

HYDRO EESTI KOMPLEKSVÄETISE EFEKTIIVSUSEST KARTULI VÄETAMISEL SÕLTUVALT ORGAANILISE VÄETISE FOONIST

A. Toomsoo, E. Leedu

ABSTRACT: *On the effect of combined fertilisers HYDRO on the yield of potato depending of the background of organic manure. The effect of different norms of the combined fertiliser HYDROCOMPLEX™ Partner (12:11:18) on the yield of potato 'Anti' against different backgrounds of organic manure was studied in a long-term (established in 1989) field experiment. Five different rates of mineral nitrogen (0, 40, 80, 120 and 160 kg N per ha) were used against three backgrounds of organic manure (without, cattle dung with litter, straw).*

Weather conditions in the growing season during three years were quite different. The year 1999 was dry and hot, but 2000 was rainy and cold. The year 2001 was hot and rich in rainfall.

On the basis of the results of the three experimental years (1999...2001) it is possible to make the following conclusions:

- *The yield of potato 'Anti' was stable during three experiment years, depending on fertilisation rather than on the experiment year (weather conditions).*
- *Economically optimum nitrogen rate for potato, depended on the sale prices of potato and mineral fertiliser and of the background of organic manure, was 95...120 kg nitrogen per hectare (792...1000 kg/ha of the combined fertiliser Hydro).*
- *In a rainy growing season (as in 2000) it is very important to use chemical control of the potato late blight pathogen (phytophthora infestans).*

Keywords: *Combined fertilisers, yield, effect of fertilisation, potato.*

Sissejuhatus

Viimasel aastakümnel on taimekasvatajatele kättesaadavad mitmete Euroopa nimekate firmade (Hydro, Kemira jt.) kvaliteetsed kompleksväetised, mis sisaldavad peale esmaste makroelementide (lämmastik, fosfor ja kaalium) veel teisi taimedele vajalikke makro- ja mikroelemente (magneesium, väävel, boor jt.). Nimetatud väetiste suhteliselt kõrge müügihinna tõttu on väga oluline kasutada neid väetisi optimaalsetes annustes, et väetamine end ka majanduslikult ära tasuks.

Käesoleva töö eesmärgiks on välja selgitada firma Hydro Eesti OÜ kartuli kompleksväetise mõju kartuli saagikusele ja majanduslikult optimaalsed väetiseannused sõltuvalt saagi realiseerimishinnast ja orgaanilise väetise foonist. Uurimistöö viidi läbi Rahvusvahelise Mullateaduse Uniooni poolt koordineeritaval pikaajalisel kolmeväljalisel (kartul – suvinisu – oder) IOSDV külvikorrakatsel. Katse rajati 1989. a. sügisel Tartu lähedale Eerikale näivleetunud peenliivakale kergele liivsavimullale, mille põhjalikum iseloomustus on esitatud Ameerika-Balti ühisuuringute tulemustes (Calhoun jt., 1995). WRB klassifikatsiooni järgi on mulla nimetuseks Fragi-Stagnic Albeluvisols (Kõlli, Lemetti, 1999) ja FAO klassifikatsiooni järgi Podzoluvisol (FAO-UNESCO, 1994).

Võtmesõnad: kompleksväetised, saagikus, väetamise efektiivsus, kartul.

Katse meetodika ja tingimused

Põldkatse on korraldatud kolmeväljalisena, kõik külvikorraväljad on jaotatud kolmeks erinevalt orgaanilise väetise saanud fooniks. Esimest fooni on kogu katseperioodi (12 aastat) vältel hoitud ilma orgaanilise väetiseta, teisele on iga kolme aasta tagant (kartulile) antud 40 t/ha tahedat käärinud veisesõnnikut ja kolmandale regulaarselt (teraviljade järel) teraviljapõhku 4 t/ha. Teraviljapõhku saanud orgaanilise väetise foonile ei antud täiendavalt mineraalset lämmastikväetist. Orgaanilised väetised anti sügiskünni alla. 2000. aasta sügisel enne sügiskünni lubjati katsepõldu firma Kemira dolomiidijahuga (norm 5 t/ha), et parandada kaltsiumi ja magneesiumi suhet mullas ning suurendada mulla liikuvat kaltsiumi ja magneesiumi varu.

Lämmastikväetise erinevate normide mõju selgitamiseks on katsepõllu orgaanilise väetise foonid jagatud mineraalväetise variantideks. Katses kasutati viit erinevat mineraalväetise normi (0, 40, 80, 120 ja 160 kg/ha N) kolmes korduses. Aastatel 1999...2001 kasutati kartuli väetamiseks firma Hydro Eesti OÜ täisväetist HYDROCOMPLEX™ Partner (12:11:18), mis sisaldab 12% lämmastikku, 5% fosforit ja 15% kaaliumi ning magneesiumi, väävlit ja mikroelemente. Erineva lämmastikunormiga katselappidele anti seega kartuli kompleksväetist vastavalt 333, 667, 1000 ja 1333 kg/ha. 1 kg lämmastiku kohta anti kartuli kompleksväetisega mulda ka 0,4 kg fosforit ja 1,2 kg kaaliumi. Kompleksväetis anti kartuli mahapaneku eelse kultiveerimise alla katsetöödeks mõeldud täppiskülvikuga "Fiona". Viimasel kolmel aastal kasvatati katsepõllul Jõgeva Sordiaretusinstituudis aretatud kiduussi- ja vähikindlat suuresaagilist, kuid madala tärgklisesisaldusega toidukartulit 'Anti'. Katsepõllul rakendati üldlevinud agrotehnikat.

Ilmastikult olid katseaastad täiesti erinevad. 1999. aasta oli soe ja sademetevaene. Vegetatsiooniperioodi keskmine õhutemperatuur oli sellel aastal 15,8 °C ja sademeid kartuli kasvuperioodi jooksul vaid 205 mm. Vähene sademete hulk suve esimesel poolel tagas kartulipealsete püsimise kuni koristuseni (11. oktoobril) ning suve lõpul langenud sademed mõjusid soodsalt mugulasaagile. 2000. aasta suvi oli jahe (keskmine temperatuur vegetatsiooniperioodil 13,8 °C) ja sademeterikas (kartuli kasvuperioodil 355 mm), seetõttu hävitas kiirelt levinud kartuli-lehemädanik kartulipealsed varakult ning saak koristati juba 13. septembril. Aastat 2001 iseloomustab jahe mai ja juuni esimene pool ning väga soe juuli. Vegetatsiooniperioodi keskmine õhutemperatuur oli 15,1 °C ja sademeid kartuli kasvuperioodi jooksul 416 mm. Tänu soodsale sademete jaotusele püsisid 2001. aastal kartulipealsed kuni koristuseni 27. septembril. Kartuli kasvuperioodi aktiivsete (>10 °C) temperatuuride summa oli kolmest katseaastast kõige suurem 1999. aastal (1861 °C) ja kõige väiksem 2000. aastal (1638 °C).

Katseandmed on töödeldud statistiliselt dispersioon- ja regressioonanalüüsil. Dispersioonanalüüsil arvatati välja katseandmete usutavus 95% tõenäosusega. Regressioonanalüüsil leiti mugulasaagi ja lämmastikväetise annuse omavaheline seos ruutfunktsioonina (Piho, Loko, 1970):

$$y_x = y_0 \pm bx \pm cx^2.$$

Saagifunktsiooni kordajate abil arvatati välja agronoomiliselt maksimaalsed ja majanduslikult efektiivsed lämmastikväetise annused erinevatel orgaanilise väetise foonidel. Agronoomiliselt maksimaalse lämmastikuannuse korral saadakse konkreetsete kasvutingimuste juures maksimaalne saak ning sellest suuremate lämmastikuannuste kasutamisel hakkab saak langema. Majanduslikult on tasuv lämmastikuannus, mille juures 1 kg täiendavalt antud lämmastiku kogusega saadava enamsaagi realiseerimisest saadav tulu katab täiendava väetamisega tehtud kulutused. Majanduslikult efektiivne lämmastikuannus (x_{me}) arvatati alljärgneva valemi abil:

$$x_{me} = \frac{b(p - ce) - cv}{2c(p - ce)},$$

kus: p – saagi maksumus (kr./kg);
 cv – väetamise kulud (kr./kg);
 ce – enamsaagi koristamise kulud (kr./kg);
 b ja c – ruutfunktsiooni kordajad.

Arvestades kehtivaid väetiste müügihindu (<http://www.hydro.ee>), saadi 1 kg lämmastiku maksumuseks kartuliväetise puhul 43,30 kr. Enamsaagi koristuskuludeks on arvestatud kartulil 0,16 kr./kg ning majanduslikult efektiivsed lämmastikuannused kartulile arvatati saagi realiseerimishindade 2,00 ja 2,50 kr./kg juures.

Katse tulemused ja arutelu

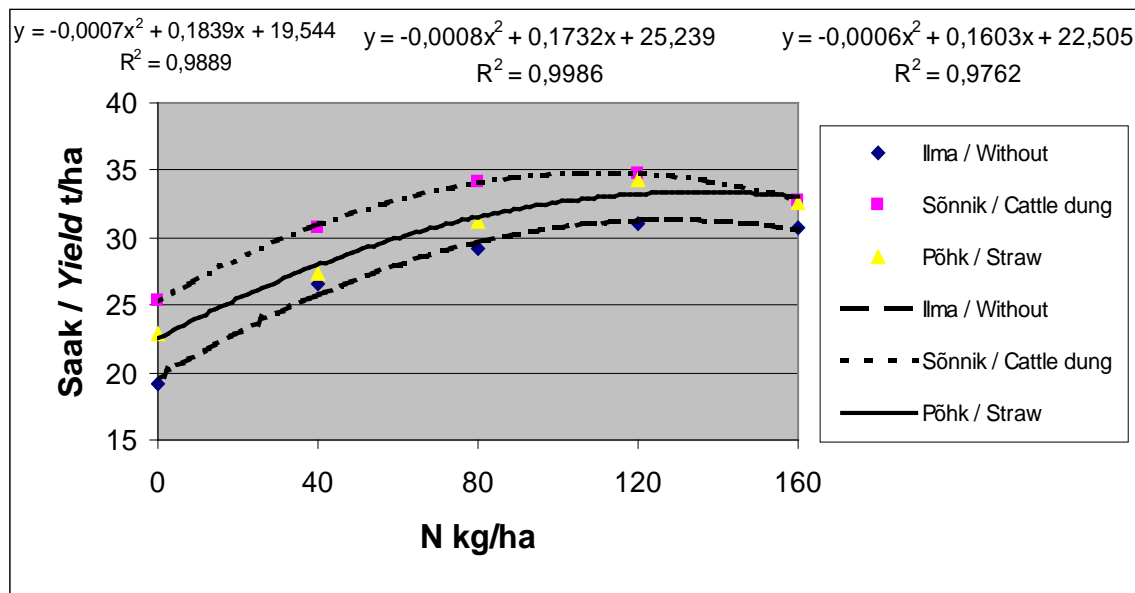
Kolme viimase katseaasta jooksul on kartuli 'Anti' saak vaatamata väga erinevatele ilmastikutingimustele püsinud suhteliselt stabiilsena (tabel 1), saagi kõikumised erinevatel katseaastatel olid üldiselt väikesed. Nii ulatus sõltuvalt aastast sõnniku foonil ilma mineraalse lämmastikuta kartulisaagi erinevus maksimaalselt 5 tonnini (21,97 ja 27,06 t/ha). Ilma väetamata katsevariandis saadi kolme katseaasta keskmisena mugulaid 19,2 t/ha ning juba esimene 40 kg/ha suurune lämmastikuannus (333 kg/ha Hydro kartuliväetist) tõstis mugulasaaki sõltuvalt orgaanilise väetise foonist kuni 7,4 t/ha. Kõige kõrgem hektarisaak (34,8 tonni) saadi kolme aasta keskmisena sõnniku foonil lämmastikuannuse 120 kg/ha juures. Sellel mineraalväetise foonil on ka aastate vaheline kartulisaagi erinevus kõige suurem, ulatudes 10 t/ha (1999. a. 39,84 t/ha ja 2000. a. 29,98 t/ha). Kolme aasta lõikes saadi kõige suurem mugulasaak (39,84 t/ha) 1999. aastal sõnniku foonil lämmastikuannuse 120 kg/ha kasutamisel. Kartulikasvatuseks kõige ebasoodsamaks kujunes kolmest katseaastast aasta 2000. Ilma väetisi kasutamata saadi sellel aastal vaid 17,41 t/ha ning maksimaalseks mugulasaagiks 30,08 t/ha (sõnniku foonil) 80 kg/ha mineraalse lämmastikuannuse kasutamisel. Madala saagi põhjustajaks tuleb lugeda jahedat (kartuli kasvuperioodi aktiivsete temperatuuride summa jäi sel aastal ligikaudu 200 °C madalamaks) ja vihmast suve, mis tingis kartuli-lehemädaniku kiire ja ulatusliku leviku. Statistiliselt usutavat kartuli enamsaaki saadi nii mineraalse lämmastik-

vätisega kui ka sõnniku ja mineraalse lämmastikväetise koosmõjul. Põhu mõjul saadud enamsaak jäi madalamate lämmastikuannuste kasutamisel katsevea piiresse (nii saadi kolme aasta keskmisena saadi põhu arvel 40 kg/ha lämmastikuannuse kasutamisel enamsaaki 0,78 t/ha ja 80 kg/ha lämmastikuannuse juures vaid 0,14 t/ha).

Tabel 1. Kartuli 'Anti' tegelik mugulasaak ja enamsaagid aastatel 1999...2001 IOSDV katses

Table 1. The yield and additional yield of potato 'Anti' in the IOSDV field experiment in the years 1999...2001

Väetise variant <i>Variant of fertiliser</i>		Saak t/ha katseaastatel <i>Yield (t/ha) in experimental years</i>			Keskmine saak <i>Average yield t/ha</i>	Enamsaak <i>Additional Yield</i>	
Orgaaniline väetis <i>Organic manure</i>	Min. N kg/ha	1999	2000	2001		Min.-väet. mõjul <i>Effect of fertiliser</i>	Org. väet. mõjul <i>Effect of manure</i>
Ilma org. väetiseta <i>Without manure</i>	0	20,50	17,41	19,72	19,21	–	–
	40	25,39	24,79	29,53	26,57	7,36	–
	80	28,38	27,84	31,42	29,21	10,00	–
	120	33,08	27,53	32,56	31,06	11,85	–
	160	30,58	27,91	33,85	30,78	11,57	–
Sõnnik / <i>Cattle dung with litter</i> 60 t/ha	0	26,98	21,97	27,06	25,34	–	6,13
	40	30,94	27,74	33,39	30,69	5,35	4,12
	80	36,44	30,08	35,94	34,15	8,81	4,94
	120	39,84	29,98	34,67	34,83	9,49	3,77
	160	34,51	27,75	36,08	32,78	7,44	2,00
Põhk / <i>Straw</i> 4 t/ha	0	24,37	19,05	25,19	22,87	–	3,66
	40	27,19	24,96	29,91	27,35	4,48	0,78
	80	31,39	28,58	33,67	31,21	8,34	0,14
	120	37,52	29,06	36,33	34,30	11,43	3,64
	160	33,87	29,17	34,63	32,56	9,69	1,78
PD ₉₅						1,49	1,16



Joonis 1. Kartuli katseandmete regressioonanalüüsi graafikud ja saagivõrrandid kolme katseaasta (1999...2001) keskmisena

Figure 1. The yield curves and equations of the potato yield as an average of three experimental years (1999...2001)

Regressioonanalüüsil (joonis 1) leiti agronoomiliselt maksimaalseks lämmastikunormiks kolme katseaasta keskmisena ilma orgaanilise väetiseta foonil 131,4 kg/ha N (1095 kg/ha Hydro kartuliväetist), millega saadi hektarisaagiks 31,6 tonni mugulaid. Sõnniku foonil oli agronoomiliselt maksimaalne lämmastikuannus 108,2 kg/ha N (902 kg/ha Hydro kartuliväetist), millega saadi 34,6 tonni mugulaid hektarilt. Põhu foonil kujunes kartulile agronoomiliselt maksimaalseks lämmastikuannuseks 133,6 kg/ha N (1113 kg/ha Hydro kartuliväetist) ja sellega mugulasaagiks 33,2 t/ha.

Võttes kartuli realiseerimishinnaks 2,00 kr./kg, kujunes sellel aastal majanduslikult efektiivseks lämmastikuannuseks ilma orgaaniliste väetisteta foonil 114 kg/ha (950 kg/ha N Hydro kartuliväetist), sõnniku foonil 102 kg/ha N (850 kg/ha kartuliväetist) ja põhu foonil 116 kg/ha N (967 kg/ha väetist). Kartulisaak oli siis vastavalt 33,6; 36,3 ja 35,7 t/ha. Kartuli realiseerimishinna 2,50 kr./kg juures on majanduslikult efektiivsed lämmastikväetise annused ilma orgaaniliste väetisteta foonil 117 kg/ha N (975 kg/ha väetist), sõnniku foonil 106 kg/ha N (883 kg/ha väetist) ja põhu foonil 120 kg/ha N (1000 kg/ha väetist) ning kartulisaagid selliste annuste puhul vastavalt 33,7; 36,4 ja 35,8 t/ha.

Kokkuvõte

Kolme aasta katsetulemuste põhjal kartuli väetamisel Hydro Eesti OÜ kompleksväetistega võib kokkuvõttes öelda järgmist.

- Kartuli 'Anti' saagikus püsis kolme katseaasta vältel stabiilsena ega sõltunud olulisel määral ilmastikust.
- Sõnniku arvel saadi kolme aasta keskmisena kartuli 'Anti' enamsaagiks 4...5 t/ha kuni 120 kg/ha mineraalse lämmastiku variantides.
- Maksimaalseid mugulasaake on võimalik saada veisesõnniku ja mineraalväetiste kooskasutamisel.
- Majanduslikult efektiivseks lämmastikuannuseks võib kartuli 'Anti' väetamisel soovitada olenevalt orgaanilise väetise foonist ja mugulate realiseerimishinnast 95...120 kg/ha N (792...1000 kg/ha Hydro kartuli kompleksväetist). Optimaalne lämmastikuannus sõltus kuni 2,50 kr./kg realiseerimishinna juures rohkem orgaanilise väetise foonist.
- Stabiilselt suurte saakide tagamiseks vihmasel suvel tuleks rakendada kartulilehemädaniku keemilist tõrjet.

Kirjandus

- Calhoun, T. E., Ellermäe, O., Kõlli, R., Lemetti, I., Penu, P., Smith, C. W. Ameerika-Balti koostööna uuritud Eesti reepermullad. – EPMÜ teadustööde kogumik, nr. 198, lk. 76...114, 1998.
- FAO-UNESCO Soil Map of the World. Revised Legend. FAO, ISRIC. Wageningen, 1994. – 140 p.
- Kõlli, R., Lemetti, I. Eesti muldade lühiiseloostus. 1. Normaalsed mineraalmullad. – Tartu, 1999. – 122 lk.
- Piho, A., Loko, V. Mineraalväetiste efektiivsus ja selle majanduslik hindamine. – EMMTUI teaduslikud tööd, nr. 20, lk. 17...28, 1970.

*Uurimistööd on toetanud HYDRO EESTI OÜ.
The study was supported by the HYDRO EESTI OY.*

On the Effect of Combined Fertilisers HYDRO on the Yield of Potato Depending of the Background of Organic Manure

A. Toomsoo, E. Leedu

Summary

The main purpose of this study was to determine the effect of the combined fertiliser HYDROCOMPLEX™ Partner (12:11:18) on the yield of the potato 'Anti'. At the same time, economically effective amounts of Hydro fertiliser were established depending on the sale price of potato and on the background of organic manure.

The study was carried out in a long-term IOSDV Tartu field experiment (established in autumn 1989) with three-field crop rotation (potato – spring wheat – spring barley). Each field in this experiment was divided according to three backgrounds of organic manure. The first background of 12 years (since the beginning of the experiment) was without any organic manure. For the second background, cattle manure was applied before the planting of potato. The aftereffect of manure in the case of this background was used for spring cereals. For the

third background, straw 4 t/ha was applied regularly (after cereals) without supplementary mineral nitrogen fertiliser. All organic manures were applied in autumn before ploughing.

In order to determine the effect of mineral nitrogen fertiliser, each background of organic manure was divided into mineral fertiliser treatments. Five different rates of mineral nitrogen fertiliser (0, 40, 80, 120 and 160 kg N per ha) were applied in three replications. The combined fertiliser HYDROCOMPLEX™ Partner (12:11:18) was used for fertilisation of potato. This fertiliser contains 12% of nitrogen, 5% of phosphorus, 15% of potassium and, in addition magnesium, sulphur and micronutrients.

Statistical analysis of the results of the experiment by regression method revealed a correlation between the yield and the rate of mineral nitrogen fertiliser. Also, economically effective amounts of mineral nitrogen fertiliser was calculated by means of the following formula:

$$x_{me} = \frac{b(p - ce) - cv}{2c(p - ce)},$$

where: p – cost of the yield (EEK/kg);
 cv – expenses for fertiliser (EEK/kg);
 ce – expenses for harvesting of the additional yield (EEK/kg);
 b and c – constants of the regression formula.

Weather conditions in the growing season during three years were quite variable. The year 1999 was dry and hot, whereas 2000 was rainy and cold. The year 2001 was hot and rich in rainfall.

On the basis of the results obtained during the three experiment years (1999...2001) it is possible to make the following conclusions:

- The yield of the potato 'Anti' was stable during three experiment years, depending on fertilisation rather than on the experiment year (weather conditions).
- Economically optimum nitrogen rate for potato, depended on the sale prices of potato and mineral fertiliser and of the background of organic manure, was 95...120 kg nitrogen per hectare (792...1000 kg/ha of the combined fertiliser Hydro).
- In a rainy growing season (as in 2000) it is very important to use chemical control of the late blight pathogen of potato (*phytophthora infestans*).