

NPK-lannoituksen vaikutus Pito-perunan satotekijöihin

EERO VARIS

Hankkijan kasvinjalostuslaitos, Anttilan koetila, Hyrylä

Saapunut 30. 5. 1973

The effects of increased N, P, and K rates on yield factors of Pito potato

EERO VARIS

The Hankkija Plant Breeding Institute, 04300 Hyrylä

Abstract. The purpose of this study was to examine by growth analysis how increased rates of N, P, and K affect the morphological characteristics of the potato plant and whether the yield differences found could be accounted for these factors.

N applications caused a heavy increase in the vegetative growth of the haulms, but tuber yield increased only up to the N_1 rate, 100 kg N/ha. Root weight behaved similarly to haulm weight. N applications delayed the development of the tuber yield and increased the number of stems and tubers. The relative proportions of large and small tubers were partly affected by N application.

P applications increased the vegetative growth of haulms and the tuber yield up to the highest amount used, 168 kg P/ha. P increased the number of tubers and accelerated development of the yield.

K applications did not affect the yield. They only increased slightly the number of stems.

N and P interacted in many respects. In most cases the most favourable result was achieved with a certain N: P ratio, corresponding to the N_1P_1 or N_2P_2 in this study.

Tämä koesarja on jatkoa lannoitustutkimukselle vuosilta 1965–67, jossa selvitettiin NPK-lannoituksen vaikutusta Pito-perunan satoon ja laatuun eri puolilla maata (VARIS 1972 a, b). Tässä tutkimuksessa pyrittiin tarkemmin selvittämään käytettyjen pääravinteiden vaikutustapaa Pito-perunan morfologisiin, satoa määrääviin ominaisuuksiin selitykseksi aikaisemmissä tutkimuksissa todetuille satoeroille.

Koeaineisto ja sen käsittely

Kokeet järjestettiin vuosina 1967, 1968 ja 1970 Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla. Koelajike oli Pito ja koejäsenet samat kuin mainitussa laajemmassa tutkimuksessa:

$N_0 = 0$
 $N_1 = 100 \text{ kg/ha N (400 kg/ha Nos)}$
 $N_2 = 200 \text{ kg/ha N (800 kg/ha Nos)}$
 $P_0 = 0$
 $P_1 = 87 \text{ kg/ha P (1000 kg/ha Psf)}$
 $P_2 = 174 \text{ kg/ha P (2000 kg/ha Psf)}$
 $K_0 = 0$
 $K_1 = 166 \text{ kg/ha K (400 kg/ha Ksu)}$
 $K_2 = 332 \text{ kg/ha K (400 kg/ha Ksu)}$

Koelue oli kaikkina vuosina sama aitosavipohjainen multamaalohko. Koelueen maa-analyysiarvot olivat seuraavat:

Vuosi	pH	P	K	Ca	Mg
1967	5.1	6	144	869	200
1968	5.4	6	137	869	181
1970	5.5	5	100	962	312

Lannoitteet kylvettiin ennen istutusta avattuihin vakoihin. Ruudut olivat 4-rivisiä, 7,5 m pitkiä (à 25 mukulaa), ja niistä korjattiin yksi rivi käsin joka nostossa. Kerranteita oli 2.

Nostajat (keskimäärin):

23.07.
 08.08.
 27.08.
 13.09.

Tutkitut ominaisuudet:

1. Mukulasato. Ruutusadot punnittiin ja tulokset laskettiin g/yksilö. Vastaaviin hehtaarisatoihin päästään kertomalla yksilösadot 50.000:lla.
2. Varsisato. Varret katkaistiin sirpillä maan pinnan tasalta ja punnittiin ruuduittain. Tulokset laskettiin kuten edellä g/yksilö.
3. Juurisato. Varovaisessa käsinnostossa mukaan tullut juurimassa ja rönsyt punnittiin ja tulokset laskettiin kuten edellä g/yksilö.
4. Versojen määrä. Ennen nostoa laskettiin pääversojen määrät ruuduittain ja tulokset laskettiin kuten edellä kpl/yksilö.
5. Mukuloiden määrä. Ruutusadoista laskettiin mukuloiden määrä. Tulokset esitetään kpl/yksilö.
6. Mukuloiden kokojakautuma. Sato lajiteltiin 40 ja 55 mm seuloilla. Tuloksissa käsitellään isojen (yli 55 mm) ja pienten (alle 40 mm) mukuloiden sadon osuutta %:ina koko sadosta.

Tulosten tilastollisessa käsittelyssä käytettiin varianssianalyysijä, jotka laskettiin Keskusosuusliike Hankkijan ATK-osastolla. Tulosten tilastollinen merkitsevyys on ilmaistu seuraavasti:

*** = 99.9 %:n merkitsevyys
 ** = 99 » »
 * = 95 » »
 (*) = 90 » »
 ns = ei merkitsevä

Tulokset ja tarkastelu

Varianssianalyysin tulokset on esitetty Taulukossa 1. Kuten tavallista, kaikki tutkitut ominaisuudet vaihtelivat vuosittain (A). Samoin myös päävaikutus »nostoaika» (B) oli kaikkien ominaisuuksien osalta merkitsevä, kuten myös yhdysvaikutus AB. Tuloksissa käsitellään ainoastaan N-, P- ja K-vaikutuksia sekä näihin liittyviä yhdysvaikutuksia.

Taulukko 1. Varianssianalyysi NPK-lannoituksen vaikutuksesta Pito-perunan sadonmuodostukseen (N = 648)

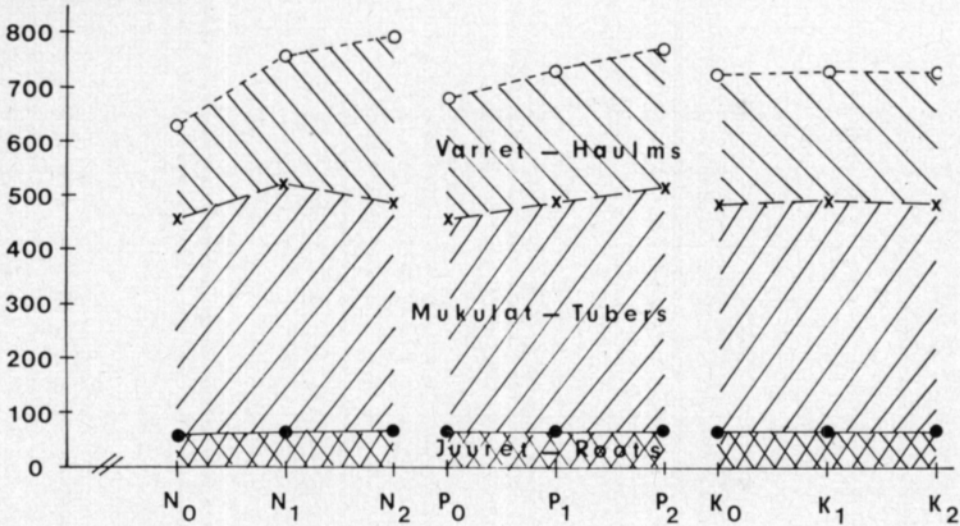
Table 1. Analysis of variance of the effects of increasing N, P, and K rates on yield factors of the Pito-potato (N = 648)

Tekijä Factor	Mukulasa- to g/yks. Tuber yield g per hill	Varsisato g/yks. Haulm yield g per hill	Juurisato g/yks. Root yield g per hill	Versoja kpl/yks. Stem number per hill	Mukuloita kpl/yks. Tuber number per hill	Yli 55 mm mukuloita Over 55 mm tubers %	Alle 40 mm mukuloita Under 40 mm tubers %
A Vuosi — Year	***	***	***	***	***	***	***
B Nostoaika Time of harvest	***	***	***	***	***	***	***
N	***	***	***	***	***	ns	***
P	***	***	ns	ns	***	ns	ns
K	ns	ns	ns	(*)	ns	ns	ns
AB	***	***	***	***	***	***	***
AN	***	***	ns	ns	***	***	***
AP	*	**	ns	ns	ns	*	ns
AK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BN	**	***	*	ns	*	ns	*
BP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
BK	ns	ns	(*)	ns	ns	ns	ns
NP	**	***	ns	ns	ns	(*)	(*)
NK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ABN	(*)	**	**	ns	ns	**	***
ABP	ns	*	**	ns	ns	ns	(*)
ABK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ANP	ns	**	ns	*	(*)	ns	*
ANK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
APK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BNP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BNK	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns
BPK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NPK	ns	ns	ns	(*)	ns	ns	ns

Mukulasato

N- ja P-lannoitus lisäsivät keskimääräistä mukulasatoa, tosin vuosittain eri tavalla (yhdyksvaikutukset AN, AP). Kalilannoitus ei sen sijaan vaikuttanut satoon (Taulukko 1 ja Piirros 1). Piirroksessa esitetyt sadot edustavat lopullisia syyssatoja.

Tuoresato g/kasvi
Green matter g/hill



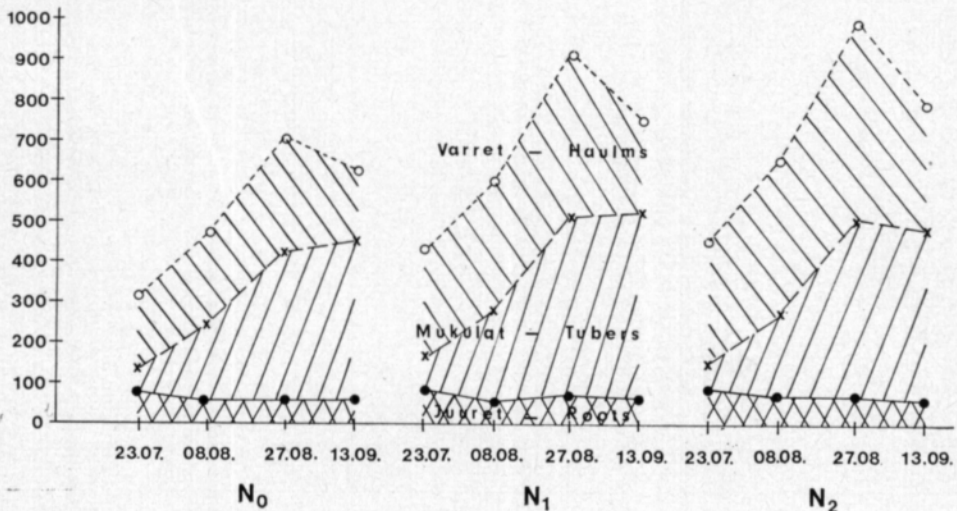
Piirros 1. N-, P- ja K-lannoituksen vaikutus Pito-perunan satoon.

Figure 1. The effect of increasing N, P, and K rates on the yield of Pito potato.

Ravinteiden vaikutus mukulasatoon oli hyvin samanlainen kuin aikaisemmassa laajemmassa tutkimuksessa (VARIS 1972 a).

Sadonmuodostuksen rytmi oli samanlainen muilla paitsi N-koekäsenillä (yhdyksvaikutus BN, Piirros 2).

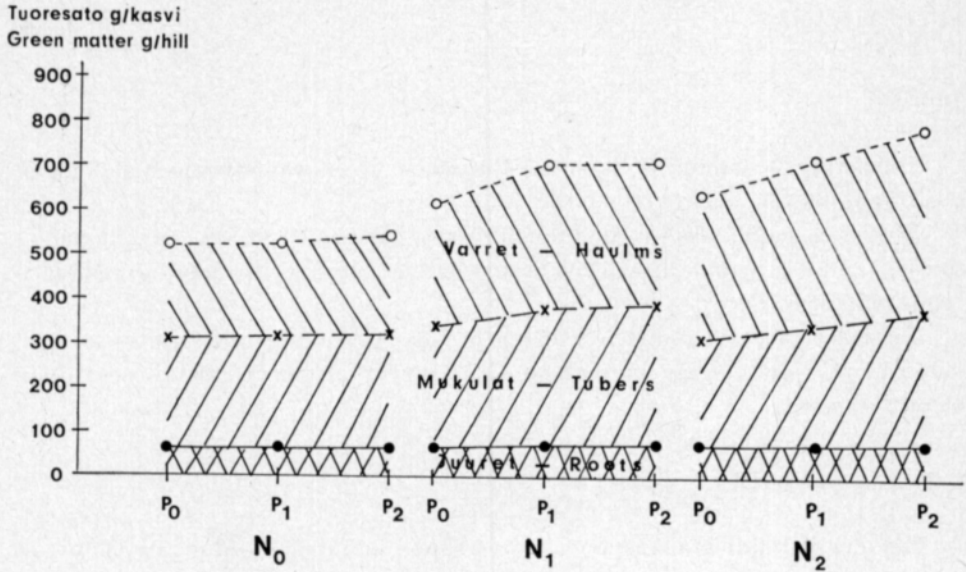
Tuoresato g/kasvi
Green matter g/hill



Piirros 2. Tyypilannoituksen vaikutus Pito-perunan sadon kehittymiseen.

Figure 2. The effect of increasing N rates on the development of the yield of Pito potato.

Piirroksista 2 käy selville, että typpilannoituksen satoa lisäävä vaikutus suureni kasvukauden loppua kohti ja N_2 -koejäsenellä nopeammin kuin muilla, kuten on todettu eräissä muissakin tutkimuksissa (CARLSSON 1964). Ilmiö oli selvä varsinkin v. 1968 (ABN).



Piirros 3. Typen ja fosforin yhdysvaikutus Pito-perunan satoon.
Figure 3. The interaction of N and P as affecting the yield of Pito potato.

Typellä ja fosforilla oli yhdysvaikutus (NP, Piirros 3). Paras sato saavutettiin jo N_1P_1 -tasolla. Sen jälkeen typen lisääminen alensi satoa, fosforin yksinään tai typen sekä fosforin lisääminen pitivät sen suunnilleen ennallaan (vrt. LOMAKKA 1966, VARIS 1972 a).

Varsisato

Typpi- ja fosforilannoitus lisäsivät myös varsisatoa (Taulukko 1). Typen vaikutus jatkui vielä N_2 -tasollakin (Piirros 1). Typen ja fosforin vaikutukset vaihtelivat vuosittain (AN, AP), vaikkakin suunta oli aina sama. Kalilannoitus ei vaikuttanut merkittävästi varsisatoon. Samanlaisia tuloksia on typen osalta saanut mm. CARLSSON (1964).

Typpilannoitus vaikutti varsiston kasvurytmiin (BN, Piirros 2). Tulokset muistuttavat niitä, joita CARLSSON (1964) totesi typen osalta ja BENEPAL (1967) kaikkien ravinteiden osalta. N_0 muistuttaa lisäksi aikaisen lajikkeen varsiston kehityskäyrää, N_2 myöhäisen (vrt. CARLSSON 1964). N_1 - ja N_2 -koejäsenien varsiston painon jyrkkä lasku syksyllä ei johtunut tuleentumisesta, vaan hallowista, rutosta ym. häiriöistä, joita ei voitu koevuosina välttää.

Toisen asteen vaikutuksissa oli lisäksi vuotuista vaihtelua (ABN, ABP).

Typellä ja fosforilla oli myös varsiston kasvun suhteen yhdysvaikutus (NP, Piirros 3).

Yhdysvaikutus oli samantapainen kuin mukuloillakin todettu ja viittaa siihen, että sekä mukulasadon että varsiston kasvun kannalta sopiva NP-suhde johtaisi parhaaseen tulokseen. Mukuloiden kasvun kannalta optimaalinen NP-lannoituksen kokonaismäärä näytti olevan kuitenkin pienempi kuin varsien kasvun suhteen. Tässäkin yhdysvaikutuksessa oli kuitenkin vuotuista vaihtelua (ANP).

Juuristo

Ainoastaan N-lannoitus lisäsi merkitsevästi, tosin vähän, juurimassan painoa (Taulukko 1, Piirros 1).

Juuriston paino oli suurimmillaan ensimmäisessä nostossa. Typpilannoituksen juuriston painoa lisäävä vaikutus näkyi vain kasvukauden alkupuolella (yhdysvaikutus BN).

Varianssianalyysi osoitti edellisten lisäksi muutamia toisen asteen yhdysvaikutuksia, jotka eivät kuitenkaan merkinneet oleellista uutta todettuihin pieniin eroihin.

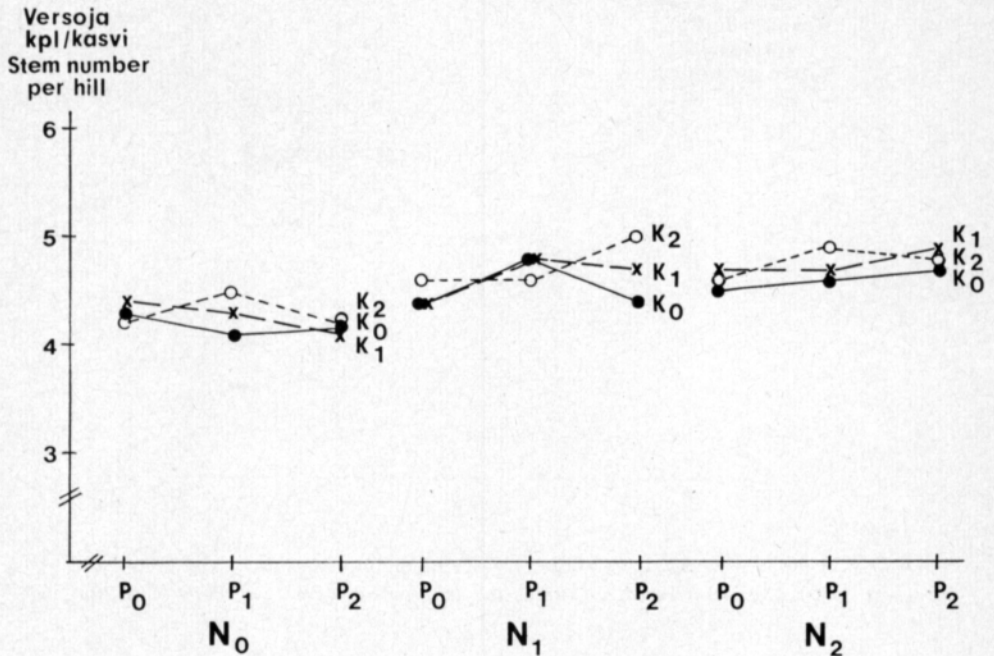
Versojen lukumäärä

Pääversojen (iduista kasvaneiden versojen) lukumäärä muuttui typpi- ja kalilannoituksen funktiona (Taulukot 1 ja 2).

Taulukko 2. N, P- ja K-lannoituksen vaikutus versojen ja mukuloiden lukumäärään
Table 2. The effects of increased N, P, and K rates on numbers of stems and tubers

Lannoitus <i>Treatment</i>	Versoja kpl/kasvi <i>Stem number per hill</i>	Mukuloita kpl/kasvi <i>Tuber number per hill</i>
N ₀	4.2	7.6
N ₁	4.6	8.9
N ₂	4.7	8.5
P ₀	4.5	7.9
P ₁	4.6	8.5
P ₂	4.5	8.6
K ₀	4.4	8.3
K ₁	4.5	8.4
K ₂	4.5	8.4
K ₂	4.6	8.4
PME — LSD (5 %)	0.1	0.3

Typpilannoitus lisäsi selvästi versojen lukumäärää, samoin kalilannoitus lievästi. Tyypellä ja fosforilla oli jonain vuonna yhdysvaikutus (ANP), mikä oli samansuuntainen kuin varsien painossa todettu, nimittäin että versojen määrä lisääntyi eniten silloin, kun typpeä ja fosforia lisättiin samassa suhteessa (N₁P₁, N₂P₂).



Piirros 4. NPK-lannoituksen yhdysvaikutus Pito-perunan versojen määrään.

Figure 4. The interaction of increased N, P, and K rates as affecting the stem number of Pito potato.

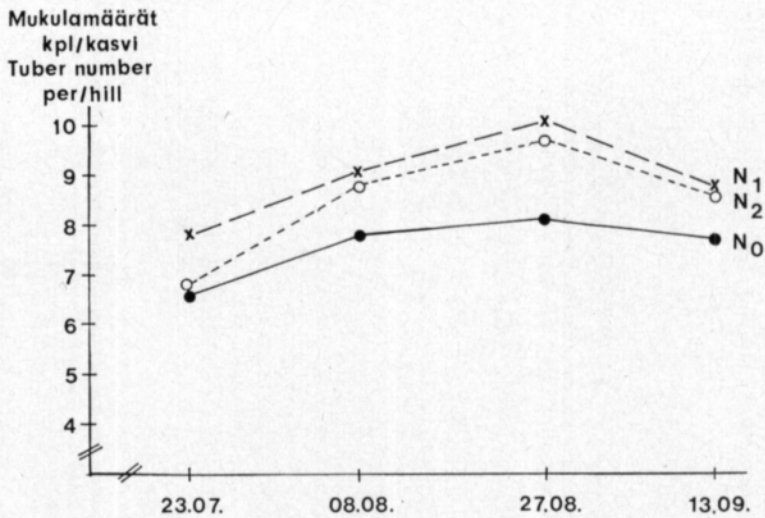
Kaikilla ravinteilla oli lisäksi lievä yhdysvaikutus (Taulukko 1, piirros 4). N₀-tasolla versojen lukumäärä oli suurin P₁K₂-lannoituksella, N₁-tasolla vastaavasti P₂K₂-lannoituksella. N₂-tasolla kalin ja fosforin vaikutukset eivät olleet niin selvät, paitsi että niiden puute (K₀, P₀) alensi versojen lukumäärää. Näillä tuloksilla on tiettyjä yhtäläisyyksiä aikaisemmassa tutkimuksessa todettuihin mukulasatojen muutoksiin (VARIS 1972 a).

Mukuloiden lukumäärä

Mukuloiden lukumäärä oli riippuvainen N- ja P-lannoituksesta (Taulukot 1 ja 2).

Kohtuullinen typpilannoitus (N₁) tai riittävä fosforilannoitus (P₁ ja P₂) tuottivat suurimmat mukulamäärät. BENEPALIN tutkimuksissa (1967) ei vastaavia muutoksia todettu.

Mukulamäärien vaihtelut kasvukauden kuluessa olivat riippuvaisia N-lannoituksesta (Piirros 5). Runsas typpilannoitus (N₂) hidastutti kasvukauden alussa mukulanmuodostusta (vrt. CARLSSON 1964). Typellä ja fosforilla oli joinakin vuosina yhdysvaikutus (ANP), joka osoitti, että N₀-tasolla runsas fosforimäärä alensi mukulalukua, kun se taas yhdessä typen kanssa lisäsi sitä (vrt. Piirros 4).



Piirros 5. Tyypilannoituksen vaikutus Pito-perunan mukulamäärän kehittymiseen.
 Figure 5. The effect of increased N rates on the development of the tuber number of Pito potato.

Mukuloiden kokojakautuma

Kokojakautumassa tarkasteltiin isojen (yli 55 mm) ja pienten (alle 40 mm) mukuloiden osuutta koko sadosta.

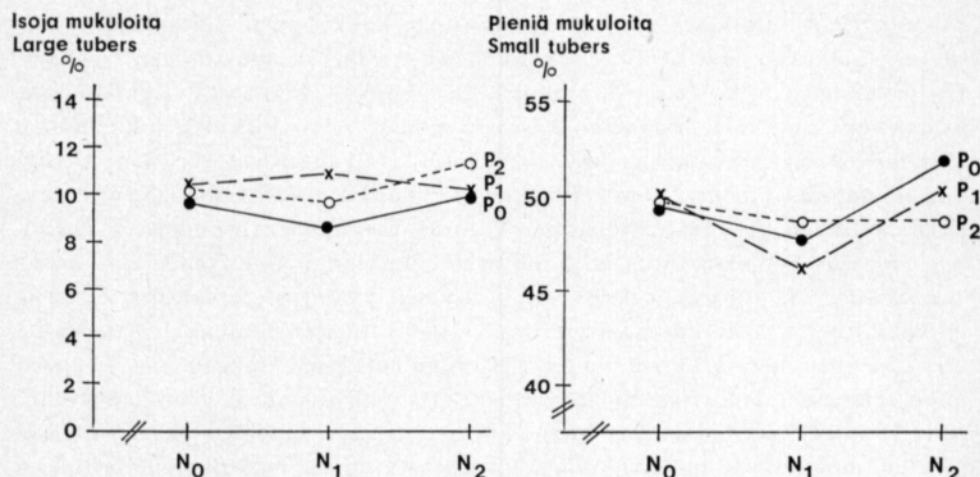
Lannoitus ei tässä koesarjassa vaikuttanut merkittävästi isojen mukuloiden osuuteen (Taulukot 1 ja 3), vaikka yleensä onkin niin todettu (CARLSSON 1964, ENGE 1970, VARIS 1972 b). HERLIHY ja CARROL (1969) totesivat typen lisäksi myös kalin suurentavan mukulakokoa.

Taulukko 3. NPK-lannoituksen vaikutus isojen ja pienten mukuloiden määriin (4 noston ka)
 Table 3. The effects of increased N, P, and K rates on tuber size (av. of 4 liftings)

Lannoitus Treatment	Yli 55 mm Over 55 mm %	Alle 40 mm Under 40 mm %
N ₀	9.4	49.7
N ₁	10.5	47.5
N ₂	10.4	50.5
P ₀	10.1	49.8
P ₁	9.7	48.9
P ₂	10.5	49.0
K ₀	10.1	49.7
K ₁	10.2	48.5
K ₂	10.2	49.6
PME - LSD (5 %)	1.3	1.9

Typellä oli kuitenkin isojen mukuloiden määrää lisäävä trendi v. 1970. V. 1967 taas isojen mukuloiden osuus väheni typpilannoitusta lisättäessä (AN). Kasvukauden lopulla typpimäärä vaikutti vuosittain eri tavalla isojen mukuloiden määrään (ABN).

Fosforin vaikutus oli myös vuosittain erilainen (AP). V. 1967 fosforilannoitus lisäsi selvästi isojen mukuloiden osuutta, muina vuosina vaikutus oli vaihteleva.



Piirros 6. Typpilannoituksen vaikutus Pito-perunan mukulakokoon.
 Figure 6. The effect of increased N rates on the tuber size of Pito potato.

Typellä ja fosforilla oli myös isojen mukuloiden määrään lievä yhdysvaikutus (NP, Piirros 6). N₁-tasolla isojen mukuloiden määrä oli suurin fosforimäärän ollessa P₁, N₂-tasolla vastaavasti suuri fosforimäärä (P₂) tuotti eniten suuria mukuloita (vrt. mukulasato).

Pienten mukuloiden osuus aleni N₁-tasolla, mutta nousi taas N₂-tasolla. Vuosittain tulos kuitenkin vaihteli (AN). Kasvukauden kuluessa pienten mukuloiden osuus vaihteli sekä typpi- että fosforilannoituksesta johtuen. Pienten mukuloiden osuus väheni nopeimmin N₁- sekä P₁- ja P₂-lannoitusta käytettäessä. Syysnostossa eroja ei enää kuitenkaan ollut.

Typellä ja fosforilla oli lievä yhdysvaikutus myös pienten mukuloiden määrään (Taulukko 1, Piirros 6). N₁-tasolla pienten mukuloiden määrä oli pienin, kun fosforia oli kohtuullisesti (P₁). N₂-tasolla taas P₂-määrä esti pienten mukuloiden määrän lisääntymisen.

Tulosten tarkastelua

Esitetyt tulokset osoittivat N- ja P-lannoituksen vaikuttavan Pito-perunan satoon jo aikaisemmin todetulla tavalla (VARIS 1972 a). Typpilannoitus lisäsi voimakkaasti koko kasvin kasvua, eniten varsiston kasvua (vrt. CARLSSON 1964, BENEPAL 1967). Mukulasato ei sensijaan noussut samassa suhteessa, vaan se jopa alkoi laskea typpimäärän noustessa yli 100 kg:n/ha. Fosforilan-

noituksen satoa lisäävä vaikutus oli lievempi, mutta jatkuva, ja se suuntautui tasaisemmin varsiston ja mukuloiden osalle (vrt. BENEPAI 1967). Rungas typpilannoitus johti mukulasadon kehityksen viivästymiseen, mikä myöhäisellä Pito-lajikkeella todennäköisesti oli osatekijänä todettuun sadon alenemiseen (vrt. CARLSSON 1964). Fosforilannoituksella ei selvää kasvurytmin morfologista muutosta todettu.

Typpi- ja fosforilannoitus vaikuttivat Pito-perunan muihinkin satotekijöihin varsiston ja juurien kasvun lisäksi. Kohtuullinen typpilannoitus lisäsi pääversojen lukumäärää ja sitä kautta myös mukuloiden lukumäärää. Sen sijaan liialliseksi katsottava typpilannoitus vähensi mukuloiden määrää. Fosforilannoituksella oli myös mukulalukua lisäävää vaikutusta. Kalilannoitus pystyi myös niukasti lisäämään versojen, mutta ei mukuloiden lukumäärää. Mukuloiden kokojakautuma myös muuttui, vaikkakin suhteellisen vähän. Typpilannoitus aiheutti, tosin tilastollisesti merkityksettömän, isojen mukuloiden osuuden kasvun, ja osittaisen pienten mukuloiden osuuden vähenemisen. Rungas typpilannoitus (N_2) hidastutti kuitenkin mukuloiden lisäkasvua syyskesällä. Typpilannoituksen satoa lisäävä vaikutus perustui siten sekä mukuloiden lukumäärän lisääntymiseen että osittaiseen mukulakoon suurenmiseen tynen määrästä riippuen. Fosforilannoituksen vaikutus perustui samoin sekä mukulamäärän lisääntymiseen että niiden koon lievään muuttumiseen. Rungas fosforilannoitus näytti, päinvastoin kuin rungas typpi, vähentävän pienten mukuloiden määrää, mikä epäsuorasti viittaa mukulanmuodostuksen nopeampaan päättymiseen. Kalilannoituksen vaikutus oli näissäkin kokeissa peräti vähäinen. Englantilaisien tutkimusten mukaan kalilannoituksen mahdollinen satoa lisäävä vaikutus ilmenee pääasiassa suurten mukuloiden määrän lisääntymisenä (HERLIHY ja CARROLL 1969).

Selostettavassa tutkimuksessaan todetut muutokset eivät kuitenkaan olleet säännöllisiä, sillä monet ulkoiset olosuhteet, kuten kasvukausien säät, vaikuttivat myös mukulanmuodostukseen ja kokojakautumaan. Voidaan olettaa, että jos lannoituksen aiheuttama mukulanmuodostuksen lisääntymisen alkukesällä estyy jostain syystä, sen satoa lisäävä mahdollinen vaikutus ilmenee vaihtoehtoisesti pääasiassa mukulakoon suurenemisena.

BENEPAI (1967) tutkimuksissa ei todettu selviä mukulamäärien lisäyksiä, vaan hän on sitä mieltä, että typpi- ja fosforilannoituksen edullinen vaikutus perustuu pääasiassa lehdistön yhteyttämiskapasiteetin lisääntymiseen. Tämä tulos voi johtua amerikkalaisten lajikkeiden yleisestä ominaisuudesta olla muodostamatta lisämukuloita. Sadon suureneminen ilmeni hänen kokeissaan pääasiassa mukulakoon suurenemisena. SOMMERFELDT ja KNUTSON (1965) tulivat vuorostaan siihen tulokseen, että sekä rungas typpi- että fosforimäärä rajoittavat satoa vähentämällä mukulanmuodostusta. He totesivat myös runsaan fosforimäärän pienentävän mukulakokoa, minkä he otaksuvat johtuvan ennenaikaisesta tuleentumisesta. He totesivat myös runsaan typpilannoituksen pienentävän mukulakokoa.

Nämä tulokset antavat lisäviitteitä siitä, miten lannoitus vaikuttaa perunan kehitykseen ja sadon muodostumiseen. Tärkeitä tekijöitä näyttävät Suomen olosuhteissa olevan typpi ja fosfori. Näiden vaikutus on periaatteessa vastakkainen: typpi lisää huomattavasti varsiston kasvua, mutta samalla

hidastuttaa mukulanmuodostusta. Perunan satopotentiaali tosin lisääntyy, mutta siitä hyötyminen riippuu lajikkeen aikaisuudesta ja kasvukauden pituudesta. Myös fosfori lisää perunan vegetatiivista kasvua ja siten myös satopotentiaalia. Samalla se kuitenkin nopeuttaa perunan kehitysrytmiä ja estää siten sadonmuodostuksen rytmin hidastumisen. Sekä yksipuolinen runsas typpilannoitus että myös yksipuolinen fosforilannoitus voivat johtaa sadon alenemiseen kumpikin näille ravinteille ominaisesta syystä. Näiden kahden vastakkaiseen suuntaan vaikuttavan tekijän välillä täytyy siten valita sopiva tasapaino. Tämä käy ilmi myös tässä tutkimuksessa yhdysvaikutuksista NP. NP-suhteen ei kuitenkaan tarvinne olla vakio, vaan se voinee vaihdella lajikkeen aikaisuuden ja olosuhteiden mukaan siten, että aikaiset lajikkeet sietävät typpivoittoisempaa NP-suhdetta kuin myöhäiset. Aikaistenkin lajikkeiden reagointi typpilannoitukseen on kuitenkin ENGEN (1970) mukaan siksi erilainen, että se on syytä lajikekohtaisesti ottaa huomioon. Hänen tutkimuksissaan jotkut lajikkeet reagoivat lannoitukseen pääasiassa mukulakoon kasvun muodossa, kun taas toiset lajikkeet herkemmin lisäsivät mukulalukuaan.

Näistä seikoista johtuen lannoituksen vaikutus perunan satotekijöihin voi olla joko mukulalukua tai mukulakokoa tai molempia lisäävä. Vaikutuksen tietoinen suuntaaminen jompaankumpaan tekijään vaatii tarkkaa lajikkeen ja kasvuolojen tuntemusta.

Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään NPK-lannoituksen vaikutustapaa Pito-perunan sadonmuodostukseen.

Typpilannoitus lisäsi voimakkaasti perunan varsiston kasvua, mutta mukulasatoa ainoastaan käytettyyn N_1 -määrään, 100 kg N/ha saakka. Myös juuriston paino kasvoi typpilannoitusta lisättäessä. Typpilannoitus hidasti mukulasadon kehitystä sekä lisäsi versojen ja mukuloiden lukumäärää. Sekä isojen että myös pienten mukuloiden osuudet muuttuivat osittain typpilannoitusta lisättäessä.

Fosforilannoitus lisäsi sekä varsiston painoa että mukulasatoa suurimpaan käytettyyn määrään, 168 kg P/ha, saakka. Fosforilannoitus lisäsi mukuloiden lukumäärää sekä nopeutti mukuloiden lisäkasvua.

Kalilannoitus ei vaikuttanut satoon. Ainoastaan versojen määrä lisääntyi hiukan kalilannoitusta lisättäessä.

Typellä ja fosforilla todettiin yhdysvaikutus usean ominaisuuden suhteen. Useimmissa tapauksissa saatiin edullisin tulos sopivalla NP-suhteella, mikä tässä tutkimuksessa oli N_1P_1 tai N_2P_2 .

KIRJALLISUUTTA

- BENEPAL, P. S. 1967. Correlations among applied nitrogen, phosphorus and potassium and responses of the potato plant. *Amer. Potato J.* 44: 75–86.
- BLEASDALE, J. K. A. & THOMSON, R. 1969. Some effects of plant spacing on potato quality. *Eur. Potato J.* 12: 173–187.
- CARLSSON, H. 1964. Utvecklingsförlopp och tillväxt hos potatis under vegetationsperioden. *Lantbr.högsk. Medd. A* 23: 1–70.
- ENGE, R. 1970. Virkningen av nitrogen, settepotetstørrelse og setteavstand på avlinga av tidligpoteter. *Meld. Norg. Landbr.högsk.* 49,3: 1–12.
- HERLIHY, M. & CARROLL, P. J. 1969. Effects of N, P, and K and their interactions on yield, tuber blight and quality of potatoes. *J. Sci. Food Agric.* 20: 513–517.
- LOMAKKA, L. 1966. Försök med gödsling av potatis i norra Sverige. *Lantbr.högsk. Medd. A* 44: 1–54.
- SOMMERFELDT, T. G. & KNUTSON, K. W. 1965. Effects of nitrogen and phosphorus on the growth and development of Russet Burbank potatoes grown in Southwestern Idaho. *Amer. Potato J.* 42: 351–360.
- VARIS, E. 1972 a. The effects of increasing NPK rates on the yield and quality of the Pito potato. I. Tuber yield, starch content and starch yield. *Acta Agr. Fenn.* 128, 1: 1–20.
- * — 1972 b. The effects of increasing NPK rates on the yield and quality of the Pito potato. II. External and internal quality. *Acta Agr. Fenn.* 128, 2: 1–23.