Probleem pole mitte niivõrd autode puudumises, kui viivitustest teravilja peale- ja maha laadimisel. Koristuse tipphetkel tekivad sadamatesse mitmetunnised järjekorrad. Samal ajal, kui viljaautod on sadamates järjekorras, on neid vaja tootjate juurde, kelle viljakoristus võib sõltuda koristatud vilja äraveost. Teravilja keskmiseks saagikuseks kujunes 4,5 t/ha, mis võrreldes 2018. aastaga suurenes 70%. Nisu saagikus suurenes eelmise aastaga võrreldes 74%. Statistikaameti esialgsetel andmetel oli teravilja kasvupind 2020. aastal 370 120 ha (1,6% suurem võrreldes 2019. aastaga). Teravilja kasvupinnast moodustasid suviteraviljad 55% (203 095 ha) ja taliteraviljad 45% (167 023 ha). Kõige rohkem kasvatati Eestis nisu, järgnes oder.

2.2 Suviodra kasvupind ja saagikus aastatel 2018-2020

Eestis on põhiliseks söödakultuuriks olnud oder (*Hordeum vulgare*). Oder on vähenõudlik teravili, mida on suhteliselt lihtne kasvatada- selle nõudlikkus võrreldes nisuga on palju madalam. Oder kasvab hästi ka kohtades, mis nisule ei sobi. Odrale piisab alla 350 mm sademetest aastas ja kasvamiseks ei vaja ta kõige viljakamat mulda,. Eesti kliima sobib odra kasvatamiseks hästi. Seda näitab ka statistika, sest aasta aastalt hakatakse üha rohkem otra kasvatama. Oder on Eestile ka oluline ekspordiväljund. 2020. aastal eksporditi otra Eestist välja 1,3 mln t (Eesti Statistikaamet 2021). Uueks suunaks on Eestis võetud taliodra kasvatus, kuna see annab parema võimaluse planeerida külvikorda ja vähendada koormust kevadel. Lisaks on talioder võrreldes suviodraga keskmiselt 15–20% saagikam.

2018. aastal suurenes odra kasvupind 33%. Tingitud oli see 2017. aasta väga vihmast sügisest, mis ei lasknud külvata taliteraviljasid. Antud puudujääk oli vaja täita suviteraviljadega, mille pind suurenes 2018. aasta seisuga 24%. Tänu põuale jäid 2018. aastal odra keskmised saaginäitajad hektarilt 2016. aasta tasemele – 2489 kg/ha, mis on võrreldes 2017. aastaga 60% väiksem saagikus. Kogusaak jäi 325,5 tuh tonni, mis on võrreldes 2017. aastaga märkimisväärselt madalam. 2018. aasta oli tänu vähestele sademetele ja erakordselt soojale suvele taimedele väga raske. Mullast sai niiskus varakult otsa ja tänu sellele jäid taimed kiiresti stressi, mis pärssis omakorda taimede arengut ja saagi moodustamist (Eesti Statistikaamet 2019). 2018. aastal tõusid kõikide kultuuride kokkuostuhinnad väga kõrgele. Odra hind tõusis 174 €/tonn, mis on võrreldes 2017. aastaga ligi 27% hinnatõus (Eesti Konjunktuuriinstituut 2019).

2019. aastal oli odra kasvupind 140539 ha, millest moodustas suvioder 90% ja talioder 10%. võrreldes 2018. aastaga vähenes odra kasvupind suurusjärgult 5%. Antud vähenemine on marginaalne. Antud aastal eksporditi otra 366082 t, mis on võrreldes 2018. aastaga 64% rohkem. 2020. aastal kasvatati otra 153050 ha. Samal aastal eksporditi otra 294017 tonni.

2.3 Külviseemne puhtimine

Integreeritud taimekaitse näeb ette kultuuride kasvatamist viisil, mis võimalikult vähe häiriks põllumajanduse ökosüsteeme. Taimehaiguste tõkestamisel tuleb arvestada ökoloogiliste ja majanduslike aspektidega. Oluline on haigusvaba külviseemne kasutamine. Võimaluse korral eelistada ka bioloogilisi tõrjevõtteid. Oluline on õigete taimekaitsevahendite kasutamine perioodil, kui toime kahjustajatele on kõige suurem. Sobiva preparaadi õigel ajal kasutamisel on võimalik saada kõrge tõrjeefektiivsus (Koppel 2014).

Teraviljaseemne puhtimine keemilise puhisega kaitseb seemet haiguste eest kahel viisil: 1) seespidiselt liiguvad toimeained idanemisel kõigisse kasvavatesse taimeorganitesse, 2) välispidiselt hävitavad seemne pinnal ja mullas asuvad haigustekitajad. Koos otsese taimehaiguste vastase toimega omab puhtimine olulist efekti terasaagi kujunemisele (Sildoja jt. 2011). Lisaks parandab taimede füsioloogilist seisundit, soodustab juurekava kasvu, parandab toitainete omastamist ja tõstab taimede vastupanuvõimet haigustele (Mathre jt. 2001). Puhtimine on eelkõige efektiivne nende haigustekitajate vastu, mis levivad pinnases ja seemnetega- nõgihaigused, seemne- ja idandahaigused ning juuremädanikud (Smiley jt. 2002). Puhistele on iseloomulik suur efektiivsus, kuna need katavad külviseemne ühtlaselt 100% ulatuses ning suure kaitsevõime ja pikaajalise aktiivse toimega loovad optimaalsed tingimused taimede soodsaks arenemiseks (Dini jt. 2008).

Vaatamata keemiliste puhiste kõrgele efektiivsusele on nende toimeained loodusele ohtlikud. Looduslikku päritolu biostimulaatorid on ohutumad, need biolagunevad keskkonda säästvalt. Biostimulaatoritega puhtimine mõjutab mullas ja taimes looduslikke protsesse, soodustab taime arengut ja juurestiku kasvu, stimuleerib vastupanuvõimet keskkonna stressi taluda, aitab omastada toiteelemente ja võib seeläbi tõsta ka saagikust. BSd taimehaiguseid ei tõrju, kuid aitavad haigustekitajaid alla suruda (Basak 2008). Lisaks on BSd on taime kasvukeskkonnas kasulikud, kuna sisaldavad mikroorganisme, orgaanilisi aminohappeid, makro- ja mikroelemente, vitamiine ja palju teisi kasulikke ühendeid. Tootjatele on Eestis kättesaadavad mitmed BSd.

Võrreldes keemiliste puhistega tärkab BS-ga töödeldud külviseme kiiremini, kuna BSd rikastavad mulda ja tasakaalustavad taime ja kasvukeskkonna vastastikust mõju. See on taimede kõige tähtsam juurdumisel ja võrsete kasvatamise ajal. Nii kaua jätkub ka puhise mõju. Teraviljataimed kasvavad sümbioosis mullaseentega, mis aitavad taimel omastada mineraalaineid ja vett, lisaks kaitsevad mitmete haigustekitajate eest (Sooväli, Koppel 2016a). Taime kasvu algfaasis toimuvad protsessid mõjutavad võrsumist ja generatiivvõrsete moodustumist ning biostimulaatoriga puhtimisel on sellele positiivne mõju (Sooväli jt. 2018).

2.4 Teraviljade kasvuaegne haigustõrje

Eestis on teraviljakasvatustes olulisemad saagikadu põhjustavad seenhaigused kõrreliste helelaiksus (haigustekitaja *Zymoseptoria tritici*) nisul ja võrklaiksus (haigustekitaja *Pyrenophora teres*) odral (Koppel ja Sooväli 2011). Taimekaitsevõtted aitavad kaasa sordi saagipotentsiaali realiseerumisele ja vähendavad kultuuri haiguskindluse ja keskkonna puudujääkidest tulenevate kahjude mõju. Enamus tänapäeval taimekasvatustes kasutatavad fungitsiidid toimivad efektiivsemalt, kui kasutatakse infektsiooni tekkimise varases faasis.

Et põld annaks kõrgväärtuslikku saaki, tuleb taimedele luua tingimused normaalseks kasvuks ja arenemiseks. Integreeritud taimekaitse on mitmekesine tõrjestrategia eesmärgiga taimehaiguste levikut takistada, vajadusel tõrjega sekkuda, pestitsiidide koguseid vähendada, samas hoida haigustekitajate populatsioonid vastuvõetaval tasemel. Fungitsiidid on jätkuvalt tähtsad haiguste tõrje seisukohast, kuid ettevaatus nende kasutamisel on märkimisväärselt oluline.

2.5 Biostimulaatorite kasutamise eelised

Teravilja saaki mõjutab oluliselt taimede toitumine ja ilmastik. BSd parandavad mulla mikrobioloogiat. Aktiivne mullaelustik vähendab mullas esinevate haigustekitajate mõju taimele. Mida parem toitainete seisund, seda väiksemat stressi ilm põhjustab. Aastaid tehtud katsetes on biostimulaatorite positiivne efekt avaldunud teravilja kasvule vähem soodsatel aastatel. BS kasutamine mõjub teravilja arengule ja kasvule soodsalt (Sooväli 2019a).

Teraviljade jaoks on saadaval lai valik biostimulaatoreid. Mõiste „biostimulaator” hõlmab kõiki tooteid, millega taime või mulla töötlemine stimuleerib looduslikke protsesse taime kasuks, lisaks väetiste ja pestitsiidide kasutamisele. BS kasutamise peamised eelised tavaviljeluses on: 1) oluline roll integreeritud taimekasvatuses, täiendades ja parandades saagi sisendite (väetised, taimekaitsevahendid) tõhusust; 2) võimalus uute tehnoloogiate rakendamisega saagikust suurendada; 3) väga oluline on märkida, et mõnede BS eesmärk ei ole saagi suurendamine 'hea aastal', nende eesmärk on pigem saagikadu vältida 'halval aastal' nt .stressi tingimustes. Keskkonnatingimustest tekitatud abiootilise stressi oht meie tingimustes on suhteliselt väiksem võrreldes maailma teiste piirkondadega, kuid tooted on siiski piisavalt kuluefektiivsed, et õigustada nende kasutamist saagi potentsiaali kindlustamiseks vähem soodsatel aastatel.

2.6 Uurimustöö katsetes kasutatud biostimulaatorid

2.6.1 Bioorg EMO-N

Bioorg EMO- Efektiivsed Mikro Organismid. Tegemist on mullabakteritega, mis on sertifitseeritud kasutamiseks nii mahe- kui tavapõllumajanduses lämmastiku fikseerimiseks, fosfori vabastamiseks, kaaliumi vastuvõtlikkuse suurendamiseks, kaitseks haiguste vastu ja biomassi mineraliseerumiseks. Mikroorganismid eritavad taime arenguks vajalikke fütohormoone. Lisaks aitab see preparaat suurendada taimes klorofüllit, suhkrute ja aminohapete kogust. Lisaks fikseerib atmosfäärist lämmastikku kuni 120 kg/ha. Samuti aitab see preparaat mullas olevat fosforit paremini taimetele omastada (Agripartner 2021a).

2.6.2 Bioorg EMO-P

Bioorg EMO-P sisaldab kasulikke mullabaktereid ja aitab fosforit ja teisi taimetoiteelemente (Ca, Zn, Fe) muuta taimedele kergesti omastatavasse vormi. Lisaks tugevdab see taimede vastupanuvõimet patogeenide vastu. Bioorg EMO-P on lubatud kasutamiseks ka mahepõllumajanduses (Agripartner 2021b).

2.6.3 Bioorg EMO-Safe

See preparaat sisaldab kasulikke mullabaktereid ja aitab kaitsta taimi haiguste eest. Lisaks tõstab see taimede vastupanuvõimet ebasoodsate keskkonnatingimuste vastu, nt. külma ja põuda. Samuti parandab Bioorg EMO-Safe N,P ja aminohapete kättesaadavust. Preparaat on lubatud kasutamiseks ka mahepõllumajanduses (Agripartner 2021a).

2.6.4 Vermihuumus (VH)

Vedel orgaaniline kasvustimulaator Bioorg VH on kontsentreeritud bioloogiliselt aktiivne preparaat, mille peamine alusmaterjal on looduslik puhas vermihuumus. See on toodetud, kasutades kompostusse, kellele söödetakse hobusesõnnikut. See vedelorgaaniline kasvustimulaator sisaldab endas kõiki looduslikult puhta vermihuumuse koostisaineid: mikro- ja makroelemendid, huumusained, kasvu- ja arenguhormoonid, fulvo- ja humiinhapped ning fütovitamiinid (Bioorgpro 2021).

2.6.5 Albit

Albit ei ole elusate bakterite segu vaid bakteritest valmistatud biopolümeer, eesmärgiga muuta see vastupidavaks nii keemilistele kui ökoloogilistele mõjudele. See eristabki Albiti teistest taolistest preparaatidest, et seda saab ja tuleks kasutada koos herbitsiidide, insektsiidide ja fungitsiididega. Tänu sellele saab Albit toimida kui antistressant. Albiti toimeaine mõjul toimub juurestikul ja juuri ümbritsevas risosfääris mitmeid protsesse, mis mõjutavad nii taime ennast kui ka mullastiku mikrofloorat. Preparaat mõjub mulla kaudu ja ka läbi lehtede. Albit on ühtlasi ka kasvustimulaator, mis suurendab juurestiku arengut, parandab taime võimet toitaineid omastada, kiirendab seemne idanemist, arengut ja kasvukiirust (Albit Eesti 2021).

2.6.6 Prolis

Prolis koosneb 99,5 % asendamatu aminohappes L- α proliin. Toimeviis on ergutada narmasjuurte moodustumist, mis aitavad taimedel põua ajal kergemini taastuda. Ergutab "B" tüüpi klorofüllid moodustumist taimedes, tänu millele fotosüntees on efektiivsem. Reguleerib taimede veerežiimi, mis aitab taimedel kergemini taluda ebasoodsaid tingimusi ning kiiremini taastuda pärast ebasoodsate ilmastiku tegurite lõppu (Scandagra 2021).

2.7 Uurimustöö katsetes kasutatud fungitsiidid

2.7.1 Kinto Plus

Puhtimisvahend Kinto Plus on suspensioonkontsentraat, mis on mõeldud seemnetega ja pinnasega levivate seenhaiguste tõrjeks teraviljadel. Fungitsiid sisaldab kolme toimeainet: tritikonasooli, fludioksoniil ja fluksapüroksaad. Süsteemse toimega tritikonasool ja seemnesse imbuva toimega prokloraas tagavad laia tõrjespektri seemnetega ja mullas levivate haigustekitajate vastu. Fluksapüroksaad peatab haigustekitaja seene kasvu, vältides energia tootmist ja välistades keemiliste ühendite kättesaadavust oluliste raku koostisosade sünteesiks. Fludioksoniil on kontaktse toimega fenüülpüroolide rühma fungitsiid, mis pärsib haigustekitajate eoste kasvu ja kaitseb külviseemet seemne ja mulla kaudu levivate haiguste eest. Preparaati kasutatakse odral, tali- ja suvinisul, kaeral, talirukkil ja tritikalel talvitumishaiguste, nõgihaiguste ja lehelaiksuste tõrjeks (Baltic Agro 2021a).

2.7.2 Celest Trio 060 FS

Celest Trio 060 FS on kontaktse ja süsteemse toimega puhtimisvahend seemnetega ja mullas levivate haigustekitajate vastu. Preparaat koosneb kolmest toimeainest: fludiiksoniil, difenokonasool ja tebukonasool. Fludiiksoniil on kontaktne pikaajalise toimega toimeaine, mis tungib osaliselt seemnetesse ja idulehe kasvukuhikusse. Kindlustab seemnete kaitse seemnetega ja mullas levivate haigustekitajate vastu. Difenokonasool on süsteemse ja pikaajalise toimega toimeaine, mis tungib tõusmetesse juurte kaudu. Toimeaine difenokonasool on laia toimespektriga, tõrjub ka kõvanõge nisul. Tebukonasool on süsteemse toimega toimeaine, mis tungib kiiresti juurte kaudu tõusmetesse ja jõuab epikotüüli (iduvars idulehtedest ülalpool). Kaitseb seemneid nõgihaiguste ja ka seemnetega levivate haigustekitajate eest (Baltic Agro 2021b).

2.7.3 Ascra Xpro

Laia toimespektriga ja pikaajalise toimega süsteemne fungitsiid teraviljahaiguste tõrjeks. Ascra Xpro võimaldab efektiivselt tõrjuda kõiki majanduslikult olulisi taimehaigusi. Ascra Xpro on kolme toimeainet sisaldav süsteemne fungitsiid. Kõik toimeained mõjutavad haigustekitajat erineval viisil. Biksafeen on lokaalsüsteemse toimega, mis takistab haigustekitaja seene hingamist. Biksafeen pakub pikaajalist kaitset haiguste vastu ning on efektiivne väga paljude teravilja kahjustavate seenhaiguste vastu. Lisaks mõjutab biksafeen positiivselt ka taimede ainevahetust, taimed on rohelisemad ning põuakindlamad. Fluopüraam on translaminaarse toimega, mis samuti takistab seene hingamist. Fluopüraam on laia toimespektriga. Protiokonasool on süsteemse toimega, mis takistab seeneniidistiku väljaarenemist.

Preparaat on tugeva ennetava ja raviva toimega paljude taimehaiguste vastu. Eriti efektiivne on protiokonasool nisu-helelaiksuse vastu lehtedel ja viljapeadel ning fusarioosi vastu viljapeadel, aga ka jahukaste, odra võrklaiksuse ja äärislaiksuse vastu. Tänu kolme toimeaine tasakaalustatud mõjule toimib Ascra Xpro nii haigust ennetavalt (soovitatav tõhusama mõju saavutamiseks) kui ravivalt. Toimeained imenduvad lehtedesse ja võrsetesse ning liiguvad koos taimemahladega mööda juhtkudesid ülespoole, pakkudes pikaajalist kaitset haiguste vastu (Baltic Agro 2021c).

2.7.4 Archer Turbo

Süsteemse toimega fungitsiid seenhaiguste tõrjeks teraviljadel. Propikonasool on triasoolide keemilisse klassi kuuluv fungitsiid. Toimeaine adsorbeerub taime assimileerivate osade kaudu enamjaolt ühe tunni jooksul. Liigub ksüleemis akropetaalselt (tõusva vooluga taime tipu suunas). Selline süsteemne liikumine tagab toimeaine leviku taimes ja kaitseb seda ärauhumise eest. Propikonasool mõjub taimes seenhaigusele esimeste haustorite moodustumise faasis. See peatab seene arengu, mõjutades steroolide biosünteesi raku membraanis. Kuigi propikonasooli bioloogiline toimemehhanism võimaldab preparaati kasutada profülaktikaks, raviks või haigustekitajate tõrjeks, saadakse parim tulemus, kui pritsitakse haiguse aktiivses, kuid siiski varases arengufaasis.

Fenpropidiin on piperidiinide keemilisse klassi kuuluv süsteemse toimega fungitsiid. Enamjaolt adsorbeerub ühe tunni jooksul. Liigub akropetaalselt- alt ülespoole tõusva vooluga. Fenpropidiin on tugeva haigust tõrjuva toimega, eriti sellise haiguse vastu nagu kõrreliste jahukaste, hoides ära haiguse edasise leviku, kui pritsida üks kuni 3 päeva pärast esimeste haigustunnuste ilmumist. Toimib hästi ka profülaktiliselt kasutades. Fenpropidiin takistab ergosterooli biosünteesi, kuid tema toimemehhanism on erinev asoolfungitsiidide omast. Fenpropidiini tugev toime kindlustab resistentsuse vältimise kõrreliste jahukastel ja parandab propikonasooli mõju äärislaiksuse ja helelaiksuse vastu (Syngeta 2021).

2.7.5 Revytrex

Süsteemne, kaitsva ja raviva toimega fungitsiid teraviljadel. Revytrex koosneb kahest toimeainest: mefentriflukonasool ja fluksapüroksaad. Mõlemad toimeained on süsteemse mõjuga. Mefentriflukonasool blokeerib ergosterooli biosünteesi, peatades haigustekitaja seene kasvu ja häirides rakumembraani sünteesi. Mefentriflukonasool mõjub seenele erinevates kasvufaasides nii taime lehe pinnal kui kudedes.

Toimeaine imendub kiiresti läbi lehtede ja liigub aeglaselt lehetippude suunas. Aeglane liikumine tekitab toimeaine lehesisesed reservuaarid, kust see levib aeglaselt ja tagab pikaajalise efektiivsuse. Fluksapüroksaad inhibeerib suksinaat dehüdrogenaasi ensüümi (SDH), samuti esineb kompleks II mitokondrilises elektroni transpordi ahelas. Pritsides lehepinda, jõuab fluksapüroksaad kiiresti lehe vahakihti, kus pidevalt vabaneb ja liigub edasi lehe tipu suunas. Selline käitumine aitab kaitsta ka lehe pinda, mida pritsimisega otseselt ei kaetud (BASF 2021).

3. MATERJAL JA METOODIKA

3.1 Suvinisu ja suviokra katsete korraldamine ja läbiviimine

Põldkatsed viidi läbi Eesti Taimakasvatuse Instituudi katsepõldudel aastatel 2018–2020. Katsed rajati leostunud mullale (Ko), milles analüüsiandmete põhjal oli toitainete sisaldus järgmine: pH 5,4, P 179, K 162, Ca 1392, Mg 52 mg/kg (2018); pH 6,0, P 186, K 192, Ca 1547, Mg 80 mg/kg (2019) ja pH 6,3, P 224, K 222, Ca 1898, Mg 68 mg/kg mullas (2020). Neljas korduses randomiseeritud blokk meetodil arvestuslapi pindala oli 10 m², külvisenorm suvinisul 550 ja odral 450 idanevat tera m² ja külviajad 10.05 (2018), 24.04 (2019) ja 6.05 (2020), lisaks oli igas katses ka töötlemata kontrollvariant. Eelviljad olid suviraps (2018), punane ristik (2019), põlduba (2020). Külvieveelne väetis Yara Mila 8-9-9 (N 80 kg/ha). Umbrohutõrje tehti, kui teravili oli võrsumisfaasis. Külviseemned puhiti firma Hege laboratoorse puhtimismasinaga mõni päev enne külvi (Tabelid 1, 2). Suvinisu ja suviokra kasvuvaegne lehestiku pritsimine on esitatud tabelites 3 ja 4. Külvid toimusid suviviljadel 10.05.2018, 24.04.2019, 06.05.2020.

Taimede struktuurianalüüsiks loeti produktiivvõrsed pärast loomist iga lapi mõlemast otsast alates 1 m kauguselt ja külvireal 1 m pikkuselt. Vahetult enne saagi koristust kultuuri täisküpsusfaasis koguti igalt katselapilt 25 viljapead, nende struktuurianalüüs tehti ETKI laboris. Nisupead poetati, terad loeti ja kaaluti. Katsed koristati firma Hege katsekombainiga 2018.a. suvinisu 14.08. ja suvioker 20.08, 2019.a. suvioker 13.08 ja suvinisu 21.08 ja 2020.a. suvioker 21.08 ja suvinisu 1.09. Iga katselapi saak koristati eraldi kottidesse. Katse saak kuivatati 14% niiskuse sisalduseni, lisaks sorteeriti iga partii ja kaaluti. Koristatud saagist määrati 1000 tera mass (g) ja mahukaal (g/l). Majandusanalüüsis leiti müügitulu (€/ha) ja enamtulu (€/ha) väärtused ja võrreldi töötlemata kontrollvariandiga, kus müügitulu = saak x kokkuostu hind ja enamtulu = müügitulu – kontrolli müügitulu (€/ha).

Tabel 1. Suvinisu puhised ja kulunormid 2018–2020.a.

| Puhis | Kulunorm l/t, ml/t |
|-------------------------------|---------------------------|
| 2018, 2019 | |
| 1. Kontroll | – |
| 2. Kinto Plus | 1,5 |
| 3. Bioorg EMO-N + VH | 100 + 7 |
| 4. Albit | 100 |
| 5. Kinto Plus | 1,5 |
| 6. Kinto Plus + Albit | 1,5 + 100 |
| 2020 | |
| 1. Kontroll | – |
| 2. Celest Trio 060 FS | 1,5 |
| 3. Bioorg EMO-N + VH | 100 + 7 |
| 4. Albit | 100 |
| 5. Celest Trio 060 FS | 1,5 |
| 6. Celest Trio 060 FS + Albit | 1,5 + 100 |

Statistiline analüüs tehti andmetöötlusprogrammiga AGROBASE-20TM, katseandmed töödeldi statistiliselt dispersioon-analüüsi meetodil 95% usalduspiiri juures. MS Excelis kasutati t-testi, leiti paariviisilisel võrdlemisel usutavad erinevused ($p \leq 0,05$) erinevate taimekaitse variantide vahel. Kõikidele mõõdetavatele suurustele arvutati keskmine ja standardviga (SE).

Tabel 2. Suviõdra puhised ja kulunormid 2018-2020.a.

| Puhis | Kulunorm l/t, ml/t |
|-------------------------------|---------------------------|
| 2018, 2019 | |
| 1. Kontroll | – |
| 2. Lamardor | 0,2 |
| 3. Bioorg EMO-N + VH | 100 + 7 |
| 4. Albit | 100 |
| 5. Lamardor | 0,2 |
| 6. Lamardor + Albit | 0,2 + 100 |
| 2020 | |
| 1. Kontroll | – |
| 2. Celest Trio 060 FS | 1,5 |
| 3. Bioorg EMO-N + VH | 100 + 7 |
| 4. Albit Plus | 100 |
| 5. Celest Trio 060 FS | 1,5 |
| 6. Celest Trio 060 FS + Albit | 1,5 + 100 |

Tabel 3. Suvinisu kasvuaegne töötlemine 2018–2020

| | 31.05, kasvufaas 22 | 13.06, kasvufaas 30 | 27.06, kasvufaas 41 | 4.07, kasvufaas 55 |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| 2 | | | Ascra Xpro 0,6 l/ha | |
| 3 | | EMO-N 100 ml + VH 4 l/ha | EMO-P 100 ml + VH 4 l + Ascra Xpro 0,6 l/ha | EMO-Safe 100 ml + VH 4 l/ha |
| 4 | | | Ascra Xpro 0,6 l/ha | |
| 5 | Albit 40 ml/ha | Albit 40 ml/ha | Ascra Xpro 0,6 l/ha | Albit 40 ml/ha |
| 6 | | | Ascra Xpro 0,6 l/ha | |
| | 30.05, kasvufaas 23 | 4.06, kasvufaas 30 | 17.06, kasvufaas 39 | 25.06, kasvufaas 55 |
| 2 | | | Archer Turbo 0,75 l/ha | |
| 3 | | EMO-N 100 ml/ha + VH 4 l/ha | EMO-P 100 ml/ha + VH 4 l/ha + Archer Turbo 0,75 l/ha | EMO-Safe 100 ml/ha + VH 4 l/ha |
| 4 | | | Archer Turbo 0,75 l/ha | |
| 5 | Albit 40 ml/ha | Albit 40 ml/ha | Archer Turbo 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha |
| 6 | | | Archer Turbo 0,75 l/ha | |
| | | 19.06, kasvufaas 30 | 3.07, kasvufaas 43-45 | 10.07, kasvufaas 55 |
| 2 | | | Revytrex 0,75 l/ha | |
| 3 | | EMO-N 100 ml/ha + VH 4 l/ha | EMO-P 100 ml/ha + VH 4 l/ha + Revytrex 0,75 l/ha | EMO-Safe 100 ml/ha +VH 4 l/ha |
| 4 | | Albit 60 ml/ha + Prolis 2 g/ha | Albit 40 ml/ha + Revytrex 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha + Prolis 2 g/ha |
| 5 | | Albit 60 ml/ha + Prolis 2 g/ha | Albit 40 ml/ha + Revytrex 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha + Prolis 2 g/ha |
| 6 | | Albit 60 ml/ha + Prolis 2 g/ha | Albit 40 ml/ha + Revytrex 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha + Prolis 2 g/ha |

Tabel 4. Suviadra kasvuaegne töötlemine 2018–2020

| | 31.05, kasvufaas 22 | 13.06, kasvufaas 30 | 27.06, kasvufaas 41 | 3.07, kasvufaas 55 |
|---|--------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 2 | | | Ascra Xpro 0,6 l/ha | |
| 3 | | EMO-N 100 ml/ha + VH 4 l/ha | EMO-P 100 ml/ha + VH 4 l/ha + Ascra Xpro 0,6 l/ha | EMO-Safe 100 ml/ha + VH 4 l/ha |
| 4 | | | Ascra Xpro 0,6 l/ha | |
| 5 | Albit 40 ml/ha | Albit 40 ml/ha | Ascra Xpro 0,6 l/ha | Albit 40 ml/ha |
| 6 | | | Ascra Xpro 0,6 l/ha | |
| | 30.05, kasvufaas 23 | 4.06, kasvufaas 30 | 17.06, kasvufaas 39 | 25.06, kasvufaas 55 |
| 2 | | | Archer Turbo 0,75 l/ha | |
| 3 | | EMO-N 100 ml/ha + VH 4 l/ha | EMO-P 100 ml/ha +VH 4 l/ha + Archer Turbo 0,75 l/ha | EMO-Safe 100 ml/ha + VH 4 l/ha |
| 4 | | | Archer Turbo 0,75 l/ha | |
| 5 | Albit 40 ml/ha | Albit 40 ml/ha | Archer Turbo 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha |
| 6 | | | Archer Turbo 0,75 l/ha | |
| | | 4.06, kasvufaas 30 | 26.06, kasvufaas 45 | 3.07, kasvufaas 55 |
| 2 | | | Revytrex 0,75 l/ha | |
| 3 | | EMO-N 100 ml/ha + VH 4 l/ha | EMO-P 100 ml/ha + VH 4 l/ha + Revytrex 0,75 l/ha | EMO-Safe 100 ml/ha + VH 4 l/ha |
| 4 | | Albit 60 ml/ha + Prolis 2 g/ha | Albit 40 ml/ha + Revytrex 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha + Prolis 2 g/ha |
| 5 | | Albit 60 ml/ha + Prolis 2 g/ha | Albit 40 ml/ha + Revytrex 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha + Prolis 2 g/ha |
| 6 | | Albit 60 ml/ha + Prolis 2 g/ha | Albit 40 ml/ha + Revytrex 0,75 l/ha | Albit 40 ml/ha + Prolis 2 g/ha |

3.2. Ilmastik katseaastatel 2018–2020

Ilmastiku andmed põhinevad Jõgeva meteoroloogiajaama mõõtmisetele, mis oli katsele kõige lähemal. Kolme aasta võrdluses näeme me erinevust kohe aprilli kuu alguses. Aprilli kuu on olnud aastatel 2018 ja 2019 väga soe, kui seda võrrelda Jõgeval tehtud pikaajalise keskmisega. Tabelis 5 on näha kolme aasta aprilli kuu keskmisi õhutemperatuure. Antud tabelist näeme, et 2018.a. oli õhutemperatuur 1.8 °C kõrgem ja 2019.a. lausa 2.2 °C kõrgem, seevastu 2020.a. jäi aprilli kuu keskmine õhutemperatuur 4.2 °C, mis on 0.2 °C madalam, kui pikaajaline keskmine tulemus. Keskmise õhutemperatuuri kasv kahel aastal on soosinud maapinnalt vee aurumist, mis oma korda toonud kaasa 2018. a. palju sademeid, aprillikuus sadas vihma 52 mm, mis on võrreldes Jõgeval vaadeldud pikaajalise keskmisega 16 mm rohkem.

Seevastu 2019.a. tuli terve aprillikuu peale vihma 4 mm, mis on oluliselt vähem, kui pikaajaline keskmine, milleks on 36 mm (tabel 5). 2020.a. ilma andmed näitavad meile, et madala keskmise õhutemperatuuriga võib tulla sama palju sademeid maha, kui 1,8 °C kõrgema õhutemperatuuriga (tabel 5). 2020.a. taimekasvuperioodil kujunes keskmiselt välja pikaajalise keskmisega võrreldav õhutemperatuur, mille jooksul esines loomulikult nii soojemaid kui külmemaid perioode. Kuu keskmise õhutemperatuuri järgi olid aprill, mai ja juuli Jõgeval kliimanormist külmemad. Juuni, august ja september olid aga soojemad (Tabel 5).

Külvid toimusid suviviljadel 10.05.2018, 24.04.2019, 06.05.2020.2018.a. maikuu oli väga soe, keskmine temperatuur 14.5 °C, seevastu oli sademete hulk 41% pikaajalisest keskmisest. See tähendas, et tuli väga hoolikalt mõelda, kuidas säilitada võimalikult palju mullaniiskust, et taim selle sooja juures ikka tärkaks. 2019.a. tahenes muld kevadel 7. aprilliks, mis on keskmisest kahe nädala võrra varem. Taimekasvuperioodil domineeris suuremas osas keskmisest natuke kõrgemad õhutemperatuurid, kuid esines ka jahedamaid perioode. Iseloomulik oli kevadine kiire soojenemine aprillis (tabel 5). Aprilli esimese poole lõpuks oli juba võimalik alustada põllutöödega. Vastandina oli mai algus keskmisest jahedam ja lumesadudega. Mai keskel saabus korraks juba esimene suvesoojuse periood. Kahel maikuu päeval oli Jõgeval maksimaalne temperatuur üle 25 °C. Kuu keskmise õhutemperatuuri järgi oli maikuu kokkuvõttes aga üsna keskmine (Tabel 5).

2020.a. algas üldine taimekasvuperiood jaheda kevade tõttu suhteliselt hilja, Jõgeval esimesel mail. Kasvuperioodi hiline algus ja hiline lõpp tähendavad aga, et kasvuperiood pikenes sel aastal sügise arvelt, mis põllukultuuride seisukohalt ei ole nii efektiivne võrreldes varasema kevadega. Küll aga võib öelda, et reaalselt oli taimekasv kevadel sooja talve järel alanud juba enne esimest maid.

Kesksuvi oli väga kuiv aastatel 2018 ja 2019, kui sadas võrreldes Jõgeval mõõdetud pikaajalise keskmisega pea poole vähem vihma, seevastu 2020.a. kesksuvi oli oluliselt vihmase (Tabel 5). Tänu sellele, et keskmised temperatuurid ei tõusnud 2019.a. väga kõrgele vaid pigem olid jahedama poolsed hoidis see ära selle, mis juhtus 2018.a., kui kuumus ja kuivus ei lasknud taimedel kasvada ja taimede areng oli pärsitud.

Põldudelt sai teravili koristatud 2018.a. suvinisu 14.08 ja suvioder 20.08. Koristuse kuupäevad on normaalsuvega võrreldes varasemad tänu sellele, et oli erakorraliselt soe suvi, mis pani mõne tugevama taime kiiremini kasvama. 2019.a. sai teravili põllult koristatud suvinisu 21.08 ja suvioder 13.08. August algas keskmisest jahedamana, kuid alates kuu teisest pooles tõusis õhutemperatuur taas keskmisest kõrgemale. Kokkuvõttes kujunes august keskmisena üsna normile vastavaks. 2020.a. sai teravili koristatud põllult suvinisu 01.09 ja suvioder 21.08.

Tabel 5. Kasvuhooaegade 2018-2020 keskmised ja pikaajalised keskmised õhutemperatuurid (°C) ja sademed (mm) Jõgeval

| Kuu | Õhutemperatuur, °C | | | Pikaajaline kesmine | Sademed, mm | | | Pikaajaline kesmine |
|--------|--------------------|------|------|---------------------|-------------|------|------|---------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 1922–2019 | 2018 | 2019 | 2020 | 1922–2019 |
| Aprill | 6.2 | 6.6 | 4.2 | 4.4 | 52 | 4 | 47 | 36 |
| Mai | 14.8 | 10.6 | 9.1 | 10.8 | 17 | 50 | 28 | 49 |
| Juuni | 15 | 17.8 | 17.9 | 14.8 | 23 | 54 | 135 | 69 |
| Juuli | 20.2 | 15.9 | 15.7 | 16.9 | 15 | 34 | 101 | 78 |
| August | 18 | 15.7 | 16.1 | 15.5 | 76 | 49 | 83 | 89 |

4.TULEMUSED

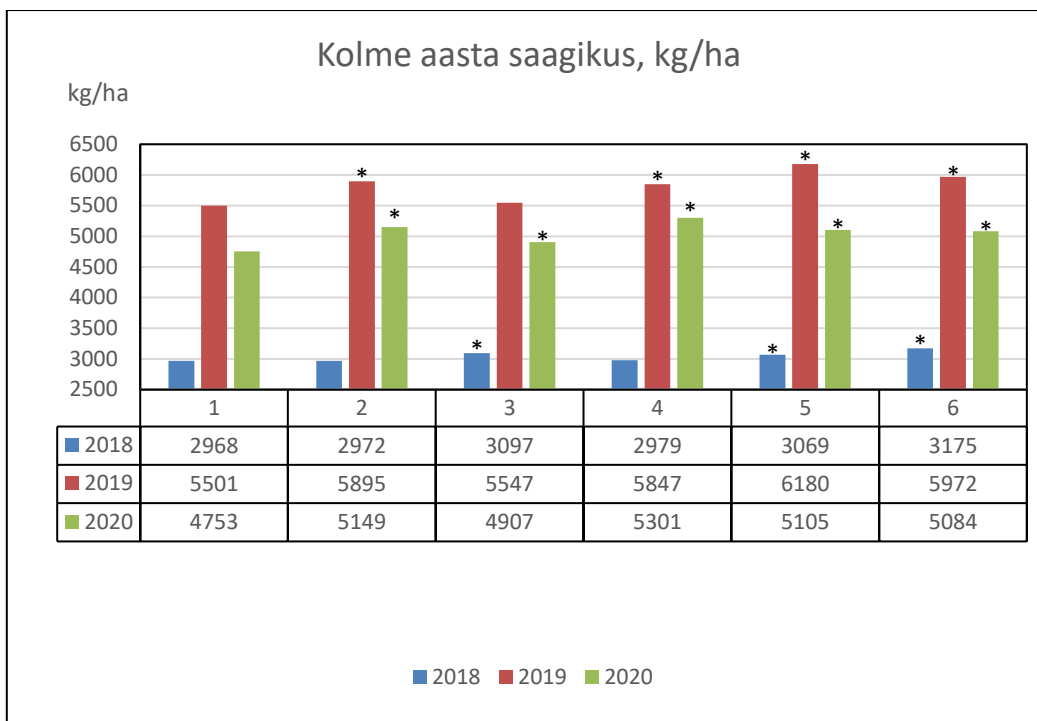
4.1 Suvinisu katsed

4.1.1. Suvinisu saagikus

Teravilja kasvatamisel on eesmärgiks võimalikult suurem saak, mis saavutatakse, kui taimed on kõik arengujärgud edukalt ja normaalselt läbinud. Saagitase sõltub oluliselt aasta ilmastikust. Suuremad olid saagid 2019.a., jäädes vahemikku 5501–6180 kg/ha ja madalamad väga põuasel 2018.a. vahemikus 2968–3175 kg/ha. 2020.a. saagikus varieerus 4753–5301 kg/ha (Joonis 1). 2018.a. saagitulemustes on näha BS positiivset mõju põuasel aastal. Kuigi statistiliselt usutav erinevus puudub, saadi ainult fungitsiidiga puhtimisel ja kasvuaegsel töötlemisel saagiks 2972 kg/ha (nr. 2), mis on kontroll variandiga 2968 kg/ha (nr. 1) peaaegu sama. Suurimad saagid 3097 (nr. 3) ja 3175 kg/ha (nr. 6), statistiliselt usutav saagitõus kontrolliga võrreldes vastavalt 129 ja 207 kg/ha, andsid puhtimisel BS kasutamine ja kasvuaegselt BS ja fungitsiidi kasutamine (Joonis 1). Michalski jt. (2008) ning Pruszynski (2008) andmetel suurendab BS puhtimine noortel taimedel nii juurestikku kui maapealsed osi ja nende kaudu vee omastamise võimet. Kõik see mõjub saagile positiivselt.

2019.a. suurim saak 6180 kg/ha saadi fungitsiidiga Celest Trio puhitud ja kasvuaegselt BS Albit ja fungitsiidiga Archer Turbo pritsimisel (nr. 5). Ilmaandmeid arvestades oli aasta taimedele soodne, temperatuurid ja sademete hulk pikaajalise keskmisega sarnane ja taimedel ilmastikust tingitud stressi mõju väiksem, mistõttu ka BS efekt jäi väiksemaks. Suvinisu andis korraliku saagi ka ainult puhisega Kinto Plus ja fungitsiidiga Archer Turbo 5895 kg/ha (nr. 2), statistiliselt usutav saagitõus kontrolliga võrreldes oli 385 kg/ha (Joonis 1).

2020.a. suve temperatuurid sarnanesid 2019.a. omadega ja sademeterohked juuni ja juuli aitasid kaasa saagipotentsiaali saavutamisele. Sarnaselt kõrgeid saake saadi ainult fungitsiidide või BS ja fungitsiidi koos kasutamisel. Kontrolliga võrreldes suuremad ja statistiliselt usutavad enamsaagid saadi variandis Albitiga puhtimine + Albiti, Prolise ja Revytrexiga pritsimisel 5301 kg/ha, enamsaak 548 kg/ha (nr. 4) ja variandis Celest Trioga puhtimine + fungitsiidiga Revytrex pritsimisel 5149 kg/ha, enamsaak 396 kg/ha (nr. 2) (Joonis 1). Hammad ja Ali (2014) järgi suurendab nisu saaki aminohappeid sisaldava BS töötlemine. Sama võib järeldada kõigil katseaastatel Albitiga töötlemise variantide kohta.



*Võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

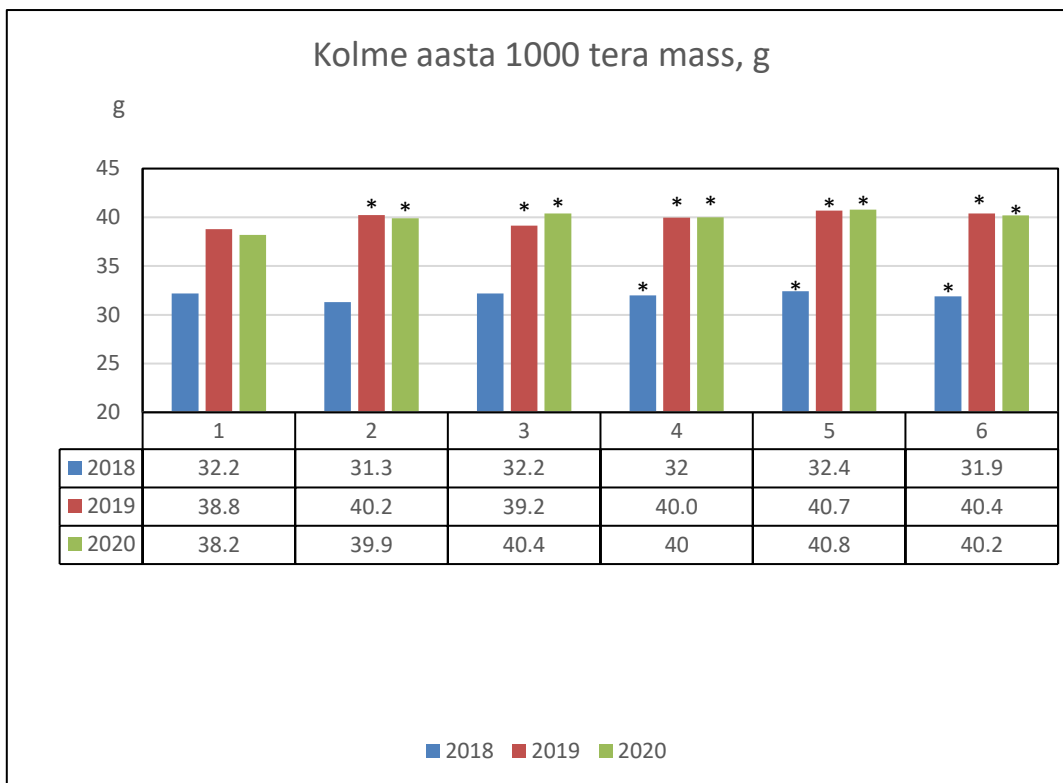
Joonis 1. Suviniisu saagid (kg/ha) katseaastatel 2018–2020.

4.1.2 Suviniisu 1000 tera mass

1000 tera mass iseloomustab terade täitumist ja sõltub sordi bioloogilistest iseärasustest, agrotehnikast ja kasvuaegsest ilmastikust. 1000 tera mass on üheks kõige rohkem muutuda võivaks saagielemendiks (Põiklik, 1986). 2018.a. katses võrreldes kontrollvariandiga 32,2 g (nr. 1) suurenes 1000 tera mass ainult variandis nr. 5, kus puhiti Kinto Plusiga ja lehestikku pritsiti Albiti ja Ascra Xproga (32,4 g). Mitmes variandis jäi 1000 tera mass kontrolliga võrreldes väiksemaks, statistiliselt mitteusutavalt oli vähenemine ainult keemiliste toodetega töödeldud varaindis nr. 2 (Joonis 2).

2019.a. suurenes 1000 tera mass kõikide töötlemiste puhul, kontrolliga võrreldes olid erinevused statistiliselt usutavad. Sarnaselt eelmisele aastale oli suurim 1000 tera mass 40,7 g Kinto Plusiga puhtimisel ja Albit + Ascra Xproga pritsimisel (nr. 5), kontrolliga võrreldes +1,9 g. BS Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamisel suurenes 1000 tera mass 0,4 g (nr. 3) (Joonis 2).

2020.a. tulemustes kontrolliga võrreldes suurenes 1000 tera mass kõikides töötlemistes vahemikus 1,7 kuni 2,6 g võrra, kusjuures ainult keemiliste preparaatide kasutamisel oli suurenemine kõige väiksem 1,7 g (nr. 2). Võrreldes kontrolliga oli statistiliselt usutav mõju kõikide variantide puhul (Joonis 2).



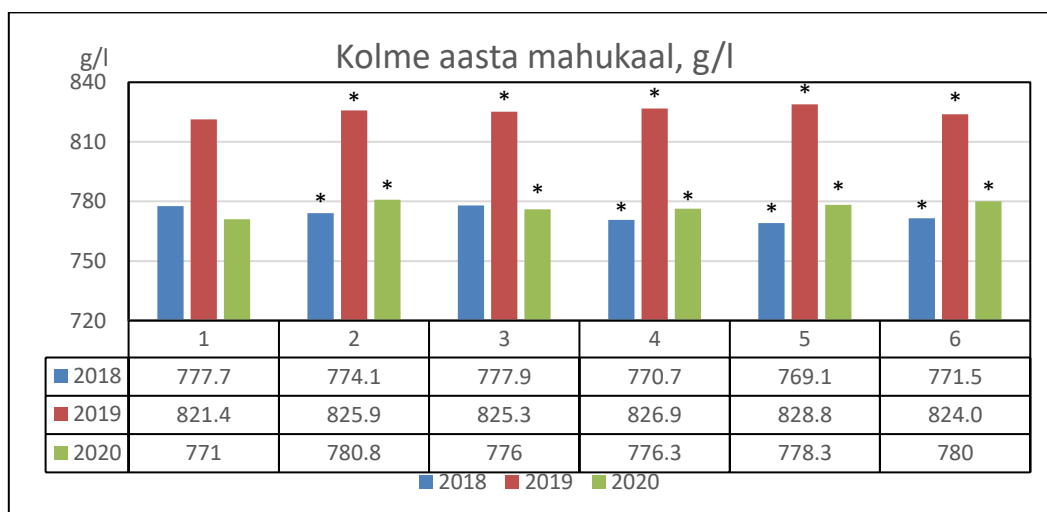
*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 2. Suvinisu 1000 tera mass (g) katseaastatel 2018-2020.

4.1.3 Suvinisu mahukaal

Mahukaal näitab vilja kaalu mahuühiku, tavaliselt liitri kohta ja seda kasutatakse praktikas laialdaselt kui lihtsat ja kiiret vilja kvaliteedi hindamise meetodit (Webster 1996). Mahukaal sõltub suurel määral vilja sorteerimise kvaliteedist ja keskkonnatingimustest, kuid ta on ka sordiomane tunnus. 2018.a. katses mahukaal vähenes statistiliselt usutavalt kõigis töödeldud variantides võrreldes kontrollvariandiga 777,7 g/l (nr. 1), välja arvatud Bioorg EMO toodete ja Vermihuumuse variandis 777,9 g/l (nr.3), kus tõusis 0,2 g/l (Joonis 3).

Kõikide katseaastatega võrreldes olid 2019.a. mahukaalud kõige suuremad, jäädes vahemikku 821,4–828,8 g/l ja võrreldes töötlemata kontrollvariandiga oli puhtimiste ja pritsimiste stimuleeriv mõju statistiliselt usutav kõikides variantides. Kõige väiksemaks jäi juurdekasv (+2,6 g/l) Albiti ja fungitsiidiga puhtimisel + kasvuaegne fungitsiid (nr. 6). BS Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamisel oli juurdekasv 3,9 g/l (nr. 3) (Joonis 3). 2020.a. oli mahukaal kõige suurem keemiliste toodete kasutamisel 780,8 g/l (nr. 2). Kontrolliga võrreldes saadi statistiliselt usutavad erinevused kõikide töötlemiste puhul. Mahukaalu tõus võrreldes kontrolliga oli vahemikus 5–9,8 g/l (Joonis 3).



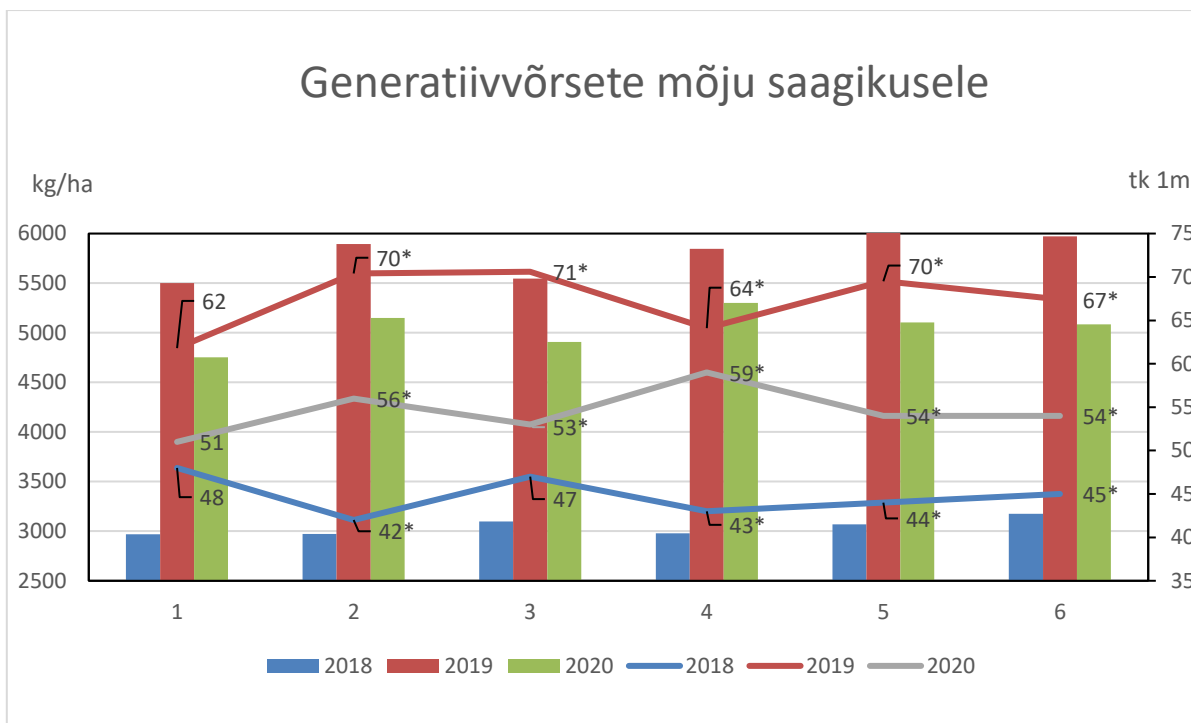
*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 3. Suvinisu mahukaal (g/l) katseaastatel 2018–2020.

4.1.4 Suvinisu generatiivvõrseid

Generatiivvõrsete arv on üks saagikomponentidest. Võrreldes kontrollvariandiga mõjutas töötlemine suvinisu generatiivvõrsete arvu aastate lõikes erinevalt. 2018.a. taimekaitse vähendas võrsumist, kõige vähem vähenes generatiivvõrsete arv BS Bioorg EMO ja Vermihuumuse variandis 47 tk/m (nr. 3), kontrollvariandis loendati võrseid 48 tk/m (nr. 1). Võrreldes kontrollvariandiga vähenes võrsete arv kõige rohkem ilma BS-ta variandis 42 tk/m (nr. 2), mõju oli statistiliselt usutav (Joonis 4).

Võrsumisele panevad aluse taime kasvu algfaasides toimuvad protsessid, mõjutades oluliselt taimede võrsumist ja generatiivvõrsete moodustumist (du Jardin 2015). Teada on, et suurem generatiivvõrsete arv taimel võib vähendada terade kaalu, kuna taim ei suuda piisavalt fotosünteesida kõikide terade täisarenguks. 2019.a. katses oli viljapeaga võrseid vahemikus 62–71 tk külvirea ühel meetril. Võrreldes kontrollvariandiga 62 tk/m (nr. 1) oli usutav mõju kõikidel töötlemistel. Kõige rohkem moodustus generatiivvõrseid BS Bioorg EMO ja Vermihuumuse variandis 71 tk/m (nr. 3) (Joonis 4). 2020.a. moodustus generatiivvõrseid kõige vähem kontrollvariandis 51 tk/m (nr. 1) sarnaselt eelnevale aastale ja võrsete varieeruvus oli statistiliselt usutav kõikides variantides. BS Albit ja Prolis olid generatiivvõrsete kasvule efektiivsemad (Joonis 4).



*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 4. Suvinisu generatiivvõrsete arv pinnauhikul (tk 1 m) ja mõju saagile 2018–2020.

4.1.5 Suvinisu viljapea analüüs

Nisu saagi suuruse määramisel on oluline osa, kui suur on terade arv peas ja terade kaal (Fisher 1975). Tera moodustumine ja lõplik kaal sõltub toitainete kättesaadavusest ja sobivatest keskkonnatingimustest. Katsetulemused näitavad, et erinevatel aastatel olid nisuterade arv ja terade kogukaal viljapeas erinev (Tabel 6). Ilma BS katsevariandis nr. 2 (Kinto Plus, Celest Trio + Ascra Xpro, Archer Turbo, Revytrex) jäi kõikidel aastatel terade arv väiksemaks võrreldes kontrollvariandiga nr. 1. Tulemustest selgub, et BS võrreldes fungitsiididega ei mõjutanud usutavalt erinevusi terade suuruses ja arvukuses. Pigem tulevad erinevused sisse katseaastate ilmastiku tõttu.

Kasvutingimused, sealhulgas ka kasvuaegne päeva pikkus ja päikese intensiivsus mõjutavad õitsemist ja seeläbi ka viljapea pikkust ning pähekute arvu peas (Stefany 1993). Taimekaitsevõtted aitavad kaasa sordi saagipotentsiaali realiseerumisele ja vähendavad kultuuri haiguskindluse ja keskkonna puudujääkidest tulenevate kahjude mõju (Poole, Arnaudin 2014).

Liiga tihe taimik põhjustab nisutaimede konkurentsi toitainete ja valguse suhtes, mistõttu taime reproduktsioonivõime võib langeda ning osa teradest ei pruugi lõpuni täituda.

Tabel 6. Suvinisu viljapea analüüsi tulemused (keskmine \pm standardviga SE)

| Variant | Terade arv peas, tk | | | Terade kogukaal peas, g | | |
|---------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | 37,1 \pm 0,62 ^a | 41,0 \pm 0,58 ^b | 42,79 \pm 0,61 ^b | 1,36 \pm 0,031 ^a | 1,80 \pm 0,033 ^a | 1,66 \pm 0,026 ^a |
| 2 | 37,1 \pm 0,53 ^a | 40,8 \pm 0,62 ^a | 41,9 \pm 0,75 ^a | 1,31 \pm 0,026 ^b | 1,84 \pm 0,037 ^c | 1,66 \pm 0,037 ^a |
| 3 | 35,2 \pm 0,57 ^b | 41,0 \pm 0,64 ^b | 36,35 \pm 0,88 ^d | 1,29 \pm 0,030 ^b | 1,80 \pm 0,037 ^a | 1,48 \pm 0,040 ^d |
| 4 | 37,7 \pm 0,52 ^a | 40,4 \pm 0,57 ^a | 40,00 \pm 0,67 ^c | 1,37 \pm 0,026 ^a | 1,82 \pm 0,035 ^b | 1,58 \pm 0,033 ^c |
| 5 | 37,5 \pm 0,53 ^a | 39,8 \pm 0,55 ^a | 41,64 \pm 0,69 ^a | 1,39 \pm 0,029 ^a | 1,82 \pm 0,033 ^b | 1,64 \pm 0,033 ^a |
| 6 | 36,6 \pm 0,54 ^{ab} | 41,6 \pm 0,63 ^b | 42,30 \pm 0,69 ^{ab} | 1,31 \pm 0,026 ^b | 1,92 \pm 0,035 ^d | 1,68 \pm 0,034 ^{ab} |

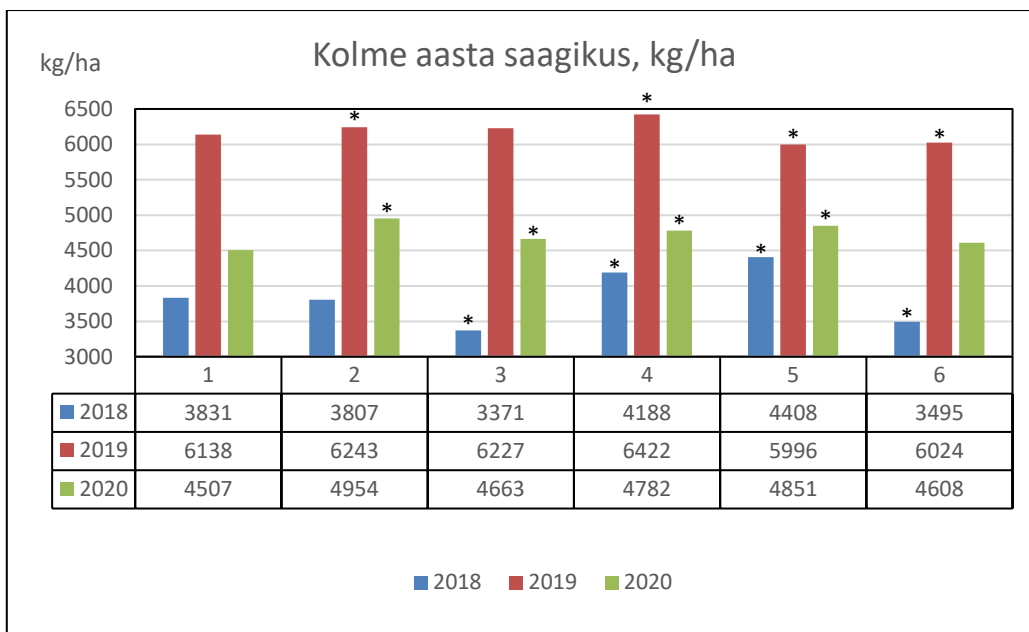
erinevad tähed näitavad usutavaid erinevusi $p \leq 0,05$ (t-test)

4.2 Suviodra katsed

4.2.1 Suviodra saagikus

2018.a. suviodra saagid jäid vahemikku 3371–4408 kg/ha. Võrreldes kontrollvariandiga saadi enamsaaki kahes katsevariandis: BS Albit puhtimine + pritsimine fungitsiidiga (nr. 4) ja keemiline puhis + pritsimine Albiti ja fungitsiidiga (nr. 5). Statistiliselt usutav saagitõus oli vastavalt 357 ja 577 kg/ha. Kontrollvariandiga 3831 kg/ha (nr. 1) võrreldes erines saak kõige vähem keemiliste preparaatide kasutamisel 3807 kg/ha (nr. 2), statistiliselt mitteusutav saagilangus oli 24 kg/ha (Joonis 5).

2019.a. ilm oli teravilja kasvuks soodsam ja saagikus kujunes poole suuremaks, kuid võrreldes kontrollvariandiga ei olnud Albiti kasutamisel positiivset mõju (nr. 5, 6), saagilangus 114–142 kg/ha. Ainult keemiliste preparaatide kasutamisel saadi enamsaaki 105 kg/ha (nr. 2) (Joonis 5). 2020.a. saagikus varieerus vahemikus kontrollvariant 4507 kg/ha (nr. 1) kuni 4954 kg/ha ilma BS-ta variant (nr. 2). Statistiliselt usutav enamsaak saadi kõigil töödeldud variantidel, kusjuures suurim 447 kg/ha, kui BS-i ei kasutatud (nr. 2) (Joonis 5). Pruszyński (2008) järgi paraneb BS mõjul lisaks juurestiku suurenemisele ka vee omastamise võime. Seetõttu on põldkatsetes täheldanud kuival aastal BS-ga puhtimisel saagile positiivsemat mõju (Sooväli 2019b). Katseperioodil oli 2018.a. sademeid kõige vähem.



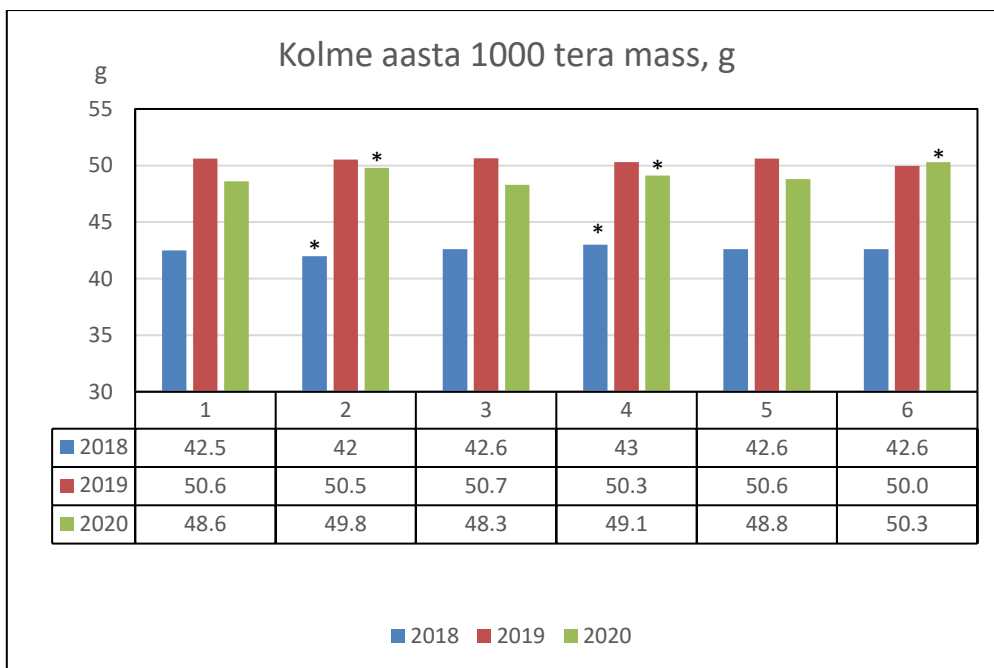
*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 5. Suvodra saagid (kg/ha) katseaastatel 2018–2020.

4.2.2 Suviodra 1000 tera mass

1000 tera massid varieerusid aastate lõikes, olles suurimad 2019.a., kui ilmast tingitud kasvutingimused olid soodsad odra terade täitumiseks. 2018.a. oli variantide vahel erinevus väike, 1000 tera massid jäid vahemikku 42–43 g, kusjuures kontrollvariant ületas keemilise tõrje varianti 0,5 g (nr. 1), erinevus oli statistiliselt usutav (Joonis 6). 2019.a. 1000 tera massid olid vähemalt 50 g, mida teistel katseaastatel ei saavutatud. Kusjuures kontrollvarianti ületas ainult Bioorg EMO ja Vermihuumuse variant 0,1 g-ga (nr. 3). Tulemuste vahel statistiliselt usutavad erinevused puudusid (Joonis 6).

Ka 2020.a. olid odra 1000 tera massid suuremad 2018.a. tulemustest, varieerudes 48,3–50,3 g. Kontrollvariandiga võrreldes olid usutavalt suuremad kaalud variantides, kus Albitit kasutati nii puhtimisel kui lehestiku pritsimisel (nr. 6) ja ainult keemiliste preparaatidega töötlemisel (nr. 2), suurenemine vastavalt 1,7 ja 1,2 g (Joonis 6).



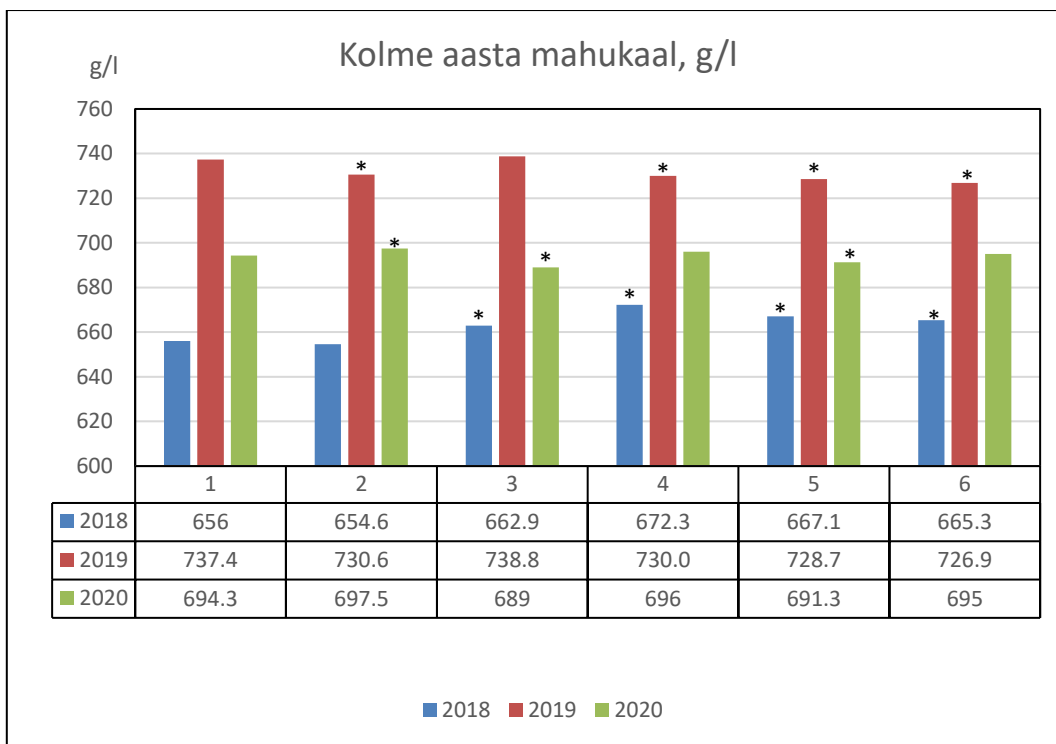
*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 6. Suviodra 1000 tera mass (g) katseaastatel 2018–2020.

4.2.3 Suviodra mahukaal

Sarnaselt 1000 tera massile olid mahukaalud kõige väiksemad 2018. ja suuremad 2019. katseaastal. 2018.a. jäi kontrollvariandiga 656 g/l (nr. 1) võrreldes mahukaal negatiivseks ilma BS variandis 654,6 g/l (nr. 2). Kõikides teistes variantides mahukaal suurenes statistiliselt usutavalt 6,9 kuni 16,3 g/l (Joonis 7). 2019.a. tulemustes ületas kontrollvarianti 737,4 g/l (nr. 1) ainult Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamine 738,8 g/l (nr. 3). Sarnaselt keemilise töötlemise variandiga (nr. 2) oli Albiti ja Prolise lisamine töötlemise programmi mahumassile negatiivse mõjuga (nr. 4, 5, 6), vähenemine oli statistiliselt usutav (Joonis 7).

2020.a. saadi kontrollvariandiga 694,3 g/l (nr. 1) võrreldes suurim ja statistiliselt usutav mahukaal keemilise puhise ja fungitsiidiga pritsimise korral 697,5 g/l (nr. 2). Erinevalt eelmisele aastale vähenes mahukaal kõige rohkem Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamisega 689 g/l (nr. 3) (Joonis 7). Biostimulaatori koostisse kuuluvad aminohapped suurendavad Hammad ja Ali (2014) järgi odra terade suurust. Katses kasutatud Albit ja Prolis sisaldavad aminohappeid.



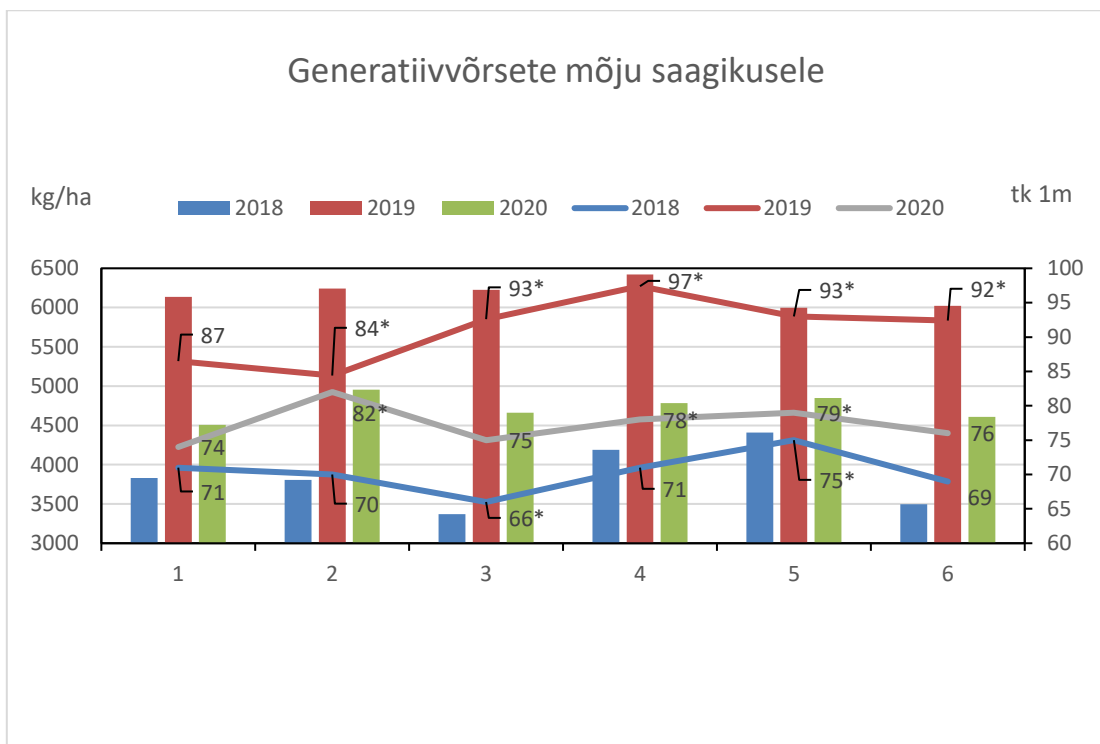
*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 7. Suviodra mahukaal (g/l) katseaastatel 2018–2020.

4.2.4 Suviodra generatiivvõrseid

2018.a. odrakatses varieerus generatiivvõrsete arv vahemikus 66–75 tk/m, mis oli vähem võrreldes teiste aastatega. Võrreldes kontrollvariandiga 71 tk/m (nr. 1) kasvas statistiliselt usutavalt vähem generatiivvõrseid BS Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamisel 66 tk/m (nr. 3). Kõige rohkem moodustus viljapeadega võrseid BS Albit lehestiku pritsimise variandis 75 tk/m (nr. 5) (Joonis 8).

2019.a. oli maksimum generatiivvõrsete arv BS Albit kasutamisel 97 tk/m (nr. 4) ja minimaalne keemiliste preparaatide variandis 84 tk/m (nr. 2), jäädes alla kontrollvariandile 87 tk/m (nr. 1) kolme võrse võrra. Võrreldes kontrollvariandiga oli usutav erinevus kõikidel variantidel (Joonis 8). 2020.a. saadi suurim võrsumine keemilise tõrje variandis 82 tk/m (nr. 2), erinevus kontrollvariandiga 74 tk/m (nr. 1) 8 generatiivvõrset rohkem. BS võrdluses moodustus rohkem generatiivvõrseid Albiti kasutamisel (nr. 4, 5), vastavalt 78 ja 79 võrset 1 m külvierea kohta (Joonis 8). Wang jt. (2010) andmetel sõltub võrsumisest terade täituvus ja saagikus, kuna kultuurile sobiv kasvutihedus viib konkurentsi taimede arengus miinimumini.



*– võrreldes kontrollvariandiga statistiliselt usutav erinevus ($p > 0,05$)

Joonis 8. Suviotra generatiivvõrsete arv pinnauhikul (tk 1 m) ja mõju saagile 2018–2020.

4.2.5 Suviotra viljapea analüüs

Katsetulemused näitavad, et erinevatel aastatel olid odraterade arv ja terade kogukaal viljapeas erinev (Tabel 7). Sarnaselt suvinisu katsega jäi suviotra viljaterade arv ja kaal ilma BS-ta variandis väiksemaks, kuid oli kontrollvariandist suurem. BS lõikes oli Albiti kasutamine positiivsema mõjuga 2018. ja 2019.a., kuid Bioorg EMO ja Vermihuumus suurendas terade arvu peas kõige rohkem 2020.a. Tulemused näitavad, et keemiliste preparaatidega võrreldes ei mõjutanud katses kasutatud BSd usutavalt erinevusi terade suuruses ja arvukuses. Pigem tulevad erinevused sisse katseaastate ilmastiku tõttu. Fischeri (1985) järgi mõjutab viljapea suurust ja terade arvu peas kasvuperioodi ilmastik. Oder reageeris erinevate katseaastate ilmastikutingimustele erinevalt, kuid varieeruvus töötlemiste vahel ühe aasta sees oli sarnane, kuid mitte alati statistiliselt usutav.

Tabel 7. Suviotra viljapea analüüsi tulemused (keskmine ± standardviga SE).

| Variant | Terade arv peas, tk | | | Terade kogukaal peas, g | | |
|---------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | 17,1 ± 0,28 ^a | 21,29 ± 0,20 ^a | 18,4 ± 0,40 ^a | 0,79 ± 0,016 ^a | 1,28 ± 0,123 ^b | 0,88 ± 0,023 ^a |
| 2 | 17,2 ± 0,26 ^a | 21,16 ± 0,21 ^a | 18,8 ± 0,27 ^b | 0,80 ± 0,016 ^a | 1,16 ± 0,012 ^a | 0,93 ± 0,018 ^{bc} |
| 3 | 17,8 ± 0,26 ^b | 21,29 ± 0,21 ^a | 19,4 ± 0,24 ^d | 0,82 ± 0,016 ^a | 1,17 ± 0,013 ^a | 0,92 ± 0,024 ^b |
| 4 | 18,5 ± 0,23 ^c | 21,43 ± 0,21 ^a | 19,0 ± 0,30 ^c | 0,85 ± 0,013 ^a | 1,17 ± 0,012 ^a | 0,94 ± 0,018 ^c |
| 5 | 19,4 ± 0,34 ^d | 21,54 ± 0,30 ^b | 18,7 ± 0,23 ^b | 0,91 ± 0,020 ^b | 1,17 ± 0,014 ^a | 0,90 ± 0,015 ^a |
| 6 | 19,0 ± 0,27 ^{cd} | 21,40 ± 0,22 ^a | 18,8 ± 0,24 ^b | 0,87 ± 0,017 ^{ab} | 1,17 ± 0,014 ^a | 0,93 ± 0,015 ^{bc} |

erinevad tähed näitavad usutavaid erinevusi $p \leq 0,05$ (t-test)

4.3. Katsetes kasutatud toodete majandusanalüüs

Katsetes kasutatud BS ja fungitsiidide majandusanalüüsi jaoks on arvatud kasum (€/ha), mis saadi, kui enamsaagi hinnast arvestati maha taimekaitse toodetele tehtud kulud ja pritsimistöö ühe ha töömaksumus 12 €/ha (Eesti Maaviljeluse Instituut 2014). Majandusanalüüs on esitatud eurodes ühe hektari kohta, kasutades preparaate hindasid (Tabel 8). Müügitulu (€/ha) arvestamiseks korrutati ühe hektari saak vilja kokkuostu hinnaga ja lahutati taimekaitsele tehtud kulu. Suvinisu ja suviadra kokkuostuhindade puhul on aluseks võetud koristusaastate 2018–2020 septembrikuu hinnad, mis olid suvinisul vastavalt 172 €/t (2018), 156 €/t (2019), 157 €/t (2020) ja suviadral vastavalt 164 €/t (2018), 145 €/t (2019), 142 €/t (2020) (Eesti Statistikaamet 2020). Kõik hinnad on arvestatud ilma käibemaksuta.

Tabel 8. Biostimulaatorite ja fungitsiidide hinnad (€/l, kg)

| Biostimulaator, fungitsiid | Hind €/l, kg |
|----------------------------|--------------|
| Bioorg EMO-N, -P, -Safe | 175 |
| Vermihuumus | 2,75 |
| Albit | 104 |
| Prolis | 950 |
| Ascra Xpro | 20 |
| Archer Turbo | 16 |
| Revytrex | 22 |

Tabel 9 annab ülevaate suvinisul kasvuaegselt biostimulaatori ja fungitsiidi kasutamisel saadud majanduslikust tulust €/ha. Lisaks saagi suurusele on väga oluline näitaja ka müügitulu, mis sõltub taimekaitsega seotud kasumist või kahjumist. Majandustulu suurust mõjutab ka vilja hind.

Tulemustest selgub, et suvinisu andis suurimat kasumit 2019.a., kui müügitulu oli alati suurem võrreldes kontrollvariandiga 858,16 €/ha (nr. 1), kuid 2018. ja 2020.a. tulemustes see alati nii ei olnud (Tabel 9). Taimekaitse on teravilja kasvuperioodi üks töödest, seega ei näita üldist teravilja kasvatamise tasuvust. Fungitsiidi kasutamise mõju ei ole igal aastal ühesugune, nisu

arengule ja kasvule soodsal aastal ei pruugi fungitsiidi kasutamine majanduslikult õigustada, lisasaak võib jääda kontrollvariandist väiksemaks ja sellest kujuneb ka fungitsiidi kasutamise kasumlikkus. Suvinisul oli kõikidel katseaastatel kõige kulukam Bioorg EMO ja Vermihuumusega töötlemine (nr. 3), kuna toode on kallim ja lisaks puhtimisele pritsiti kasvu ajal mitu korda.

2018.a. suvi oli kuivem ja keskmisest soojem ning nii fungitsiidi kui ka BS efektiivsused jäid majanduslikult vähem tasuvamaks. Sarnaselt suvinisule jäid ka suviadra katse 2018.a. majandustulu näitajad madalamateks võrreldes järgnevate aastatega (Tabel 10). 2019.a. fungitsiidile lisaks BS lehestiku kasvuaegne töötlemine suurendas küll saagikust, kuid taimekaitsele tehtud kulutused olid saagitaseme kohta küllalt suured, et majanduslikku tulu ei saadud või oli see minimaalne. 2020.a. oli suvivilja kasvule soodne ja piisas ühekordsest

Tabel 9. Suvinisu majanduslik tulu (€/ha) 2018–2020

| Variant | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | Kasum €/ha | Müügitulu €/ha | Kasum €/ha | Müügitulu €/ha | Kasum €/ha | Müügitulu €/ha |
| 1 | 0 | 510,50 | 0 | 858,16 | 0 | 746,22 |
| 2 | -23,31 | 487,18 | -37,46 | 895,62 | 33,67 | 779,89 |
| 3 | -111,31 | 399,18 | -126,32 | 731,83 | -113,82 | 632,40 |
| 4 | -22,11 | 488,39 | 29,98 | 888,13 | 15,18 | 761,40 |
| 5 | -55,11 | 455,39 | 33,45 | 891,60 | -15,60 | 730,63 |
| 6 | 11,60 | 522,10 | 49,48 | 907,63 | -18,89 | 727,33 |

Kasvuaegsest fungitsiidiga töötlemisest, et saada teiste variantidega võrreldes suurim müügitulu 691,16 €/ha (nr. 2). Väikseima müügitulu andis Bioorg EMO ja Vermihuumuse variant 565,04 €/ha (nr. 3), milles taimekaitse kulud olid suurimad. Saaki mõjutavaid tegureid on mitmeid ja enamasti on üks piirav faktor teistest üle. Selleks võib olla haigusfoon, ilmastik, sordi haiguskindlus või mõni muu oluline tegur (Sooväli, Koppel 2016b).

Tabel 10. Suviokra saagid (kg/ha) ja majanduslik tulu (€/ha) 2018–2020

| Variant | 2018 | | 2019 | | 2020 | |
|---------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | Kasum €/ha | Müügitulu €/ha | Kasum €/ha | Müügitulu €/ha | Kasum €/ha | Müügitulu €/ha |
| 1 | 0 | 628,28 | 0 | 890,01 | 0 | 684,44 |
| 2 | -27,94 | 600,35 | -8,77 | 881,24 | 6,72 | 691,16 |
| 3 | -208,94 | 419,34 | -120,59 | 769,42 | -119,40 | 565,04 |
| 4 | 34,55 | 662,83 | -17,04 | 907,05 | 5,39 | 689,83 |
| 5 | 22,15 | 650,43 | -93,07 | 796,94 | -24 | 660,44 |
| 6 | -79,23 | 549,18 | -40,53 | 849,48 | -44,45 | 639,99 |

5. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Antud uurimustöö eesmärgiks oli selgitada BS mõju suvinisu ja suviadra arengule ja saagile tavatootmise tingimustes ning hinnata majanduslikku tasuvust. Seemne puhtimine on integreeritud taimekaitse oluline komponent. Fungitsiidiga puhtimine on võrreldes lehtede pritsimisega keskkonnasõbralikum ja majanduslikult ökonoomsem taimehaiguste vähendaja. BS-ga puhtimine mõjub positiivselt taimede arengule. Kuid puhtimisega üksi ei saa kaitsta taimi kahjustajate eest, eriti kasvu hilisematel etappidel, mistõttu lehtede töötlemine fungitsiidi ja BS-ga aitab saagikust suurendada.

Suvinisu ja suviadra saagitasemed ja tera kvaliteedinäitajad 1000 tera mass ja mahukaal varieerusid katseaastate lõikes küllaltki palju, kuid katseaasta piires olid vahed variantide vahel väiksemad. Seetõttu saab järeldada, et suviteraviljade saagitasemed sõltuvad katseaasta ilmastikust. Biostimulaatoritega töötlemine suurendas suvinisu saagikust kõikidel katseaastatel, kuid suvodral alati enamsaaki ei taganud. Võrreldes ainult fungitsiidi kasutamisega oli Albiti ja Prolisega töötlemine suvinisu puhul efektiivsem, Biorg EMO ja Vermihuumusega töötlemise mõju oli väiksem. Suviodral jäid erinevate BS-te kasutamisel saakide varieeruvus väiksemaks.

Sarnaselt saagikusele oli mõlema kultuuri võrsumisele kõige soodsam 2019.a. ja kõige vähem moodustus generatiivvõrseid kõige põuasemal 2018.a. Võrreldes kontrollvariandiga vähenes suvinisu võrsumine kõikide töötlemistega, kuid suviodrale oli Albitil positiivsem mõju. Viljapeade analüüs näitas, et katses kasutatud BS-l võrreldes keemiliste preparaatidega oli nõrk positiivne efekt viljapeas terade suurusele ja arvule, soodsam oli mõju suviadra puhul. Mõlema kultuuri puhul BSd võrreldes fungitsiidiga ei mõjutanud statistiliselt usutavalt viljapeas terade kaalu ja arvu.

Saagikusest tähtsam on tasuvus. Katsetest selgus, et erinevatel aastatel annab fungitsiidi ja BS kasutamine erineva saagitaseme. Taimekaitsetööd peavad olema majanduslikult efektiivsed. Majanduslik kasum teravilja tootmises on sõltub suures osas saagi kvaliteedist, millest omakorda sõltub teravilja realiseerimishind. Suvinisu andis suurimat kasumit 2019.a., kui müügitulu oli alati kontrollvariandist suurem. Suviodra puhul suurendas fungitsiidile lisaks BS

kasutamine küll saagikust, kuid taimekaitsele tehtud kulutused olid saagitaseme kohta küllalt suured. Nii ei saadud majanduslikku tulu või oli see minimaalne. Preparaatide võrdluses oli mõlema kultuuri puhul BS Bioorg EMO ja Vermihuumuse kasutamine majanduslikult kõige kulukam.

Kokkuvõtteks võib öelda, et suviteraviljade kasvatamisel on fungitsiidi kasutamine efektiivne ning BS lisamine võimaldab saagipotentsiaali paremini realiseerida ja lisaks on biostimulaatorid keskkonna suhtes ohutud.

KASUTATUD KIRJANDUS

Agripartner, 2021 a.

<https://agripartner.ee/toode/2519/>

(11.03.2021).

Agripartner, 2021 b.

<https://agripartner.ee/toode/bioorg-emo-p/>

(11.03.2021).

Albit Eesti, 2021.

<http://www.albit.ee/index.php/about>

(21.02.2021).

Baltic Agro, 2021 a.

<https://www.balticagro.ee/taimekaitse/puhtimisvahendid/kinto-plus>

(07.03.2021).

Baltic Agro, 2021 b.

<https://www.balticagro.ee/taimekaitse/puhtimisvahendid/celest-trio-060-fs>

(07.03.2021).

Baltic Agro, 2021 c.

<http://www.balticagro.ee/taimekaitse/fungitsiidid-teraviljale/ascra-xpro>

(11.03.2021).

Basak, A. 2008. Biostimulators – definition, classification and regulation. In: Biostimulators in modern agriculture. General Aspects (Ed. H. Gavronska). Warsaw 2008, pp. 7–17.

Basf, 2021.

<https://www.agro.basf.ee/ee/tooted/tootekataloog/Fungitsiidid/Revytrex.html>

(07.03.2021).

Bioorg, 2021.

<https://bioorgpro.eu/bioorg-vh-ee/#showVH>.

(21.02.2021).

Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383, 3–41.

Dini, I., Tenore, G.C., Dini, A. 2008. Chemical composition, nutritional value and antioxidant

- properties of *Alliumcepa* L. var. Tropeana (red onion) seeds. *Food Chemistry* 107, 613–621.
- du Jardin, P.** 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196, 3–14.
- Eesti Maaviljeluse Instituut. 2014.
http://www.eria.ee/public/files/taimekaitseeadmete_valik_ja_masinakulud.pdf
(01.03.2021)
- Eesti Statistikaamet, 2020. Tera- ja kaunvilja ning rapsiseemne kokkuost.
<https://www.stat.ee/34223> (01.03.2021)
- Fisher, R.A.** 1975. Yield potential of dwarf sprint wheat and the effect of shading. *Crop Science* 15, 607–614.
- Fischer, R.A.** 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. *Journal of Agricultural Science* 105(2), 447–461.
- Hammad, S.A., Ali, O.A.** 2014. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. *Annals of Agricultural Sciences* 59(1), 133–145.
- Koppel, M.** 2014. Integreeritud taimekaitse. Teraviljafoorum 2014. Eesti Taimekasvatuse Instituut, 21–22
- Koppel, M., Sooväli, P.** 2011. Regionaalsete tõrjesoovituste kasutamise võimalused suviteraviljade haiguste tõrjel. Efektiivne taimekasvatus. Jõgeva 2011, 42–49.
- Maciejewski, T., Szukala, J., Jarosz, A.** 2007. Influence of biostimulator Asahi SL on qualitative tubes of potatoes. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 52(3), 109–112.
- Mathre, D.E., Johnston, R.H., Grey, W.E.** 2001. Small Grain Cereal Seed Treatment. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2001-1008-01.
- Michalski, T.** 2008. Possibilities of maize production increase using non-conventional technologies. *Biostimulators in modern agriculture. General Aspects* (Ed. H. Gavronska). Warsaw 2008, pp. 30–53.
- Ogorek, R., Plaskowska, E., Skrobiszewski, A.** 2011. The effect of Asahi SL Biostimulator on the growth of selected species of *Fusarium* on different culture media. *Phytopathologia* 62, 49–55.

- Pruszyński, S.** 2008. Biostimulator in plant protection. *Biostimulators in modern agriculture. General Aspects* (Ed. H. Gavronska) Warsaw 2008, pp. 18–23.
- Poole, N.F., Arnaudin, M.E.** 2014. The role of fungicides for effective disease management in cereal crops. *Canadian Journal of Plant Pathology* 36(1), 1–11.
- Põiklik, K.,** 1986. Ilmaressursid põllumajanduses. Tln, 136 lk.
Scandagra, 2021.
<https://scandagra.ee/tooted/prolis/>
(11.03.2021).
- Sildoja, K., Sooväli, P., Koppel, M.** 2011. Puhtimispreparaatide võrdluskatse tulemustest talinisul lumiseene rohkel 2010. aastal. *Agronoomia* 2010/2011, 203–208.
- Smiley, R., Cook, R.J., Paulitz, T.** 2002. Controlling Root and Crown Diseases of Small Grain Cereals. EM 8792, Oregon State Univeristy Extension Service. February 2002, 6 pp.
- Sooväli, P.** 2019a. Biostimulaatorite kasutamine teraviljadel tavaviljeluses. AgriPartner 2019. Mahevätised ja biostimulaatorid, lk 10.
- Sooväli, P.** 2019b. Biostimulaatoriga puhtimise mõju talinisu juurestikule. *Agronoomia* 2019, 143–148
- Sooväli, P., Kangor, T., Koppel, M.** 2018. Biostimulaatori ja fungitsiidiga puhtimise mõju suvinisu arengule ja saagivõimele. *Agraarteadus XXIX* (1), 57–62.
- Sooväli, P., Koppel, M.** 2016a. Suviteravilja puhtimine biostimulaatoritega. Teraviljafoorum 2016. Eesti Taimekasvatuse Instituut, 14–16.
- Sooväli, P., Koppel, M.** 2016b. Haigustõrje mõju suvinisu saagile ja majanduslik tasuvus. Eesti Taimekaitse 95 konverentsi kogumik, 67–70.
- Stefany, P.** 1993. Vernalization Requirement and Response to Day Length in Guiding Development in Wheat. Wheat Special Report No 22. Mexico, DF, CIMMYT, 37 p.
Syngenta, 2021.
https://www.syngenta.ee/sites/g/files/zhg411/f/archer_turbo_575_ec_etikett_ee_clp.pdf
(06.03.2021).
- Wang, L., Chen, F., Zhang, F., Mi, G.** 2010. Two strategies for achieving higher yield under phosphorus deficiency in winter wheat grain in field conditions. *Field Crop Research* 118, 36–42.
- Webster, F.H.** 1996. Cereal grain quality. Ed. Henry, R.J. and Kettlewell, P.S. Chapman and

Hall, London, pp. 150–175.