

Lannoitustavan vaikutus perunasadon kehittymiseen ja sadon laatuun

EERO VARIS

Hankkijan kasvinjalostuslaitos, Hyrylä

ILMO LANNETTA

Maatalouskoneiden tutkimuslaitos, Rukkila

Effects of fertilization rate and application method on the yield development and quality of potatoes

EERO VARIS

Plant Breeding Institute of Hankkija, Hyrylä, Finland

ILMO LANNETTA

Finnish Research Institute of Agricultural Engineering, Rukkila, Finland

Abstract. Drilling and placing of fertilizer were compared with broadcasting in trials carried out at the Plant Breeding Institute of Hankkija and at the Finnish Research Institute of Agricultural Engineering from 1968–71. Two rates of a commercially compounded fertilizer (N-P-K = 7-11-12) were used.

Doubling the fertilization rate increased the tuber yield by 12 per cent. Drilling produced a yield increase of 6 per cent, placing of 11 per cent.

The fertilization rate strongly affected the yield increase of a given application method. At the lower fertilization rate, the yield increase from drilling was 7 per cent, from placing, 18 per cent. At the higher fertilization rate, the yield increases were 5 per cent in both cases.

The starch content was decreased by 0.5 per cent by the increased fertilization rate. Application methods had no significant effects upon the starch content.

Starch yields were in accordance with tuber yields.

The proportion of large tubers was increased by the heavier fertilization rate. The application method had no clear effect on the tuber size distribution. Yearly variations were, however, great.

A doubled fertilization rate increased slightly the scabiness of the crop and the percentage of tubers infected with black scurf. Application methods had no effect upon the scabiness or black scurf.

Growth analysis showed a clear positive effect of drilling and placing on the vegetative growth of the potato, an even greater effect than that caused by a doubled fertilization rate. At the higher fertilization rate, growth was retarded somewhat by placing.

Stem number per hill varied yearly (4.3–5.3). Treatments included caused few variations. At the higher fertilization rate, drilling increased the stem number.

Tuber number per hill varied greatly from year to year (8.6–13.5). It was clearly increased by drilling and placing. This increase, however, was not so noticeable by the end of the growing period.

Lannoitteiden multaaminen tai sijoitus viljan viljelyssä yleistyi Suomessa 1960-luvun lopulla niiden lupaavien koetulosten ja käytännön kokemusten perusteella, joita menetelmistä saatiin (ELONEN ym. 1967, NIEMINEN ym. 1967, SALONEN 1968, PESSI ym. 1970). Menetelmiä kokeiltiin aluksi pääasiassa kevätiljoilla, joilla myös tulokset olivat hyvät. Rivimultainten yleistyessä käytännössä näytti kuitenkin tarpeelliselta selvittää myös mm. perunan suhtautumista lannoitteiden multaukseen ja sijoitukseen, koska ulkomailta saatiin alustavia lupaavia tietoja (BAERUG 1971) ja koska myös omat alustavat kokemukset havaintokentiltä vuosina 1966–67 osoittivat selvää kasvun nopeutumista alkukesästä. Asiaa selvittäviä kokeita järjestettiin vuosina 1968–72 Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla yhteistoiminnassa Maatalouskoneiden Tutkimuslaitoksen kanssa. Neljään kokeeseen liitettiin myös varhaisnostot kasvututkimuksineen ja kemiallisine analyyseineen, jotta olisi voitu tarkemmin selvittää mahdolliset kasvurytmin muutokset ja ravinteiden saannin erot.

Koeaineisto ja sen käsittely

Kokeita järjestettiin vuosien 1968–72 aikana kaikkiaan 8, näistä 5 Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla ja 3 Maatalouskoneiden Tutkimuslaitoksen koetiloilla. Maalaji oli Anttilan 4 kokeessa aitosavipohjaista multamaata, 1 kokeessa hiesunsekaista hietaa (vrt. VARIS 1973), Maatalouskoneiden Tutkimuslaitoksella hietaa.

Koejäsenet olivat:

Lannoitemäärät

- A. 650 kg/ha Yklv (33–46 N, 34–72 P, 78–81 K)
- B. 1 300 kg/ha Yklv (65–91 N, 69–143 P, 156–160 K)

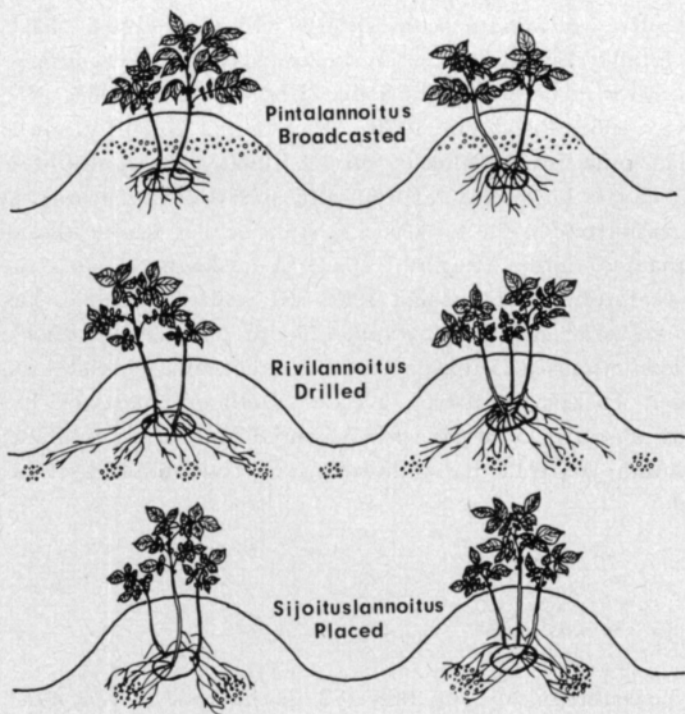
Lannoitustavat

1. Pintalannoitus
2. Rivimultaus, mullattu 16.5 cm:n rivivälein
3. Sijoituslannoitus, sijoitettu siemenmukulan molemmin puolin n. 10 cm:n etäisyydelle mukulasta.

Lannoitteena käytettiin vuosittain kaupassa olevaa kloorivapaata Y-lannoista.

Lannoitteiden sijoittamiseksi 2-riviin Piirroksen 1 osoittamalla tavalla Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella rakennettiin yhdistelmäkone, joka sijoitti lannoitteet ja istutti perunat. Pinta- ja rivilannoitukseen käytettiin rivimultainta. Perunat istutettiin aina yhdistelmäkoneen istutusautomaatilla.

Koeruudut olivat 4-rivisiä, à 25 mukulaa. Kaksi keskimmäistä riviä korjattiin syysnostoissa. Kerranteita oli 4, lajike Rekord. Varhaisnostoja varten kylvettiin Anttilaan multamaan kokeen yhteyteen ylimääräisiä ruutuja, joista korjattiin 4 nostoaikana 2 × 1-riviset ruudut. Nostoaikat olivat keskimäärin: 27. 07., 12. 08., 25. 08. ja 17. 09.



Piirros 1. Kaaviokuva selostettavassa kokeessa käytetyistä lannoitteiden kylvötavoista.
 Figure 1. Scheme of fertilizer application methods used in the trial series reported here.

Seuraavat havainnot esitetään:

Varhaisnostot

Lehdistön paino g/yksilö.

Varsia kpl/yksilö.

Mukulasato g/yksilö.

Mukuloita kpl/yksilö.

Mukuloiden kokojakautuma (%): alle 40 mm, 40–55 mm ja yli 55 mm.

Täikkelys-% (Hals & Buchholzin mukaan).

Varhaisnostoista otettiin myös lehdistö- ja mukulanäytteet kemiallisia analyyseja varten.

Tulokset esitetään myöhemmässä julkaisussa.

Syysnosto

Mukulasato tn/ha.

Täikkelys-% (Hals & Buchholz).

Täikkelyssato kg/ha.

Sadon kokojakautuma (%), alle 40 mm, 40–55 mm ja yli 55 mm.

Sadon rupisuus 0–10 (0 = terve, 10 = täysin rupinen).

Seittisiä mukuloita %.

Tulokset ja niiden tarkastelu

Tulosten tilastollisessa käsittelyssä käytettiin varianssianalyssejä, jotka laskettiin Keskusosuusliike Hankkijan ATK-osastolla. Tulosten tilastollinen merkitsevyys on esitetty tavalliseen tapaan (Taulukot 1 ja 2).

Taulukko 1. Varianssianalyysi lannoitustavan vaikutuksesta perunasadon kehittymiseen.
Table 1. Analysis of variance of the effects of the fertilizer application method on the development of potato yield.

Tekijä Factor	Lehdistön paino g/yksilö Haulm weight g per hill	Varsien luku- määrä kpl/kasvi Stem number per hill	Mukulasato g/yksilö Tuber yield g per hill	Mukuloita kpl/yksilö Tuber number per hill	Mukuloiden kokojakautuma Size distribution %
A. Koe — Trial	***	***	***	***	***
B. Lannoitustaso- Fertilization level .	***	ns	ns	(*)	ns
C. Lannoitustapa — Application method	**	ns	(*)	***	ns
D. Nostoaika — Lifting time	***	**	***	***	***
AB	ns	*	**	ns	***
AC	***	ns	ns	ns	***
AD	***	(*)	***	***	***
BC	**	*	*	ns	*
BD	ns	ns	ns	ns	**
CD	ns	ns	ns	*	ns
ABC	**	ns	ns	*	***
ABD	***	ns	ns	ns	***
ACD	**	ns	ns	*	***
BCD	(*)	*	ns	ns	***

Lehdistön paino

Lisätty lannoitus aiheutti lehdistön rehevämmän kasvun (keskimäärin 270 ja 306 g). Rivimultaus ja sijoitus vaikuttivat samoin lehdistön kasvua rehevoittävästi (269, 292 ja 302 g). Piirroksista 2 näkyvät yhdysvaikutukset BC ja BCD. Pientä lannoitemäärää käytettäessä sijoituslannoitus aiheutti rehevimmän varsiston kasvun. Sen sijaan suurempaa lannoitemäärää käytettäessä sijoituslannoituksessa varsiston kasvu hidastui syyskesällä verrattaessa rivimultaukseen. Vuotuista vaihtelua oli runsaasti (A, AC, AD, ABC, ABD, ACD).

Taulukko 2. Varianssianalyysi lannoitustavan vaikutuksesta perunasatoon ja sen laatuun.
 Table 2. Analysis of variance of the effects of the fertilizer application method on the yield and quality of potatoes.

Tekijä Factor	Mukulasato Tuber yield tons/ha	Tärkkelys-% Starch content	Tärkkelys-sato Starch yield kg/ha	Koko-jakautuma Size distribution %	Rupisuus Scabbiness 0-10	Seittisiä mukuloita Black scurf infected tubers %
A. Koe - Trial	***	***	***	***	***	***
B. Lannoitustaso - Fertilization level	***	**	***	*	*	*
C. Lannoitustapa - Application method	***	ns	***	ns	ns	ns
AB	ns	(*)	ns	(*)	**	*
AC	ns	**	ns	(*)	ns	ns
BC	*	ns	(*)	ns	ns	ns
ABC	**	***	***	ns	ns	ns

Varsien lukumäärä

Varsien lukumäärä yksilöä kohti vaihteli vuosittain (4.3-5.3 kpl). Se muuttui myös hiukan kasvukauden kuluessa (4.8-4.9-4.8-4.5). Lannoituksen määrä ja tapa vaikuttivat myös jossain määrin varsien lukumäärään (Taulukko 3).

Taulukko 3. Lannoituksen määrän ja tavan vaikutus perunan varsien lukumäärään.
 Table 3. The effects of fertilizer application level and method on the stem number of potatoes.

Lannoitustapa Application method	650 Yklv	1 300 Yklv	Keskim. Average
Pinta - Broadcasted	4.7	4.6	4.7
Rivi - Drilled	4.6	5.0	4.8
Sijoitus - Placed	4.8	4.8	4.8
Keskim. - Average	4.7	4.8	

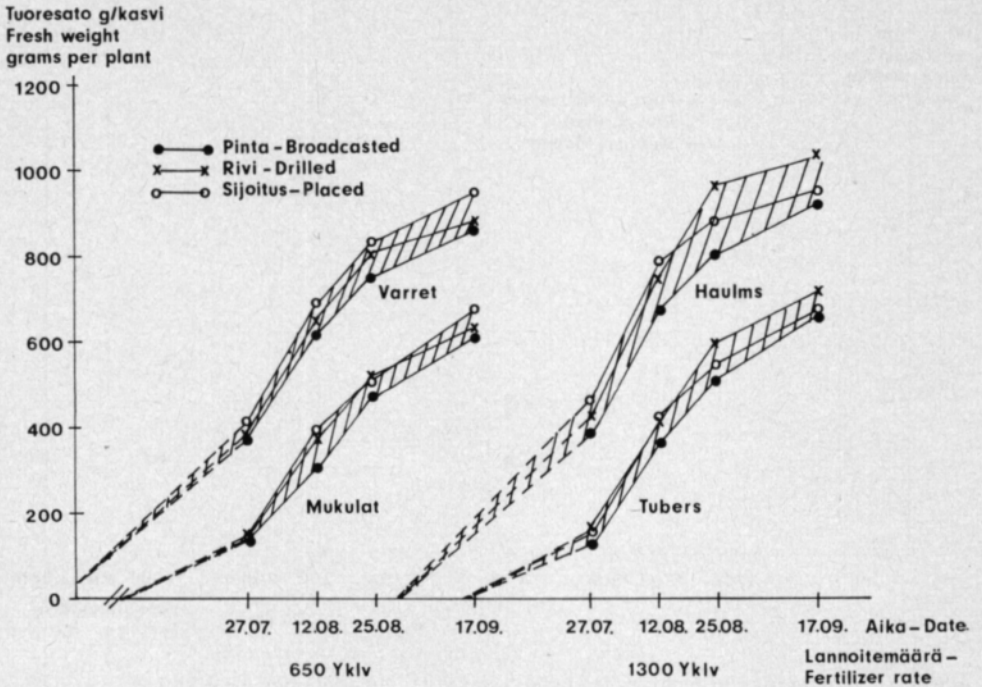
PME - L.S.D. (5 %)

Lannoitustasot
 Fertilization levels (B) ns

Lannoitustavat
 Application methods (C) ns

BC 0.3

Selvä merkittävä ero oli rivilannoituksessa, missä lannoituksen lisääminen pystyi lisäämään myös versojen lukumäärää. Yhdysvaikutus BCD osoitti,



Piirros 2. Lannoituksen määrän ja tavan vaikutus perunan kasvuun.

Figure 2. The effects of fertilization rate and application method on the growth of the potato.

että versojen lukumäärä laski kasvukauden lopulla eniten rivilannoituksen pienellä lannoitemäärällä ja sijoituslannoituksen suurella lannoitemäärällä (vrt. Piirros 2). Vuotuista vaihtelua todettiin (A, AB, AD).

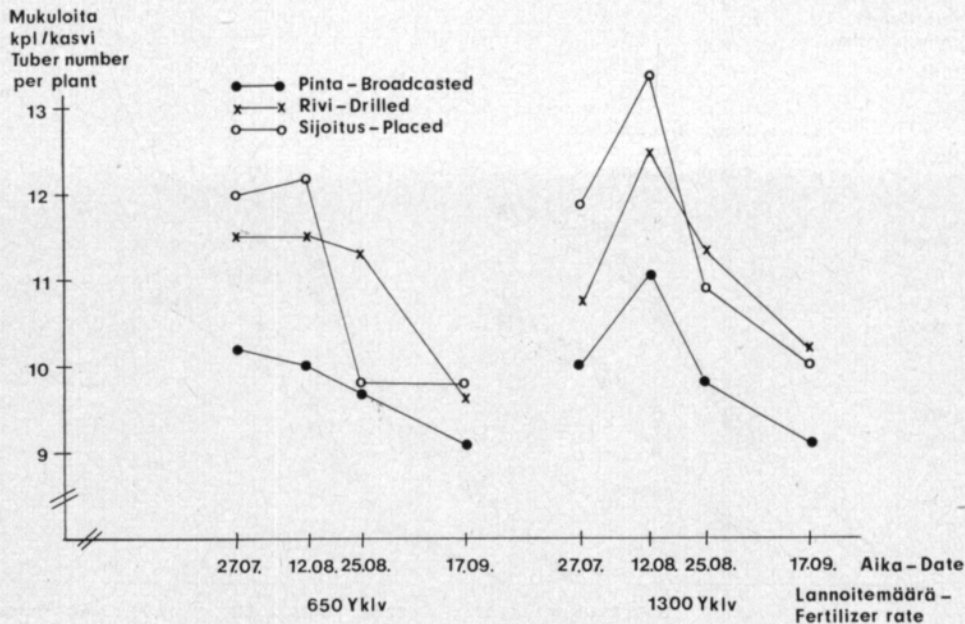
Mukulasato

Mukulasadon kehittymisessä oli samoja piirteitä kuin lehdistön painon kehityksessä (Piirros 2). Lannoitustasojen välillä ei keskimäärin ollut merkittävää eroa, joskin suunta oli suuremman lannoitemäärän eduksi (426, 445 g/kasvi). Ero näytti suurenevan syksyä kohti, ei tosin merkittävästi. Lannoitustavoista rivimultaus ja sijoitus olivat keskimäärin yhtä hyvät (412, 446, 448 g/kasvi), mutta lannoitemäärä vaikutti näiden paremmuusjärjestykseen (BC). Vuotuista vaihtelua esiintyi (A, AB, AD).

Mukuloiden lukumäärä

Mukuloiden lukumäärä kasvia kohti vaihteli vuosittain (8.6–13.5 kpl/kasvi) ja muuttui kasvukauden kuluessa (11.1–11.8–10.5–9.6 kpl/kasvi).

Lannoituksen määrä vaikutti lievästi merkittävästi mukuloiden lukumäärään (10.6, 10.9 kpl/kasvi), lannoitustavan vaikutus oli selvästi merkittävä (9.9, 11.0, 11.3 kpl/kasvi). Mukuloiden lukumäärä muuttui kasvukauden kuluessa eri tavalla riippuen lannoitustavasta (CD, Piirros 3). Sijoituslannoituk-



Piirros 3. Lannoituksen määrän ja tavan vaikutus mukulaluvun kehitykseen.
 Figure 3. The effects of fertilization rate and application method on the development of tuber number.

sella saatiin kasvukauden alussa kehittymään sängen suuri mukulamäärä, joka kuitenkin syyskesällä jyrkästi väheni osan mukuloista kuihtuessa. Rivilannoituksen mukulamäärä oli myös hyvä syyskesään saakka, kunnes sekin syksyllä laski selvästi. Syksyllä mukulamäärien erot olivat suhteellisen pienet.

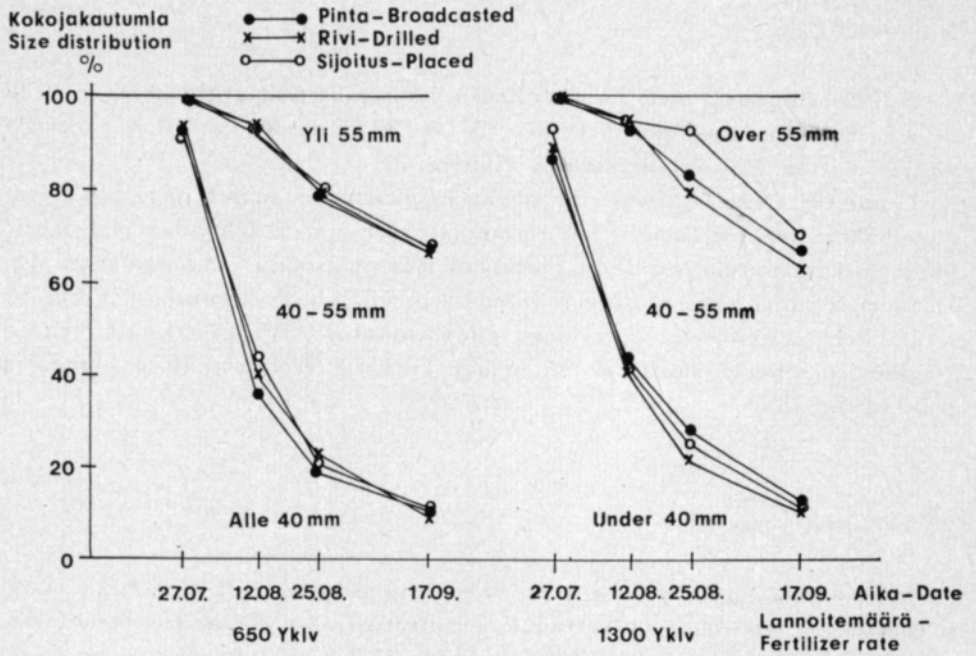
Mukuloiden kokojakautuma

Lannoituksen määrä ja tapa eivät keskimäärin vaikuttaneet kokojakautumaan (B, C), mutta sen sijaan niiden yhdysvaikutus (BC) oli merkitsevä (Piirros 4).

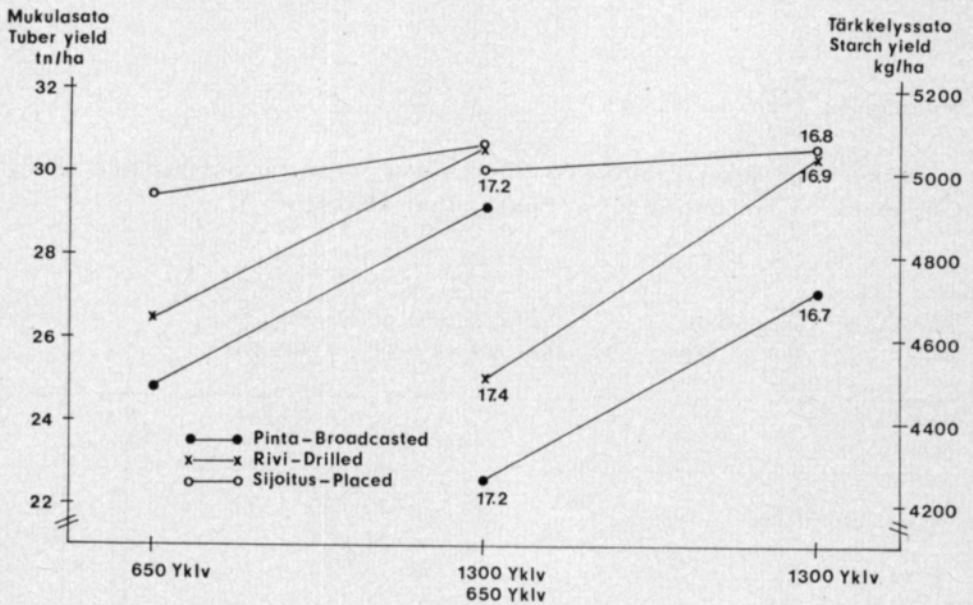
Ison lannoitemäärän koejäsenissä oli kasvukauden loppupuolella selviä eroja varsinkin isojen mukuloiden määrissä (BCD). Rivilannoituksen sadon nousu syyskesällä näytti muita enemmän johtuneen mukulakoon suureneimisesta. Pintalannoituksessa suurenivat sekä pienten että isojen mukuloiden määrät, sijoituslannoituksessa taas keskikokoisten määrä oli selvästi suurempi kuin muita lannoitustapoja käytettäessä.

Syysnosto

Varsinaisissa syysnostoissa oli mukana kaikkiaan 8 koetta, joten edellä esitetyn 4 kasvututkimuksen tulokset eivät suoraan ole rinnastettavissa seuraavassa esitettäviin tu'oksiin.



Piirros 4. Lannoituksen määrän ja tavan vaikutus mukulakoon kehittymiseen.
Figure 4. The effects of fertilization rate and application method on the development of tuber size.



Piirros 5. Lannoituksen määrän ja tavan vaikutus mukula- ja tärkkelyssatoon.
Figure 5. The effects of fertilization rate and application method on tuber and starch yield.

Mukulasato

Mukulasadossa oli merkitsevä ero sekä lannoituksen määrien (26.92 ja 30.12 tn/ha) että lannoitustapojen välillä (26.99, 28.51 ja 30.05 tn/ha). Lisäksi yhdysvaikutus BC oli merkitsevä (Piiros 5).

Lannoitustapojen väliset erot olivat huomattavan suuret pienempää lannoitemäärää käytettäessä. Sijoituslannoituksen pieni lannoitemäärä antoi jopa paremman tuloksen kuin pintalannoituksen isompi lannoitemäärä. Eri kokeiden antama tulos oli sangen yhtenäinen, sillä yhdysvaikutukset AB ja AC eivät olleet merkitseviä. Sen sijaan yhdysvaikutus ABC osoitti vaihtelua eri koejäsenien sadossa, mutta ei kuitenkaan koskaan oleellisesti BC:n suunnasta poikkeavasti.

Tärkkelyspitoisuus

Lannoituksen lisääminen alensi tärkkelyspitoisuutta (17.2 ja 16.8 %). Lannoitustapa ei sen sijaan vaikuttanut merkitsevästi, vaikka pieni ero pintalannoituksen vahingoksi oli havaittavissa (16.9, 17.2 ja 17.0 %, Piiros 5).

Tärkkelyssato

Tärkkelyssato määräytyi pääasiassa mukulasadon mukaan (Piiros 5). Rivimultaus osoittautui suhteellisesti hiukan muita edullisemmaksi lievästi korkeampien tärkkelyspitoisuuksien ansiosta.

Mukuloiden kokojakautuma

Mukuloiden kokojakautumassa oli merkitsevä ero lannoitemäärien välillä (B), mutta ei lannoitustapojen välillä (Taulukko 4).

Taulukko 4. Lannoituksen määrän vaikutus mukulakokoon.
Table 4. The effect of fertilizer application rate on tuber size distribution.

Mukulakoko <i>Tuber size</i>	650 Yklv	1 300 Yklv	Keskim. <i>Average</i>
Alle — <i>Under</i> 40 mm	11	10	11
40—55 mm	59	57	58
Yli — <i>Over</i> 55 mm	30	33	31
PME — <i>L.S.D.</i> (5 %)			3

Lannoituksen lisääminen aiheutti suurten mukuloiden määrän kasvamisen keskikokoisten kustannuksella. Lannoitustavan vaikutus mukulakokoon oli vuosittain vaihteleva (AC), mutta keskimäärin mukuloiden kokojakautumisissa ei ollut eroja.

Mukuloiden taudit

Lannoituksen lisääminen aiheutti lievän rupisuuden nousun. Samoin seittisten mukuloiden määrä kasvoi lievästi. Lannoitustapa ei aiheuttanut eroja (Taulukko 5).

Taulukko 5. Lannoituksen määrän ja tavan vaikutus mukuloiden tauteihin.
Table 5. The effects of fertilizer application level and method on tuber diseases.

Lannoitustapa <i>Application method</i>	Rupisuus <i>Scabbiness</i> 0–10			Seittisiä mukuloita <i>Black scurf infected</i>		
	650 Yklv	1 300 Yklv	Keskim. <i>Average</i>	650 Yklv	1 300 Yklv	Keskim. <i>Average</i>
Pinta — <i>Broadcasted</i>	10	11	11	12	14	13
Rivi — <i>Drilled</i>	9	12	10	11	16	13
Sijoitus — <i>Placed</i>	10	13	11	10	12	11
Keskim. — <i>Average</i>	10	12		11	14	

Tulosten tarkastelua

Lannoitteiden multaaminen rivimultaimella tai sijoituslaitteella näyttää näiden koetulosten mukaan antavan perunalla huomattavia, 5–18 %:n, sadonlisäyksiä. Sadon laadun muutokset ovat pieniä. Samanlaisiin tuloksiin on tultu muissakin vastaavissa tutkimuksissa (LARPES 1968, BATEY ja BOYD 1969, BAERUG 1971, LAUGHLIN 1971, PETERSSON ja WIKSTRÖM 1972, HEMPLER 1973).

Lannoitteiden erilaisia sijoitustapoja ovat muutamat tutkijat selvittäneet tarkemmin (BATEY ja BOYD 1969, BAERUG 1971, LAUGHLIN 1971). Tulokset ovat olleet vaihtelevia riippuen käytetyistä lannoitemääristä ja kasvuoloista. Yleissuunta näissä tutkimuksissa näyttää kuitenkin olevan, että mitä pienempää lannoitemäärää käytetään, sitä lähemmäksi siemenmukulaa lannoite voidaan sijoittaa tai sitä kapeampaa nauhaa voidaan käyttää. Sen sijaan jos suuri lannoitemäärä sijoitetaan lähelle siemenmukulaa kapeaksi nauhaksi, on voitu todeta kasvuhäiriöitä ja juurien polttovikoja sitä herkemmin, mitä kuivempi kasvukausi on.

Tämä sama ilmiö näkyy myös tässä esitetyissä tuloksissa. Pientä lannoitemäärää käytettäessä saatiin sijoittamalla huomattavasti parempi tulos kuin rivimultaamalla, mutta suurempaa lannoitemäärää käytettäessä ero tasoittui,

koska sijoituslannoituksella sato ei juuri lainkaan noussut lannoitemäärää lisättäessä. Kasvututkimuksen tuloksista käy myös selville, että kasvien tuorepaino kasvoi iso lannoitemäärä sijoitettaessa syyskesällä hitaammin kuin rivimullattaessa, mikä on merkki häiriintyneestä lisäkasvusta. Samalla tavalla mukulamäärien kehitys kasvukauden aikana osoitti, miten sijoituslannoitus johti alkukesällä sangen runsaaseen mukulamäärään. Tämä aleni kuitenkin kasvukauden loppupuolella huomattavasti todennäköisesti kasvun häiriintymisestä johtuen. Kasvun häiriintymisen syiden tietäminen olisi sinänsä tärkeää, sillä sijoituslannoituksen aikaansaama lupaava mukulamäärän kehitys alkukesästä antoi itse asiassa mahdollisuuden sangen suuren sadon kehittymiseen: mukulamäärien ero pinalannoituksen ja sijoituksen välillä oli nimittäin suurimmillaan 22 %, mutta syksyllä vain 6 %.

Nämä koetulokset osoittivat muiden vastaavien tulosten tapaan, että käyttämällä lannoitteiden multausta päästään samaan satotasoon huomattavasti pienemmällä lannoitemäärällä kuin pinalannoituksessa. Lannoitteiden säästö on arvioitu 30—50 %:ksi (BATEY ja BOYD 1969, HEMPLER 1973). Näissä kokeissa säästö oli samaa suuruusluokkaa.

Sadon mukulakoko ei muuttunut varsinaisissa syysnostoissa keskimääriin, mutta vuosittain tulos oli erilainen. Sadonlisäys perustui siten joko mukulakoon suurenemiseen tai mukuloiden määrän lisääntymiseen, keskimäärin kuitenkin pääasiassa jälkimmäiseen. Kasvututkimuksen tulokset selvittivät tarkemmin näitä yhteyksiä. Kasvukauden loppupuolella mukuloiden määrä näyttää tasoittuvan kasvuolosuhteiden sallimalle tasolle. Tämän jälkeen lannoitteiden multaus tai sijoitus voi johtaa mukuloiden nopeampaan lisäkasvuun, jolloin voidaan PETERSSONIN ja WIKSTRÖMIN (1972) mukaan todeta satoikäyrien yhtyminen syyskesällä ja uudelleen eriytyminen myöhemmin syksyllä. Sadon mukulakoon suurenemisen ei tarvitse olla säännöllinen ilmiö, vaan se on mukuloiden määrän lisääntymisen kanssa vaihtoehtoinen sadon nousun muoto. Kumpi vaihtoehto pääsee vallitsemaan johtuu kasvuolosuhteista ja todennäköisesti myös lajikkeen aikaisuudesta (vrt. LARPES 1968, BAERUG 1971).

Lannoitustapa vaikutti tässä kuten muissakin vastaavissa tutkimuksissa sangen vähän tärkkelyspitoisuuteen. Tärkeä ilmiö selostettavassa koesarjassa on se, että sijoittamalla tai multaamalla lannoitteet päästiin suurempaan satoon ilman tärkkelyspitoisuuden alenemista. Lannoituksen määrän lisääminen sen sijaan johti sadon määrän kasvun ohella tärkkelyspitoisuuden alenemiseen. Tämän eron voidaan selittää johtuvan mukulamäärien eroista kummassakin tapauksessa. Pelkkä mukulamäärän lisääntyminen ei kuitenkaan takaa jatkuvaa tärkkelyspitoisuuden korkeana säilymistä, vaan lisäksi tarvitaan myös osittainen lehdistön yhteyttämiskapasiteetin kasvaminen. Tähän viittaavat myös tämän koesarjan tulokset verrattaessa korkean lannoitustason rivimultauksen ja sijoituksen satoja, tärkkelyspitoisuuksia sekä mukuloiden ja versojen määriä keskenään. Tässä tapauksessa rivimultaus johti suurimpaan tärkkelyssadon lisääntymiseen sekä korkean sadon että hyvän tärkkelyspitoisuuden takia. Samalla kasvututkimus osoitti sekä mukulamäärän että versomäärän kasvua.

Lannoitteiden multaaminen riittävään syvyyteen näyttää olevan tehokas keino perunasatojen nostamiseksi ilman ulkoisen ja sisäisen laadun huonone-

mista. Tämä perustuu nopeampaan kasvun alkamiseen, rehevämpään ja osittain myös tiheämpään varsistoon sekä lisääntyneeseen mukuloiden määrään. Samanaikainen muiden kasvuolojen, lähinnä veden saannin turvaaminen riittävän lannoituksen yhteydessä näyttäisi antavan lisämahdollisuuksia runsaiden hyvänlaatuisten satojen saamiselle ilman ylimääräistä kasvutiheyden muuttamisen tarvetta.

Yhteenveto

Lannoitteiden rivimultausta ja sijoitusta verrattiin pintalannoitukseen vuosina 1968—72 järjestetyissä kokeissa Hankkijan kasvinjalostuslaitoksella ja Maatalouskoneiden tutkimuslaitoksella. Kokeissa käytettiin kahta lannoitustasoa, 650 ja 1300 kg/ha Yklv.

Lannoituksen kaksinkertaistaminen nosti mukulasatoa keskimäärin 12 %. Rivimultaus lisäsi satoa 6 % ja sijoitus 11 % pintalannoitukseen verrattuna.

Lannoituksen määrä vaikutti huomattavasti lannoitustavan antamaan tulokseen. Alemmalla lannoitustasolla rivimultaus nosti satoa 7 %, sijoitus 18 %. Suurempaa lannoitemäärää käytettäessä vastaavat sadonlisäykset olivat molemmissa tapauksissa 5 %.

Tärkkelyspitoisuus aleni 0.5 %-yksikköä lannoituksen määrää lisättäessä. Lannoitustapa ei vaikuttanut tärkkelyspitoisuuteen merkittävästi, joskin rivimultaus tuotti hiukan muita korkeampia pitoisuuksia.

Tärkkelyssadot noudattivat mukulasatoja.

Suurten mukuloiden määrä lisääntyi lannoitusta lisättäessä. Lannoitustapa ei vaikuttanut merkittävästi lajittelutulokseen, joskin selviä eroja vuosittain todettiin.

Lannoituksen lisääminen aiheutti rupisuuden ja seittisten mukuloiden määrän lievän lisääntymisen. Lannoitustapa ei vaikuttanut mukuloiden terveyteen.

Kasvututkimus osoitti lannoitteiden multauksen tai sijoituksen nopeuttavan ja lisäävän perunan vegetatiivista kasvua jopa enemmän kuin lannoituksen määrän kaksinkertaistaminen. Suurempaa lannoitemäärää käytettäessä rivimultaus oli edullisempi kuin sijoitus.

Versojen määrä vaihteli vuosittain (4.3—5.3) huomattavasti enemmän kuin lannoituksen määrästä tai tavasta johtuen. Rivimultaus tuotti suurta lannoitemäärää käytettäessä muita runsaamman versojen määrän.

Mukuloiden määrä kasvia kohti vaihteli runsaasti vuodesta toiseen (8.6—13.5). Mukuloiden määrä lisääntyi huomattavasti kasvukauden alkupuolella rivimultausta ja varsinkin sijoitusta käytettäessä. Loppukesällä erot pieneni-

KIRJALLISUUTTA

- BAERUG, R. 1971. Radgjødsling til seine of tidlige potetsorter. *Forsk. Fors. Landbr.* 22: 157–164.
- BATEY, T. & BOYD, D. A. 1969. Placement of fertilizers for potatoes. *Phosph. Agric.* 54: 27–34.
- ELONEN, P., NIEMINEN, L. & KARA, O. 1967. Sprinkler irrigation on clay soils in southern Finland. II. Effect on the grain yield of spring cereals. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 39: 78–88.
- HEMPLER, K. 1973. Reihendüngung zu Stärkekartoffeln. *Kartoffelbau* 24: 68.
- LARPES, G. 1968. Rivilannoitus perunallekin. *Koetoim. ja Käyt.* 25: 46–48.
- LAUGHLIN, W. M. Production and chemical composition of potatoes related to placement and rate of nitrogen. *Amer. Potato J.* 48: 1–15.
- NIEMINEN, L., KARA, O. & ELONEN, P. 1967. Kokemuksia sijoituslannoituksesta. *Maat. ja Koetoim.* 21: 42–49.
- PESSI, Y., YLÄNEN, M., LESKELÄ, A. & SYVÄLAHTI, J. 1970. Results of tests made with placement fertilization on the Kotkaniemi Experimental Farm. *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 42: 193–197.
- PETTERSSON, A. & WIKSTRÖM, S. 1972. Inledande undersökningar om radmyllning till potatis. *Lantbr.högsk. Rapp. Jordbearbetningsavdelning* 30: 1–27.
- SALONEN, M. 1968. Rivilannoitus, sen kehittäminen ja soveltaminen kasvinviljelyyn. *Leipä Leveämmäksi* 16: 20–22.
- VARIS, E. 1973. The effect of magnesium and potassium on the chemical composition and yield of the potato. *Acta Agr. Fenn.* 128, 3: 3–13.