

Agraarteadus
1 * XXIX * 2018 57–62



Journal of Agricultural Science
1 * XXIX * 2018 57–62

BIOSTIMULAATORI JA FUNGITSIIDIGA PUHTIMISE MÕJU SUVINISU ARENGULE JA SAAGIVÕIMELE

EFFECT OF SEED TREATMENT WITH BIOSTIMULANTS AND FUNGICIDE ON DEVELOPMENT AND YIELD POTENTIAL OF SPRING WHEAT

Pille Sooväli, Tiia Kangor, Mati Koppel

Eesti Taimakasvatuse Instituut, J. Aamisepa 1, 48309, Jõgevamaa

Saabunud: 18.04.2018
Received:
Aktsepteeritud: 18.06.2018
Accepted:
Avaldatud veebis: 20.06.2018
Published online:
Vastutav autor: Pille Sooväli
Corresponding author:
E-mail: pille.soovali@etki.ee

Keywords: spring wheat, seed treatment, biostimulant, fungicide, plant growth.

doi: 10.15159/jas.18.08

ABSTRACT. In the years 2013–2014, the Estonian Crop Research Institute conducted a field trial in order to investigate the effect of seed treatment with seaweed based biostimulants and fungicide on spring wheat (*Triticum aestivum* L.). Seed treatments of the varieties 'Specifik' and 'Uffo' were used with (fludioxonil + cyproconazole) and without fungicide (biostimulants Raykat Start, Fertigrain Start) and mixture (fludioxonil + cyproconazole + Fertigrain Start), and untreated seed as the control were evaluated. The objective of this study was to assess the development, growth and yield potential of spring wheat under the action of biostimulants, with the presence and absence of treatment of seed with fungicide. In the laboratory, we measured: 1) the length of roots and shoots of germinated seed, 2) total number and total weight of grains per ear, 3) one kernel weight per ear. In the field, we evaluated: 4) plant height, 5) the number of generative tillers that were counted in one linear meter at physiological maturity. Results showed that the application of biostimulants and fungicide for seed treatment influence the wheat early development and growth of radicle. They can increase the root length however the biostimulants and fungicide can have an opposite effect on germination of wheat seed. They can decrease the length of the first true leaf emerged from coleoptile. We noticed that seed treatment with Raykat Start increased significantly ($p \leq 0.05$) the plant height of variety 'Specifik' compared to untreated. There was tendency that by using both biostimulants for seed treatment of variety 'Specifik' more generative tillers emerged, but this was not significant compared with untreated. The results suggested that solely the seed treatment with biostimulants and fungicides, there was no effect on total grain number and total grain weight per ear of wheat varieties.

© 2018 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2018 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Käesoleval ajal on kasvav nõudlus kasutada toidu tootmiseks järjest enam keskkonnasäästlikke meetodeid. Suundumused sunnivad põllumajanduses vähendama traditsiooniliste taimekaitsevahendite kasutamist ja osaliselt asendada neid ainetega, mis on keskkonnasõbralikumad. Teraviljatootmises on viimasel ajal lisaks tavapärasele pestitsiidide kasutamisele suurenenud tendents kasutada taimekaitses ka biostimulaatoreid (Maciejewski jt, 2007; Ogorek jt, 2011). Biostimulaatoritel ei ole otsest mõju kahjustajate vastu, see tõttu ei

liigitata neid pestitsiidide hulka (EBIC, 2012). Biostimulaatorid erinevad taimekaitsevahenditest selle poolest, et toimivad taime ainevahetusele, mitte otseselt taimekahjustajatele. Biostimulaatorid on ained, mis madalates kontsentratsioonides parandavad biokeemilisi protsesse taimes ja mullas ning seeläbi toetavad taime kasvu ja arengut ning kokkuvõttes suurendavad taime stressikindlust. Biostimulaatorid ei asenda väetisi ja teisi mineraalsete toitainete allikaid (Basak, 2008). Biostimulaatorid sisaldavad kasulikke aineid, rikastavad mulda ja tasakaalustavad taime ja kasvukeskkonna vastastikust mõju (Calvo jt, 2014). Seemne idanemine ja eluvõime on

esmasel tähtsusega heas seisus põllukultuuri saavutamisel ning biostimulaatoriga puhtimisel on selles oluline roll (Kumbhar jt, 2017).

Põllumajanduses kasutatavaid merevetika ekstrakte toodetakse kõige enam pruunvetikatest, sisaldades erinevaid mineraalelemente nagu lämmastik, fosfor, kaalium jne ning orgaanilistest ühenditest ka aminohappeid ja vitamiine. Üks põhilisi komponente kõigis merevetika ekstraktides on polüsahhariidid. Konkreetse toote mõju sõltub sellest, milliseid vetikaid kasutati ja kuidas neid töödeldi (Battacharyya jt, 2015). On teada merevetika ekstraktide positiivset mõju saagikusele, juure struktuurile, lehe arengule, abiootiliste stresside taluvusele nagu külm, põud, mulla struktuur, niiskus, mikrobioloogia (Arioli jt, 2015). Ka katses kasutatud biostimulaatorid Fertigrain Start ja Raykat Start on toodetud merevetikate baasil. Orgaaniliste lämmastikühenditena on aminohapped, mida katses kasutatud biostimulaatorid sisaldavad, taimede oluliseks lämmastiku allikaks ja füsioloogilistes protsessides osalejaks. See on taimede kõige tähtsam juurdumise ja võrsumise ajal. Sama kaua kestab ka keemilise puhise mõju. Biostimulaatorid aitavad taimedel ebasoodsa kasvukeskkonna korral stressitingimusi paremini taluda tugevdades taimede juurestikku, kiirendades algarengut ja mõjudes positiivselt klorofüllisisaldusele. On ka väidetud, et väikeses koguses merevetika ekstrakti kasutamine on taimede arengule soodne, suurtes kogustes on mõju vastupidine (Wally jt, 2013).

Teraviljaseemne puhtimine keemilise puhisega hävitab seemne sees ja pinnal olevad haigustekitajad ning kaitseb taimi nende varajases arengujärgus mullas olevate patogeenide eest. Lisaks parandab taimede füsioloogilist seisundit, soodustab juurekava kasvu, parandab toitainete omastamist ja tõstab taimede vastupanuvõimet haigustele (Mathre jt, 2001). Vaatamata keemiliste puhiste kõrgele efektiivsusele, on nende toimeained loodusele ohtlikud. Looduslikku päritolu biostimulaatorid on ohutumad. Lisaks sellele, et nad parandavad taimede juurestikku, stimuleerivad vastupanuvõimet, aitavad omastada toiteelemente ja võivad seeläbi tõsta ka saagikust, biolagunevad nad keskkonda säästvalt.

Eesti Taimakasvatuse Instituudis korraldatud põldkatsede eesmärk oli võrrelda, kuidas mõjutab biostimulaatori ja fungitsiidiga puhtimine suvinisu seemnete idanemist, taimede kasvu ja arengut ning kas see avaldub ka saagikomponentides.

Materjal ja meetodika

Puhtimise põldkatsed rajati suvinisu (*Triticum aestivum* L.) sortidega (2013. a) ja 'Uffo' (2014. a) Eesti Taimakasvatuse Instituudis (ETKI) randomiseeritud blokk meetodil 10 m² katselappidele neljas korduses. Nisu külvisenormiks oli 550 idanevat tera m²-le. Katse külvati leostunud mullale (Ko), mille agrokeemiline sisaldus oli: pH_{KCl} 6,2, P 206, K 209, Ca 1623, Mg 107, Cu 1,6, Mn 126, B 0,92 mg kg⁻¹, C_{org} 1,8%. Eelviljadeks olid kartul (2013) ja raps (2014). Külvieelse põhiväetisena segati mulda kompleksväetis NPK 17-6-18 külvinormiga 300 kg ha⁻¹. Külviseme

puhiti nädal enne külvamist laboratoorse puhtimismasinaga Hege 11. Katsetes kasvuaegset haigustõrjet ei tehtud. Umbrohutõrje tehti teravilja võrsumisel (kasvufaasis BBCH 23–25; Meier, 2001) herbitsiidiga MCPA 750 (1 l ha⁻¹).

Katsetes kasutatud puhised on esitatud tabelis 1. Raykat Start on toodetud merevetikatest ja sisaldab makroelemente N 4%, P 8%, K 3%, mikroelemente Fe 0,1%, Zn 0,02%, B 0,03%, vabu aminohappeid 4%, polüsahhariide 15%, tsütokiniine 0,05% ja vitamiine. Raykat Start'i võib kasutada kõikide kultuuride seemnete puhtimiseks 250–300 ml t⁻¹. Fertigrain Start on toodetud merevetikatest ja kõõgiviljadest ja sisaldab aminohappeid 9%, "L"-amino happeid 6,5%, orgaanilisi aineid 30%, N 3%. Kasutatakse teravilja külvieelseks puhtimiseks 1 l t⁻¹, aitab kaasa kiiremale seemnete idanemisele ja taimede jõulisemale algarengule. Keemiline puhis Maxim Star 025 FS sisaldab toimeaineid fluodioksiinil 18,8 g l⁻¹ ja tsüprokonasool 6,3 g l⁻¹. Lisaks oli katses ka töötlemata kontrollvariant.

Tabel 1. Suvinisu katsetes 2013–2014 kasutatud puhised ja kulunormid

Table 1. Product names and doses used in spring wheat trials 2013–2014

Puhis / Product	Kulunorm / Dose (l t ⁻¹)
Kontroll / Untreated	–
Raykat Start	0,3
Fertigrain Start	1,0
Maxim Star 025 FS	1,0
Maxim Star 025 FS + Fertigrain Start	1,0 + 1,0

Laboritingimustes selgitati puhiste mõju tarkamise arengujärgus (BBCH 11) juurte ja tõusmete kasvule. Selleks mõõdeti filterpaberi rullis niiskuskambri meetodil 20 päeva idanenud teradel juurte ja tõusme pikkused. Igast variandist hinnati 100 tera (International ..., 1996).

Taimiku tiheduse määramiseks loendati põllul generatiivvõrsete arv kõikidel katselappidel kahest kohast kahel külvireal 1 m pikkuselt. Generatiivvõrsete kasvukõrgus mõõdeti piimküpsusfaasis (BBCH 73–75) kahest kordusest mulla pinnalt viljapeade tipuni.

Vahetult enne saagi koristust nisu täisküpsusfaasis (BBCH 91–92) koguti igalt katselapilt 25 viljapead juhusliku valiku teel, nende struktuurianalüüs tehti ETKI laboris. Nisupead poetati, terad loeti ja kaaluti.

Statistiline analüüs tehti MS Exelis, kasutades t-testi, leiti paariviisilisel võrdlemisel usutavad erinevused ($p \leq 0,05$) erinevate puhistega variantide vahel. Kõikidele mõõdetavatele suurustele arvatuti keskmine ja standardviga (SE).

Suvinisu kasvuks olid katseaastate ilmastikutingimused erinevad (tabel 2). 2013. aasta põllutingimusi Jõgeval iseloomustas keskmisest soojem kasvuperiood – mai, juuni ja juuli olid pikaajalise keskmise õhutemperatuuriga võrreldes soojemad. Maikuu arenesid taimed põldkatses kiiresti ja jõudsid juunikuuks tavapärasest arengust paar nädalat ette. Kasvamist soodustasid maikuu sademed. Teravili kasvas kuni kõrsumiseni tänu soojusele ja piisavale sademete hulga kiiresti. Juuni ja juuli jäid paljude aastate keskmise sademete normiga võrreldes vihmavaesemateks.

Tabel 2. 2013. ja 2014. a keskmised ja pikaajalised keskmised (1922–2013) õhutemperatuurid ning sademete summad Jõgeval
Table 2. Mean temperature and precipitation for growing season 2013 and 2014 and long-term average (1922–2013) at location Jõgeva

Kuu Month	Õhutemperatuur / Air temperature, °C		Pikaajaline keskmine Long term average	Sademed / Precipitation, mm		Pikaajaline keskmine Long term average
	2013	2014		2013	2014	
Mai / May	14,3	11,7	10,4	83	64	50
Juuni / June	17,7	13,1	14,5	37	157	67
Juuli / July	17,6	19,3	16,8	35	48	80
Augus / August	16,7	16,5	15,3	70	123	89
Mai–August / May–August	16,6	15,2	14,3	225	392	286

2014. aasta mai esimene pool oli jahe ja vihmane, maikuu teine pool oli kuivem ja soojem. Juunikuu oli uuesti jahe ja vihmane ning juulis olid valdavalt kuivad ja põuased ilmad. August oli pikaajalise keskmisega võrreldes soojem ja vihasem. Põldkatses mõjutas suvinisu algarengut kõikuv ilmastik, kus niiskust oli parasjagu, kuid jahedus vaheldus soojaga mitmel korral. Kõige rohkem oli mõjutatud taimede algareng, väiksem mõju oli hilisemale kasvamisele ja arengule. Sellises olukorras sai taim suuremat tuge biopreparaatidelt.

Tulemused ja arutelu

Sordi 'Specifik' juurte pikkus erinevates variantides jäi vahemikku 28,3–49,4 ja sordil 'Uffo' 28,8–40,7 cm (tabel 3). Puhtimata kontrollvariantide andmed näitasid sortide erinevust. Hilisema sordi 'Uffo' juurestik suurenes kõikide puhitud variantide korral võrreldes lühemat kasvuaega vajava sordiga 'Specifik', mille juurestik kasvas usutavalt pikemaks puhtimata kontrollvariandis (49,4 cm).

Puhtimispreparaatidest mõjutas 'Uffo' juurte pikkust kõige enam biostimulaator Fertigrain Start, keskmine juurte pikkus oli selles variandis 40,7 cm. Puhtimispreparaatide stimuleerivat mõju sordi 'Specifik' idujuurte arengule ei olnud, vastupidi preparaadid pärssisid nende arengut ja kasvu. 'Specifiku' 100st idanema pandud terast oli oluliselt vähem arenemata juurteta teri kontrollvariandis (19 tera) ja teistest enam oli neid Raykat Stardiga puhtimisel (51 tera). 'Uffo' seemnete töötlemisel oli arenemata juurteta teri enam kontrollis (38 tera) ja Raykat Stardiga puhtimisel (32 tera) ning väike oli arenemata juurteta terade arv Fertigrain Stardiga töödeldud variandis (9 tera). Hilise sordi 'Uffo' terade üldine idanemisenergia kontrollvariandis oli väiksem kui keskvalmival sordil 'Specifik'. Tulemused näitasid, et olenevalt sordist võib biostimulaatoriga puhtimine kiirendada, kuid ka pärssida juurte arenemist. Seemnete idanemist ja selle pärssimist reguleerivad taimehormoonid ning nende omavaheline koostime on mõjutatud ka konkreetsetest geenidest (Miransari, Smith, 2014). Raykat Start sisaldab ka ühte taimehormooni (tsütokiniini). Michalski jt (2008) ja Pruszyński (2008) andmetel suurendas biostimulaatoriga puhtimine noortel taimedel nii juurestikku kui ka maapealseid osi ja nende kaudu vee omastamise võimet. Calvo jt. (2014) ja Halperni jt. (2015) järgi mõjutab biostimulaatorite aminohapete sisaldus juurte kasvu lämmastiku assimilatsiooniosalevate ensüümidega, mis edastavad lämmastiku omastamise signaale juurtes.

Häid tulemusi on biostimulaatoritega puhtimisel saadud siis, kui terade idanemisenergia on olnud tavapärasest väiksem (Miklič jt, 2016).

Sordi 'Specifik' teradel arenes 20 päevaga esimese lehega tõuse 20,8–31,0 ja sordil 'Uffo' 18,4–26,3 cm pikkuseks. Võrreldes kontrollvariandiga vähendas puhtimine usutavalt mõlemal sordil esimese lehega tõusme pikkust tera tärgamise arengujärgus nii keemilise puhise kui ka selle segus kasutamisel biostimulaatoriga. Miklič jt (2016) andmetel ei andnud biostimulaatori kasutamine koos fungitsiidiga loodetud positiivset efekti võrreldes ainult biostimulaatorit kasutades. Statistilised erinevused sordi 'Specifik' tõusme pikkuses võrreldes kontrolliga puudusid biostimulaatori Fertigrain Stardiga puhitud variandis, kuid erinevused olid olemas teiste puhistega töödeldud variantidega. Teistest enam jäi iduleht arenemata Raykat Stardiga (100st 49 teral), seguga Maxim Star + Fertigrain Start (48 teral) ja keemilise preparaadi Maxim Stariga puhtimisel (41 teral). Samas jäi kontrollvariandis iduleht arenemata 28 teral. Sarnaselt Michalski (2008) tulemustele, esines tera algarengus esimese lehe kasvus mõningane erinevus, kui võrrelda bioloogiliste ja keemiliste puhiste kasutamist. Teisel nisusordil 'Uffo' esines arenemata iduleheta teri eelkõige Raykat Stardiga puhitud variandis (100st 36 tera) ja kontrollvariandis (32 tera). Vähem oli iduleheta teri Fertigrain Stardiga töötlemisel (100st 17 tera). Mõlemal katseaastal oli külvi ajal mullas piisav veevaru, mistõttu ei olnud põllul tärgamistes erinevusi, 10. päevaks olid kõik variandid tärganud.

Keskvalmival suvinisu sordil 'Specifik' kasvasid taimed kontrollvariandist usutavalt pikemaks ainult Raykat Stardiga puhitud variandis (73 cm; tabel 4). Antud sordi keskmine taime kõrgus varieerus erinevates variantides 69–73 cm. Andmetest on näha, et kuigi laboris Raykat Start veidi pärssis idanemist, siis hilisemates arengufaasides soodustas taime kasvu ja arengut. Khan jt (2009) järgi leidis kinnitust, et merevetikatest toodetud biostimulaatorid, mis sisaldavad polüsahhariide, mikroelemente, kasvuhormoone, võivad mõjuda taime kasvule ja arengule stimuleerivalt, mis omakorda võib suurendada taimede resistentsust biotilise ja abiotilise stressi tingimustes.

Kõrgemakasvulisema hilise sordi 'Uffo' taimed kasvasid keskmiselt 107–109 cm pikaks. Võrreldes kontrolliga vähendas puhtimine kõikides variantides taimede kõrguskasvu, kuid usutavalt ainult Maxim Stariga puhtimisel. Maxim Star üks toimeaine tsüprokonasool kuulub triasoolide gruppi ja on teada triasooli kasvu reguleeriv mõju taime kasvule (Rademacher, 2000).

Samuti Bai ja Chaney (2001) väidavad, et triasooliga puhtimine vähendab taime kõrguskasvu. Generatiivvõrsete arv on üks saagikomponentidest. Puhtimine mõjutas suvinisu generatiivvõrsete arvu vähe. Sordil 'Specifik' oli usutavalt enam generatiivvõrseid Fertigrain Stardiga puhtimisel (74 tk m⁻¹) kui Maxim Stari kasutamisel (62 tk m⁻¹). 'Specifiku' generatiivvõrsete arv ühe meetri kohta varieerus erinevates variantides 62–74 tk m⁻¹. Statistiliselt usutavaid erinevusi teiste variantide vahel ei olnud. Hilisel sordil 'Uffo' oli võrsumine väiksem, jäädes vahemikku 52–64 generatiivvõrset külvirea ühe meetri kohta, kuid usutavad erinevused siiski puudusid. 'Uffo' väiksemat generatiivvõrsete arvu mõjutas kindlasti ka 2014. a väiksem sademete hulk mai lõpus juuni alguses.

Teravilja kasvatamisel on eesmärgiks võimalikult suurem saak, mis saavutatakse, kui taimed on kõik arengujärgud edukalt ja normaalselt läbinud. Võrsumisele panevad aluse taimekasvu algfaasides toimuvad protsessid, mõjutades oluliselt taime võrsumist ja generatiivvõrsete moodustumist (du Jardin, 2015). Merevetika baasil biostimulaatorid toimivad nii taimes kui mullas (Craigie, 2011). Keskvalmival sordil 'Specifik' olid biostimulaatoriga puhitud variantide taimed elujõulisemad, mistõttu võrsumine oli parem. Hilisel sordil 'Uffo' suurendas generatiivvõrsete arvu seguga puhtimine, kus lisaks keemilise puhise koostisesse kuulunud haigustõrje toimeainetele olid lisaks ka biostimulaatori koostises olevad orgaanilised ühendid, vitamiinid ja fütohormoonid. Kuna hilisemates

kasvufaasides taimikut biostimulaatoritega ei töödeldud, siis jäi nende mõju generatiivvõrsete moodustamisele nõrgaks ning usutavaid erinevusi võrreldes kontrolliga ei olnud, eriti hilisel sordil 'Uffo'.

Terade arv peas ja terade mass on olulised nisu saagikomponendid ning võivad määrata saagi suuruse (Fisher, 1975). Tera moodustumine ja lõplik mass sõltub toitainete kättesaadavusest ja sobivatest keskkonnaningimustest. Mõlemad katses olnud biostimulaatorid on toodetud merevetikatest. On teada, et merevetika ekstraktiga mulla väetamine on suurendanud nisu saagikust (Duan jt, 2012) ja taime töötlemine nii juurestikku (Guiboileau, Joubert, 2012), võrsumist kui saagikust (Kumar, Sahoo, 2011). Kumbhar jt (2017) tulemused näitasid odra puhtimisel Fertigrain Startiga olulist mõju taime kasvule ja saagikomponentidele. Samas Miklič jt (2016) jõudsid järeldusele, et ainult seemnete töötlemine biostimulaatoritega saaki usutavalt ei suurendanud. Meie andmed näitasid, et ainult nisuterade puhtimine merevetikatest toodetud biostimulaatoritega ei mõjutanud usutavalt keskvalmival sordil 'Specifik' terade arvu, terade kogumassi ega ühe tera massi peas (tabel 5).

Andmetest on näha, et hilisel sordil oli terade arv, terade kogumass peas suuremad kui 'Specifikul', kuid ühe tera mass peas jäi sortidel sarnaseks. Erinevate puhiste usutav mõju puudus ka 'Uffo' terade arvule, kogumassile ja ühe tera massie peas. Puhiste kaitsev ja stimuleeriv mõju enam selliseid saagikomponente, nagu on terade arv ja mass peas, usutavalt ei mõjutanud.

Tabel 3. Suvinisu algarengut iseloomustavad näitajad (keskmine ± standardviga SE) laboritingimustes

Table 3. The results of early development of spring wheat seeds (mean ± standard error SE) in laboratory conditions

Puhis / Product	Juure pikkus, cm / Root length, cm		Tõusme pikkus, cm / Shoot length, cm	
	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014
Kontroll / Untreated	49,4 ± 4,07 ^a	28,8 ± 3,03 ^b	31,0 ± 2,29 ^a	26,3 ± 2,46 ^a
Raykat Start 0,3	28,3 ± 3,40 ^c	33,1 ± 3,23 ^{ab}	22,0 ± 2,73 ^b	20,2 ± 2,07 ^{ab}
Fertigrain Start 1,0	38,1 ± 3,62 ^{bc}	40,7 ± 2,69 ^a	25,2 ± 2,59 ^{ab}	21,1 ± 1,61 ^{ab}
Maxim Star 1,0	38,0 ± 3,23 ^b	34,4 ± 2,74 ^{ab}	22,0 ± 2,11 ^b	18,4 ± 1,48 ^b
Maxim Star 1,0 + Fertigrain Start 1,0	31,5 ± 3,60 ^{bc}	32,6 ± 2,56 ^b	20,8 ± 2,55 ^b	18,7 ± 1,50 ^b

Erinevad tähed näitavad usutavaid erinevusi $p \leq 0,05$ (t-test) / Different letters showed the significant differences $p \leq 0,05$ (t-test)

Tabel 4. Suvinisu taimikut iseloomustavad näitajad (keskmine ± standardviga SE) põllutingimustes

Table 4. The indicators of the spring wheat stand formation (mean ± standard error SE) in field conditions

Puhis / Product	Taime kõrgus, cm / Height of plants, cm		Generatiivvõrsete arv, tk m ⁻¹ / Generative tillers, pcs m ⁻¹	
	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014
Kontroll / Untreated	70 ± 0,8 ^b	109 ± 0,8 ^a	62 ± 4,8 ^{ab}	56 ± 2,6 ^a
Raykat Start 0,3	73 ± 0,9 ^a	108 ± 0,9 ^{ab}	67 ± 4,6 ^{ab}	52 ± 4,6 ^a
Fertigrain Start 1,0	71 ± 0,8 ^{ab}	108 ± 0,6 ^{ab}	74 ± 4,3 ^a	62 ± 4,5 ^a
Maxim Star 1,0	70 ± 0,5 ^b	107 ± 0,7 ^b	62 ± 3,3 ^b	61 ± 4,4 ^a
Maxim Star 1,0 + Fertigrain Start 1,0	69 ± 1,5 ^{ab}	107 ± 1,0 ^{ab}	68 ± 1,4 ^{ab}	64 ± 4,4 ^a

Erinevad tähed näitavad usutavaid erinevusi $p \leq 0,05$ (t-test) / Different letters showed the significant differences $p \leq 0,05$ (t-test)

Tabel 5. Suvinisu viljapea analüüsi tulemused (keskmine ± standardviga SE)

Table 5. The results of analyses of spring wheat ear (mean ± standard error SE)

Puhis / Product	Terade arv peas, tk		Terade kogumass peas, g		Ühe tera mass peas, g	
	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014	'Specifik' 2013	'Uffo' 2014
Kontroll / Untreated	31,1 ± 1,47 ^a	39,5 ± 2,33 ^a	1,15 ± 0,065 ^a	1,43 ± 0,085 ^a	0,037 ± 0,0007 ^a	0,036 ± 0,0004 ^a
Raykat Start 0,3	33,0 ± 1,23 ^a	41,0 ± 1,78 ^a	1,20 ± 0,058 ^a	1,53 ± 0,075 ^a	0,036 ± 0,0006 ^a	0,037 ± 0,0002 ^a
Fertigrain Start 1,0	30,8 ± 0,63 ^a	40,0 ± 1,22 ^a	1,10 ± 0,041 ^a	1,45 ± 0,050 ^a	0,036 ± 0,0010 ^a	0,036 ± 0,0007 ^a
Maxim Star 1,0	33,3 ± 1,80 ^a	41,3 ± 1,03 ^a	1,18 ± 0,048 ^a	1,48 ± 0,025 ^a	0,035 ± 0,0005 ^a	0,036 ± 0,0009 ^a
Maxim Star 1,0 + Fertigrain Start 1,0	32,0 ± 0,41 ^a	42,5 ± 0,65 ^a	1,23 ± 0,048 ^a	1,50 ± 0,041 ^a	0,038 ± 0,0014 ^a	0,035 ± 0,0009 ^a

Erinevad tähed näitavad usutavaid erinevusi $p \leq 0,05$ (t-test) / Different letters showed the significant differences $p \leq 0,05$ (t-test)

On teada, et suurem generatiivvõrsete arv taimel võib vähendada terade massi, kuna taim ei suuda piisavalt fotosünteesida kõikide terade täisarenguks. Võrsumine mõjutab terade moodustumist ja saagipotentsiaali, kuna kultuurile sobiv kasvutihedus viib konkurentsi taimede arengus miinimumini (Wang jt, 2010). Ka liiga tihed taimik põhjustab nisutaimede konkurentsi toitainete ja valguse suhtes, mistõttu taime reproduktsioonivõime langeb ning osa teradest võivad jääda peenemaks, ei täitu lõpuni. Katses olnud mõlema biostimulaatori koostisse kuuluvad aminohapped, millega töötlemine suurendab Hammad ja Ali (2014) järgi nisu võrsumist, terade arvu viljapeas ja saaki, meie katses positiivset tulemust hilise sordi 'Uffo' saagipotentsiaalile ainult puhtimisega ei andnud. Keskmisvalmival sordil 'Specifik' suurenes veidi generatiivvõrsete arv, kuid see ei olnud statistiliselt usutav.

Kokkuvõte ja järeldused

Külvisemne puhtimine taime juurestikku alati ei suurenda. Juurdumine paranes hilisel sordil 'Uffo', sest antud sordi idanemisenergia oli kontrollvariandis tava-pärasest madalam. Mõlemal suvinisu sordil tera algarengus tõusme kasv pidurdus nii keemilise preparaadiga kui biostimulaatoriga puhtimisel. Seevastu ühe biopreparaadiga puhtimine suurendas taimede kõrguskasvu keskvalmival sordil, kuid see efekt ei ilmnud hilisel sordil. Puhtimisel biostimulaatori kasutamine koos fungitsiidiga võib taime arengule kaasa aidata nii, et ta suudab vastu panna keskkonnast tulenevatele mõjutustele. Kõige lühemaks jäid taimed hilise sordi keemilisel puhtimisel. Ainult puhtimise tulemusena nisu saagivõime ei suurenenud. Biopreparaadi kasutamine küll suurendas keskvalmiva sordi 'Specifik' generatiivvõrsete arvu, kuid see ei olnud statistiliselt usutav. Biostimulaatorite ja keemilise puhisega puhtimisel ei suurenenud kummagi sordi teised saagikomponendid (terade arv, terade kogumass peas)

Tänuavaldus

Uurimustööd toetas MAK meetme 1.7.1 rakendus-uuring "Toidu- ja tööstustarbelise teravilja sortimendi laiendamine ja sobivate kasvatustehnoloogiate täiustamine" ja Põllumeeste Ühistu Kevili.

Huvide konflikt / Conflict of interest

Autorid kinnitavad artikliga seotud huvide konflikti puudumist. *The authors declares that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.*

Autorite panus / Author contributions

Katsete korraldamine: MK, PS.
Katseandmete kogumine, analüüs, käsikirja kirjutamine, toimetamine: PS, TK.
Study design: MK, PS.
Sample collection and analysis, writing and editing of manuscript: PS, TK.

Kasutatud kirjandus

- Arioli, T., Mattner, S.W., Winberg, P.C. 2015. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. – *J. Appl. Physiol.*, 27:2007–2015.
- Bai, S., Chaney, W. 2001. Gibberellin synthesis inhibitors affect electron transport in plant mitochondria. – *Plant Growth Regul.*, 35:257–262.
- Basak, A. 2008. Biostimulators – definition, classification and regulation. – In: *Biostimulators in modern agriculture. General Aspects* (Ed. H. Gavronska). Warsaw 2008, pp. 7–17.
- Battacharyya, D., Babgohari, M.Z., Rathor, P., Prithviraj, B. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. – *Sci Hortic-Amsterdam*, 196:39–48.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. – *Plant Soil*, 383:3–41.
- Craigie, J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. – *J. Appl. Physiol.*, 23:371–393.
- Duan, B., Jie, T., Xuebing, W. 2012. A Seaweed Fertilizer Based High Efficient Fertilization Technology on Open Field Crops – Wheat and Garlic in China. – *Proceeding of the 1st World Congress on the use of Biostimulants in Agriculture*, 26–29 November 2012, Strasbourg, France, p. 34.
- du Jardin, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. – *Sci Hortic-Amsterdam*, 196:3–14.
- European Biostimulants Industry Council, 2012. – <http://www.biostimulants.eu/>. Accessed on 25.03.2018
- Fisher, R.A. 1975. Yield potential of dwarf sprint wheat and the effect of shading. – *Crop Sci.*, 15:607–614.
- Guiboileau, A., Joubert, J.-M. 2012. Seaweed extract used as plant nutrition and yield booster. – *Proceeding of the 1st World Congress on the use of Biostimulants in Agriculture*, 26–29 November 2012, Strasbourg, France, p. 36.
- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T., Yermiyahu, U. 2015. The use of biostimulants for enhancing nutrient uptake. – *Advances in Agronomy* (Ed. Sparks, D. L.), 129:141–174.
- 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. – *Ann. Agric. Sci.*, 59(1):133–145.
- International Rules for Seed Testing, 1996. The Germination Test – *International Seed Testing Association* (1996) – *Seed Sci. Technol.*, 24:29–34.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. – *J. Plant Growth Regul.*, 28:386–399.
- Kumar, G., Sahoo, D. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. – *J. Appl. Physiol.*, 23:251–255.

- Kumbhar, I., Kandhro, M.N., Dhiloo, K.H., Yaseen, M., Kumbhar, M.M., Veasar, R., Mastoi, S.M., Mastoi, P.M., Chandio, W.A., Lashari, I.A. 2017. Effect of seed soaking with fertigrain start (amino acid fertilizer) and irrigation levels on germination, growth and yield of barley (*Hordeum vulgare* L.). – *IJAAR*, 11(6):79–91.
- Maciejewski, T., Szukala, J., Jarosz, A. 2007. Influence of biostimulator Asahi SL on qualitative tubes of potatoes. – *J. Res. Appl. Agr. Eng.*, 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.
- Meier, U. 2001. Growth stages on mono- and dicotyledonous plants. – *BBCB Monograph 2*. Federal Biological research Centre for Agriculture and Forestry, pp. 14–16.
- Michalski, T. 2008. Possibilities of maize production increase using non-conventional technologies. – *Biostimulators in modern agriculture. General Aspects* (Ed. H. Gavronska). Warsaw, pp. 30–53.
- Michalski, T., Bartos-Spychala, M., Maiejewski, T., Jarosz, A. 2008. Effect of biostimulator Asahi SL on cropping of maize grown for grain. – *Biostimulators in modern agriculture. Field Crops* (Ed. Z.T. Dabrowski). Warsaw, pp. 66–76.
- Miklić, V., Ovuka, J., Balalić, I., Hladni, N., Cvejić, S., Miladinov, Z., Jocić, S. 2016. Effect of biostimulators on seed quality, yield and oil content in sunflower. – 19th International Sunflower Conference, Edirne, Turkey, pp. 948–957. <https://www.researchgate.net/publication/304990346>. Accessed on 14.06.2018
- Miransari, M., Smith, D.L. 2014. Plant hormones and seed germination. Review. – *Environ Exp Bot*, 99:110–121. <https://pdfs.semanticscholar.org/4417/056b15977e8eff2c698b3f740bec9e369725.pdf>. Accessed on 14.06.2018
- 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. – *Phytopathology*, 62:49–55.
- Pruszyński, S. 2008. Biostimulator in plant protection. – *Biostimulators in modern agriculture. General Aspects* (Ed. Gavronska, H.) Warsaw 2008, pp. 18–23.
- Rademacher, W. 2000. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. – *Ann. Rev. Plant. Physiol. Plant Mol. Biol.*, 51:501–531.
- Wally, O.S.D., Critchley, A.T., Hiltz, D., Craigie, J.S., Han, X., Zaharia, L.I., Abrams, S.R., Prithiviraj, B. 2013. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in arabidopsis following treatment with commercial extract from the marine macroalga *ascophyllum nodosum*. – *J. Plant Growth Regul.*, 32(2):324–339.
- 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 Res.*, 118:36–42.

Effect of seed treatment with biostimulants and fungicide on development and yield potential of spring wheat

Pille Sooväli, Tiia Kangor, Mati Koppel
Estonian Crop Research Institute, J. Aamasepa 1, 48309,
Jõgeva, Estonia

Summary

The application of biostimulants and fungicide for seed treatment influence the wheat early development and growth of radicle.

The late maturing variety 'Uffo' root system increased for all treatments compared with medium maturing variety 'Specifik' due to the lower seed germination energy in control. The results showed that, depending on the variety, spraying with biostimulants can be accelerate, but also inhibit the roots development of seed. The most positively affected by the root length of variety 'Uffo' was biostimulant Fertigrain Start. All seed treatment products inhibited the roots development and growth of variety 'Specifik'.

Compared with untreated control, both the chemical and mixture using biostimulant seed treatments significantly reduced the shoot length of both varieties.

Compared with untreated control and seed treatment with Raykat Start increased significantly the plant height of variety 'Specifik' and seed treatment with Maxim Star decreased significantly the plant height of variety 'Uffo'.

All seed treatments had a little impact for the number of generative tillers however, in variety 'Specifik' was significantly more generative tillers with Fertigrain Start compared with Maxim Star.

There was no effect of biostimulant and fungicide seed treatments on total grain number and total grain weight per ear of spring wheat varieties.