

NPK-lannoituksen vaikutus perunoiden kemialliseen koostumukseen

EERO VARIS

Hankkijan kasvinjalostuslaitos, Anttilan koetila, 04300 Hyrylä

Saapunut 16. 4. 1973

The effects of increased N, P, and K rates on the chemical composition of potatoes.

EERO VARIS

The Hankkija Plant Breeding Institute, 04300 Hyrylä

Abstract. The chemical composition of Pito potatoes at different N, P, and K fertilizer rates was studied over a three year period (1967, 1968 and 1970) at the Plant Breeding Institute of Hankkija, Anttila Experimental Farm.

The dry matter and starch contents of the potatoes varied greatly from year to year, mostly at the beginning of the growing period. N applications delayed the accumulation of dry matter and starch in tubers.

The N content varied from year to year. It was highest at the beginning and the end of the growing period. N applications greatly increased the N content of tubers.

The P content showed very great annual variations. It rose toward the end of the growing period although less so than the dry matter content. N applications decreased the P content, P applications increased it.

The K content of potatoes varied less from year to year. It increased toward the end of the growing period although more slowly than did the dry matter content. It was increased by K and partly increased by N applications.

The Ca content of tubers showed great annual variations. It decreased toward the end of the growing period. N applications decreased, P applications increased it.

The Mg content of tubers was very dependent on lifting time being highest at the end of the growing period. N and P applications decreased it.

Johdanto

Perunan lannoitusta kehitettäessä on syytä olettaa muutoksia myös mukuloiden kemiallisessa koostumuksessa, kuten onkin todettu lukuisissa tutkimuksissa eri maissa. Tässä tutkimuksessa seurattiin perunan kemiallisen koostu-

muksen muutoksia Etelä-Suomen olosuhteissa NPK-lannoitusta lisättäessä. Tarkoituksena oli saada käsitys lannoituksen aiheuttamien muutosten suuruudesta ja suunnasta.

Koeaineisto ja sen käsittely

Vuosina 1967, 1968 ja 1970 järjestettiin Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla lannoituskoe Pito-perunalla. Koejäsenet olivat samat kuin vuosina 1965–67 käynnissä olleessa laajemmassa tutkimuksessa (VARIS 1972 a):

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

Koepaikka oli kaikkina vuosina samalla peltoalueella, joka oli aitosavipohjaista multamaata. Koalueen maa-analyysiarvot olivat seuraavat (mg/l):

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, jotka tässä tapauksessa yhdistettiin.

Nostoajoja oli 4: 23. 7., 08. 8., 27. 8. ja 13. 9. Nostojen yhteydessä otettiin perunoista mm. analyysinäytteet. Mukuloiden kuiva-ainepitoisuus ja tärkkelyspitoisuus määritettiin Anttilassa. Kuiva-ainepitoisuudet määritettiin 200 g:n näytteistä, tärkkelyspitoisuuden määrittämiseen käytettiin Reimann'in vaakaa ja Hals & Bucholz'in asteikkoa. Kemialliset analyysit tehtiin Sator-turve Oy:n laboratoriossa. Näytteistä määritettiin N, P, K, Ca ja Mg.

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

Taulukko 1. Varianssianalyysi NPK-lannoituksen vaikutuksesta Pito-perunan kemialliseen koostumukseen (N = 324)
 Table 1. Analysis of variance showing the effects of increased N, P, and K rates on the chemical composition of Pito tubers (N = 324)

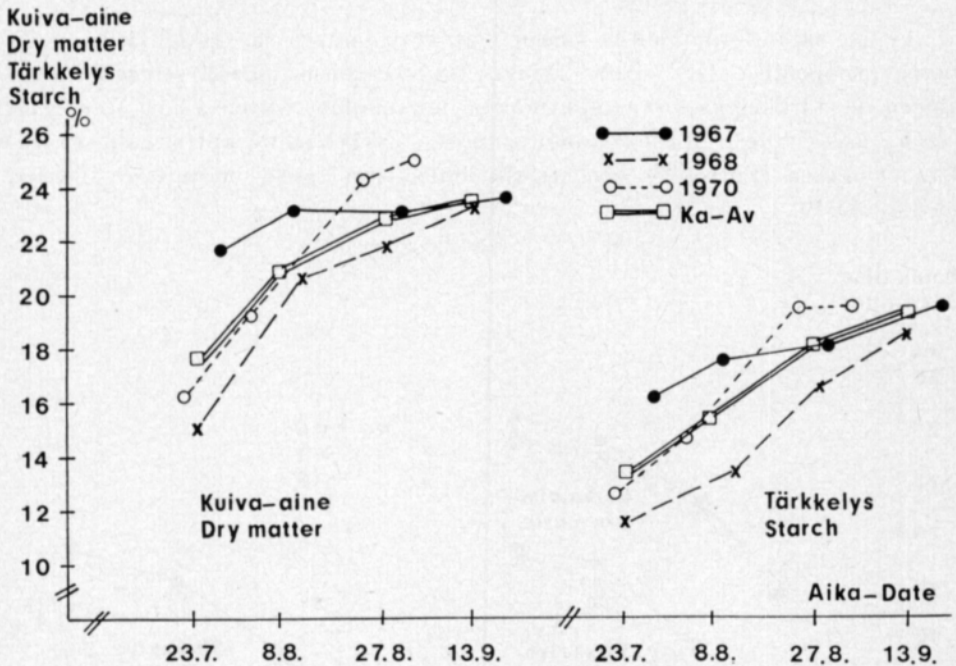
Koejäsän Factor	Kuiva- aine DM %	Tärk- kelys Starch content %	N		P		K		Ca		Mg	
			ka:ssa in DM %	tuorep. in FW mg/100 g	ka:ssa in DM %	tuorep. in FW mg/100 g	ka:ssa in DM %	tuorep. in FW mg/100 g	ka:ssa in DM %	tuorep. in FW mg/100 g	ka:ssa in DM %	tuorep. in FW mg/100 g
A (Vuosi - Year)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
B (Nostoaika - Lift- ing time)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
N	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P	ns	ns	ns	ns	***	***	ns	ns	ns	*	ns	ns
K	ns	ns	ns	ns	ns	ns	***	***	ns	ns	ns	ns
AB	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
AN	***	ns	ns	ns	*	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AP	ns	*	ns	ns	***	***	ns	ns	ns	*	ns	ns
AK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BN	***	**	ns	*	**	ns	ns	ns	***	***	***	***
BP	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NP	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
PK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ABN	**	ns	**	*	***	***	***	***	ns	ns	***	***
ABP	(*)	***	ns	ns	***	***	**	**	ns	ns	ns	ns
ABK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ANP	ns	ns	*	*	***	***	*	ns	ns	ns	ns	ns
ANK	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
APK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BNP	ns	ns	ns	ns	***	***	ns	ns	***	*	ns	ns
BNK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BPK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
NPK	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Varianssianalyysin tulokset on esitetty Taulukossa 1.

Mukuloiden kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuus

Kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuudet noudattivat hyvin paljon toisiaan. Vuotuiset vaihtelut olivat merkitsevät, samoin nostoaikojen väliset erot ja näiden yhdysvaikutus (Taulukko 1, Piirros 1).

Mukuloiden kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuus kehittyivät vuosittain sängen eri tavalla lähinnä sääoloista johtuen, sillä siemenen käsittely, maalaji ja lannoitus olivat samanlaiset joka vuosi (vrt. esim. TUORILA 1929, Piirros 1).



Piirros 1. Kuiva-ainepitoisuuden ja tärkkelyspitoisuuden kehittyminen kasvukauden kuluessa vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Figure 1. The development of dry matter and starch contents during the growing periods 1967, 1968, and 1970.

Ravinteista ainoastaan typpi vaikutti merkitsevästi sekä kuiva-aine- että tärkkelyspitoisuuteen (Taulukko 2).

Typpilannoitus alensi sekä kuiva-aine- että tärkkelyspitoisuutta kuten yleensäkin vastaavissa kokeissa. Fosforin ja kalin vaikutukset eivät olleet selviä (kirjallisuutta esim. VARIS 1970, 1972 a).

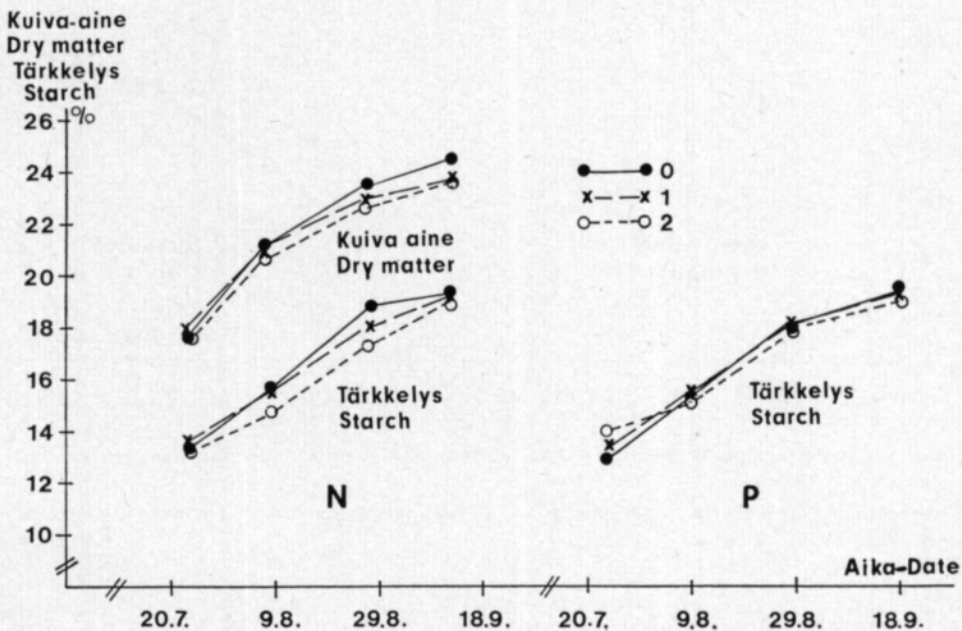
Ravinteiden yhdysvaikutukset eivät olleet tässä kokeessa säännöllisesti merkitseviä (Taulukko 1). Typen ja kalin tärkkelyspitoisuutta alentava yhdysvaikutus (ANK) tuli osittain esille (vrt. VARIS 1972 a). Fosforin tärkkelyspitoisuutta nostava vaikutus (AP) tuli esille vain v. 1968.

Taulukko 2. NPK-lannoituksen vaikutus kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuuteen (4 noston keskiarvo)

Table 2. The effects of increased N, P, and K rates on the dry matter and starch contents of potatoes (average of 4 liftings)

Lannoitusmäärä Fertilizer rate	Kuiva-aine-% Dry matter			Tärkkelys-% Starch content		
	N	P	K	N	P	K
0	21.8	21.4	21.6	17.0	16.4	16.5
1	21.5	21.5	21.4	16.7	16.6	16.6
2	21.1	21.5	21.3	15.9	16.6	16.4
PME - LSD (5 %)	0.4	ns	ns	0.3	ns	ns

Typpi- ja fosforilannoitus vaikuttivat kuiva-aineen ja tärkkelyksen muodostumisnopeuteen (BN, BP). Runsas typpilannoitus hidasti selvästi kuiva-aineen ja tärkkelyksen varastoitumista mukuloihin, kuten esim. CARLSSON (1964) myös totesi. Fosforilannoitus nosti tärkkelyspitoisuutta vain kasvukauden alussa (Piiros 2). Todetuissa ilmiöissä oli vielä vuotuista vaihtelua (ABN, ABP).



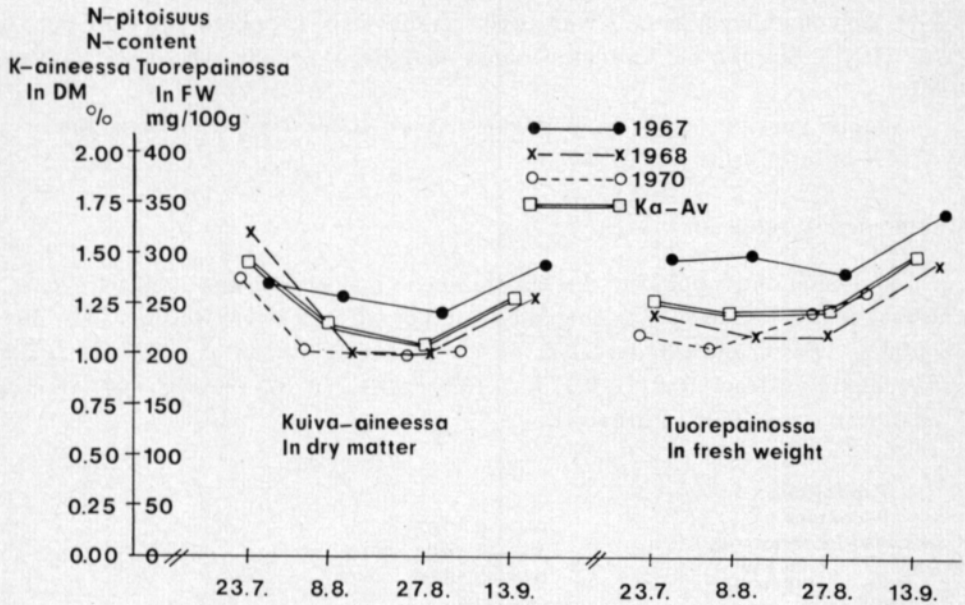
Piiros 2. Typpi ja fosforilannoituksen vaikutus perunoiden kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuuksien kehittymiseen.

Figure 2. The effects of N and P applications on the development of dry matter and starch contents.

Mukuloiden N-pitoisuus

Mukuloiden kuiva-aineen keskimääräinen N-pitoisuus vaihteli vuosittain (1.14–1.34 %) ja aleni kasvukauden kuluessa noustakseen taas syksyllä (1.46–

1.15—1.08—1.27) (esim. TUORILA 1929, KORTLEVEN 1959, YAMAGUCHI ym. 1960, Taulukko 1, Piirros 3). Tuoreiden perunoiden N-pitoisuus vaihteli myös huomattavasti vuosittain (236—305 mg/100 g) ja nousi selvästi kasvukauden lopulla (254—244—249—301) (Piirros 3).



Piirros 3. Perunoiden N-pitoisuuksien kehittyminen kasvukauden kuluessa vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Figure 3. The development of N contents of potatoes during the growing periods 1967, 1968, and 1970.

Ravinteista ainoastaan typpi vaikutti mukuloiden N-pitoisuuksiin (vrt. esim. HANSEN ym. 1958, AGERBERG ja SVENSSON 1961, NIELSEN 1969, JOHANSSON ja JÖNSSON 1971, Taulukot 1 ja 3).

Taulukko 3. Typpilannoituksen vaikutus perunoiden N-pitoisuuksiin (4 noston keskiarvo)
Table 3. The effect of increased N rates on the N contents of potatoes (average of 4 liftings)

Lannoitus Treatment	N-% k-aineessa in dry matter	N mg/100 g tuorepainossa in fresh weight
N ₀	1.04	223
N ₁	1.24	264
N ₂	1.44	299
PME — LSD (5 %)	0.04	7

N-pitoisuuden nousu typpilannoitusta lisättäessä oli jokseenkin suoravii-vainen ja sangen voimakas.

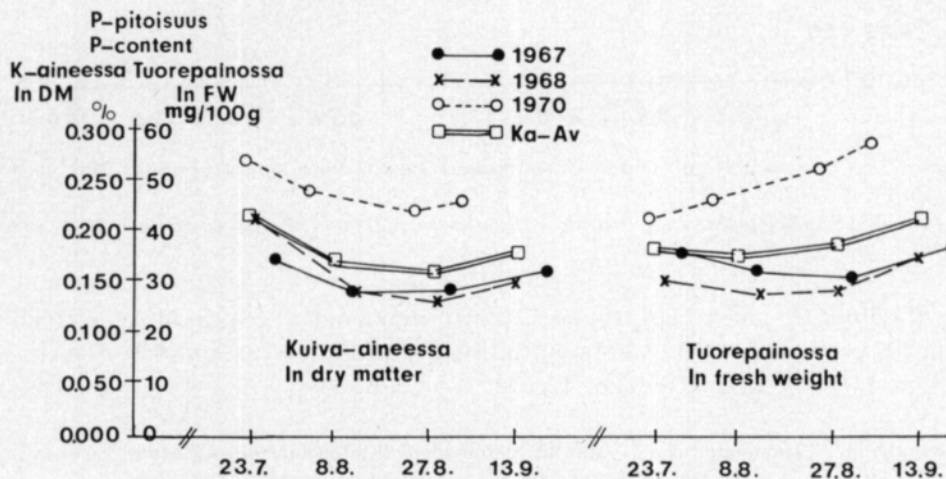
Muilla ravinteilla ei tässä tutkimuksessa todettu olevan vaikutusta N-pitoisuuden muutoksiin, vaikka niitä on joskus saatu esille (LORENZ 1947, SVENSSON

1964, NIELSEN 1969, VARIS 1972b). Vuonna 1968 fosforilannoituksen lisääminen nosti hiukan mukuloiden N-pitoisuutta, kun suunta muina vuosina oli lievästi laskeva (AP). HANSENIN ym. (1958) mukaan muiden ravinteiden mahdolliset vaikutukset riippuvat siitä, mikä vaikutus niillä on sadon määrään. Mikäli ne nostavat satoa, laskee sadon N-pitoisuus. Mukuloiden N-pitoisuuksien muutokset kasvukauden aikana olivat myös riippuvaisia typpilannoituksen määrästä (BN). Suunta oli kuitenkin sama kaikilla N-tasoilla (vrt. KORTLEVEN 1959).

Joinakin vuosina fosfori ja kali vaikuttivat yhdessä typen kanssa mukuloiden N-pitoisuuksiin (ANP, ANK).

Mukuloiden P-pitoisuus

Mukuloiden kuiva-aineen keskimääräinen fosforipitoisuus vaihteli koevuosina 0.154–0.240 % ja tuoreiden mukuloiden fosforipitoisuus 31–50 mg/100 g. Fosforipitoisuudet alenivat kasvukauden aikana ja nousivat syksyllä jonkin verran (0.214–0.175–0.162–0.184 ja 37–36–38–44) (vrt. YAMAGUCHI ym. 1960, Piirros 4).



Piirros 4. Perunoiden P-pitoisuuksien kehittyminen kasvukauden aikana vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Figure 4. The development of P contents of potatoes during the growing periods 1967, 1968, and 1970.

Vuonna 1970 fosforipitoisuudet olivat huomattavasti suuremmat kuin muina vuosina.

Ravinteista typpi ja fosfori vaikuttivat mukuloiden fosforipitoisuuksiin (Taulukot 1 ja 4).

Typpilannoitus alensi sekä kuiva-aineen että myös tuoreiden perunoiden P-pitoisuutta (NIELSEN 1969). NIELSEN totesi myös kalilannoituksen laskevan mukuloiden P-pitoisuutta. Fosforilannoitus päinvastoin nosti P-pitoisuuksia (HANSEN ym. 1958, NIELSEN 1969). Runsas fosforilannoitus esti myös typen fosforipitoisuutta alentavan vaikutuksen (NP), tosin vuosittain eri lailla (ANP).

Taulukko 4. Typpi- ja fosforilannoituksen vaikutus perunoiden fosforipitoisuuksiin (4 noston keskiarvo)

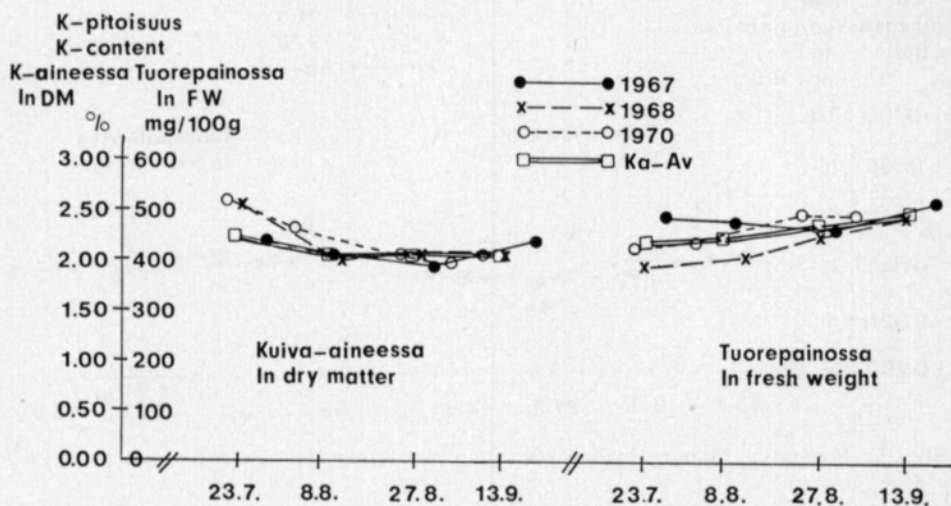
Table 4. The effect of increased rates of N and P on the P contents of potatoes (average of 4 liftings)

Lannoitus <i>Treatment</i>	P-% kuiva-aineessa <i>in dry matter</i>	P mg/100 g tuorepainossa <i>in fresh weight</i>
N ₀	0.194	42
N ₁	0.182	38
N ₂	0.174	36
P ₀	0.168	35
P ₁	0.184	39
P ₂	0.199	42
PME - LSD (5 %)	0.007	2

Typpi- ja fosforilannoituksen vaikutukset vaihtelivat vuosittain (AN ja AP). Fosforilannoituksen vaikutus kuiva-aineen P-pitoisuuteen oli riippuvainen myös korjuuajasta siten, että runsasta fosforilannoitusta käytettäessä kuiva-aineen fosforipitoisuus nousi syyskesällä nopeammin kuin pienillä fosforimäärillä. Syksyllä erot taas pienivät. Useat toisen asteen yhdysvaikutukset olivat merkinä päävaikutusten epäsäännöllisyydestä.

Mukuloiden K-pitoisuus

Mukuloiden kuiva-aineen K-pitoisuus vaihteli vuosittain keskimäärin 2.09–2.22 % ja tuoreiden perunoiden K-pitoisuus 430–479 mg/100 g. Kasvukauden kuluessa kuiva-aineen K-pitoisuus laski (2.45–2.11–2.02–2.05, Taulukko 1, Piirros 5). Tuoreen perunan keskimääräinen K-pitoisuus sen sijaan nousi tasaisesti syksyä kohti (428–441–466–491).



Piirros 5. Perunoiden K-pitoisuuksien kehittyminen kasvukauden aikana vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Figure 5. The development of K contents of potatoes during the growing periods 1967, 1968, and 1970.

Ravinteista typpi lisäsi hiukan (3 mg/100 g) tuoreiden mukuloiden K-pitoisuutta ilmeisesti aiheuttamansa kuiva-aineen laskun johdosta. Kalilannoitus nosti sekä kuiva-aineen että tuoreiden perunoiden K-pitoisuuksia (esim. NIELSEN 1969, SVENSSON 1964, VARIS 1972 b, Taulukko 5).

Taulukko 5. Kalilannoituksen vaikutus perunoiden K-pitoisuuksiin (4 noston keskiarvo)
Table 5. The effect of increased K rates on the K contents of potatoes (average of 4 liftings)

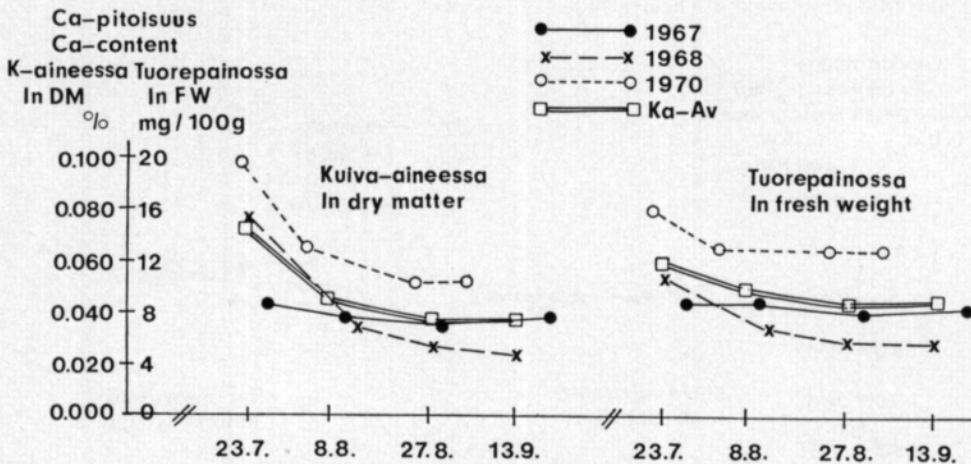
Lannoitus Treatment	K-% kuiva-aineessa in dry matter	K mg/100 g tuorepainossa in fresh weight
K ₀	2.11	449
K ₁	2.15	456
K ₂	2.21	464
PME - LSD (5 %)	0.04	9

Ravinteiden yhdysvaikutuksista NK oli merkitsevä kuiva-aineen K-pitoisuuden osalta. K₀-tasolla N-lannoitus laski K-pitoisuutta 0.06 %-yksikköä, mutta K₂-tasolla nosti 0.06 %-yksikköä. N- ja P-lannoitus muuttivat mukuloiden K-pitoisuuksien kehitystä kasvukauden aikana (BN ja BP), mutta vaikutukset olivat hyvin pieniä.

Muutamia toisen asteen yhdysvaikutuksia myös todettiin.

Mukuloiden Ca-pitoisuus

Mukuloiden kuiva-aineen Ca-pitoisuus vaihteli koivuina suuresti, 0.039–0.067 %, ja tuoreiden mukuloiden 8–14 mg/100 g. Kasvukauden aikana Ca-pitoisuudet alenivat (0.073–0.046–0.038–0.039 ja 12–10–9–9, Piirros 6). YAMAGUCHIN ym. (1960) tutkimuksissa mukuloiden Ca-pitoisuudet nousivat tuleentumisvaiheessa.



Piirros 6. Perunoiden Ca-pitoisuuksien kehittyminen kasvukauden aikana vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Figure 6. The development of Ca contents of potatoes during the growing periods 1967, 1968, and 1970.

Lannoituskoejäsenistä typpi ja fosfori vaikuttivat Ca-pitoisuuksiin (Taulukot 1 ja 6).

Taulukko 6. Typpi- ja fosforilannoituksen vaikutus perunoiden Ca-pitoisuuksiin (4 noston keskiarvo)

Table 6. The effect of increased N and P rates on the Ca contents of potatoes (average of 4 liftings)

Lannoitus <i>Treatment</i>	Ca-% kuiva-aineessa <i>in dry matter</i>	Ca mg/100 g tuorepainossa <i>in fresh weight</i>
N ₀	0.051	10.5
N ₁	0.047	9.8
N ₂	0.049	9.7
P ₀	0.047	9.6
P ₁	0.049	10.0
P ₂	0.050	10.3
PME - LSD (5 %)	0.003	0.5

Erot olivat suhteellisen pieniä. Typen vaikutus oli Ca-pitoisuuksia alentava, fosforin lievästi nostava (vrt. NIELSEN 1969). Typen ja fosforin yhdysoikutus tuli esille kasvukauden alussa (BNP). Toisessa koesarjassa (VARIS 1972b) todettiin myös kalilannoituksen alentavan perunoiden kuiva-aineen Ca-pitoisuuksia.

Mukuloiden Mg-pitoisuus

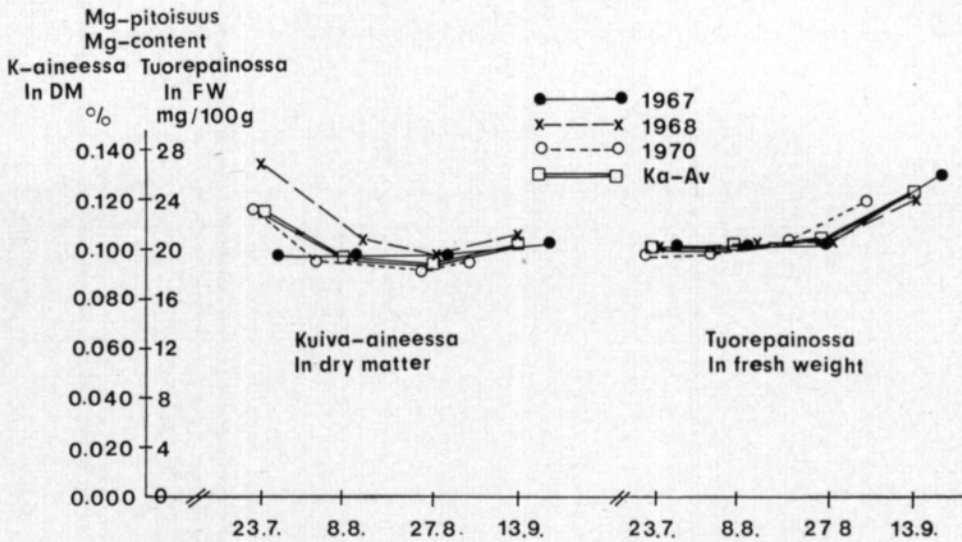
Mukuloiden kuiva-aineen Mg-pitoisuudet vaihtelivat koevuosina 0.097–0.110 % ja tuoreiden perunoiden 21–22 mg/100 g. Kasvukauden kuluessa kuiva-aineen Mg-pitoisuus aleni ja tasoittui (0.116–0.097–0.093–0.103), kun taas tuoreiden perunoiden Mg-pitoisuus nousi selvästi syksyllä (20–20–22–25, Piirros 7).

Ravinteista sekä typpi että fosfori vaikuttivat Mg-pitoisuuksiin (Taulukko 7).

Taulukko 7. Typen ja fosforin vaikutus perunoiden Mg-pitoisuuksiin (4 noston keskiarvo)

Table 7. The effect of increasing rates of N and P on the Mg contents of potatoes (average of 4 liftings)

Lannoitus <i>Treatment</i>	Mg-% kuiva-aineessa <i>in dry matter</i>	Mg mg/100 g tuorepainossa <i>in fresh weight</i>
N ₀	0.104	22.6
N ₁	0.103	21.7
N ₂	0.100	20.7
P ₀	0.105	22.0
P ₁	0.102	21.6
P ₂	0.101	21.4
PME - LSD (5 %)	0.003	0.5



Piirros 7. Perunoiden Mg-pitoisuuksien kehittyminen kasvukauden aikana vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Figure 7. The development of Mg contents of potatoes during the growing periods 1967, 1968, and 1970.

Molemmilla ravinteilla oli taipumus alentaa Mg-pitoisuuksia, joskin erot olivat sangen pieniä. NIELSENIN (1969) tutkimuksissa K-lannoitus nosti Mg-pitoisuutta, minkä ilmiön hän otaksui kuitenkin johtuneen lannoitteen sisältämästä magnesiumista (1 %). VARIS (1972b) ei todennut kalilannoituksen vaikutusta mukuloiden Mg-pitoisuuteen.

Typen vaikutukset tulivat esille kahtena vuotena kolmesta (AN).. Runsas typpilannoitus alensi kuiva-aineen Mg-pitoisuutta varsinkin kasvukauden loppupuolella. Tuoreissa perunoissa myös runsas typpilannoitus esti Mg-pitoisuuden nousun syksyllä (BN). Runsas kalilannoitus esti kuiva-aineen Mg-pitoisuuden typpilannoituksesta johtuvan alenemisen (NK).

Fosforilannoituksen kuiva-aineen Mg-pitoisuutta lievästi alentava vaikutus tuli esille vain kasvukauden alkupuolella. Tuoreiden perunoiden Mg-pitoisuudet olivat alkukesästä P₀-lannoituksella hiukan korkeammat, mutta syksyllä päinvastoin hiukan matalammat kuin P₁- ja P₂-lannoituksella (BP). Runsas kalilannoitus esti myös kuiva-aineen Mg-pitoisuuden laskun runsasta fosforilannoitusta käytettäessä (PK).

Muutamia toisen asteen yhdysvaikutuksia todettiin lisäksi.

Lannoituksen vaikutus perunan kemiallisen koostumuksen muutoksiin

Kaikki kirjallisuuslähteet, missä käsitellään perunan kemiallista koostumusta, osoittavat sen suuren vaihtelun, mikä on todettu eri olosuhteissa tuotettuja perunoita tutkittaessa (TUORILA 1929, KRÖNER ja VÖLKSEN 1950, BRAUTLECHT ja GETCHELL 1951, HANSEN ym. 1958, GERICKE 1959, SCHREIBER 1961, SMITH 1968). Samoin eri maissa laadituissa ravintoainetaulukoissa perunan koostumuksesta ilmoitetut keskimääräiset arvot poikkeavat toisistaan:

	Saksa (SOUCI ym. 1969)	Englanti (McCANCE & WID- DOWSON 1960)	USA (CHURCH & CHURCH 1966)	Suomi			
				(TURPEINEN & ROINE 1971)	(TUORILA 1929)	(VARIS 1972 b)	(VARIS, tämä tutkimus)
N	256	336	336	272	294	277	301
P	46	40	53	—	43	34	44
K	418	568	407	—	346	416	491
Ca	10	8	7	9	13	6	9
Mg	26	24	34	—	—	29	25

Sen vuoksi perunan kemiallisesta koostumuksesta ilmoitettuja keskimääriä tietoja pidetään yksityistapauksiin sangen epätarkkoina. Tästä johtuen ei myöskään näistä yhdellä koepaikalla suoritetuista tutkimuksista voida vetää johtopäätöksiä suomalaisen perunan mahdollisista erikoispiirteistä.

Kirjallisuuden perusteella on saatavissa se käsitys, että kasvupaikalla ja vuosien sääoloilla on suurin vaikutus perunoiden mineraalikoostumukseen (esim. SMITH 1968). Tätä kysymystä selvitettiin tässä koelaitoksessa neliosummavertailulla laskemalla selvitysasteet (r^2) kaavasta $r_1^2 = \frac{NS_1}{NS_{tot}}$ jne. Tulos on esitetty Taulukossa 8.

Kuiva-aineen ja tärkkelyspitoisuuden vaihtelussa varsinkin nostoajalla ja myös vuosivaihtelulla oli suurin osuus (vrt. VARIS 1970).

Mukuloiden N-pitoisuuteen aiheuttivat sekä typpilannoitus, nostoaika että vuodet sangen suurta hajontaa. Kuiva-aineen N-pitoisuus muuttui kasvukauden aikana voimakkaasti, mutta vuosittain melko säännöllisesti. Tuoreiden perunoiden typpisisältö oli taas enemmän riippuvainen typpilannoituksesta ja vuotuisista kasvuoloista. Kuiva-ainepitoisuudella näytti olevan vain karkeasti ottaen yhteyttä mukuloiden N-pitoisuuksiin, mikä ilmenee myös TUORILAN (1929) tuloksista.

Mukuloiden P-pitoisuudet olivat sangen suuressa määrin riippuvaiset vuotuisista kasvuoloista, todennäköisesti fosforin saannista. Lannoituksen osuus (N + P) oli yhteensä vain 9–11 % koko vaihtelusta.

Mukuloiden, varsinkin niiden kuiva-aineen K-pitoisuus oli eniten riippuvainen korjuuajasta. Lannoituksen osuus jäi vähäiseksi, mikä todennäköisesti johtui maan riittävästä kalivaroista myös ilman kalilannoitusta. Tähän viittaavat myös suhteellisen pienet kokonais- ja vuotuisvaihtelut.

Mukuloiden Ca-pitoisuuksissa oli sangen suurta vaihtelua, mitä aiheuttivat sekä korjuuaika että vuosien kasvuolot. NPK-lannoituksen osuus jäi vähäiseksi.

Mg-pitoisuus vaihteli kokonaisuudessaan suhteellisen vähän ja pääasiassa korjuuajasta johtuen.

Vaikka perunoiden kemialliseen koostumukseen N-pitoisuutta lukuunottamatta näyttävätkin eniten vaikuttavan kasvupaikka ja vuosien sääät sekä korjuuaika (tuleentumisaste), ei ole silti syytä väheksyä niitä muutoksia, mitä lannoituksen yleinen kehittyminen todennäköisesti aiheuttaa. TUORILAN

Taulukko 8. Eri tekijöiden suhteellinen osuus (r^2) perunoiden kemiallisen koostumuksen muutoksissa
 Table 8. The contributions (r^2) of different factors to the variation of the chemical composition of potatoes

Tekijä Factor	Kuiva- aine Dry matter %		Tärkkelys Starch %		N		P		K		Ca		Mg	
	%	DM	%	FW	k-aine DM	tuore FW	k-aine DM	tuore FW	k-aine DM	tuore FW	k-aine DM	tuore FW	k-aine DM	tuore FW
Vuosi - Year	13	8	13	29	55	55	4	18	35	58	15	5	15	5
Nostoaika	60	26	54	16	13	13	8	26	40	15	35	43	35	43
Lifting time														
N	1	33	2	31	3	3	4	1	0	1	2	7	2	7
P	0	0	0	0	6	6	7	0	0	1	1	1	1	1
K	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
1-asteen yhdysvaik.	22	13	11	7	9	9	12	21	17	13	29	17	29	17
1-order interactions														
2-asteen yhdysvaik.	2	9	5	9	9	9	9	12	4	5	8	13	8	13
2-order interactions														
Virhe - Residual	2	11	15	8	5	5	5	11	4	7	10	14	10	14
Vaihtelu - Variation	15.2	0.68	10.3	148	0.089	0.089	17	360	0.005	3	0.072	16	0.072	16
ka \pm 2 σ - mean \pm 2 σ	27.6	1.80	22.7	376	0.277	0.277	61	552	0.093	17	0.132	28	0.132	28

(1929) analysoimissa perunoissa oli N-pitoisuus suhteellisen korkea, K-pitoisuus matala ja Ca-pitoisuus korkea verrattuna tässä tutkimuksessa saatuihin arvoihin. Voidaan väittää, että tilanne on yleisestikin muuttunut samaan suuntaan johtuen K- ja Ca-pitoisuuksien suhteen vuosikymmenien runsaasta kalilannoituksesta, mutta niukasta Ca-lannoituksesta. TUORILA ei määrittänyt magnesiumia, mutta on täysi syy otaksua perunoiden Mg-pitoisuuden myös laskeneen Suomessa maa-analyyysien osoittaman suunnan mukaisesti (vert. VARIS 1970, KURKI 1972). Tällä hetkellä ja tulevaisuudessa näyttää kalin ohella lisääntyvä typpilannoitus vaikuttavan eniten: se pitää mukuloiden P-, Mg- ja Ca-pitoisuudet alhaisina ja ainakin joissakin tapauksissa vielä nostaa K-pitoisuutta N-pitoisuuden nousun myötä. Kun näitä muutoksia tuskin voidaan pitää perunan laadun kannalta edullisina, on täysi syy edelleen huolehtia perunan lannoituksen tasapainottamisesta nimenomaan fosforin, magnesiumin ja kalsiumin suhteen.

Yhteenveto

NPK-lannoituksen vaikutusta Pito-perunan mukuloiden kemialliseen koostumukseen kasvukauden aikana tutkittiin Hankkijan kasvinjalostuslaitoksen Anttilan koetilalla vuosina 1967, 1968 ja 1970.

Mukuloiden kuiva-aine- ja tärkkelyspitoisuus vaihteli suuresti vuosittain varsinkin kasvukauden alkupuolella.

Mukuloiden N-pitoisuus vaihteli vuosittain. Se oli korkein kasvukauden alussa ja lopussa. Typpilannoituksen lisääminen nosti huomattavasti mukuloiden N-pitoisuutta.

Mukuloiden P-pitoisuus vaihteli sängen paljon vuosittain ja se nousi kasvukauden lopulla, tosin hitaammin kuin kuiva-ainepitoisuus. Typpilannoituksen lisääminen alensi mukuloiden P-pitoisuutta, fosforilannoitus nosti sitä.

Mukuloiden K-pitoisuus vaihteli vuosittain suhteellisen vähän. Tuoreiden perunoiden K-pitoisuus nousi kasvukauden loppua kohti, mutta hitaammin kuin kuiva-ainepitoisuus. Kalilannoitus ja osittain myös typpilannoitus nostivat mukuloiden K-pitoisuutta.

Mukuloiden Ca-pitoisuus vaihteli vuosittain ja aleni kasvukauden loppua kohti. Typpilannoitus alensi, fosforilannoitus nosti perunoiden Ca-pitoisuutta.

Mukuloiden Mg-pitoisuus muuttui kasvukauden kuluessa nousten sen lopulla. Sekä typpi- että fosforilannoitus alensivat mukuloiden Mg-pitoisuutta.

Perunoiden kemiallisen koostumuksen mahdollisia yleisiä muutoksia tarkasteltiin vanhojen analyysitulosten, muuttuneiden maan viljavuusarvojen ja nykyisen lannoituksen pohjalta.

KIRJALLISUUTTA

- AGERBERG, S. & SVENSSON, B. 1961. Potatisens kvävegödsling. Stat. Jordbr.förs. Medd. 125: 1-72.
- BRAUTLECHT, C. A. & GETCHELL, A. S. 1951. The chemical composition of White potatoes. Amer. Potato J. 28: 531-550.
- CARLSSON, H. 1964. Utvecklingsförlopp och tillväxt hos potatis under vegetationsperioden. Lantbr. högsk. Medd. A 23: 1-70.
- CHURCH, C. F. & CHURCH, H. N. 1966. Food values of portions commonly used. 154 p. London-Philadelphia.
- GERICKE, S. 1959. Mineralstoffe in der Kartoffel. Kartoffelbau 10: 164-165.
- HANSEN, F., BRANDT, E. & HOFF-JØRGENSEN, E. 1958. Undersøgelser over danske kartoflers sammensætning og ernæringsmaessige værdi. Tidskr. Planteavl 60: 292-358.
- JOHANSSON, O. & JÖNSSON, L. 1971. Urea som gödselmedel. Potatis. Lantbr.högsk. Medd. A 146: 1-32.
- KORTLEVEN, H. P. 1959. De stikstofvoeding van der aardappel door middel van stalmest en van kunstmest. III & IV. Versl. van Landbouwk. Onderz. 65: 17, 1-48, 19, 1-82.
- KRÖNER, W. & VÖLKSEN, W. 1950. Die Kartoffel 172 p. Leipzig.
- KURKI, M. 1972. Suomen peltojen viljavuudesta II. 182 p. Helsinki.
- LORENZ, O. A. 1947. Studies on potato nutrition III. Chemical composition and uptake of nutrients by Kern Country potatoes. Amer. Potato J. 24: 281-293.
- MCCANCE, R. A. & WIDDOWSON, E. M. 1960. The composition of foods. Spec. Rep. 297. 270 p. London.
- NIELSEN, E. V. 1969. NPK-fertilizer, the influence of nitrogen-, phosphorus- and potassium supply on: 1) yield of tubers and dry matter; 2) concentration of some elements in the tuber. Proc. E.A.P.R. 4th Congr. 159-160.
- SCHREIBER, K. 1961. Chemie und Biochemie. Die Kartoffel, 1: 191-352. Berlin.
- SMITH, O. 1968. Chemical composition of the potato. Potatoes: Production, Storing, Processing 59-109. Westport, Conn.
- SOUCI, S. W., FACHMANN, W. & KRAUT, H. 1969. Die Zusammensetzung der Lebensmittel 2: N-I, 2.
- SVENSSON, B. 1964. Matpotatisens kvalitet VII. Inverkan av ammoniumsulfat och kaliumsulfat på matpotatisens avkastning och kvalitet. Lantbr.högsk. Medd. A 22: 1-35.
- TUORILA, P. 1929. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Kartoffeln in Finnland. Suom. Suovilj.yhd. Tiet. Julk. 11: 1-73.
- TURPEINEN, O. & ROINE, P. 1971. Ruoka-ainetaulukko. 48 p. Helsinki.
- VARIS, E. 1970. Variation in the quality of table potato and the factors influencing it in Finland. Acta Agr. Fenn. 118, 3: 1-99.
- * - 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: 1-23.
- * - 1972 b. The effect of magnesium and potassium on the chemical composition and yield of the potato. Acta Agr. Fenn. 128, 3: 1-13.
- * - 1972 c. Factors affecting the yield and quality of protein in the potato. Acta Agr. Fenn. 128, 4: 1-13.
- YAMAGUCHI, M., PEROVE, J. W. & MCGILLIVRAY, J. H. 1960. Nutrient composition of White Rose potatoes during growth and after storage. Amer. Potato J. 37: 73-76.