

HUMIINAINETE MÕJU KARTULI SAAGIKUSELE JA MUGULA MÕNINGATELE KVALITEEDI NÄITAJATELE

THE IMPACT OF USING HUMIC SUBSTANCE FOR GROWING POTATO ON QUALITY INDICATORS OF TUBERS

Kalle Margus, Viacheslav Eremeev, Peeter Lääniste, Erkki Mäeorg, Berit Tein, Raido Laes, Juhan Jõudu

Eesti Maaülikool, põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Kreutzwaldi 5, 51014 Tartu, Eesti

Saabunud: 13.11.2014
Received:
Aktsepteeritud: 01.12.2014
Accepted:
Avaldatud veebis: 01.12.2014
Published online:
Vastutav autor: Viacheslav
Corresponding author: Eremeev
e-mail: vyacheslav.eremeev@emu.ee

Keywords: *Solanum tuberosum* L., number of tubers per plant, tuber weight, tuber yield, starch yield, starch content

Link: http://agrt.emu.ee/pdf/2014_2_margus.pdf

ABSTRACT. The impact of using humic substance for growing potato on quality indicators of tubers. Humic preparations are concentrated and economical form of organic matter which can relieve humus depletion caused by conventional fertilization methods. The trials were carried out in 2012 and 2013 at the Estonian University of Life Sciences in Estonia. The yield of tubers and starch, and commercial yield of potato, number of tubers per plant, tuber weight was studied in cultivar 'Ants' and 'Laura'. In the experiments humic preparation (HP) "Rupronics" was used in two different treatment variants. "Rupronics" 50 l ha⁻¹ (HP50), "Rupronics" 25 l ha⁻¹ (HP25) and control (HP0) 0 l ha⁻¹ variant. The experiments showed that potato cultivars 'Ants' and 'Laura', HP did not have any significant positive effect on the tuber yield, commercial tuber yield or starch yield in 2012. Yields were higher in 2013 reaching up to 52.4 t ha⁻¹ and year 2013 'Laura' HP50 had yield 35.9 t ha⁻¹. The main role of the addition of HP is improving nutrient mobility in the soil and higher uptake of nutrients to plants. Positive effect of HP should appear when plant is growing under unfavourable conditions.

© 2014 Akadeemiline Põllumajanduse Selts. Kõik õigused kaitstud. 2014 Estonian Academic Agricultural Society. All rights reserved.

Sissejuhatus

Kasvav inimpopulatsioon ja tarbimine on suurendanud põllumajanduse intensiivsust ning seetõttu on nõudlus looduslike ressursside järele pidevalt tõusnud. Tagamaks maailma pideva toiduga varustatuse, peab tootmine oluliselt kasvama, samaaegselt põllumajanduse kahjulik mõju keskkonnale vähenema (Foley jt, 2011). Esineb üldine arusaam, et praegune toiduainete tootmine ja suurenev tarbimine halvendab keskkonnaseisundit (Page, 2014). Järjest rohkem pööratakse põllumajanduses tähelepanu taimede toitumist stimuleerivatele, loodusliku päritoluga preparaaside kasutamisele (Eremeev jt, 2011).

Üheks heaks võimaluseks parandada mulla bioloogilist aktiivsust, võivad olla erinevad biostimulaatorid ja mullaviljakuse parandajad. Erinevad katsed on tõestanud humiinpreparaatide kasuliku mõju taime kasvule (Adani jt, 1998; Arancon jt, 2004; Turkmen jt, 2004; Ayuso jt, 1996; Azcona jt, 2011).

Humiinained on olulised komponendid kogu ökosüsteemis, nad on oluliseks lüliks mullatekke ja globaalse süsiniku ning toitainete ringes. Humiinainete kasuta-

mise korral suureneb mullas mikrobioloogiline aktiivsus ja seeläbi suureneb toitainete omastamine taimede poolt (Mauromicale jt, 2011) ning suurenevad saagid (Sangeetha jt, 2006). Humiinpreparaatide kasuliku mõju on täheldatud taimede stressi korral, mis on põhjustatud abiootilistest teguritest nagu ebasoodne temperatuur, ekstreemne pH ja sooldumine, kuna humiinpreparaat vähendab toksiinide liikumist taime (Bartels, Sunkar, 2005). Kuna humiinpreparaat aitab leevendada taime stressi, siis tõenäosus humiinpreparaadi efektiivsuse avaldumisele on ebasoodsates kasvutingimustes suurem. Vermikompostist ekstraheeritud humiinpreparaadi kasutamisega parandati riisi kasvu ja arengut põuastes tingimustes (García jt, 2012), ning maisi kasvatamisel sooldunud mulla tingimustes (Masciandro jt, 2002; Mohamed, 2012). Humiinpreparaadiga "Rupronics" tehtud EMÜ katsetes pärsiti kartulimardika arengut, kuid preparaadiga kartulimardikat tõrjuda ei õnnestunud, samas preparaasurub alla mardikate plahvatuslikku paljunemist (Hiiesaar jt, 2013).

Kartul on suure saagipotentsiaaliga kultuur, täitmaks maailma toiduga varustamise eesmärki. Taimekasvatuse peamiseks ülesandeks on aga kõrgete saakide tagamine minimaalsete negatiivsete tagajärgedega keskkonnale. Humiinpreparaatide kasutamine võib soodustada taime toitainete omastamist mullast ja seeläbi mõjutada varustatust kasvuks vajalike toitainetega, mis avaldub taime paremas tervises ning suuremas ja kvaliteetsemas saagis.

Meie uurimuse eesmärk oli selgitada, kuidas humiinpreparaadi lisamine mõjutab erinevate normidega mulda kartulisortide 'Ants' ja 'Laura' saagikust, kaubanduslike mugulate osakaalu saagis ning mugulate tärkliisisaldust.

Materjal ja meetodika

Katsed korraldati Eesti Maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi Rõhu katsejaama Eerika katsepõldudel 2012. ja 2013. a. Katses oli hilisepoolne kartulisort 'Ants' ja keskvarajane 'Laura'. Katsed rajati blokkasetuses ning variandid paigutati katselappidele (72 katselappi) randomiseeritult neljas korduses (Hills, Little, 1972). Katselapi suurus oli 16,8 m², vagude vahe 70 cm ja mugulate vahekaugus vaos 27 cm. Seemnemugulad pandi maha masinaga, eelnevalt olid sisse ajatud vaod, et kiirendada mulla soojenemist. Mullaliigiks oli Reintami (1996) järgi näivleatud muld LP, WRB klassifikatsiooni järgi Stagnic Luvisol, (Deckers jt, 1998).

Meie katsetes kasutatud humiinpreparaat "Rupronics" on biohuumuse tõmmis. Preparaat on naturaalse, ökoloogiliselt puhaste toiteelementide, humiinainete ja kasvustimulaatorite kompleks, mille kasutamine stimuleerib taimede ainevahetust ja fotosünteesi, soodustades mitmete kultuuride saagikuse kasvu. Preparaat sisaldab endas kõiki vermikomposti komponente lahustatud olekus: humaaate, fulvohappeid, aminohappeid, vitamiine, looduslikke fütohormoone, mikro- ja makroelemente ning mullas leiduvaid mikroorganisme. Vermikultiveerimise protsessis eraldavad vihmaussid bakteriostaatilisi valke ja vihmaussi soolestikus asuvad sümbiootilised mikroorganismid toodavad antibiootikume, mis koostaines tagavad preparaadi bakteritsiidseid omadused (Igonin, 2006). "Rupronicsi" keemiline koostis on järgmine: kuivaine – 1,0%; pH 9,3; lämmastik – 2,0%; fosfor (P₂O₅) – 1,6%; kaalium (K₂O) – 4,0%; humiidid – 2,10 g l⁻¹; Ca – 0,62 g l⁻¹; Mg – 1,04 g l⁻¹; Fe – 105,0 mg l⁻¹; S – 0,06 g l⁻¹; Cu – 0,44 mg l⁻¹; Zn – 5,10 mg l⁻¹; Mg – 1,04 mg l⁻¹; Mo – 41,0 mg l⁻¹; B – 6,20 mg l⁻¹; Se – 17,2 mg l⁻¹ (Knjazeva, 2010).

Katses kasutati järgmisi variante:

1. H₀ – humiinpreparaadita (kontroll);
2. H₂₅ – humiinpreparaat "Rupronics" kulunormiga 25 l ha⁻¹ pritsiti mullapinnale vahetult enne mugulate mahapanekut sisseaetud vagudele. Veekulu 200 l ha⁻¹;
3. H₅₀ – humiinpreparaat "Rupronics" kulunormiga 50 l ha⁻¹ pritsiti mullapinnale vahetult enne mugulate mahapanekut sisseaetud vagudele. Veekulu 200 l ha⁻¹.

Kartuli eelviljaks oli nisu. Sügiskünni alla anti sõnnikukomposti normiga 50 t ha⁻¹. Mineraalväetist (Yara 11-11-21) anti kevadel paiklikult koos kartuli mahapanekuga, (275 kg ha⁻¹). Mõlemal katseaastal oli kartuli mahapaneku aeg 13. mai.

Taimekaitsevahenditest kasutati 2012. aastal umbrohutõrjeks preparaati Titus (50 g ha⁻¹, 21. juuni), kartulimardika vastu preparaati Fastac 50 (0,3 l ha⁻¹, 21. juuli ja Decis 2,5 EC (0,2 l ha⁻¹, 24. juuli). Lehemädaniku tõrjeks pritsiti kolm korda preparaadiga Ridomil Gold MZ 68 WG (2,5 kg ha⁻¹, 25. juuni, 1. ja 22. juuli) ning Ranman (0,2 kg ha⁻¹) koos Ranman aktivaatoriga (0,15 l ha⁻¹, 14. august). 2013. aastal kasutati taimekaitsevahenditest umbrohutõrjeks preparaati Titus (50 g ha⁻¹, 13. juuni), kartulimardika tõrjeks preparaati Fastac 50 (0,3 l ha⁻¹, 15. juuni) ning Decis 2,5 EC (0,2 l ha⁻¹, 25. juuni). Lehemädaniku tõrjeks pritsiti kolm korda preparaadiga Ridomil Gold MZ 68 WG (2,5 kg ha⁻¹, 5. juunil, 1. ja 24. juulil) ning Ranman 0,2 kg ha⁻¹ koos Ranman aktivaatoriga 0,15 l ha⁻¹ 15. augustil.

Kasvuperioodi iseloomustavad temperatuurid on toodud tabelis 1.

Tabel 1. Keskmised temperatuurid (°C) ja sademete hulk (mm) dekaadide lõikes 2012. ja 2013. aastal ning paljude aastate keskmisena (1966–2013. a) (Eerika ilmajaama andmed)

Table 1. Average monthly temperatures and rainfall at Eerika during the vegetation periods in 2012 and 2013 together with long-term averages (according to Eerika Weather Station, Estonia)

Kuu Month	Dekaad Ten-day period	Temperatuur (°C) Temperature (°C)			Sademed (mm) Precipitation (mm)		
		2012	2013	1969– 2013	2012	2013	1969– 2013
Mai May	I	10,4	12,3	9,8	2,4	3,4	12,2
	II	12,3	16,4	11,5	43,6	38,4	22,3
Juuni June	III	12,2	15,6	12,9	35,6	18,8	23,1
	I	11,5	19,5	14,9	13,8	2,2	20,1
	II	15,2	15,2	15,1	42,2	29,8	27,6
Juuli July	III	14,1	19,9	16,2	44,6	20,4	28,3
	I	19,3	18,3	17,4	15,8	14,6	19,0
	II	15,3	17,3	17,3	43,8	20,8	25,3
August August	III	19,6	17,9	17,9	14,2	27,2	26,1
	I	16,6	19,8	17,6	35,6	12,8	32,7
	II	15,2	16,3	16,1	27,8	61,8	29,6
Keskmine Average Summa	III	14,1	14,7	14,6	24,0	0,0	26,9
	I–III	14,6	16,9	15,1	343,4	250,2	293,1
Sum							

Kasvuperioodi keskmine temperatuur 2012. aastal oli 14,6°C ning 2013. aastal 16,9°C, temperatuurid erinesid katseaastatel 2,3°C. Idanemisel on optimaalseks mullatemperatuuriks +7–10°C, õitsemiseks ja mugulate moodustamiseks aga +17–20°C (Aamisep, 1986). Katsed rajati mai II dekaadi alguses, seda perioodi iseloomustas keskmisest soojem ilmastik eelkõige 2013. aastal, kui paljude aastate keskmist ületati 4,9°C võrra, mis annab seemnemugulale paremad idanemistingimused ja suurema saagipotentsiaali.

Sademeid oli 2012. aastal märkimisväärselt rohkem kui 2013. aastal. Sademete erinevus katseaastatel oli 93,2 mm, sademed 2013. aastal moodustasid 73% 2012. aasta sademetest.

Artiklis käsitletakse lõppsaagi tulemusi, mille proovid võeti 2012. aastal 30. augustil (109. kasvupäeval) ja 2013. aastal 29. augustil (106. kasvupäeval). Igalt katselapilt võeti kartulimugulate struktuuranalüüsiks 15 järjestikust taime. Kaubanduslikeks mugulateks loeti sordil 'Ants' kõik mugulad, mille läbimõõt oli üle 35 mm ja sordil 'Laura' üle 30 mm. Tärglisesisaldus määrati kindlaks Parovi kaaludega (Viileberg, 1976). Tärglisesaak arvutati mugulate tärglisesisalduse ja mugulate kogusaagi korrutamise teel.

Katseandmed töödeldi programmiga Statistica 11, kasutades ANOVA, Fisher LSD testi (Statsoft, 2005). Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) variantide vahel on märgitud erinevate tähtedega.

Tulemused ja arutelu

Eelnevalt tehtud katsetes on humiinpreparaatide kasutamine suurendanud kartulimugulate arvu taimel (Särekanoo, Vasar, 2004; Eremeev jt, 2011, Šarin jt, 2012). Mugulate arvu mõjutavad peamiselt kliimatilised tingimused: päeva pikkus, sademete jaotumine kasvuperioodi lõikes ning öised temperatuurid avaldavad suurimat mõju mugulate moodustumise kiirusele (Struik, Ewing, 1995). Keskmine mugulate arv kartulisordil 'Ants' oli vahemikus 9,5–13,3 mugulat taime kohta ning kartulisordil 'Laura' keskmiselt 9,4–13,4 mugulat taime kohta. Mugulate arvus on suuremad erinevused aastate lõikes. Mugulate arv 2012. aastal taime kohta oli suurem kui 2013. aastal (tabel 2). Väiksem mugulate arv taimel on tingitud ebapiisavast veega varustatusest vegetatsiooniperioodil (tabel 1). Antud katsetulemustest selgub, et aastatel 2012 ega 2013 ei avaldanud humiinpreparaat kartulitaime mugulate arvule statistiliselt usaldusväärset mõju (tabel 2). Mugulate moodustumine toimub peamiselt juuni ja juulikuul jooksul. Aastal 2012 oli juuni ja juuli sademete hulk 174,4 mm, samas 2013. aasta samal perioodil esines sademeid 115 mm, mida on 59,4 mm võrra vähem. Hilisem sademete hulk mõjutab mugulate keskmist massi, mis ei olnud aastate lõikes märkimisväärselt erinev, kuna 2013. aasta vegetatsiooniperioodi lõpul oli sademete hulk suurenenud (tabel 1). Samuti piiravad mugulate moodustamist kõrgemad temperatuurid (Jõudu, 2002a), mis on ka meie katses välja tulnud, 2013. aasta temperatuurid olid kõrgemad kui 2012. aastal (tabel 1).

Mugula mass on üks peamisi kaubanduslike mugulate kvaliteediparameetritest. Kuna tarbijad soovivad suuremaid kartulimugulaid, on oluline nende massi suurendamine, kasutades selleks erinevaid agrotehnilisi võtteid. Mugulate mass sõltub lehtede ja varte arengust ja kasvust ning selle protsessi kiirusest, assimilaatide moodustamisest ja jagunemisest taime eri organite vahel, mugulate moodustumise kiirusest ning lehtede ja varte hävimise ajast (Jõudu, 2002a). Humiinained avaldasid statistiliselt usutavat mõju ($p < 0,05$) mugula keskmisele massile 2013. aastal mõlemale katses olnud kartulisordile (tabel 2). Mugula keskmine mass ulatus 2013. aastal kartulisort 'Laura' H₅₀ variandis 70,4 grammi, mida on 10,6 grammi rohkem kui kontroll-

variandis. Samas kartulisordi 'Ants' puhul oli usaldusväärne erinevus variantide H₂₅ ja H₅₀ vahel. 2012. aastal humiinained usutavat mõju mugulate massile ei avaldanud. Seega ei saa väita, et humiinainete lisamine suurendab alati kartulitaime mugulate keskmist massi võrreldes kontrollvariandiga, vaid positiivne mõju avaldub teatud kindlates kasvutingimustes. Sarnaseid tulemusi on saadud ka varasematel aastatel tehtud katsetes (Eremeev jt, 2011, Eremeev jt, 2012).

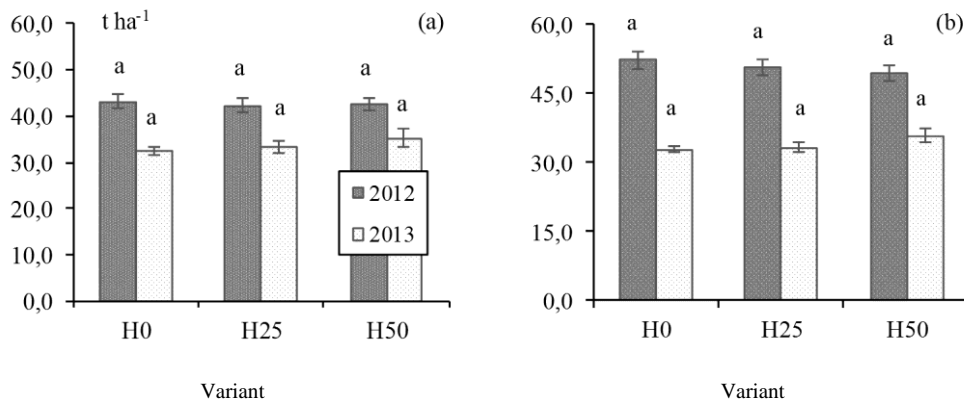
Tabel 2. Humiinpreparaadi "Rupronics" mõju ühe taime mugulate arvule (tk) ja mugula keskmisele massile (g) 2012. ja 2013. aastal

Tabel 2. Effect of humic preparation "Rupronics" on number of tubers per plant and weight of tubers (g) in 2012 and 2013

Sort Cultivar	Variant Variant	Mugulate arv taime kohta (tk) Number of tubers per plant		Mugula keskmine mass (g) Average tuber fresh mass (g)	
		2012	2013	2012	2013
'Ants'	H ₀ /HP ₀	12,8a ¹ ± 0,4*	10,3a ± 0,4	64,3a ± 2,6	59,8a ± 2,1
	H ₂₅ /HP ₂₅	13,3a ± 0,7	10,5a ± 0,3	60,9a ± 2,5	60,6a ± 2,4
	H ₅₀ /HP ₅₀	12,1a ± 0,4	9,5a ± 0,4	66,7a ± 2,1	70,4b ± 3,6
'Laura'	H ₀ /HP ₀	13,4a ± 0,5	9,4a ± 0,4	75,6a ± 4,7	67,4ab ± 3,2
	H ₂₅ /HP ₂₅	13,0a ± 0,5	10,3a ± 0,4	74,2a ± 3,1	61,6a ± 1,6
	H ₅₀ /HP ₅₀	12,5a ± 0,7	9,4a ± 0,3	77,2a ± 4,7	72,4b ± 2,0

H₀ – humiinpreparaadita (kontroll); H₂₅ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹; ¹ – Statistiliselt usaldusväärne erinevus ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test); * – ± tähistavad standarddviiga. / HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹; ¹ – Means followed by a different small letters within each column indicate significant influence ($P < 0.05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test); * – Data represents mean ± 95% standard error.

Suurim mugulasaak saadi 2012. aastal kartulisort 'Laural' H₀ variandis puhul, ulatudes 52,4 t ha⁻¹. Kasutades humiinpreparaati 25 l ha⁻¹ või 50 l ha⁻¹ olid saagid vastavalt 50,6 t ha⁻¹ ning 49,6 t ha⁻¹. Sordi 'Ants' saagid jäid 2012. aastal tagasihoidlikumaks, vastavalt H₀ 43,1 t ha⁻¹, H₂₅ 42,2 t ha⁻¹ ning H₅₀ 42,5 t ha⁻¹ (joonis 1). Kartulisordi 'Ants' puhul on katsevariantide vahelised saagid ei erinenud oluliselt ($p > 0,05$). Saagid olid märkimisväärselt väiksemad 2013. aastal, mil maksimumsaak oli H₅₀ 'Laura' puhul 35,9 t ha⁻¹, mida on 16,5 t ha⁻¹ vähem kui eelneval kasvuaastal. Humiinpreparaadi lisamine ei mõjutanud katse aastatel kartulisort 'Laura' ega 'Ants' mugulasaaki. Maisiga tehtud katsetes on humiinpreparaadid suurendanud taime veekasutamise võimet ning suurendanud taime biomassi (Eyheraguibel jt, 2008), meie katses aga humiinpreparaadi lisamine saagikusele 2013. aastal positiivset mõju ei avaldanud (sademede oli 42,9 mm vähem, kui paljude aastate keskmisena). Egiptuses tehtud katses tõusis mugulate saak võrdluses kontrolliga humiinpreparaadi 120 kg ha⁻¹ kasutamise korral (Selim jt, 2009). Meie katses võis humiinpreparaadi mõju avaldumata jääda liiga väikese normi ja selle ühekordse manustamise tõttu. Samas katses järeldus, et kartulisort 'Laura' omab soodsates kasvutingimustes suuremat saagipotentsiaali kui kartulisort 'Ants'.



Joonis 1. Humiinpreparaadi "Rupronics" mõju kartulisordi 'Ants', t ha⁻¹ (a) ja kartulisordi 'Laura', t ha⁻¹ (b) saagile. Vearibad joonisel tähistavad standardviga. Statistiliselt usutavad erinevused ($p < 0,05$) tulpadel on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test). H₀ – Humiinpreparaadita (kontroll); H₂₅ – Humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – Humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹.

Figure 1. The effect of humic preparation "Rupronics" on the tuber yield (t ha⁻¹) on potato cultivar 'Ants' (a); potato cultivar 'Laura' (b). Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) in columns (ANOVA, Fisher LSD test). HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹.

Põllumajandustootja sissetuleku moodustab eelkõige kaubanduslikust saagist saadav tulu. Humiinpreparaadi lisamine avaldas kaubanduslikule saagile statistiliselt usutavat mõju H₅₀ variandi puhul 2013. aastal. Kasutades humiinpreparaati 50 l ha⁻¹ tõusis kartulisort 'Laura' puhul kaubanduslik saak 3,6 t ha⁻¹ võrreldes H₀ variandiga. Seega 2013. aastal humiinpreparaadi lisamine suurendas põllumajandusettevõtte tulu. Humiinpreparaat on vähendanud väikeste mugulate arvu, mille tõttu ebastandardsete mugulate osakaal väheneb. Samas 2012. aastal kui saagitasemed olid suuremad (joonis 1), siis humiinpreparaat kaubanduslikku mugulasaaki usutavalt ei suurendanud (joonis 1). 2013. aastal mõjutas humiinpreparaat ka kartulisordi 'Ants' kaubanduslikku saaki (33,0 t ha⁻¹), võrreldes kontrollvariandiga andes enamsaagiks 2,9 t ha⁻¹ ($p < 0,05$; tabel 3).

Tabel 3. Humiinpreparaadi "Rupronics" mõju kartuli kaubanduslikule saagile (t ha⁻¹) ja kaubanduslike mugulate osakaalule (%) 2012. ja 2013. aastal

Table 3. Effect of humic preparation "Rupronics" on marketable tubers yield (t ha⁻¹) and the proportion of marketable tubers (%) in 2012 and 2013

Sort Cultivar	Variant Variant	Kaubanduslik saak (t ha ⁻¹) Marketable tubers yield (t ha ⁻¹)		Kaubanduslikud mugulad (%) Marketable tubers (%)	
		2012	2013	2012	2013
'Ants'	H ₀ /HP ₀	40,1a [±] 1,7*	30,1a ± 1,0	92,8a ± 0,8	92,9a ± 0,6
	H ₂₅ /HP ₂₅	38,7a ± 1,6	31,3a ± 1,2	91,8a ± 1,0	93,5a ± 0,5
	H ₅₀ /HP ₅₀	39,4a ± 1,2	33,0b ± 1,9	92,8a ± 0,8	93,5a ± 0,7
'Laura'	H ₀ /HP ₀	50,8a ± 2,1	30,9a ± 0,9	96,9a ± 0,4	93,6a ± 0,8
	H ₂₅ /HP ₂₅	49,0a ± 1,8	31,8ab ± 0,8	96,8a ± 0,5	95,3b ± 0,3
	H ₅₀ /HP ₅₀	48,1a ± 1,8	34,5b ± 1,5	97,1a ± 0,5	96,0b ± 0,4

H₀ – humiinpreparaadita (kontroll); H₂₅ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – humiinpreparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹; [±] – statistiliselt usaldusväärsed erinevused ($p < 0,05$) samas veerus on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test); * – ± tähistavad standardviga. / HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹; ¹ – Means followed by a different small letters within each column indicate significant influence ($P < 0.05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test); * – Data represents mean ±95% standard error.

Humiinainete kasutamine omas usutavat mõju kaubanduslikule saagile 2013. aastal, kuna suurendas kaubaliste mugulate massi kogusaagis.

Kaubanduslike mugulate osakaalu suurendamine kogusaagis on toidukartuli kasvataja peamisi ülesandeid. 2012. aastal oli kaubanduslikke mugulaid 'Laura' H₅₀ variandi puhul 97,1%, samas kartulisort 'Ants' andis 92,8% kaubanduslikke mugulaid. 2013. aastal suurendasid ($p < 0,05$) usutavalt humiinained kartulisort 'Laura' kaubaliste mugulate osakaalu kogusaagis (tabel 3).

Kartulimugulates leiduv tärkliis on väga väärtuslike dieetiliste, energeetiliste ja tehnoloogiliste omadustega. Seetõttu on kartul kõrgväärtuslik toiduaine ja tärkliisetööstusele oluline tooraine (Lääniste, 2000). Mugulate tärkliisisaldus on sordile omane tunnus (van Eijk, Hak, 1995; Brunt jt, 2002; Tsahkna, Tähtjärvi, 2007). Jahedad ja sombused ilmad vähendavad ning soojad ja päikesepaistelised ilmad suurendavad mugulate kuivainesisaldust (Tsahkna, 1995). Samas kartuli saagikus sageli negatiivses korrelatsioonis mugulate tärkliisisaldusega (Jõudu, 2002b; Tein, Ereameev, 2011). Suurim tärkliisesaak oli 2012. aastal 'Laura' H₀ variandis, küündides 7,2 t ha⁻¹. Samas vähendas humiinpreparaadi lisamine mugula tärkliisisaldust 'Ants' puhul 15,6% -lt 15%-le ($p < 0,05$) ning 'Laura' puhul 13,8% -lt 13,4%-le ($p < 0,05$; tabel 4).

Tärkliisesaak oli kartulisordi 'Ants' puhul 2012. aastal humiinpreparaadi kasutamise korral 0,3 t ha⁻¹ väiksem kui kontrollvariandi puhul, vastavalt 6,7 t ha⁻¹ ning 6,4 t ha⁻¹. Kartulisordi 'Laura' tärkliisesaak oli H₀ 7,2 t ha⁻¹, H₂₅ 7,1 t ha⁻¹ ning H₅₀ 6,6 t ha⁻¹. Seega tärkliisesaak vähenes humiinpreparaadi kasutamise korral, kuid antud langus pole statistiliselt usutav. 2013. aastal jäid tärkliisesaagid märkimisväärselt väiksemaks kui 2012. aastal, kuna tärkliisisaldus mugulates oli küll samaväärne, aga saagikused olid väiksemad (joonis 1). Humiinpreparaadi lisamine ei suurendanud usutavalt kartuli tärkliisesaaki mitte ühegi katsevariandi korral.

Tabel 4. Humiini preparaadi mõju mugula tärklisesisaldusele (%) ja tärklisesaagile ($t\ ha^{-1}$) 2012. ja 2013. aastal

Table 4. Effect of humic preparation "Rupronics" on starch content (%) and starch yield ($t\ ha^{-1}$) in 2012 and 2013

Sort	Variant	Tärklisesisaldus (%)		Tärklisesaak ($t\ ha^{-1}$)	
		Starch content (%)		Starch yield ($t\ ha^{-1}$)	
Cultivar	Variant	2012	2013	2012	2013
Ants					
	H ₀ /HP ₀	15,6b ¹ ± 0,2*	15,4a ± 0,2	6,7a ± 0,3	5,0a ± 0,2
	H ₂₅ /HP ₂₅	15,4ab ± 0,1	16,1b ± 0,1	6,5a ± 0,2	5,4a ± 0,2
	H ₅₀ /HP ₅₀	15,0a ± 0,1	15,3a ± 0,2	6,4a ± 0,2	5,4a ± 0,3
Laura					
	H ₀ /HP ₀	13,8b ± 0,2	13,6ab ± 0,2	7,2a ± 0,3	4,5a ± 0,1
	H ₂₅ /HP ₂₅	14,0b ± 0,1	13,9b ± 0,2	7,1a ± 0,3	4,6a ± 0,1
	H ₅₀ /HP ₅₀	13,4a ± 0,1	13,2a ± 0,2	6,6a ± 0,2	4,7a ± 0,2

H₀ – humiini preparaadita (kontroll); H₂₅ – humiini preparaat Rupronics kulunormiga 25 l ha⁻¹; H₅₀ – humiini preparaat Rupronics kulunormiga 50 l ha⁻¹; ¹ – statistiliselt usaldusväärse erinevused ($p < 0,05$) samas veeris on märgitud erinevate tähtedega (ANOVA, Fisher LSD test); * – ± tähistavad standardviga. / HP₀ – without humic preparation (control), HP₂₅ – humic preparation with the amount 25 l ha⁻¹, HP₅₀ – humic preparation with the amount 50 l ha⁻¹; ¹ – Means followed by a different small letters within each column indicate significant influence ($P < 0,05$) of humic preparation (ANOVA, Fisher LSD test); * – Data represents mean ± 95% standard error.

Kokkuvõte ja järeldused

2012. aastat iseloomustas niiske ilmastik ja kõrged temperatuurid, mis andsid eeldused suureks saagiks, kui taimehaigused kontrolli all hoida. Humiini preparaadid on mõeldud kasvukeskkonna parandamiseks ja nende efekt ei avaldu, kui kasvukeskkond on juba taimele optimaalne. Humiini preparaadi kasulik toime vähenes suurte sademete tõttu mai II dekaadil, mil toimus preparaadiga mulla töötlemine ja kartuli mahapanek (13. mai). Sademeid sellel perioodil oli kaks korda rohkem kui paljude aastate keskmisena.

2013. aasta kasvutingimused olid halvemad kui 2012. aastal, seetõttu jäid ka saagid märkimisväärselt madalamaks kui 2012. aastal. Suurim saak 2013. aastal oli 'Laural' H₀ variandi puhul 52,4 t ha⁻¹ ning 2012 aastal 'Laura' H₅₀ puhul 35,9 t ha⁻¹, mida on 16,5 t ha⁻¹ vähem kui eelneva aasta maksimumsaak. Samas 2013. aastal suurendas humiini preparaat kartulisort 'Ants' mugulate keskmist massi, mis on tingitud humiini preparaadi positiivsest mõjust taime veekasutamise võimele.

Läbiviidud katsest selgus, et 2012. a humiiniained ei avaldanud mõju kartulisort 'Ants' ja 'Laura' mugula saagile, tärklisesisaldusele ega kaubaliste mugulate osakaalule saagis.

Humiini preparaatidega kasutamise efektiivsus ei ole heades kasvutingimustes märgatav. Humiiniainete mõju kasvukeskkonnale oleks vaja uurida taimele stressi põhjustavates tingimustes.

Tänuavaldus

Uurimust on toetanud ETF grant nr 8495 projekti toetusel.

Kasutatud kirjandus

Aamisepp, I. 1986. Mugulviljad. – Tallinn, 69 lk.

Adani, F., Genevi, P., Zaccheo, P., Zocchi, G. 1998.

The effect of commercial humic acid on tomato

plant growth and mineral nutrition. – Journal of Plant Nutrition 21, 561–575.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., Metzger, J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. – Bioresource Technology, 93(2), 145–153.

Azcona, I., Pascual, I., Aguirreolea, J., Fuentes, M., García-Mina, J., Sánchez-Díaz, M. 2011. Growth and development of pepper are affected by humic substances derived from composted sludge. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 174, 916–924.

Ayuso, M., Hernandez, T., Garcia, C., Pascual, J.A. 1996. Stimulation of barley growth and nutrient absorption by humic substances originating from various organic materials. – Bioresource Technology, 57, 251–257.

Bartels, D., Sunkar, R. 2005. Drought and salt tolerance in plants. – Critical Reviews in Plant Sciences, 24, 23–58.

Brunt, K., Keizer-Zinsmister, J., Cazemier, J., Intema, P. 2002. Potato and starch quality in relation to variety, growing location and year. – Abstracts of Papers and Posters 15th Triennial conference of the EAPR, 58.

Deckers, J.A., Nachtergale, F.O., Spaargarn, O.C. (Eds.). 1998. World Reference Base for Soil Resources: Introduction. First edition. ISSS, ISRIC, FAO, Acco Leuven, 165 pp.

García, A.C., Berbara, R.L.L., Farias, L.P., Izquierdo, F.G., Hernández, O.L., Campos, R.H., Castro R.N. 2012. Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. – African Journal of Biotechnology, 11, 3125–3134.

Eremeev, V., Tein, B., Šarin, R., Treimuth, M. 2011. The effect of Rupronics on the number of tubers per plant and on average tuber weight in 2010. – Agronomy 2010/2011, 67–72.

Eremeev, V., Lääniste, P., Tein, B., Lauk, P., Alaru, M. 2012. Effect of tuber pre-planting treatments and humic preparation on tuber yield and quality. In: ESA12 Abstracts: 12th Congress of the European Society for Agronomy. – Helsinki, Finland, 20–24 August, 2012, 324.

Eyheraguibel, B., Silvestre, J., Morard, P. 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. – Bioresource Technology, 99, 4206–4212.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., Zaks, D.P.M. 2011. Solutions for a cultivated planet. – Nature, 478, 337–342.

Hiisaar, K., Eremeev, V., Kruus, E., Metspalu, L., Jõgar, K. 2013. Taime kasvustimulaator "Humistar Grin-PIK" omadused ja mõju kartulimardikale (*Leptinotarsa decemlineata* Say). – Agronoomia 2013, 138–143.

- Hills, F.J., Little, T.M. (Eds.) 1972. Statistical methods in agricultural research. – Davis, CA: University of California, USA, 242 pp.
- Igonin, A.M.: Игонин, А.М. 2006. Дождевые черви: как повысить плодородие почвы в десятки раз, используя дождевого червя "Старатель". Ковров, 192 стр.
- Jõudu, J. 2002a. Kartuli kasvu mõjutavad tegurid ja mugulate moodustumine. – Kartulikasvatus (koostaja J. Jõudu). Tartu, 69–97.
- Jõudu, J. 2002b. Kartulimugulate keemiline koostis. – (koostaja J. Jõudu). Kartulikasvatus. Tartu, 57–66.
- Knjazeva, N. 2010. Biohumus – looduslik, kuid tõhus lahendus mullaviljakuse tõstmiseks. – Aiandusfoorum 2010, Tallinn, 20–30.
- Lääniste, P. 2000. Mehhaaniliste ja keemiliste umbrohutõrjevõtete mõju kartuli umbrohtumusele, saagile, kvaliteedile, omahinnale ning põllu energeetiliselle bilansile. – Magistritöö põllumajandusteaduse magistrikraadi taotlemiseks taimekasvatuse erialal, Tartu, 74 lk.
- Masciandaro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto S., Howard, L. 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. – Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33, 365–378.
- Mauromicale, G., Angela, M.G.L., Monaco, A.L. 2011. The effect of organic supplementation of solarized soil on the quality of tomato. – Scientia Horticulturae, 129 (2), 189–196.
- Mohamed, W. 2012. Effects of humic acid and calcium forms on dry weight and nutrient uptake of maize plant under saline condition. – Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 6, 597–604.
- Page, G., Ridoutt, B., Bellotti, B. 2014. Location and technology options to reduce environmental impacts from agriculture. – Journal of Cleaner Production, 81, 130–136.
- Reintam, L. 1996. Mulla genees ja võrdlev diagnostika. – EPMÜ teadustööde kogumik, 187. Tartu, 55–64.
- Sangeetha, M., Singaram P., Devi, R.D. 2006. Effect of lignite humic acid and fertilizers on the yield of onion and nutrient availability. – Proceedings of 18th World Congress of Soil Science July 9–15, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Selim, E.M., Mosa, A.A., El-Ghamry, A.M. 2009. Evaluation of humic substances fertigation through surface and subsurface drip irrigation systems on potato grown under Egyptian sandy soil conditions. – Agricultural Water Management, 96, 1218–1222.
- STATSOFT, 2005. – Statistica 7.0. Copyright 1984–2005. Tulka, OK, USA, 716 pp.
- Struik, P.C., Ewing, E.E. 1995. Crop physiology of potato (*Solanum tuberosum* L.): responses to photoperiod and temperature relevant to crop modelling. In: Potato Ecology and Modelling of Crop under Conditions Limiting Growth (eds. A.J. Haverkort, D.K.L. MacKerron). – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 19–40.
- Särekanno, M., Vasar, V. 2004. Influence of Humistar on productivity of potato meristemplants. – Agronomy 2004. Transactions of EAU, 219, 67–69.
- Šarin, R., Tein, B., Eremeev, V. 2012. Humiinpreparaadi mõju kartuli kaubanduslikule saagile ja ühe taime mugulate arvule. – Agronomiam. EPMÜ Teadustööde Kogumik, 61–66.
- Tein, B., Eremeev, V. 2011. Eri viljelusviiside mõju kartuli saagistruktuuri elementide kujunemisele. – Agraarteadus / Journal of Agricultural Science, XXII(1), 40–44.
- Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M., Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. – Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil and Plant Science, 54, 168–174.
- Tsahkna, A. 1995. Tööstuskartuli kvaliteedinõuded ja töötlemiseks sobivate kartulisortide aretusest Jõgeval. – Jõgeva Sordiaretuse Instituudi teaduslikud tööd VII: Sordiaretus ja seemnekasvatus. Jõgeva, 114–126.
- Tsahkna, A., Tähtjärv, T. 2007. Kartulisortide viljelemisest Eestierinevates kasvukohtades. – Agraarteadus / Journal of Agricultural Science, XVIII(1), 66–77.
- Van Eijk, P.C.M., Hak, P.S. 1995. Fried potato products. – Potato Magazine, Summer 1995. Den Haag, 12–14.
- Viielberg, K. 1976. Mugulviljad. Põllukultuurid ja nende hindamine. – Tallinn, 107–135.

The impact of using humic substance for growing potato on quality indicators of tubers

Kalle Margus, Viacheslav Eremeev, Peeter Lääniste, Erkki Mäeorg, Berit Tein, Raido Laes, Juhan Jõudu
*Estonian University of Life Sciences,
 Institute of Agricultural and Environmental Sciences,
 Kreutzwaldi 5, Tartu 51014 Estonia*

Summary

The trials were carried out in 2012 and 2013 at the Department of Field Crop and Grassland Husbandry of the Estonian University of Life Sciences. The effect of humic substances on the yield of tubers and starch, and commercial yield of potato, number of tubers per plant, tuber weight was studied in cultivar 'Ants' and 'Laura'. The weather conditions in 2012 were characterized by high precipitation and warm temperatures creating good basis for high tuber yield if the plant pathogens could be kept under control. Humic preparation is concentrated and economical form of organic matter which can relieve humus depletion caused by conventional fertilization methods. Their effect however will not appear if the growing conditions are already favourable in the soil. The positive impact of humic substances could have also been reduced by high precipitation during II decade of May

when the treatment was applied and also the potato was planted (13th of May). In 2012 and 2013 the precipitation measured were 43.6 mm and 38.4 mm, respectively, that is two times higher than the results of long-term average precipitation. 2013 vegetation period was characterized by higher than average temperatures but low precipitation conditions, giving significantly lower tuber yields than in 2012. The highest yields were obtained in 2013 with cultivar 'Laural' (H_0 variant) reaching up to 52.4 t ha⁻¹ and in 2012 'Laura' HP₅₀ had yield 35.9 t ha⁻¹. At the same time in 2013, the average weight of tubers of cultivar 'Ants' was increased by 59.8–70.4 g due to the use of humic substances.

The positive effect could be due to the low precipitation conditions and hence the impact of humic substances on the water uses efficiency of potato. The experiments showed that when growing potato cultivars 'Ants' and 'Laura', HP did not have any significant positive effect on the tuber yield, commercial tuber yield or starch yield in 2012. The positive effect of HP should appear when plants are growing under unfavourable conditions where the soil microbial activity is low. The impact of humic substances should be studied thoroughly under stressful conditions for plant production.