Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja

SARJA A

20

Leo Mustonen,
Arjo Kangas ja
Seppo Häkkinen

Perunalajikkeiden typpilannoitus

Maatalouden tutkimuskeskus

Leo Mustonen, Arjo Kangas
ja Seppo Häkkinen

Maatalouden Tutkimuskeskus, Kasvinviljelyn tutkimusala, 31600 Jokioinen,
puh. (03) 41 881

Perunalajikkeiden typpilannoitus

Nitrogen fertilization of table potato cultivars

Maatalouden tutkimuskeskus

ISBN 951-729-487-5
ISSN 1238-9935

Copyright
Maatalouden tutkimuskeskus (MTT) 1997

Julkaisija
Maatalouden tutkimuskeskus (MTT), 31600 Jokioinen

Jakelu ja myynti
MTT, tietopalveluyksikkö, 31600 Jokioinen
Puh. (03) 41 881, telekopio (03) 418 8339

Painatus
Vammalan Kirjapaino Oy, 1997

Sisäsivujen painopaperille on myönnetty pohjoismainen joutsenmerkki.
Kansimateriaali on 75-prosenttisesti uusiokuitua.

Mustonen, L.,[1] Kangas, A.[2] & Häkkinen, S.[3] 1997. Perunalajikkeiden typpilannoitus. (Abstract: Nitrogen fertilization of table potato cultivars). Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisusarja. Sarja A 20. Jokioinen: Maatalouden tutkimuskeskus, 1997. 32 s. + 3 liitettä. ISBN 951-729-487-5. ISSN 1238-9935.

[1] Maatalouden tutkimuskeskus, kasvinviljelyn tutkimusala. 31600 Jokioinen.
[2] Maatalouden tutkimuskeskus, Etelä-Pohjanmaan tutkimusasema, Alapääntie 104, 61400 Ylistaro.
[3] Maatalouden tutlimuskeskus, ekologisen tuotannon tutkimusasema, Karilantie 2 A, 50600 Mikkeli.

Tiivistelmä

Avainsanat: ruokaperuna, perunalajikkeet, typppilannoitus, mukulasato, tärkkelyspitoisuus, keittolaatu, sokeripitoisuus, nitraattipitoisuus

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisissa ja kahdella tutkimusasemalla tehtiin vuosina 1989–1995 kaksi perunalajikkeiden typpilannoitus koesarjaa, joissa tutkittiin typpimäärien 0, 60, 80 ja 120 kg/ha sekä korjuuajankohdan vaikutusta kasvuston kehitykseen, mukulasatoon ja sadon laatuun. Kokeissa olivat perunalajikkeet Bintje, Matilda, Hertha, Van Gogh ja Nicola.

Typpilannoitus nopeutti kasvuston alkukehitystä ja lisäsi kasvuston peittävyyttä. Typpimäärä 120 kg/ha lisäsi selvästi kasvuston pituutta ja rehevyyttä. Varsiston kasvulta voimakkaita lajikkeita olivat Hertha ja Van Gogh. Kasvuston kehityksen kannalta typen optimimäärä oli 60–80 kg/ha. Suurin typpimäärä 120 kg/ha lisäsi selvästi kasvuston myöhäisyyttä.

Typpilannoitus lisäsi mukulasatoa. Typpitasojen 60 kg/ha ja 120 kg/ha välillä todettiin merkitsevä satoero 3,0 tn/ha molemmissa koesarjoissa. Typpitasojen 60 kg/ha ja 80 kg/ha välinen satoero oli 1,5–1,8 tn/ha sekä typpimäärien 80 kg/ha ja 120 kg/ha välinen satoero 1,2–1,5 tn/ha. Sadoltaan paras lajike oli Nicola ja sadoltaan heikoin Hertha. Lajikkeet reagoivat typpilannoitukseen ja nostoaikaan yhdenmukaisesti. Myöhempi nostokerta lisäsi mukulasatoa 3,8–5,2 tn/ha ensimmäiseen korjuuaikaan verrattuna.

Typpilannoitus vähensi merkitsevästi sadon tärkkelyspitoisuutta molemmissa koesarjoissa. Tärkkelyspitoisuus oli suurin Van Gogh- ja Hertha-lajikkeissa. Pienimmät tärkkelyspitoisuudet olivat Nicola- ja Bintje-lajikkeissa. Typpilannoitus vähensi Herthan tärkkelyspitoisuutta muita lajikkeita merkitsevästi vähemmän. Herthan reagointi typpilannoitukseen on lajikeominaisuus.

Myöhempi korjuuaika ja typpilannoitus lisäsivät selvästi suurimman mukulakoon (yli 55 mm) osuutta sadosta. Mukulakoko lisääntyi voimakkaimmin Van Gogh- ja Hertha-lajikkeilla. Mukulakooltaan pienin lajike oli Matilda. Myöhempi nostokerta paransi mukuloiden kuoren kiinnittymistä ja vähensi selvästi mukuloiden vioituksia. Runsas typpimäärä lisäsi selvästi perunan vioittumista. Perunaruven esiintymiseen vaikutti lajikekestävyys. Ruvenkestäviä lajikkeita olivat Hertha, Nicola ja Van Gogh.

Myöhempi korjuuaika lisäsi mallon rakenteen jauhoisuutta ja mallon hajoamista keitettynä. Typpilannoitus muutti mallon rakennetta kiinteäksi ja vähensi mallon hajoavuutta keitettynä. Mallon laadulta jauhoisia lajikkeita olivat Matilda ja Van Gogh. Typpimäärä 120 kg/ha heikensi selvästi perunan makua. Typpilannoitus heikensi lajikkeen Hertha makua muita lajikkeita enemmän. Typpilannoitus ei vaikuttanut

merkitsevästi mallon tummumiseen keitettynä kummassakaan koesarjassa. Tummumiskestävyydeltään paras lajike oli Bintje. Typpilannoitus heikensi Van Gogh-lajikkeen tummumiskestävyyttä muita lajikkeita enemmän.

Typpilannoitus ei vaikuttanut perunan pelkistävien sokerien eikä sokereiden kokonaismäärään. Myöhempi korjuuaika lisäsi perunan sokerien määrää toisessa koesarjassa. Lajikkeiden väliset erot olivat merkitseviä siten, että Nicolan sokeripitoisuus oli muita lajikkeita suurempi.

Typpilannoitus lisäsi merkitsevästi mukuloiden nitraattipitoisuutta molemmissa koesarjoissa. Suurimmat nitraattipitoisuudet todettiin Matilda- ja Nicola-lajikkeissa. Nitraattipitoisuudet olivat selvästi pienemmät kuin perunalle suositeltava ylin rajaarvo 200 mg NO_3 tuorepainossa.

Abstract

Key words: table potato, potato varieties, nitrogen fertilization, tuber yield, starch content, cooking quality, sugar content, nitrate content

A series of experiments was carried out in 1989–95 to determine the optimal level of nitrogen fertilization for five table potato varieties at two harvest times. The experiments, which were conducted at three trial sites of the Agricultural Research Centre of Finland were designed in two series which are presented separately. The experimental layout was a split-split-plot design with harvest time at the main plots and nitrogen fertilization and varieties at the subplots. The nitrogen treatments were 0, 60, 80 and 120 kg/ha and the varieties tested were Bintje, Hertha, Matilda, Nicola and Van Gogh. The harvest times were the normal harvest time and the harvest 10 days before the normal harvest.

Nitrogen application of 120 kg N/ha increased the early development of canopy and the height of stands, allowed the the crop to maintain a photosynthetically active canopy longer than with at lower nitrogen rates. Optimum canopy development and maturity at harvest were reached at the 60–80 kg N/ha application level. The yield of all varieties increased with the increase in nitrogen application: an increase from 60 kg N/ha to 120 kg N/ha increased the yield by 3.0 t/ha. The highest yielding varieties were Nicola and Bintje. The reaction to the nitrogen application level was the same for all varieties. The higher the nitrogen rate the lower was the starch content in all varieties, but Hertha was significantly less affected than the other varieties. The highest fertilizer rate resulted in the largest tuber size and the highest percentage of tubers with skin damage.

Nitrogen application affected the cooking quality and texture of potatoes by reducing sloughing and inreasing the tendency of sogginess. Flavour was also impaired. After cooking darkening was only slightly affected by nitrogen application, although the effect was more marked in Van Gogh than in the other varieties. The sugar content and amount of reducing sugars was slightly affected by nitrogen level and Nicola had higher sugar contents than did the other varieties. The nitrate content in tubers increased significantly, from 24 ppm to 83ppm, with the increasing level of nitrogen, the highest contents being in Matilda and Nicola.

Sisällys

Tiivistelmä 3

Abstract 5

1 Johdanto 7

2 Aineisto ja menetelmät 7

3 Sääolot kasvukausina 1989–95 9

4 Tulokset 9
- 4.1 Kasvuston kehitys 9
- 4.2 Mukulasato 14
- 4.3 Tärkkelyspitoisuus 14
- 4.4 Mukulakoko 15
- 4.5 Mukula- ja varsilukumäärä 18
- 4.6 Ulkoinen laatu 18
- 4.7 Keittolaatu 18
- 4.8 Sokeripitoisuus 22
- 4.9 Nitraattityppi 23

5 Tulosten tarkastelu 26

Kirjallisuus 31

LIITTEET

1 Johdanto

Typpilannoitus vaikuttaa voimakkaasti perunan satoon ja laatuun. Kun kasvukausi on lyhyt, typen merkitys korostuu. Typpi lisää perunan kasvua, mutta viivästyttää samalla kasvuston tuleentumista. Perunan viljelyssä käytettävään typpimäärään vaikuttavat lajike, perunan käyttötarkoitus ja paikalliset viljelyolot. Ruoka- ja ruokateollisuusperunan viljelyssä typpilannoituksen perustasoksi on muodostunut 60–90 kg/ha typpimäärä (Kuisma 1992, Mustonen 1995, Varis 1973a). Meillä perunalle suositeltavat typpimäärät ovat selvästi pienemmät kuin Etelä-Ruotsissa ja Länsi-Euroopassa. Hollannissa perunalle käytetään yleisesti 130–200 kg/ha typpimääriä (Biemond & Vos 1992, Millard & Marshall 1986). Huomattava ero typpimäärissä johtuu Keski-Euroopan pidemmästä kasvukaudesta ja suuremmista sadoista, jotka lisäävät tarvetta runsaampaan typenkäyttöön.

Peruna ottaa runsaasti typpeä kasvukauden alussa, kun varsiston kasvu on voimakasta. Myöhemmin kesällä typpeä siirtyy alalehdistä mukuloihin ja uusiin versoihin. Jos typpeä ei ole tarpeeksi, varsiston kehitys ja mukulasato kärsivät. Toisaalta typpi rehevöittää varsiston kasvua ja viivästyttää tuleentumista. Meidän kasvuoloissa perunan varsisto ja lehtiala kasvavat luonnostaan suuremmiksi kuin Keski-Euroopassa, sillä pitkän päivän kasvuolot lisäävät varsiston rehevyyttä.

Runsas typpilannoitus heikentää perunan ulkoista laatua ja keittolaatua. Ulkoinen laatuhaitta on ohut ja heikosti kiinnittynyt kuorisolukko. Kuoren heikko rakenne lisää mukuloiden vioittumisriskiä ja altistaa taudinaiheuttajille. Sadon tuleentumattomuus lisää osaltaan perunan hengitys- ja haihtumistappioita varastoinnin aikana.

Sadon tuleentumattomuus ja runsas typpiyhdisteiden määrä mukuloissa heikentävät perunan ravitsemuksellista laatua. Runsas typpi lisää laadultaan heikkojen typpiyhdisteiden, kuten nitraattien ja amidien määrää sekä heikentää perunan ravitsemuksellista laatua. Alhainen tärkkelyspitoisuus, mallon vetinen rakenne ja taipumus tummumiseen heikentävät puolestaan keittolaatua. Runsas typpilannoitus voi muuttaa perunan maun liian voimakkaaksi tai toisaalta vetiseksi. Kesken tuleentuneen perunan sokeripitoisuus voi olla korkea ja sen käyttöarvo ranskanperunaksi tai perunalastuksi on samalla heikko.

Maatalouden ympäristötukisäädöksissä perunan typpilannoituksen perustasoksi on määrätty 60 kg/ha typpimäärä. Jos ruokaperunan satotaso on keskimääräistä suurempi, typpilannoitusta on mahdollista lisätä asteittain 100 kg/ha saakka. Tukirajoituksiin verrattuna perunan typpisuositukset ovat lähes samalla tasolla kuin ympäristömääräysten vaatimukset.

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää typpilannoituksen vaikutusta uusien perunalajikkeiden kasvuston kehitykseen, sadon määrään ja sadon laatuun. Samalla selvitettiin typpilannoituksen mahdollisia haittavaikutuksia sadon kehitykseen, sadon määrään ja laatuominaisuuksiin. Lajikkeiksi valittiin tärkeimmät ruokaperunalajikkeet, joiden ominaisuuksia ja laadunvaihtelua oli tarpeellista selvittää. Typpimäärät olivat käytännön viljelyä vastaava lannoitus sekä selvästi suurempi lannoitus. Koejäsen ilman typpilannoitusta valittiin mukaan maan luontaisten typpivarojen määrän selvittämiseksi.

2 Aineisto ja menetelmät

Perunalajikkeiden typpilannoitustutkimus toteutettiin vuosina 1989–95 Kasvintuotannon tutkimuslaitoksessa (KTL) Jokioisissa, Ekologisen tuotannon tutkimusasemalla (EKO) Mikkelissä ja Etelä-Pohjanmaan tutkimusasemalla (EPO) Ylistarossa. Tutkimus käsitti yhteensä 16 kenttäkoetta (Liite 1). Tutkimuksen keittolaatumääritykset ja kemialliset määritykset tehtiin kasvinviljelyn

tutkimusalan laboratoriossa Jokioisissa. Tutkimukseen kuului kaksi erillistä koesuunnitelmaa: typpilannoituskokeet v. 1989–92 ja v. 1992–95, jotka toteutettiin mittarilajike Bintjeä lukuunottamatta eri lajikkeilla. Liitteessä 1 on esitetty koepaikat, koemaiden viljavuustulokset, kokeiden istutus- ja nostoajankohta sekä syyshallan ajankohta.

I. Koesarja I: 1989–92

A. Nostoaika
   1. Aikainen korjuuaika (12–14 vrk ennen normaalia korjuuaikaa)
   2. Normaali korjuuaika
B. Typpilannoitus
   1. 0 kg N/ha
   2. 60 kg N/ha
   3. 80 kg N/ha
   4. 120 kg N/ha
C. Lajikkeet
   1. Bintje
   2. Matilda
   3. Hertha

II. Koesarja II: 1992–95

A. Nostoaika
   1. Aikainen korjuuaika (12–14 vrk ennen normaalia korjuuaikaa)
   2. Normaali korjuuaika
B. Typpilannoitus
   1. 0 kg N/ha
   2. 60 kg N/ha
   3. 80 kg N/ha
   4. 120 kg N/ha
C. Lajikkeet
   1. Bintje
   2. Van Gogh
   3. Nicola

Kokeet järjestettiin osaruutukokeena, pääruudussa nostoaika ja osaruudussa typpilannoitus sekä osaosaruudussa lajike. Kokeissa oli kolme kerrannetta. Kokeessa oli kaksi nostoaikaa, jotka sijoitettiin pääruutuihin.

Kokeiden peruslannoitus tehtiin rivilannoituksena 110–130kg P/ha superfosfaattia ja kaliumsulfaattia 120–150 kg K/ha. Typpi annettiin rivilannoituksena, Oulunsalpietarina, koeruutujen poikkisuuntaan. Keväällä maan typpivarojen arvioitiin koemaista tehtyjen määritysten perusteella vaihtelevan 5–20 kg/ha liukoista typpeä. Kokeiden siemenperuna oli valiosiementä tai laatutasoltaan sitä vastaavaa siemenperunaa. Siemen idätettiin noin 1–2 viikon ajan ennen istutusta. Kokeet istutettiin puoliautomaattisella Juko-istutuskoneella tai käsin. Koeruutujen riviväli oli 75 cm ja istutusetäisyys 25 cm. Rikkakasvitorjunta tehtiin ennen perunan taimistumista Sencor-valmisteella 0,5–0,75 kg/ha. Peruna mullattiin heti taimistumisen jälkeen. Rutontorjuntaruiskutus tehtiin 1–4 kertaa manebi- tai mankozebi-valmisteilla. Kokeita ei sadetettu. Kokeissa ei tehty varistonhävitystä erikseen ennen nostoa. Ruutusadoista otettiin tärkkelys- ja laatunäytteet ennen sadon lajittelua. Kokeet lajiteltiin koepaikoilla, lajittelukoot olivat yli 55 mm, 35–55 mm ja alle 35 mm. Kokeet nostettiin koeruutujen korjuuseen soveltuvalla Faun- tai Nosto-Juko-korjuukoneella.

Kasvukauden aikana tehtiin seuraavat havainnot: kasvuston alkukehitys, kasvuston pituus, kasvuston tuleentuminen. Lisäksi määritettiin ennen kokeiden korjuuta varsien lukumäärä ja mukuloiden lukumäärä koejäsenittäin. Kokeisiin vaikuttaneista tekijöistä, kuten halla- ja kuivuusvahingoista tehtiin havainnot kasvukauden aikana.

Ulkoisen laadun määritykset ja tärkkelysmääritykset tehtiin koepaikoilla. Kokeiden keittolaatumääritys tehtiin Kasvinviljelyn tutkimusalan laboratoriossa Jokioisissa. Tärkkelyspitoisuus määritettiin ominaispainoon perustuvalla vesi-ilmapunnituksella. Tärkkelysprosentin määrittämiseen käytettiin EU:n virallista perunan ominaispainoon perustuvaa tärkkelystaulukkoa (European Community 1972). Laatumääritykset tehtiin MTT:n perunan koeohjeiden mukaan (Liite 3). Nitraattipitoisuus määritettiin Orion-elektrodimenetelmällä Kasvinviljelyn tutkimusalan laboratoriossa (Orion 1978). Sokerimääritykset tehtiin käyttäen Nelson-Somogyin fotometristä menetelmää (Nelson 1944).

Tulosten tilastollinen laskenta tehtiin SAS-ohjelmistoa käyttäen (SAS/STAT User's Guide 1990). Kokeiden tulokset laskettiin käyttämällä lineaarisia sekamalleja SAS MIXED proseduurin avulla (SAS Technical Report P-229 1992, Öfversten & Nikander 1996), jolloin koepaikan ja koevuoden vaikutusta käsiteltiin satunnaisvaikutteisena muuttujana. Keskiarvojen tilastollinen vertailu tehtiin Bonferronin menetelmän mukaisesti Öfverstenin ja Nikanderin (1996) esittämällä tavalla. Testauksen kriittisenä kokonaistasona käytettiin 0,05 eli 5 %. Keskiarvojen erojen merkitsevyys on ilmaistu siten, että erilaisella yläviitteellä merkityt keskiarvot eroavat merkitsevästi toisistaan ryhmän sisällä. Muilta osin tulosten tilastollista luotettavuutta on ilmaistu käyttämällä lyhenteitä *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$ ja ns. = ei tilastollista merkitsevyyttä.

3 Sääolot kasvukausina 1989–1995

Kasvukausien kuukausittaiset keskilämpötilat ja sademäärät eri koepaikoilla on esitetty liitteessä 2. Lisäksi taulukossa 1 on kuvattu lämpötilaa ja sademäärää perunan kehitysjaksojen mukaan laskettuna ja verrattu ajanjakson (1970–95) normaaliarvoihin. Perunan kasvukauden kehitysjakson lämpötilaa on kuvattu kylmäksi, kun jakson keskilämpötila on 0,5 °C normaalia alempi ja sademäärä on poikkeava, kun se on 15 mm yli tai alle normaaliarvojen. Lämpötila- ja sademäärätiedot perustuvat koepaikkojen ilmastotietoihin.

4 Tulokset

4.1 Kasvuston kehitys

Typpilannoitus nopeutti kasvuston alkukehitystä taimistumisen jälkeen. Molemmissa koesarjoissa todettiin merkitsevä ero lannoittamattoman koejäsenen ja typpeä saaneiden koejäsenten välillä (Taulukko 2 ja 3). Lajikkeista Matildan ja kehitykseltään hitaan Herthan välinen ero oli merkitsevä (Taulukko 2 ja Kuva 1). Myös kasvuston peittävyys ilman lannoitusta oli selvästi pienempi kuin muissa koejäsenissä. Suurin typpimäärä 120 kg/ha lisäsi kasvuston

Taulukko 1. Lämpötila ja sademäärä kasvukausina 1989–95 ja 1993–95 perunan kehitysjaksojen mukaan. Lämpöolot: lämmin = 0,5 °C > normaaliarvo, kylmä = 0,5 °C < normaaliarvo. Sadeolot: kuiva = 15 mm < normaaliarvo, sateinen = 15 mm > normaaliarvo.

Vuosi/Säätekijä		Taimistuminen	Mukulanmuodostus	Mukulankasvu
		Istutusajankohta – – Taimistuminen	Taimistuminen – – Kukinnan alku	Kukinta – – Tuleentuminen
1989	Lämpötila	Lämmin	Normaali	Lämmin
	Sademäärä	Kuiva	Normaali	Normaali
1990	Lämpötila	Normaali	Normaali	Normaali
	Sademäärä	Kuiva	Normaali	Normaali
1991	Lämpötila	Kylmä	Lämmin	Kylmä
	Sademäärä	Sateinen	Normaali	Normaali
1992	Lämpötila	Lämmin	Normaali	Normaali
	Sademäärä	Kuiva	Sateinen	Sateinen
1993	Lämpötila	Kylmä	Kylmä	Normaali
	Sademäärä	Normaali	Sateinen	Sateinen
1994	Lämpötila	Kylmä	Lämmin	Lämmin
	Sademäärä	Normaali	Kuiva	Kuiva
1995	Lämpötila	Lämmin	Lämmin	Normaali
	Sademäärä	Sateinen	Kuiva	Kuiva

Taulukko 2. Perunan typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Kasvuston alkukehitys, kasvuston peittävyys, kasvuston pituus, kasvuston myöhäisyys, varsien lukumäärä, mukuloiden lukumäärä, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

Typpilannoitus (A) kg/ha			Lajike (B)		F- arvot
Kasvuston alkukehitys (0–100)					
a1	0 N	57 a	b1 Bintje	64 ab	Typpilannoitus (A) 27,06 ***
a2	60 N	65 b	b2 Matilda	65 a	Lajike (B) 3,47 *
a3	80 N	67 b	b3 Hertha	62 b	
a4	120 N	68 b			
Kasvuston peittävyys (0–100)					
a1	0 N	72 a	b1 Bintje	82 a	Typpilannoitus (A) 41,01 ***
a2	60 N	83 b	b2 Matilda	82 a	Lajike (B) 0,37 ns
a3	80 N	86 cb	b3 Hertha	83 a	
a4	120 N	89 c			
Kasvuston pituus (cm)					
a1	0 N	44 a	b1 Bintje	52 a	Typpilannoitus (A) 84,97 ***
a2	60 N	53 b	b2 Matilda	51 a	Lajike (B) 28,41 ***
a3	80 N	57 c	b3 Hertha	57 b	
a4	120 N	60 d			
Kasvuston myöhäisyys I 20.8 (0–100)					
a1	0 N	81 a	b1 Bintje	87 a	Typpilannoitus (A) 21,70 ***
a2	60 N	85 a	b2 Matilda	87 a	Lajike (B) 0,15 ns
a3	80 N	90 b	b3 Hertha	88 a	
a4	120 N	92 b			
Kasvuston myöhäisyys II 5.9 (0–100)					
a1	0 N	45 a	b1 Bintje	49 a	Typpilannoitus (A) 14,33 ***
a2	60 N	49 ab	b2 Matilda	51 a	Lajike (B) 3,00 ns
a3	80 N	53 bc	b3 Hertha	53 a	
a4	120 N	57 c			
Varsien lukumäärä kpl/yksilö					
a1	0 N	5,1 a	b1 Bintje	5,4 a	Typpilannoitus (A) 1,70 ns
a2	60 N	5,4 a	b2 Matilda	5,0 b	Lajike (B) 4,53 *
a3	80 N	5,3 a	b3 Hertha	5,3 a	
a4	120 N	5,1 a			
Mukuloiden lukumäärä kpl/yksilö					
a1	0 N	13,0 a	b1 Bintje	16,0 a	Typpilannoitus (A) 5,09 *
a2	60 N	14,8 b	b2 Matilda	13,8 b	Lajike (B) 20,10 ***
a3	80 N	15,1 b	b3 Hertha	13,0 b	
a4	120 N	14,3 b			

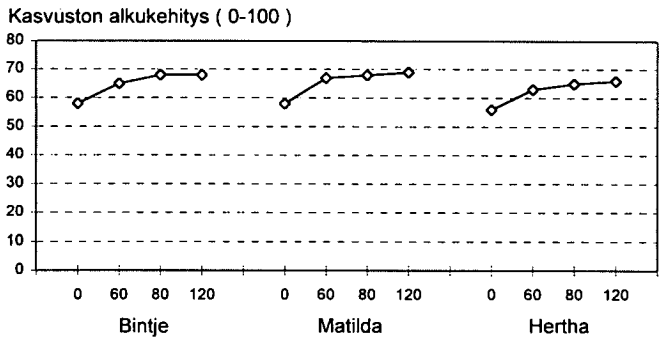
peittävyyttä 60 kg/ha typpimäärään verrattuna molemmissa koesarjoissa (Taulukko 2 ja 3). Lajikkeiden välillä ei ollut eroja kasvuston peittävyydessä. Typpilannoitus lisäsi selvästi varsiston pituutta. Koesarjassa I kaikki koejäsenten väliset erot olivat merkitseviä (Taulukko 2). Koesarjassa II lannoittamaton koejäsen poikkesi selvästi muista ja myös typpimäärien 60 kg/ha ja 120 kg/ha välillä todettiin merkitsevä ero (Taulukko 3). Lajikkeista Hertha oli varsistoltaan selvästi pidempi kuin Matilda ja Bintje (Kuva 1). Myös koesarjassa II Van Gogh oli varsistoltaan merkitsevästi pidempi kuin Nicola ja Bintje sekä myös Nicola pidempi kuin Bintje (Kuva 2). Typpilan-

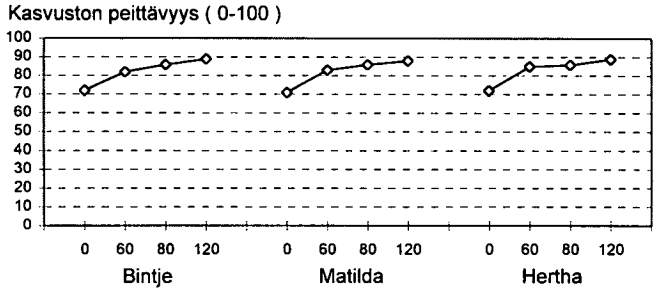
Taulukko 3. Perunan typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Kasvuston alkukehitys, kasvuston peittävyys, kasvuston pituus, kasvuston myöhäisyys, varsien lukumäärä, mukuloiden lukumäärä, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

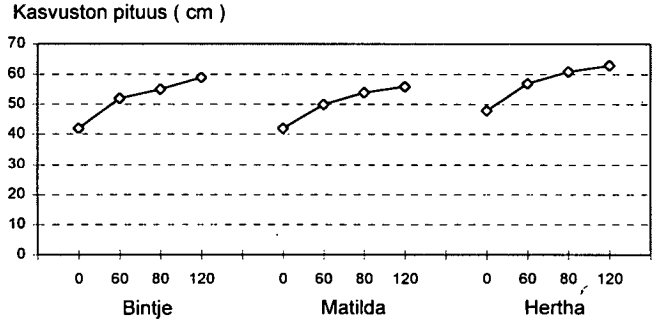
Typpilannoitus (A) kg/ha			Lajike (B)		F-arvot
Kasvuston alkukehitys (0–100)					
a1	0 N	42 a	b1 Bintje	54 a	Typpilannoitus (A) 36,47 ***
a2	60 N	56 b	b2 Van Gogh	52 a	Lajike (B) 2,45 ns
a3	80 N	56 b	b3 Nicola	55 a	
a4	120 N	59 b			
Kasvuston peittävyys (0–100)					
a1	0 N	65 a	b1 Bintje	81 a	Typpilannoitus (A) 107,58 ***
a2	60 N	84 b	b2 Van Gogh	82 a	Lajike (B) 0,64 ***
a3	80 N	87 bc	b3 Nicola	82 a	
a4	120 N	90 c			
Kasvuston pituus (cm)					
a1	0 N	41 a	b1 Bintje	45 a	Typpilannoitus (A) 49,44 ***
a2	60 N	50 b	b2 Van Gogh	53 b	Lajike (B) 27,36 ***
a3	80 N	52 bc	b3 Nicola	50 c	
a4	120 N	55 c			
Kasvuston myöhäisyys I 25.8 (0–100)					
a1	0 N	65 a	b1 Bintje	71 a	Typpilannoitus (A) 6,10 **
a2	60 N	67 a	b2 Van Gogh	72 a	Lajike (B) 1,70 ns
a3	80 N	71 ab	b3 Nicola	67 a	
a4	120 N	76 b			
Kasvuston myöhäisyys II 5.9 (0–100)					
a1	0 N	29 a	b1 Bintje	32 a	Typpilannoitus (A) 5,60 **
a2	60 N	31 a	b2 Van Gogh	37 a	Lajike (B) 1,77 ns
a3	80 N	36 ab	b3 Nicola	34 a	
a4	120 N	41 b			
Varsien lukumäärä kpl/yksilö					
a1	0 N	3,6 a	b1 Bintje	4,5 a	Typpilannoitus (A) 3,63 *
a2	60 N	4,1 b	b2 Van Gogh	3,4 b	Lajike (B) 16,57 ***
a3	80 N	4,3 b	b3 Nicola	4,1 a	
a4	120 N	4,0 b			
Mukuloiden lukumäärä kpl/yksilö					
a1	0 N	10,5 a	b1 Bintje	13,0 a	Typpilannoitus (A) 10,54 ***
a2	60 N	12,3 b	b2 Van Gogh	12,0 a	Lajike (B) 1,47 ns
a3	80 N	13,5 b	b3 Nicola	12,6 a	
a4	120 N	13,7 b			

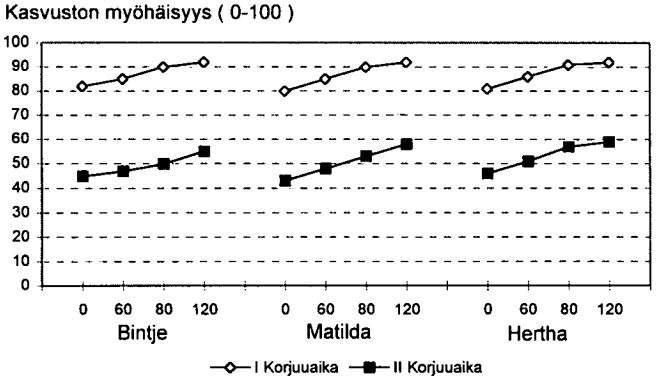
noitus vaikutti voimakkaasti kasvuston kehitykseen ja suurin typpimäärä 120 kg/ha lisäsi selvästi varsiston pituutta ja rehevyyttä.

Typpilannoitus lisäsi merkitsevästi kasvuston myöhäisyyttä. Koesarjassa II suurin typpimäärä 120 kg/ha viivästytti kasvuston tuleentumista typpimäärään 60 kg/ha ja lannoittamattomaan verrattuna. Typen vaikutus kasvuston myöhäisyyteen oli sama sekä elokuun lopun että syyskuun alun havainnoissa (Taulukko 3 ja Kuva 2). Koesarjassa I typpimäärät 80 kg/ha ja 120 kg/ha viivästyttivät merkitsevästi varsiston tuleentumista typpimäärään 60 kg/ha ja lannoittamattomaan verrattu-

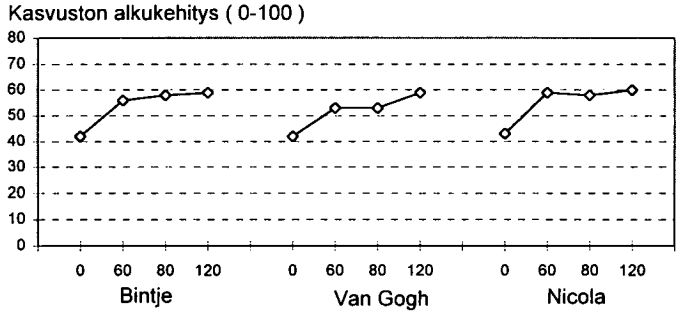


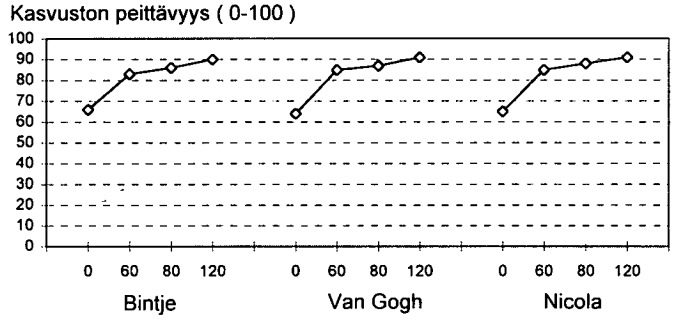


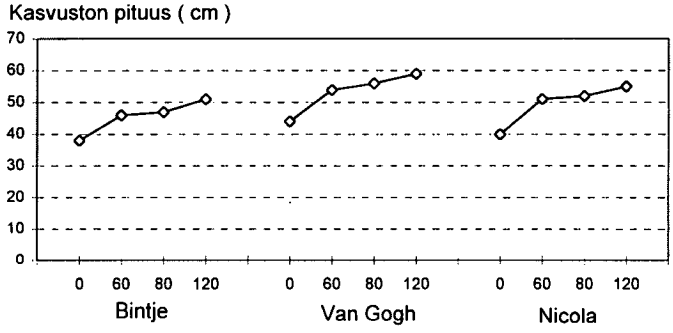


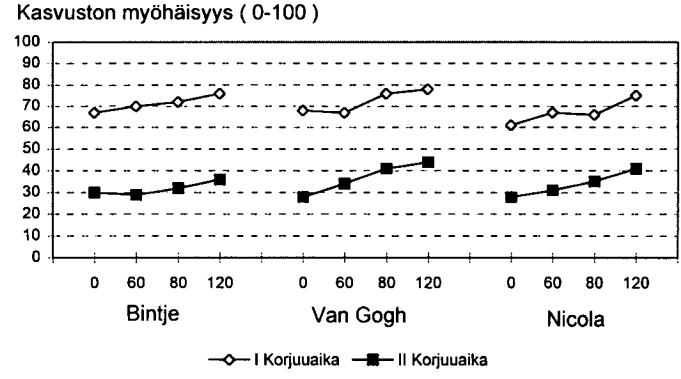


Kuva 1. Perunan typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Kasvuston alkukehitys, kasvuston peittävyys, kasvuston pituus, kasvuston myöhäisyys, varsien lukumäärä, mukuloiden lukumäärä.









Kuva 2. Perunan typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Kasvuston alkukehitys, kasvuston peittävyys, kasvuston pituus, kasvuston myöhäisyys, varsien lukumäärä, mukuloiden lukumäärä.

Taulukko 4. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I . Mukulasato, tärkkelyspitoisuus, lajittelukoko yli 55 mm, lajittelukoko 35–55 mm, lajittelukoko alle 35 mm, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Mukulasato tn/ha							
a1 aikainen	37,0 a	b1	0 N	31,8 a	c1 Bintje	41,7 a	Nostoaika (A) 93,23 ***
a2 normaali	42,2 b	b2	60 N	40,8 b	c2 Matilda	39,9 a	N-lannoitus (B) 100,08 ***
		b3	80 N	42,3 bc	c3 Hertha	37,3 b	Lajike (C) 21,95 ***
		b4	120 N	43,8 c			
Tärkkelyspitoisuus (%)							
a1 aikainen	16,8 a	b1	0 N	17,6 a	c1 Bintje	15,8 a	Nostoaika (A) 5,54 *
a2 normaali	17,1 b	b2	60 N	17,1 b	c2 Matilda	17,1 b	N-lannoitus (B) 32,62 ***
		b3	80 N	16,7 c	c3 Hertha	18,1 c	Lajike (C) 203,06 ***
		b4	120 N	16,3 d			B x C 3,01 **
Lajittelukoko % > 55 mm							
a1 aikainen	17 a	b1	0 N	16 a	c1 Bintje	18 a	Nostoaika (A) 138,22 ***
a2 normaali	25 b	b2	60 N	21 b	c2 Matilda	16 a	N-lannoitus (B) 33,22 ***
		b3	80 N	22 bc	c3 Hertha	29 b	Lajike (C) 4,43 *
		b4	120 N	25 c			B x C 3,37 **
Lajittelukoko % < 35 mm							
a1 aikainen	9 a	b1	0 N	9 a	c1 Bintje	8 a	Nostoaika (A) 36,35 ***
a2 normaali	6 b	b2	60 N	7 b	c2 Matilda	8 a	N-lannoitus (B) 9,78 ***
		b3	80 N	7 b	c3 Hertha	7 a	Lajike (C) 0,72 ns
		b4	120 N	6 b			

na (Taulukko 2 ja Kuva 1). Kasvuston myöhäisyydessä ei ollut lajikkeiden välisiä eroja.

4.2 Mukulasato

Mukulasato oli myöhempänä nostokertana merkitsevästi suurempi kuin ensimmäisessä nostossa (Taulukko 4 ja 5). Myöhemmän korjuun sato oli keskimäärin 3,8–5,2 tn/ha ensimmäistä nostokertaa suurempi. Typpilannoitus lisäsi mukulasatoa 120 kg/ha typpimäärään saakka molemmissa koesarjoissa (Kuva 3 ja 4). Lannoittamattoman koejäsenen sato oli molemmissa koesarjoissa selvästi heikompi kuin muiden koejäsenten. Merkitsevä sadonlisäys todettiin myös suurimman 120 kg/ha ja pienimmän 60 kg/ha typpimäärän välillä molemmissa koesarjoissa (Taulukko 4 ja 5). Sadoltaan heikoin lajike oli Hertha, jonka sato oli keskimäärin 4,3 tn/ha Bintjeä ja Matildaa 2,6 tn/ha alhaisempi (Kuva 3). Koesarjassa II satoisin lajike oli Nicola, jonka sato oli merkitsevästi suurempi kuin Bintjen ja Van Goghin (Taulukko 5). Merkitseviä yhdysvaikutuksia nostoajan, typpilannoituksen ja lajikkeiden välillä ei todettu. Lajikkeista Bintje reagoi selvimmin typpilannoituksen lisäämiseen.

4.3 Tärkkelyspitoisuus

Koesarjassa I sadon tärkkelyspitoisuus lisääntyi myöhemmässä korjuussa merkitsevästi ensimmäiseen nostoon verrattuna (Taulukko 4). Koesarjassa II tulos oli päinvastainen ja ensimmäisen korjuun tärkkelyspitoisuus oli korkeampi kuin toisessa korjuussa (Taulukko 5). Poikkeava tulos johtui kuivuudesta ennen ensimmäistä kor-

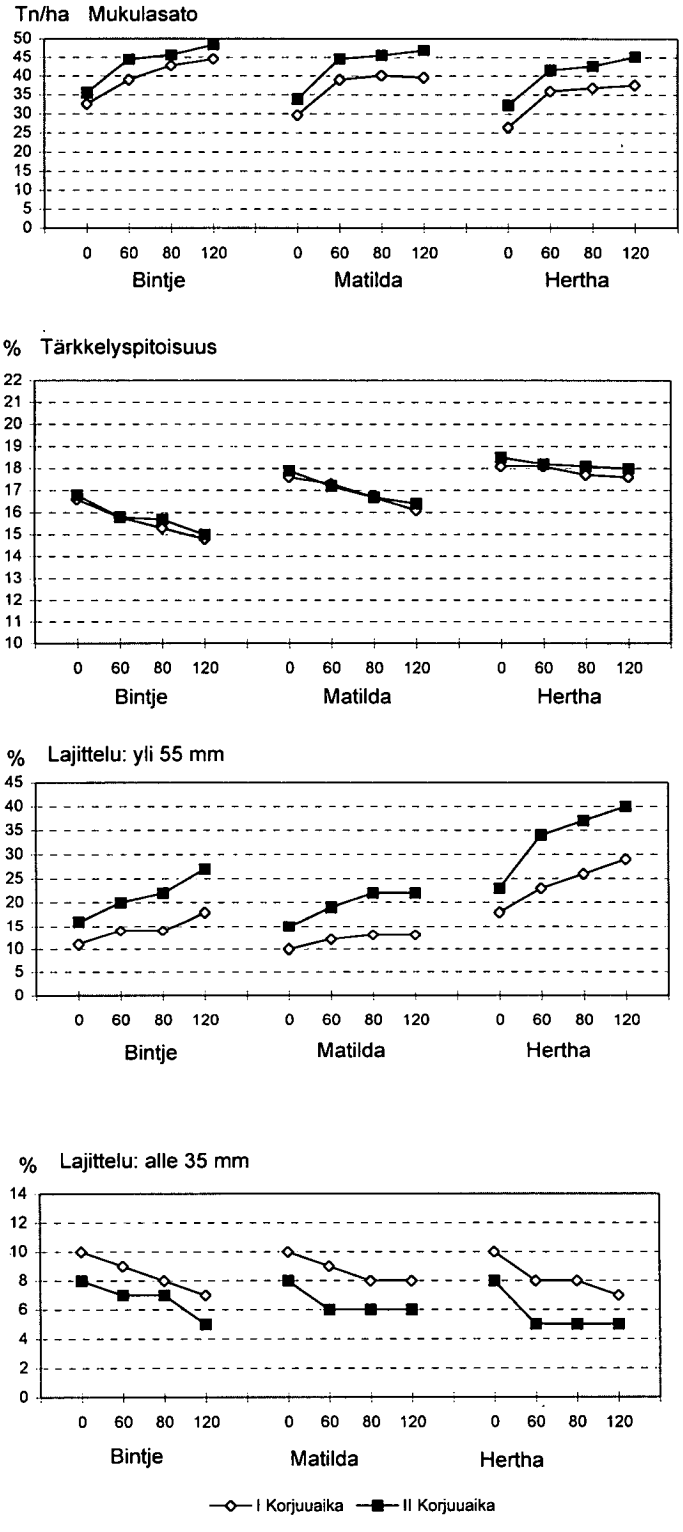
Taulukko 5. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Mukulasato, tärkkelyspitoisuus, lajittelukoko yli 55 mm, lajittelukoko 35–55 mm, lajittelukoko alle 35 mm, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Mukulasato tn/ha							
a1 aikainen	32,8 a	b1	0 N	27,3 a	c1 Bintje	34,1 a	Nostoaika (A) 32,54 ***
a2 normaali	36,6 b	b2	60 N	35,6 b	c2 Van Gogh	33,6 a	N-lannoitus (B) 58,93 ***
		b3	80 N	37,4 bc	c3 Nicola	36,3 b	Lajike (C) 6,22 **
		b4	120 N	38,6 c			
Tärkkelyspitoisuus (%)							
a1 aikainen	16,5 a	b1	0 N	16,8 a	c1 Bintje	16,0 a	Nostoaika (A) 0,28 ns
a2 normaali	16,0 a	b2	60 N	16,3 b	c2 Van Gogh	17,4 b	N-lannoitus (B) 17,20 ***
		b3	80 N	16,2 bc	c3 Nicola	15,7 a	Lajike (C) 24,06 ***
		b4	120 N	15,8 c			
Lajittelukoko % > 55 mm							
a1 aikainen	15 a	b1	0 N	13 a	c1 Bintje	15 a	Nostoaika (A) 89,76 ***
a2 normaali	22 b	b2	60 N	18 b	c2 Van Gogh	23 b	N-lannoitus (B) 22,96 ***
		b3	80 N	20 bc	c3 Nicola	17 a	Lajike (C) 35,21 ***
		b4	120 N	22 c			
Lajittelukoko % < 35 mm							
a1 aikainen	9 a	b1	0 N	9 a	c1 Bintje	9 a	Nostoaika (A) 21,41 ***
a2 normaali	7 b	b2	60 N	8 a	c2 Van Gogh	6 b	N-lannoitus (B) 2,50 ns
		b3	80 N	8 a	c3 Hertha	9 a	Lajike (C) 13,21 ***
		b4	120 N	7 a			

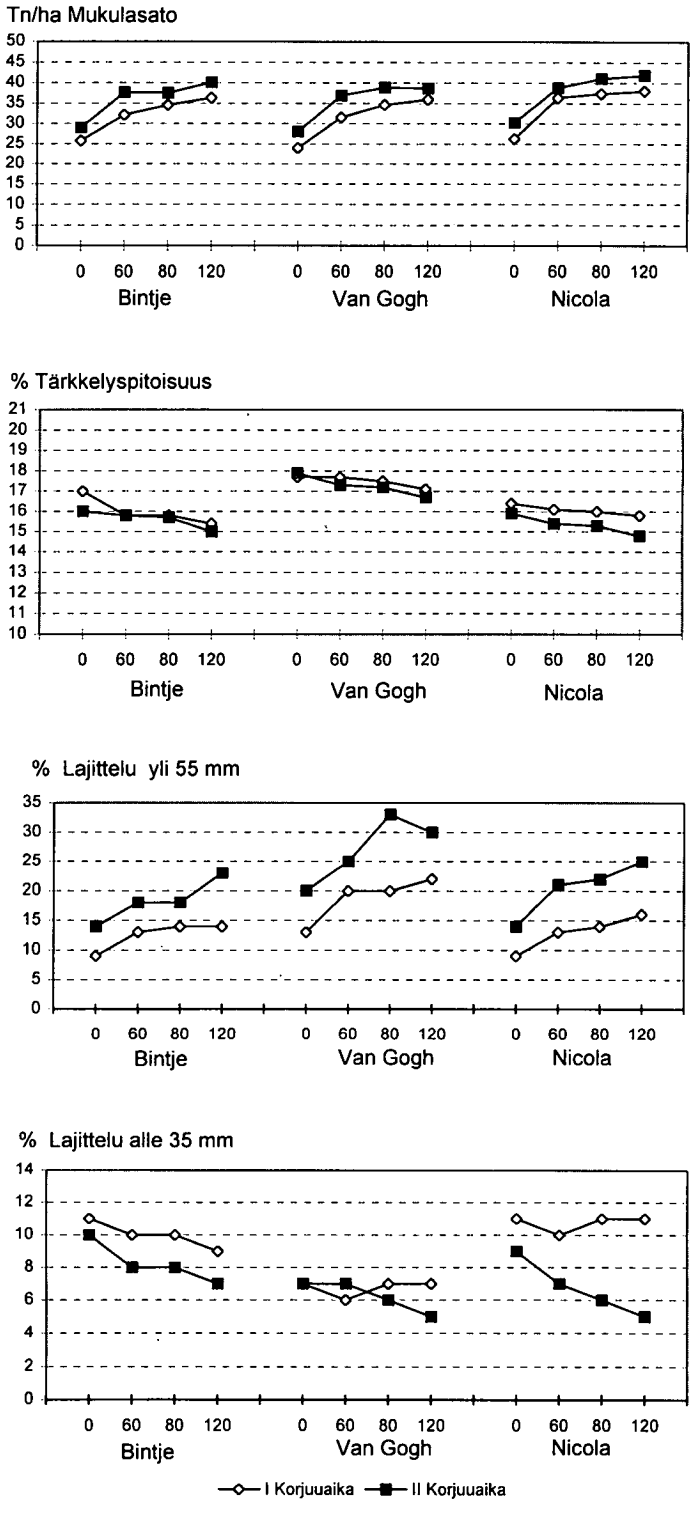
juuaikaa ja toisaalta runsaista sateista ennen myöhempää nostoajankohtaa (Taulukko 1 ja Liite 1). Koesarjassa I typpilannoitus alensi sadon tärkkelyspitoisuutta suoraviivaisesti ja kaikki koejäsenten väliset erot olivat merkitseviä. Lajikkeiden väliset erot olivat merkitseviä siten, että Herthan tärkkelyspitoisuus oli selvästi suurempi kuin Bintjen ja Matildan (Taulukko 4 ja Kuva 3). Koesarjassa II todettiin merkitsevä ero lannoittamattoman koejäsenen ja typpeä saaneiden koejäsenten välillä sekä typpimäärän 120 kg/ha ja 60 kg/ha välillä. Lajikkeista Van Goghin tärkkelyspitoisuus oli selvästi suurempi kuin Nicolan tai Bintjen (Taulukko 5 ja Kuva 4). Yhdysvaikutus lannoitus x lajike osoitti, että typpilannoitus pienensi Herthan tärkkelyspitoisuutta merkitsevästi muita lajikkeita vähemmän (Taulukko 4). Koesarjassa I kaikki lajikkeet reagoivat typpilannoituksen ja nostoajan suhteen samalla tavalla.

4.4 Mukulakoko

Myöhempi nostoaika lisäsi suurimman lajittelukoon (yli 55 mm) osuutta sadossa. Nostoajan vaikutus mukulakokoon oli merkitsevä molemmissa koesarjoissa (Taulukko 4 ja 5). Myös typpilannoitus lisäsi merkitsevästi sadon mukulakokoa. Mukulakooltaan selvästi pienintä satoa tuotti lannoittamaton verranne. Myös typpimäärien 60 kg/ha ja 120 kg/ha välillä oli merkitsevä ero molemmissa koesarjoissa (Taulukko 4 ja 5). Koesarjassa I Herthan mukulakoko oli merkitsevästi suurempi kuin Bintjen tai Matildan (Kuva 3). Yhdysvaikutustekijä lajike x typpi osoitti, että typpilannoitus lisäsi Bintjen ja Herthan mukulakokoa selvästi enemmän kuin Matildan (Taulukko 4). Matildan mukulakoko on pieni eikä suuren mukulakoon osuus sadosta lisäänny yhtä selvästi kuin muilla lajikkeilla. Koesarjassa II suurta lajittelukokoa (yli



Kuva 3. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I . Mukulasato, tärkkelyspitoisuus, lajittelukoko yli 55 mm, lajittelukoko 35–55 mm, lajittelukoko alle 35 mm.



Kuva 4. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Mukulasato, tärkkelyspitoisuus, lajittelukoko yli 55 mm, lajittelukoko 35–55 mm, lajittelukoko alle 35 mm.

55 mm) tuotti merkitsevästi eniten Van Gogh, jonka mukulakoko oli merkitsevästi suurempi kuin Bintjen tai Nicolan (Taulukko 5).

4.5 Mukula- ja varsilukumäärä

Koesarjassa II typpilannoitus lisäsi kasvuston päävarsien lukumäärää lannoittamattomaan verrattuna (Taulukko 3). Koesarjassa I typpilannoitus ei vaikuttanut kasvuston päävarsien lukumäärään (Taulukko 2). Mukuloiden lukumäärään lannoitus vaikutti siten, että lannoittamaton verranne poikkesi merkitsevästi muista koejäsenistä, mutta eri typpimäärien välillä ei ollut eroja. Koesarjassa I Bintjen mukulamäärä oli merkitsevästi suurempi kuin Matildan ja Herthan (Taulukko 2). Vastaavasti koesarjassa II Bintjen ja Nicolan varsien ja mukuloiden määrä oli merkitsevästi suurempi kuin Van Goghin (Taulukko 3). Suurimmat erot varsien ja mukuloiden lukumäärissä olivat lajikkeiden välillä.

4.6 Ulkoinen laatu

Sadosta analysoitiin mukuloiden pintavioitukset ja perunaruven (*Streptomyces ssp.*) esiintyminen. Nostoaika vaikutti selvästi terveiden ja vioittuneiden mukuloiden määrään. Myöhempänä nostokertana perunan kuori oli paremmin kiinnittynyt ja vioittuneiden mukuloiden määrä sadossa oli pienempi. Runsas typpilannoitus lisäsi vioittuneiden mukuloiden osuutta sadossa. Koesarjassa I typpimäärät 80 kg/ha ja 120 kg/ha vähensivät merkitsevästi terveen sadon määrää lannoittamattomaan verrattuna (Taulukko 6 ja Kuva 5). Koesarjassa II typpilannoituksen vaikutus sadon laatuun ei ollut yhtä selvä. Merkitsevä ero vioittuneiden mukuloiden määrässä todettiin vain typpimäärän 120 kg/ha ja lannoittamattoman välillä (Taulukko 7 ja Kuva 6). Lajikkeista Van Goghin käsittelynkestävyys oli merkitsevästi parempi kuin Nicolan. Nostoaika x lajike-yhdysvaikutus osoitti, että aikaisessa nostossa Van Goghin vioitusten määrä oli pienempi kuin Nicolan tai Bintjen, mutta myöhemmässä nostossa lajikkeiden välillä ei ollut eroja (Taulukko 7).

Nostoaika ja typpilannoitus eivät vaikuttaneet perunaruven esiintymiseen. Ruvenkestävyys oli selvästi lajikeominaisuus. Koesarjassa I kestävin lajike oli Hertha, jonka ruvenkestävyys oli merkitsevästi parempi kuin Matildan ja Bintjen (Taulukko 6 ja Kuva 5). Koesarjassa II selvästi altis lajike oli Bintje, jonka ruvenkestävyys oli merkitsevästi heikompi kuin Nicolan ja Van Goghin (Taulukko 7 ja Kuva 6).

4.7 Keittolaatu

Keittolaatumäärityksiin kuuluivat seuraavat ominaisuudet: 1) Mallon jauhoisuus, joka arvosteltiin mallon rakenteen kuivuuden tai vetisyyden perusteella 2) Maku, jonka arvostelu tehtiin perunan tyypillisen maun perusteella 3) Tummuminen keitettynä, joka arvosteltiin mallon leikkauspinnan tummumisen perusteella kahden tunnin kuluttua keittämisestä 4) Mallon hajoaminen keitettäessä, jonka arvostelu tehtiin mallon hajoamisen ja rikkikiehumisen perusteella (Liite 4).

Koesarjassa I myöhempi nostoaika muutti mallon rakennetta merkitsevästi jauhoisemmaksi. (Taulukko 8 ja Kuva 7). Koesarjassa II nostoajankohta ei ollut vaikuttanut mallon rakenteeseen (Taulukko 9 ja Kuva 8). Lannoittamaton koejäsen oli rakenteeltaan selvästi jauhoisin ja poikkesi merkitsevästi muista koejäsenistä molemmissa koesarjoissa. Typen vaikutus mallon jauhoisuuteen tuli selvästi esille koesarjassa I, jossa typpimäärien 120 kg/ha ja 60 kg/ha välillä todettiin merkitsevä ero (Taulukko 8). Koesarjassa I mallon rakenteelta jauhoisin lajike oli Matilda, jonka laatu poikkesi merkitsevästi Bintjestä sekä Herthasta (Kuva 7). Koesarjassa II jauhoisin la-

Taulukko 6. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Perunan ulkoinen laatu: terveet, kuorivioitukset yli 25 %, rupi yli 10 %, koetekijöiden keskiarvot (kpl-%) ja F-arvot.

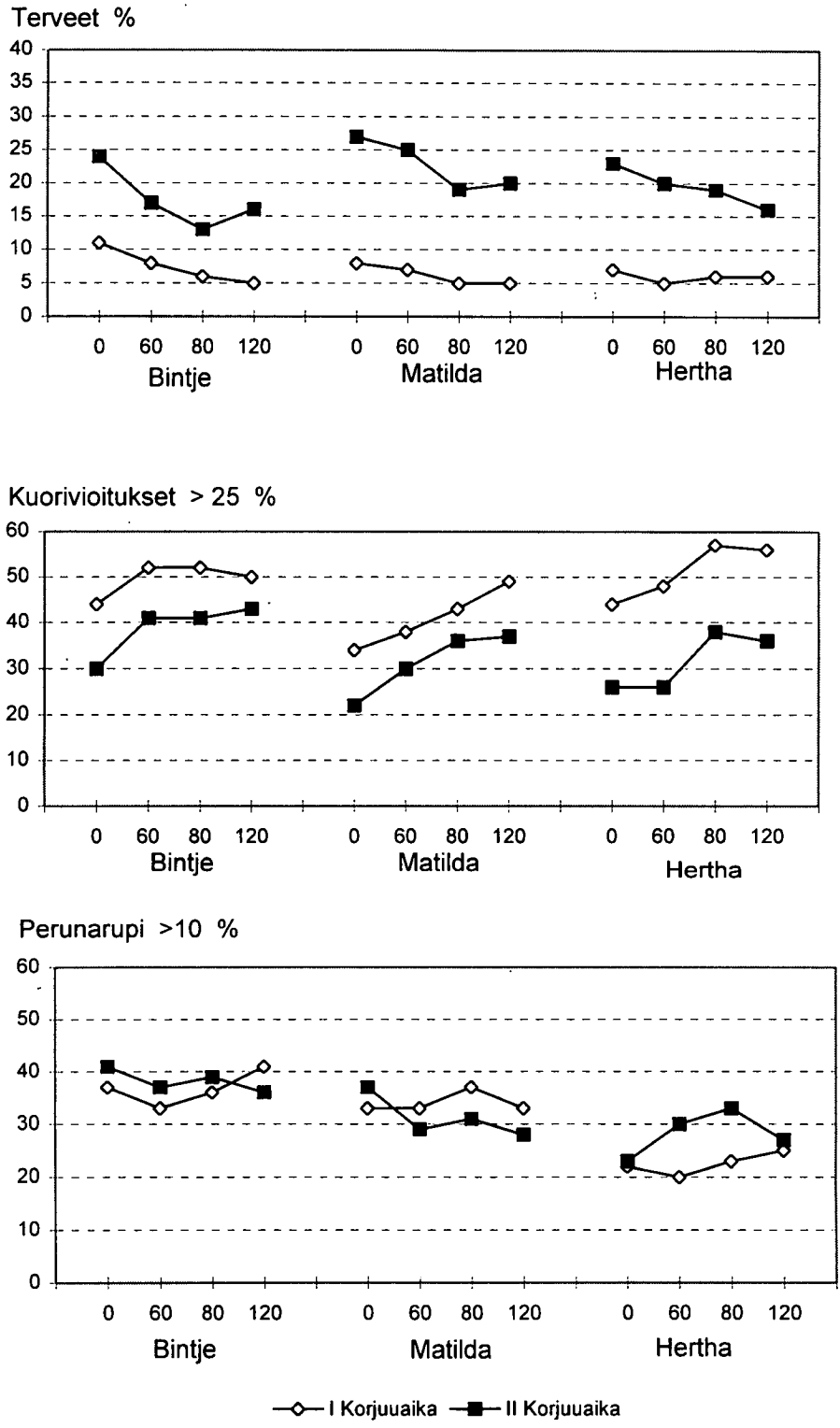
Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Terveet % (kpl-%)							
a1 aikainen	6 a	b1	0 N	17 a	c1 Bintje	12 a	Nostoaika (A) 49,54 ***
a2 normaali	20 b	b2	60 N	14 a	c2 Matilda	14 a	N-lannoitus (B) 3,94 *
		b3	80 N	11 b	c3 Hertha	13 a	Lajike (C) 1,35 ns
		b4	120 N	11 b			
Kuorivioitukset > 25 % (kpl-%)							
a1 aikainen	47 a	b1	0 N	33 a	c1 Bintje	44 a	Nostoaika (A) 31,70 ***
a2 normaali	34 b	b2	60 N	39 ab	c2 Matilda	36 b	N-lannoitus (B) 5,58 **
		b3	80 N	44 b	c3 Hertha	41 ab	Lajike (C) 4,20 *
		b4	120 N	45 b			
Rupi > 10 % (kpl-%)							
a1 aikainen	33 a	b1	0 N	32 a	c1 Bintje	37 a	Nostoaika (A) 1,26 ns
a2 normaali	31 a	b2	60 N	30 a	c2 Matilda	33 a	N-lannoitus (B) 0,67 ns
		b3	80 N	33 a	c3 Hertha	25 b	Lajike (C) 21,11 ***
		b4	120 N	31 a			

Taulukko 7. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Perunan ulkoinen laatu: terveet, vioitukset yli 25 %, rupi yli 10 %, koetekijöiden keskiarvot (kpl-%) ja F-arvot.

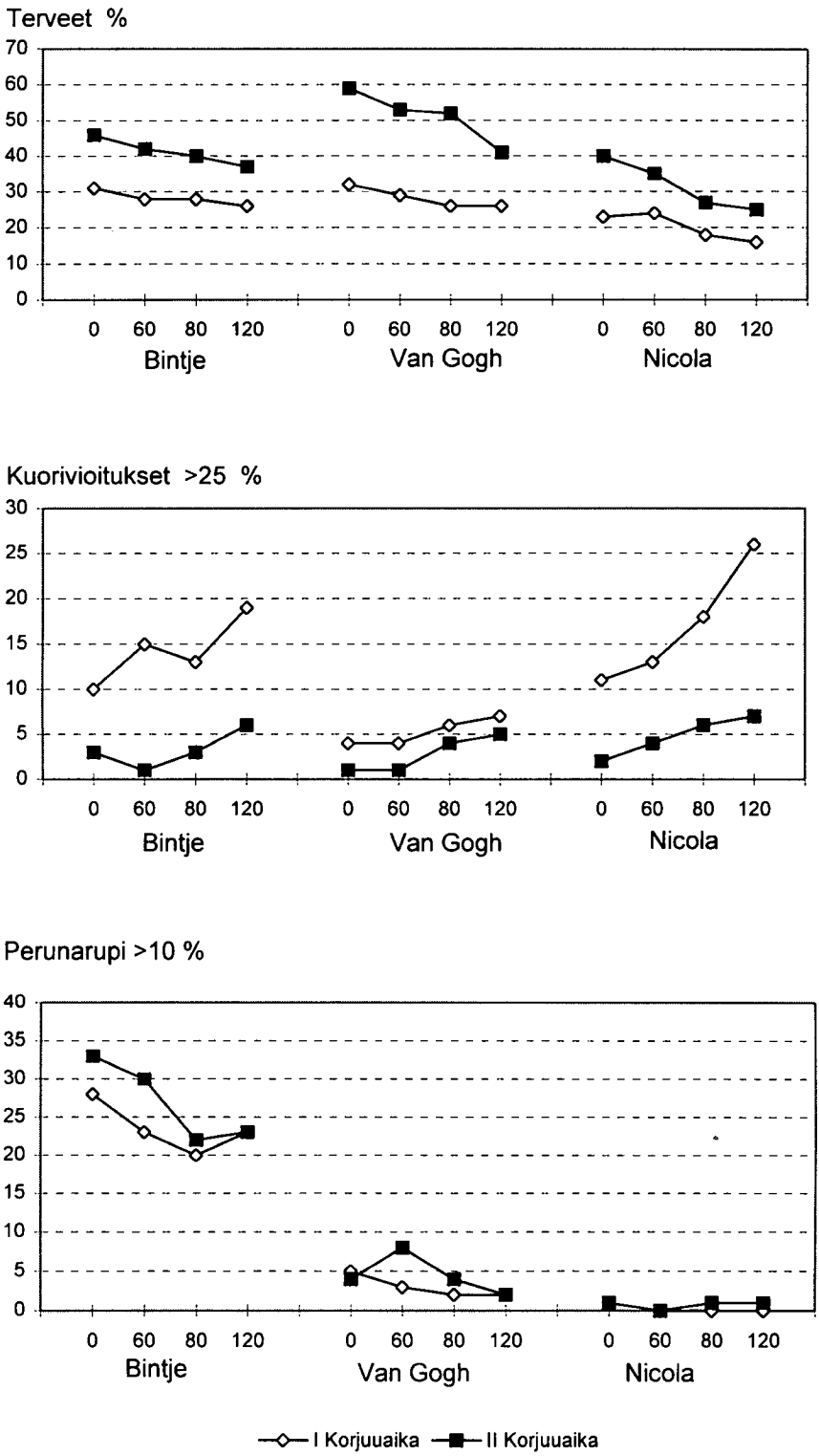
Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Terveet % (kpl-%)							
a1 aikainen	25 a	b1	0 N	38 a	c1 Bintje	35 ab	Nostoaika (A) 26,20 ***
a2 normaali	41 b	b2	60 N	35 a	c2 Van Gogh	40 a	N-lannoitus (B) 2,05 ns
		b3	80 N	32 a	c3 Nicola	26 b	Lajike (C) 6,99 **
		b4	120 N	28 a			
Kuorivioitukset > 25 % (kpl-%)							
a1 aikainen	12 a	b1	0 N	5 a	c1 Bintje	9 ab	Nostoaika (A) 29,71 ***
a2 normaali	3 b	b2	60 N	6 b	c2 Van Gogh	4 a	N-lannoitus (B) 3,28 *
		b3	80 N	8 b	c3 Nicola	11 b	Lajike (C) 6,38 **
		b4	120 N	12 b			A x C 3,95 *
Rupi > 10 % (kpl-%)							
a1 aikainen	9 a	b1	0 N	12 a	c1 Bintje	25 a	Nostoaika (A) 1,56 ns
a2 normaali	11 a	b2	60 N	11 a	c2 Van Gogh	4 b	N-lannoitus (B) 1,41 ns
		b3	80 N	8 a	c3 Nicola	0 b	Lajike (C) 104,70 ***
		b4	120 N	8 a			

jike oli Van Gogh, jonka laatu poikkesi merkitsevästi Bintjestä. Mallon rakenteelta lievästi vetinen, ei jauhoinen lajike oli Nicola (Kuva 8).

Myöhempi nostoaika paransi merkitsevästi perunan makua koesarjassa I. Maultaan merkitsevästi muita parempi oli lannoittamaton koejäsen (Taulukko 8 ja Kuva 7). Typen haittavaikutukset perunan makuun todettiin koesarjassa II, kun typpimäärä 120 kg/ha oli maultaan merkitsevästi heikompi kuin muut koejäsenet (Taulukko 9 ja Kuva 8). Koesarjassa II maultaan paras lajike oli Van Gogh, jonka maku oli



Kuva 5. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Perunan ulkoinen laatu: terveet, kuorivioitukset yli 25 %, rupi yli 10 % (kpl-%) mukuloista.



Kuva 6. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Perunan ulkoinen laatu: terveet, kuorivioitukset yli 25 %, rupi yli 10 % , (kpl-%) mukuloista.

merkitsevästi parempi kuin Bintjen. Lisäksi koesarjassa I yhdysvaikutus lajike x lannoitus osoitti, että typpilannoitus heikentää Herthan makua muita lajikkeita enemmän (Taulukko 8 ja Kuva 7).

Koesarjassa I myöhempi nostoaika lisäsi selvästi mallon tummumista keittämisen jälkeen (Taulukko 8). Sen sijaan typpilannoitus ei vaikuttanut mallon tummumiseen kummassakaan koesarjassa. Myöskään lannoittamaton koejäsen ei poikennut merkitsevästi muista. Tummumiskestävyydeltään paras lajike oli molemmissa koesarjoissa Bintje. Yhdysvaikutus nostoaika x lajike osoitti, että myöhempi nostoajankohta vähentää Nicolan tummumista merkitsevästi muita lajikkeita enemmän. Lisäksi yhdysvaikutus lajike x typpilannoitus osoitti, että typpilannoitus lisää Van Goghin mallon tummumista muita lajikkeita enemmän (Taulukko 9 ja Kuva 8).

Koesarjassa I myöhempi nostoaika lisäsi merkitsevästi mallon hajoamista keitettynä (Taulukko 8 ja Kuva 7). Toisaalta koesarjassa II nostoaika ei vaikuttanut mallon ominaisuuksiin. Typpilannoitus vähensi mallon hajoamista koesarjassa I siten, että typpitasot 120 kg/ha ja 80 kg/ha poikkesivat lannoittamattomasta ja typpitasosta 60 kg/ha (Kuva 7). Koesarjassa II ero mallon laadussa todettiin vain lannoittamattoman ja muiden koejäsenten välillä. Lajikkeista Van Goghin mallon hajoaminen oli merkitsevästi suurempi kuin Nicolan (Taulukko 9 ja Kuva 8). Yhdysvaikutus lajike x nostoaika osoitti, että myöhempi nostoajankohta lisää Herthan mallon hajoamista enemmän kuin muiden lajikkeiden (Taulukko 8 ja Kuva 7).

4.8 Sokeripitoisuus

Sadosta määritettiin pelkistävien sokereiden (fruktoosi + sakkaroosi) määrä ja sokerien kokonaismäärä. Koesarjassa I nostoajankohta vaikutti merkitsevästi pelkistävien sokerien sekä sokerien kokonaismää-

Taulukko 8. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Perunan keittolaatu: mallon jauhoisuus, maku, mallon tummumiskestävyys, mallon hajoaminen, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Jauhoisuus (1–9)							
a1 aikainen	5,4 a	b1	0 N	6,1 a	c1 Bintje	5,4 a	Nostoaika (A) 19,56 ***
a2 normaali	5,8 b	b2	60 N	5,7 b	c2 Matilda	6,0 b	N-lannoitus (B) 12,97 ***
		b3	80 N	5,5 bc	c3 Hertha	5,5 a	Lajike (C) 21,95 ***
		b4	120 N	5,3 c			
Maku (1–9)							
a1 aikainen	6,4 a	b1	0 N	6,7 a	c1 Bintje	6,6 a	Nostoaika (A) 1,34 ns
a2 normaali	6,6 a	b2	60 N	6,4 a	c2 Matilda	6,6 a	N-lannoitus (B) 5,22 **
		b3	80 N	6,8 a	c3 Hertha	6,2 a	Lajike (C) 3,0 ns
		b4	120 N	6,0 b			B x C 3,33 *
Tummumiskestävyys (1–9)							
a1 aikainen	5,4 a	b1	0 N	5,0 a	c1 Bintje	5,5 a	Nostoaika (A) 20,93 ***
a2 normaali	5,0 b	b2	60 N	5,3 a	c2 Matilda	5,1 b	N-lannoitus (B) 1,68 ns
		b3	80 N	5,2 a	c3 Hertha	5,0 b	Lajike (C) 12,03 *
		b4	120 N	5,3 a			
Hajoamiskestävyys (1–9)							
a1 aikainen	7,5 a	b1	0 N	6,8	c1 Bintje	7,0 a	Nostoaika (A) 45,37 ***
a2 normaali	6,7 b	b2	60 N	6,9	c2 Matilda	7,3 a	N-lannoitus (B) 7,44 ***
		b3	80 N	7,3	c3 Hertha	7,1 a	Lajike (C) 2,67 ns
		b4	120 N	7,5			A x C 5,39 **

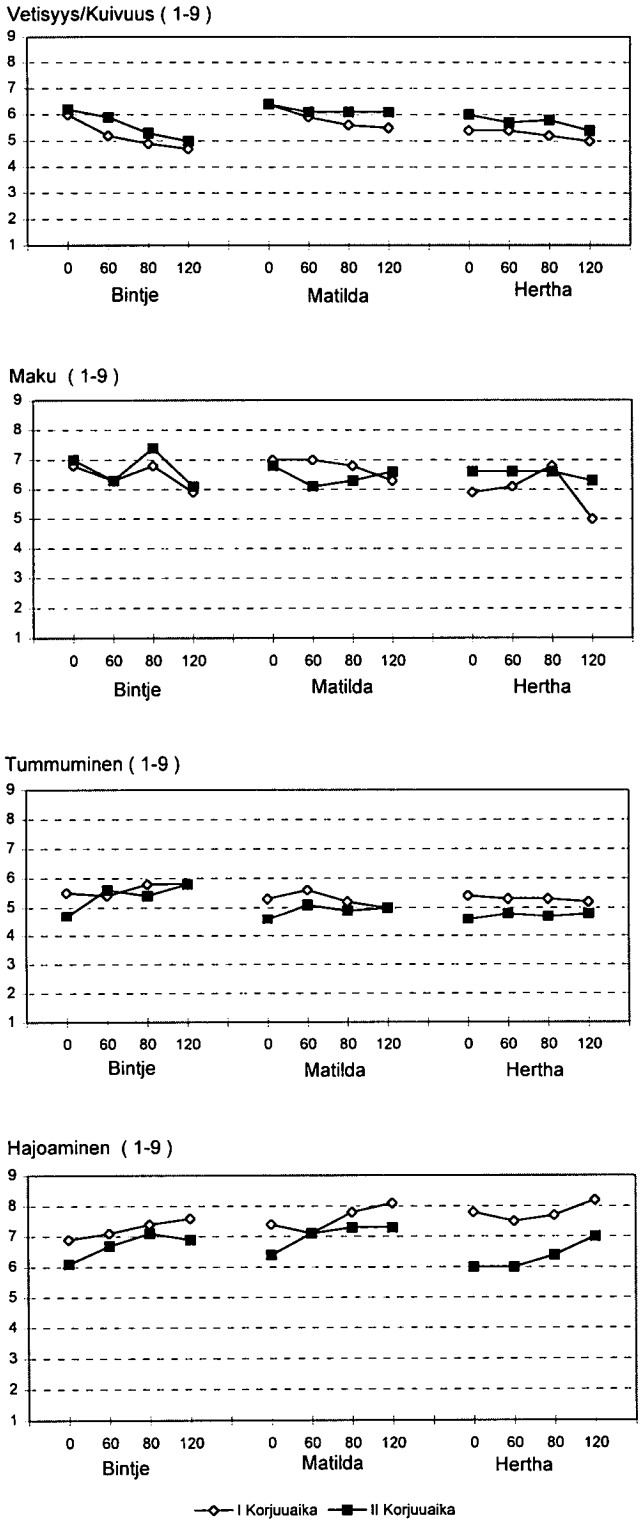
Taulukko 9. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Perunan keittolaatu: mallon jauhoisuus, maku, mallon tummumiskestävyys, mallon hajoaminen, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Jauhoisuus (1–9)							
a1 aikainen	6,1 a	b1	0 N	6,4 a	c1 Bintje	6,3 a	Nostoaika (A) 0,07 ns
a2 normaali	6,1 a	b2	60 N	6,1 ab	c2 Van Gogh	6,7 b	N-lannoitus (B) 3,65 *
		b3	80 N	6,0 b	c3 Nicola	5,3 c	Lajike (C) 52.04 ***
		b4	120 N	5,9 b			
Maku (1–9)							
a1 aikainen	6,8 a	b1	0 N	7,3 a	c1 Bintje	6,7 a	Nostoaika (A) 10,28 **
a2 normaali	7,2 b	b2	60 N	6,9 ab	c2 Van Gogh	7,3 b	N-lannoitus (B) 4,83 *
		b3	80 N	6,9 b	c3 Nicola	7,0 b	Lajike (C) 12,21 ***
		b4	120 N	6,8 b			
Tummumiskestävyys (1–9)							
a1 aikainen	6,3 a	b1	0 N	6,1 a	c1 Bintje	6,7 a	Nostoaika (A) 0,17 ns
a2 normaali	6,3 a	b2	60 N	6,3 a	c2 Van Gogh	6,3 b	N-lannoitus (B) 1,90 ns
		b3	80 N	6,4 a	c3 Nicola	5,8 c	Lajike (C) 30,45 ***
		b4	120 N	6,2 a			A x C 4,99 **
							B x C 2,21 *
Hajoamiskestävyys (1–9)							
a1 aikainen	5,6 a	b1	0 N	5,3 a	c1 Bintje	5,6 ab	Nostoaika (A) 2,25 ns
a2 normaali	5,8 a	b2	60 N	5,7 ab	c2 Van Gogh	5,4 a	N-lannoitus (B) 5,17 **
		b3	80 N	5,9 b	c3 Nicola	6,0 b	Lajike (C) 6,17 **
		b4	120 N	5,9 b			

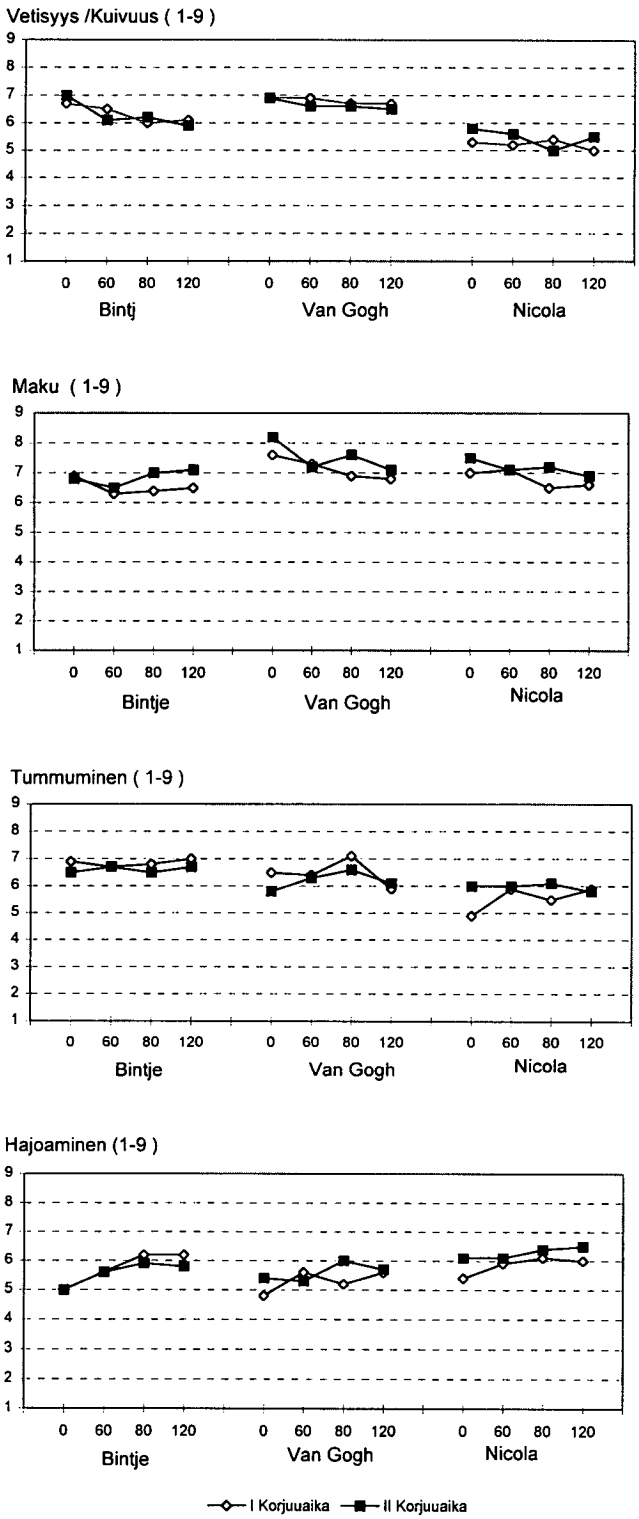
rään siten, että sokeripitoisuus oli korkeampi myöhempänä nostoajankohtana (Taulukko 10 ja Kuva 9). Typpilannoitus ei vaikuttanut perunan sokereiden määrään. Myös lannoittamattoman koejäsenen sokeripitoisuus oli sama kuin typpilannoitettujen koejäsenten. Lajikkeista Matildan pelkistävien sekä kokonaissokereiden määrä oli selvästi suurempi kuin Bintjen ja Herthan. Tilanne oli sama koesarjassa II. Nostoajankohta ja typpilannoitus eivät vaikuttaneet perunan pelkistävien ja kokonaissokereiden määrään. Lajikkeista Nicolan sokeripitoisuus oli selvästi suurin, merkitsevästi suurempi kuin Bintjen ja Van Goghin (Taulukko 10 ja Kuva 9).

4.9 Nitraattityppi

Typpilannoitus lisäsi suoraviivaisesti mukuloiden nitraattitypen määrää molemmissa koesarjoissa. Koesarjassa I nostoajankohta ei vaikuttanut nitraattitypen määrään. Typpilannoitus lisäsi mukuloiden nitraattipitoisuutta siten, että kaikki koejäsenten väliset erot olivat merkitseviä. Lajikkeiden välillä ei ollut nitraattipitoisuudessa merkitseviä eroja. Yhdysvaikutus typpi x lajike osoitti, että typpilannoitus lisää Bintjen ja Matildan nitraattipitoisuutta merkitsevästi vähemmän kuin Herthan (Taulukko 11 ja Kuva 10). Koesarjassa II nitraattipitoisuus oli ensimmäisenä korjuukertana merkitsevästi pienempi kuin myöhemmässä nostossa. Lajikkeiden väliset erot olivat merkitseviä siten, että Nicolan nitraattipitoisuus oli selvästi muita suurempi. Yhdysvaikutus lajike x typpilannoitus osoitti, että typpilannoitus lisää Van Goghin nitraattipitoisuutta merkitsevästi enemmän kuin Bintjen ja Nicolan (Taulukko 11 ja Kuva 10).



Kuva 7. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Perunan keittolaatu: mallon vetisyys/kuivuus, maku, mallon tummumiskestävyys, mallon hajoaminen.



Kuva 8. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja II. Perunan keittolaatu: mallon vetisyys/kuivuus, maku, mallon tummumiskestävyys, mallon hajoaminen.

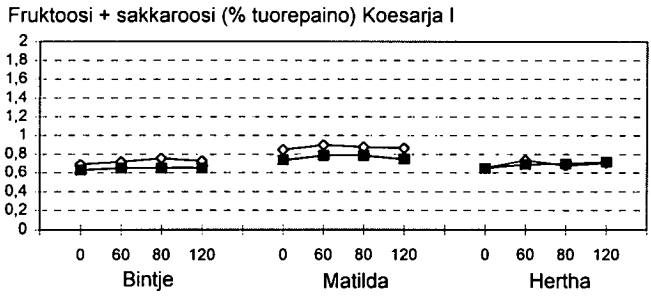
Taulukko 10. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I. Fruktoosi + sakkaroosi, kokonaissokerit, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

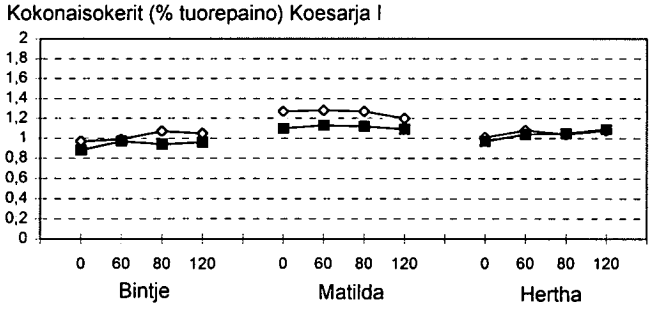
Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Koesarja I							
Fruktoosi + sakkaroosi (% tuorepainosta)							
a1 aikainen	0,76 a	b1	0 N	0,70 a	c1 Bintje	0,68 a	Nostoaika (A) 7.69 **
a2 normaali	0,70 b	b2	60 N	0,75 a	c2 Matilda	0,82 b	N-lannoitus (B) 0.88 ns
		b3	80 N	0,74 a	c3 Hertha	0,69 a	Lajike (C) 16.26 ***
		b4	120 N	0,73 a			
Kokonaissokerit (% tuorepainosta)							
a1 aikainen	1,11 a	b1	0 N	1,04 a	c1 Bintje	0,98 a	Nostoaika (A) 9.27 **
a2 normaali	1,03 b	b2	60 N	1,08 a	c2 Matilda	1,18 b	N-lannoitus (B) 0,55 ns
		b3	80 N	1,08 a	c3 Hertha	1,04 a	Lajike (C) 20,5 ***
		b4	120 N	1,07 a			
Koesarja II							
Fruktoosi+sakkaroosi (% tuorepainosta)							
a1 aikainen	0,81 a	b1	0 N	0,83 a	c1 Bintje	0,58 a	Nostoaika (A) 0.10 ns
a2 normaali	0,86 a	b2	60 N	0,83 a	c2 Van Gogh	0,65 a	N-lannoitus (B) 0.22 ns
		b3	80 N	0,83 a	c3 Nicola	1,26 a	Lajike (C) 412.6 ***
		b4	120 N	0,84 a			
Kokonaissokerit (% tuorepainosta)							
a1 aikainen	1,11 a	b1	0 N	1,12 a	c1 Bintje	0,88 a	Nostoaika (A) 0.15 ns
a2 normaali	1,15 a	b2	60 N	1,13 a	c2 Van Gogh	0,94 a	N-lannoitus (B) 0.49 ns
		b3	80 N	1,13 a	c3 Nicola	1,57 a	Lajike (C) 452.4 ***
		b4	120 N	1,14 a			

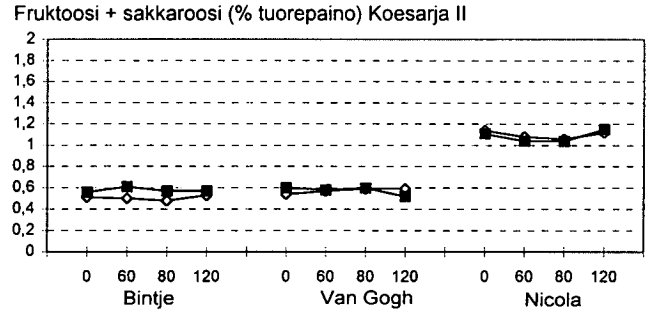
5 Tulosten tarkastelu

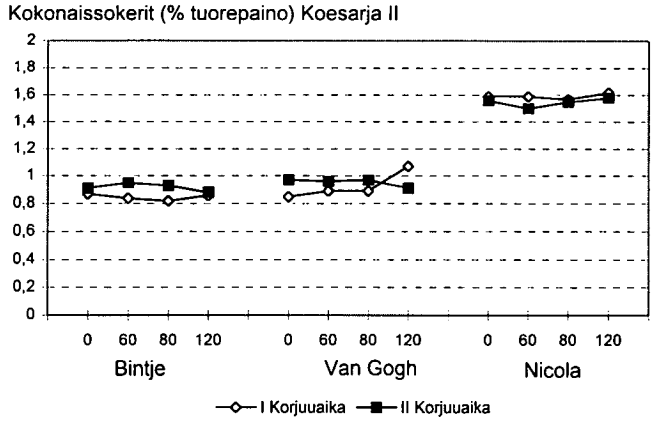
Typpilannoitus nopeutti perunan alkukehitystä ja lisäsi varsiston peittävyyttä sekä pituutta. Suurimmat erot perunan kehityksessä olivat lannoittamattoman ja typpeä saaneiden koejäsenten välillä. Suurin typpimäärä 120 kg/ha vaikutti voimakkaasti kasvuston peittävyyteen ja varsiston pituuteen, mutta ei lisännyt samassa suhteessa perunan alkukehitystä taimistumisen jälkeen. Runsas typpi rehevöitti selvästi varsistoa ja myöhästytti kasvuston kehitystä. Samanlaisia tuloksia on saatu useimmissa typpilannoituskokeissa (Varis 1973b, Vos & Biemond 1992). Erot kasvuston kehityksessä lajikkeiden välillä olivat varsiston pituutta lukuunottamatta vähäiset. Merkittävä typpilannoituksen haittavaikutus oli kasvuston myöhäisyys ja tuleentumisen viivästyminen. Suurempi typpimäärä kuin 80 kg/ha viivästytti selvästi varsiston tuleentumista. Typpi lisäsi varsiston rehevyyttä, jolloin kasvuston tuleentuminen oli kasvukauden lopulla kesken. Typpimäärä 60–80 kg/ha oli kasvuston ja sadon kehityksen kannalta riittävä lannoitus. Typpimäärä 120 kg/ha rehevöitti varsiston kasvua siinä määrin, että tuleentuminen jäi keskeneräiseksi. Kun typpilannoitus lisää varsiston kasvua se samalla parantaa perunan sadontuottokykyä. Tätä ei kuitenkaan pystytä käyttämään hyväksi, koska kasvukausi rajoittaa perunan kasvua ja tuleentumista. Myös lajikkeet ovat kasvukauden pituuteen nähden liian myöhäisiä, jotta runsas typpilannoitus voitaisiin käyttää hyväksi ja saavuttaa etuja (Vos & Biemond 1992).

Typpi lisäsi mukulasatoa suurimpaan typpimäärään saakka. Typen määrän lisääminen kaksinkertaiseksi 60 kg/ha tasolta lisäsi mukulasatoa keskimäärin 3,0 tn/ha molemmissa koesarjoissa. Typen vaikutus





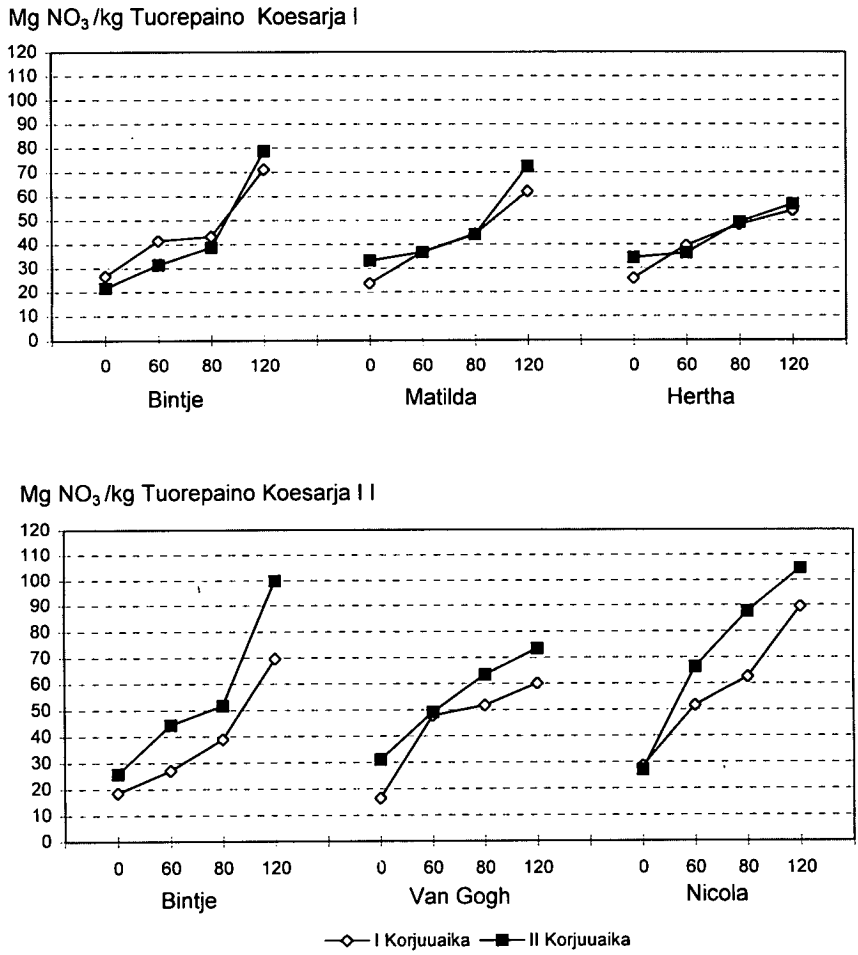




Kuva 9. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja I ja II. Fruktoosi+sakkaroosi, kokonaissokerit.

Taulukko 11. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1989–92, koesarja I ja II. Mukuloiden nitraattipitoisuus, koetekijöiden keskiarvot ja F-arvot.

Nostoaika (A)		N-lannoitus (B) kg/ha			Lajike (C)		F-arvot
Koesarja I							
mg NO_3 /kg tuorepaino							
a1 aikainen	43,1 a	b1	0 N	24,2 a	c1 Bintje	44,2 a	Nostoaika (A) 0.74 ns
a2 normaali	44,5 a	b2	60 N	36,6 a	c2 Matilda	44,2 a	N-lannoitus (B) 11.06 ***
		b3	80 N	41,0 a	c3 Hertha	43,0 a	Lajike (C) 0.23 ns
		b4	120 N	75,0 a			A x C 5.11 ***
Koesarja I I							
mg NO_3 /kg/tuorepaino							
a1 aikainen	46,9 a	b1	0 N	24,6 a	c1 Bintje	47,0 a	Nostoaika (A) 11.32 ***
a2 normaali	60,5 b	b2	60 N	47,8 b	c2 Van Gogh	49,2 a	N-lannoitus (B) 36.53 ***
		b3	80 N	59,4 b	c3 Nicola	64,8 b	Lajike (C) 7.72 ***
		b4	120 N	82,9 c			A x C 2.35*



Kuva 10. Perunalajikkeiden typpilannoituskokeet 1992–95, koesarja I ja II. Mukuloiden nitraattipitoisuus.

satoon oli samansuuntainen molempina nostokertoina eikä typen ja nostoajan yhdysvaikutusta todettu. Myös lajikkeet reagoivat typpilannoitukseen yhdenmukaisesti. Typpilannoituksen lisääminen 60–80 kg/ha perustasolta on antanut samanlaisia sadonlisäyksiä useissa kokeissa, jotka on tehty vastaavissa viljelyoloissa (Varis 1973a, Tähtinen 1978, Svensson & Carlsson 1974). Osittain poikkeava tulos oli lajikkeiden yhdenmukainen suhtautuminen typpilannoitukseen. Tämä johtunee siitä, että lajikkeet olivat kasvurytmiltään ja tuleentumiseltaan hyvin samankaltaisia. Kun typpimäärät ovat selvästi suuremmat tai kasvukausi on pidempi, myös lajikkeiden reagointi typpilannoitukseen tulee voimakkaammin esille (Carlsson 1991, Millard & Marshall 1986, Kleinkopf et. al. 1981). Sadoltaan heikoin lajike oli Hertha. Sen sato oli keskimäärin 10–15 % Bintjeä ja Matildaa pienempi.

Suurin typpimäärä vähensi selvästi perunan tärkkelyspitoisuutta ja toisaalta lannoittamattoman koejäsenen tärkkelyspitoisuus oli muita suurempi. Kun typpi viivästyttää kasvin kehitystä tärkkelyksen kertyminen mukuloihin hidastuu ja sadon tärkkelyspitoisuus on pienempi (Kleinkopf et. al. 1981, Varis 1973b). Herthan muista lajikkeista poikkeava reagointi typpilannoitukseen on lajikeominaisuus. Hertha pyrkii säilyttämään tärkkelyspitoisuuden melko suurena erilaisissa kasvuoloissa. Norjassa tehdyissä kokeissa Danva ja Beate lajikkeet reagoivat typpilannoitukseen samalla tavalla (Mollerhagen 1993). Bintjen ja Nicolan tärkkelyspitoisuus oli lajikkeista selvästi pienin mikä voi heikentää perunan mallon rakennetta ja keittolaatua.

Myöhempi nostoaika ja typpilannoitus kasvattivat selvästi sadon mukulakokoa. Kun satotaso lisääntyy, kasvaa samalla myös suurimman (yli 55 mm) mukulakoon osuus sadosta. Mukulakoon kasvu oli voimakkainta lajikkeilla Van Gogh ja Hertha, joiden mukulakoko on luontaisesti suuri. Vastaavasti Matildan mukulakoon (yli 55 mm) osuus sadosta lisääntyi selvästi muita lajikkeita vähemmän. Sadon kokolajittelun muutoksilla on merkitystä, kun perunaa tuotetaan tiettyyn käyttötarkoitukseen, jolloin vaaditaan mukulakooltaan määrättyä kokoluokkaa olevaa perunaa. Sadon mukulakokoon vaikuttaa nostoajan ja typpilannoituksen lisäksi myös kasvutiheys (Kuisma 1995, Varis 1973a).

Typpilannoituksen vaikutus varsien ja mukuloiden määrään oli lannoittamatonta koejäsentä lukuunottamatta vähäinen ja selvimmät erot todettiin lajikkeiden välillä. Tulos on selvä siten, että 60–80 kg/ha typpimäärä riittää tuottamaan lajikkeelle tyypillisen varsi- ja mukulalukumäärän eikä typpimäärällä ole vaikutusta varsi- ja mukulalukuun. Sama tulos on todettu useimmissa typpilannoituskokeissa (Varis 1973b, Vos & Biemond 1992.).

Nostoajankohta ja typpi vaikuttivat mukuloiden vioitusten määrään molemmissa koesarjoissa. Mukulat vioittuivat eniten ensimmäisenä nostoajankohtana ja kun typpimäärä oli 80–120 kg/ha. Kun perunan tuleentuminen jää kesken, sen kuori on heikko. Ensimmäisenä korjuuajankohtana kuoren kestävyys oli paras Van Gogh-lajikkeessa. Sadon tuleentuminen on perunan laadun kannalta tärkeä tekijä. Jos peruna ei ole riittävästi tuleentunut, mukuloihin tulee vioituksia, jotka pilaavat sadon laadun ja heikentävät varastointikestävyyttä. Typpilannoitus ja nostoaika eivät vaikuttaneet perunaruven esiintymiseen. Perunaruvenkestävyys on suurelta osin lajikeominaisuus, johon viljelytoimet eivät vaikuta (Varis 1973b).

Perunan keittolaadun tekijöistä typpilannoitus vaikutti eniten mallon jauhoisuuteen, makuun sekä mallon hajoamiseen keitettynä. Typpitaso 120 kg/ha vähensi mallon rakenteen jauhoisuutta ja toisaalta lisäsi mallon vetisyyttä. Runsas typenkäyttö voi muuttaa Nicolan ja Bintjen mallon laadun vetiseksi ja rakenteen löysäksi sekä heikentää keittolaatua. Typpilannoituksen lisääminen muutti perunalle ominaisen neutraalin maun joko voimakkaaksi tai vetisen mauttomaksi. Keskimäärin maultaan parhaaksi arvosteltiin koejäsen ilman typpilannoitusta. Suurin typpimäärä 120

kg/ha heikensi selvästi perunan makua. Typpilannoitukseen reagoi voimakkaimmin Hertha, jonka maku heikkeni enemmän kuin muiden kokeissa olleiden lajikkeiden. Typpilannoitus muutti Herthalle tyypillistä makua selvästi voimakkaammaksi. Myöhempi korjuuaika paransi perunan makua lievästi molemmissa koesarjoissa. Osittain poikkeavana tuloksena voidaan pitää sitä, että typpilannoitus ei vaikuttanut perunan mallon tummumiseen. Useimmissa typpilannoituskokeissa typpi on heikentänyt selvästi perunan tummumiskestävyyttä (Varis 1973a, Mustonen 1993). Poikkeavaan tulokseen lienevät syynä melko kestävät lajikkeet ja toisaalta runsas kaliumlannoitus, mikä parantaa tummumiskestävyyttä. Tummumiskestävyydeltään paras lajike oli molemmissa koesarjoissa Bintje. Lajikkeen ja typpilannoituksen yhdysvaikutus osoitti, että typpilannoitus heikentää Van Goghin mallon tummumiskestävyyttä muita lajikkeita enemmän. Nicolan tummumiskestävyys parani muita lajikkeita enemmän myöhempänä korjuukertana, mikä johtunee lajikkeen myöhäisyydestä, jolloin sen laatu parani toisena nostokertana. Typpilannoitus vähensi mallon hajoamista molemmissa koesarjoissa ja varsinkin suurimpien typpimäärien 80–120 kg/ha vaikutus tuli selvästi esille. Tämän koesarjan tulokset sekä lajikkeiden väliset laatuerot ovat pitkälti samansuuntaisia kuin useimmissa muissa lannoitustutkimuksissa (Ellala et. al. 1971, Varis 1973a).

Typpilannoitus ei vaikuttanut perunan pelkistävien sokerien eikä sokerien kokonaismäärään. Tulos on sama kuin Carlssonin (1970) tutkimuksessa, jossa typpilannoitus (0–200 kg/ha) ei vaikuttanut merkitsevästi perunan sokerien määrään. Myös nostoajankohdan vaikutus perunan sokeripitoisuuteen oli vähäinen, sillä pelkistävien sokerien ja sokerien kokonaispitoisuus oli merkitsevästi suurempi myöhempänä korjuukertana vain koesarjassa I. Kun peruna käytetään ruokaperunaksi sokeripitoisuudella on merkitystä vain, jos perunan maku muuttuu haitallisen makeaksi. Sokeripitoisuus vaikuttaa perunan paistoväriin ranskanperunan valmistuksessa, jolloin pelkistävien sokerien määrän tulisi olla alle 0,5 % perunan tuorepainosta (Ludwig 1988). Lajikkeiden välillä oli eroja siten, että Nicolan sokeripitoisuus oli merkitsevästi muita lajikkeita suurempi.

Typpilannoitus lisäsi merkitsevästi perunan nitraattipitoisuutta. Lajikkeiden väliset erot olivat merkitseviä siten, että Matildan ja Nicolan nitraattipitoisuudet olivat merkitsevästi muita suuremmat. Perunan nitraattipitoisuudet ovat muihin tutkimuksiin verrattuna samaa luokkaa tai pienemmät (Kolbe 1987, Varis & Mäkäräinen 1986). Myös suurimmat nitraattipitoisuudet olivat pienemmät kuin perunalle suositeltava ylin raja-arvo 200 mg NO_3 /kg tuorepainossa (Corre & Breimer 1979).

Kirjallisuus

Biemond, H. & Vos, J. 1992. Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. 2. The partioining of dry matter, nitrogen and nitrate. Annals of Botany 70: 37–45.

Carlsson, H. 1970. Production of potatoes for chipping. Växtodling 26. Inst. för växtodling, Lantbrukshögskolan.

Carlsson, H. 1991. Potatissorter i svensk produktion. Sveriges Lantbruksuniversitet. Speciella Skrifter 42. Uppsala.

Corre, W. & Breimer, T. 1979. Nitrate and nitrite in vegetables. 85 p. Wagenigen.

Ellala, A., Vanhanen, L. & Kurkela, R. 1971. Typpi- ja kalilannoituksen vaikutus ruokaperunan laatuun. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 43: 63–75.

European Community. 1992. Official Journal of the European Communities L. 203. Luxemburg.

Kleinkopf, G., Westermann, D. & Dwelle, R. 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. Agronomy Journal 73: 799–802.

Kolbe, H. 1987. Untersuchnungen zur Bedeutung des Nitratgehaltes in Kartoffelknollen. Der Kartoffelbau 38: 105–109.

Kuisma, P. 1992. Perunan tuotanto. Lannoitus. Tieto Tuottamaan 64: 46–54.

Kuisma, P. 1995. Perunan typpilannoitus vaatii taitoa. Tuottava Peruna 22: 19–23.

Ludwig, J. 1988. How to assess sugars in french fry and chip potatoes ? Institut voor Bewaring en verwerking van Lanbouwprodukten Wageningen. Publ. 376B.

Millard, P. & Marshall, B. 1986. Growth, nitrogen uptake and partitioning within the potato crop in relation to nitrogen application. Agric. Sci. Camb. 107: 421–429.

Møllerhagen, P. 1993. Nitrogengødslingas innvirkning på avling og kvalitet i tre potetsorter dyrket på ulike lokaliteter i Norge. Norsk Lantbruksforskning 7: 279–296.

Mustonen, L. 1995. Perunan typpilannoitus ja jäännöstyppi maassa. Suomen Perunaseuran Julkaisu 2/1995: 1–4.

Mustonen, L. 1993. Ruokaperunan laatu, tummumisreaktiot ja mustelmoituminen. Suomen Perunaseuran julkaisu 1/1992: 1–3.

Nelson, N. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for determination of glucose. Journal of Biological Chemistry 153: 375–380.

Orion. 1978. Methods manual, 93 series electrodes. 31 p. Massachussetts.

SAS Institute. 1990. SAS/STAT User's Guide. Version 6. Fourt Edition. Vol. 2. 1986 p.

SAS Institute. 1992. SAS Technical Report P-229, SAS/STAT Software: Changes and Enchangements, Release 6.07. Cary, NC: SAS Institute. 620 p.

Svensson, B. & Carlsson, H. 1974. Potatisbestånd och kvävegödsling. Inverkan på avkastning och kvalitet. Institutionen för växtodling. Rapporter och avhandlingar 6.

Tähtinen, H. 1978. Nitrogen and potassium fertilization of potato. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 50: 67– 77.

Varis, E. 1973a. 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: 1–21.

Varis, E. 1973b. NPK-lannoituksen vaikutus Pito-perunan satotekijöihin. J. Scient. Agric. Soc. of Finl. 45: 128–151.

Varis, E. & Mäkäräinen, E. 1985. Nitrater i saluförd potatis i Finland. Nordisk Jordbruksforskning 67: 29.

Vos, J. & Biemond, H. 1992. Effects of nitrogen on the development and growth of the potato plant. 1. Leaf appearence, expansion growth, life spsns of leaves and stem branching. Annals of Botany 70: 27–35.

Öfversten, J. & Nikander, H. 1966. Lajikekoesarjojen analysointi. Maatalouden tutkimuskeskus. Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja. Sarja B: 2.

LIITE 1
Kokeiden viljavuustiedot, istutusajankohta, nostoajankohta ja syyshallan esiintyminen

Koe	Vuo-si	Maa-laji	Ph	Ca	K	P	Mg	Istut. pvm	Nosto I pvm	Nosto II pvm	Syyshallan (-2,0 C) esiintyminen pvm.
Koesarja I											
KTL, Jokioinen	-89	KHt	5,9	1462	259	76	70	22.5	24.8	6.9	12.9
KTL, Tammela	-90	HHt	7,1	3403	195	114	85	17.5	27.8	17.9	14.9
KTL, Tammela	-91	HtSa	6,8	3035	171	31	167	24.5	30.8	17.9	7.9
KTL, Tammela	-92	KHt	6,6	2014	250	40	91	29.5	26.8	14.9	7.9
EKO, Mikkeli	-89	Kht	5,8	1040	87	8,7	82	23.5	28.8	12.9	31.8
EKO, Mikkeli	-90	Kht	5,8	900	63	6,4	67	22.5	28.8	11.9	1.9
EPO, Ylistaro	-89	Hht	5,7	1239	152	9,3	198	23.5	25.8	6.9	28.8
EPO, Ylistaro	-90	LjSa	5,1	617	119	6,8	100	18.5	20.8	8.9	14.9
EPO, Ylistaro	-91	LjSa	5,9	1120	146	5,7	176	30.5	27.8	12.9	7.9
Koesarja II											
KTL, Jokioinen	-95	KHt	5,9	1270	189	55	57	29.5	23.8	12.9	1.9
EKO, Mikkeli	-93	Kht	6,3	1950	145	9,0	126	27.5	30.8	13.9	15.9
EKO, Mikkeli	-94	Kht	6,2	1600	134	5,2	122	25.5	30.8	14.9	18.8
EKO, Mikkeli	-95	Hht	5,5	1330	64	8,4	108	30,5	28.8	11.9	17.9
EPO, Ylistaro	-92	LjSa	5,9	1120	146	5,7	176	22.5	26.8	10.9	7.9
EPO, Ylistaro	-93	LjSa	5,9	1120	146	5,7	176	23.5	25.8	15.9	1.9
EPO, Ylistaro	-94	LjSa	5,9	1120	146	5,7	176	26.5	25.8	12.9	15.9.
EPO, Ylistaro	-95	LjSa	5,9	1120	146	5,7	176	30.5	24.8	14.9	13.9

LIITE 2
Sääolot kasvukausina 1989-1995.

Koepaikka	Vuosi	Kuukauden keskilämpötila ° C					Kasvukauden tehoisan lämpötilan summa ° C
		V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
Jokioinen	1989	10,4	15,4	16,3	13,7	11,0	1345
	1990	9,3	14,4	15,2	15,0	8,0	1224
	1991	7,2	12,1	16,6	16,8	9,1	1166
	1992	11,4	15,7	16,0	14,3	11,3	1343
	1993	13,6	11,4	15,6	12,9	5,7	1139
	1994	7,8	12,1	19,0	15,1	10,0	1271
	1995	8,7	16,7	15,3	15,1	10,3	1396
Normaaliarvo	70-95	9,7	14,1	16,1	14,3	9,2	1227
Mikkeli	1989	10,7	16,3	16,8	13,8	10,6	1374
	1990	8,7	13,3	15,1	15,1	7,2	1145
	1991	7,1	13,0	16,7	15,5	8,6	1158
	1992	13,3	15,9	15,3	13,6	11,4	1294
	1993	12,5	11,0	15,3	12,7	5,0	1055
	1994	7,6	13,1	18,7	14,6	9,8	1249
	1995	8,9	16,9	14,9	14,9	9,7	1336
Normaaliarvo	70-95	9,6	14,3	16,4	14,1	8,7	1213
Ylistaro,	1989	9,9	14,7	15,8	13,9	10,4	1288
Pelma	1990	8,8	13,6	15,2	14,7	8,0	1162
	1991	6,5	12,3	16,4	15,7	7,9	1139
	1992	10,9	15,1	14,5	13,2	10,4	1220
	1993	11,6	10,9	15,2	12,6	5,4	1025
	1994	6,8	12,5	17,9	14,4	9,1	1157
	1995	7,7	15,3	14,9	14,1	9,6	1252
Normaaliarvo	70-95	9,0	13,9	15,8	13,7	8,6	1152

Koepaikka	Vuosi	Kuukauden sademäärä mm					
		V	VI	VII	VIII	IX	V-IX
Jokioinen	1989	41	30	85	92	51	299
	1990	22	20	85	90	62	280
	1991	25	69	55	92	80	319
	1992	7	25	47	107	59	239
	1993	1	56	107	136	13	307
	1994	33	66	1	54	105	258
	1995	87	121	53	65	45	360
Normaaliarvo	70-95	35	56	82	86	68	328
Mikkeli	1989	32	55	60	104	50	300
	1990	33	48	102	75	31	289
	1991	27	86	71	115	45	344
	1992	11	15	36	95	65	224
	1993	18	98	69	104	27	315
	1994	29	34	59	99	109	330
	1995	54	30	55	66	52	257
Normaaliarvo	70-95	37	58	71	90	65	321
Ylistaro,	1989	27	50	85	90	32	285
Pelma	1990	31	47	92	49	25	245
	1991	52	129	26	60	88	354
	1992	13	18	77	103	71	283
	1993	16	74	86	113	26	314
	1994	7	81	28	52	56	223
	1995	44	72	45	34	48	243
Normaaliarvoo	70-95	35	53	75	66	64	293

LIITE 3

MTT:n perunakokeiden laadunmääritys ja keittokoeohjeet

A. KEITTOKOE

Keittokoetta varten tarvitaan 25 mukulan näyte. Mukuloiden tulee olla terveitä ja ehjiä, ei vihertyneitä. Mukulakoko 35 - 55 mm. Kokeesta riippuen tehdään tarvittava määrä rinnakkaismäärityksiä. Mukulat keitetään kuorittuna, mutta kokeesta riippuen keittokoe voidaan tehdä myös kuorimattomista mukuloista.

Keittokoetta tehtäessä mukuloiden tulee olla tasaisesti veden peittämiä. Keittolämpötila on säädettävä niin, että perunat kiehuvat tasaisesti. Mukuloiden kypsyys todetaan ohuella teräslangalla keiton lopulla.

Keittokokeen arvostelu tehdään siten, että näytteen jokainen mukula arvostellaan yksitellen rikkikiehumisen, jauhoisuuden ja jälkitummumisen osalta. Ulkonäkö keitettynä, mallon väri keitettynä ja maku arvostellaan yleisarvosteluna koko näytteestä. Arvostelu merkitään erilliselle perunan keittolaatulomakkeelle.

1. ULKONÄKÖ KEITETTYNÄ

Ulkonäkö keitettynä arvostellaan yleisarvosteluna keitetystä näytteestä. Arvostelu tehdään mukulan pinnan tai kuoren ulkonäön perusteella.

Luokka	1	3	5	7	9
Ulkonäkö	huono	välttävä	tyydyttävä	hyvä	erinomainen

2. RIKKIKIEHUMINEN

Rikkikiehuminen arvostellaan mukulan kuoren halkeilemisen ja rikkikiehumisen mukaan. Jokainen mukula arvostellaan yksitellen.

Luokka	1	3	5	7	9
Rikki-kiehuminen	hajonnut, rikki	kohtalaisesti rikki yli 1/2 mukulasta	lievästi rikki alle 1/3 mukulasta	kiinteä alle 10 % mukulasta	täysin ehjä mukula

3. MALLON VÄRI

Mallon väri arvostellaan halkaistuista mukuloista. Standardiväriasteikon mukaan väri jaetaan seuraavasti:

Luokka	1	3	5	7	9
Väri	harmaan kirjava	valkoinen	vaalean keltainen	keltainen	tumman keltainen

4. JAUHOISUUS/VETISYYS

Jauhoisuus/vetisyys arvostellaan halkaistuista mukulan puoliskoista halkaisupinnan kiinteyden ja jauhoisuuden mukaan. Jokainen mukula arvostellaan yksitellen.

Luokka	1	3	5	7	9
Jauhoisuus	malto löysä, vetinen	ei jauhoinen, 1/3 mukulasta vetinen	hiukan jauhoinen, 1/2 mukulasta kiinteä	kohtalaisen jauhoinen, alle 1/3 mukulasta kiinteä	hyvin jauhoinen, kuiva kiinteä

5. MAKU

Maku arvostellaan halkaistusta mukulan puolikkaasta. Arvostelussa kiinnitetään huomiota perunan tyypilliseen makuun. Arvostelussa voidaan huomioida vain selvä sivumaku ja makuvirheet, jotka poikkeavat perunan tyypillisestä mausta.

Luokka	1	3	5	7	9
Maku	kelvoton voimakas sivumaku	huono lievä sivumaku	tyydyttävä ruokaperunakelpoinen	hyvä virheetön maku	erinomainen maku

6. JÄLKITUMMUMINEN

Jälkitummuminen keitettynä eli perunan tummumisherkkyys arvostellaan halkaistusta mukulan puolikkaasta n. 2 tunnin kuluttua keitosta. Arvostellaan mukulan pinnan väri ja tummumisen mukaan laadun kannalta haitallinen tummuminen. Jokainen mukula arvostellaan erikseen.

Luokka	1	3	5	7	9
Jälki-tummuminen	kokonaan tummunut	pahasti tummunut yli 2/3 mukulasta	kohtalaisesti yli 1/3 mukulasta	hiukan tummunut alle 10 % mukulasta	ei tummunut

Julkaisija

Maatalouden tutkimuskeskus

Julkaisun sarja ja numero
Maatalouden tutkimuskeskuksen julkaisuja.
Sarja A 20

Julkaisuaika (kk ja vuosi)
Elokuu 1997

Tekijä(t)
Leo Mustonen, Arjo Kangas
ja Seppo Häkkinen

Tutkimushankkeen nimi

Toimeksiantaja(t)
Maatalouden tutkimuskeskus

Nimike
Perunalajikkeiden typpilannoitus

Tiivistelmä

Maatalouden tutkimuskeskuksessa Jokioisissa ja kahdella tutkimusasemalla tehtiin vuosina 1989-1995 kaksi perunalajikkeiden typpilannoitus koesarjaa, joissa tutkittiin typpimäärien 0, 60, 80 ja 120 kg/ha sekä korjuuajankohdan vaikutusta kasvuston kehitykseen, mukulasatoon ja sadon laatuun. Kokeissa olivat perunalajikkeet Bintje, Matilda, Hertha, Van Gogh ja Nicola.

Typpilannoitus nopeutti kasvuston alkukehitystä ja lisäsi kasvuston peittävyyttä. Typpimäärä 120 kg/ha lisäsi selvästi kasvuston pituutta ja rehevyyttä, mutta kasvuston kehityksen kannalta typen optimimäärä oli 60-80 kg/ha.

Typpilannoitus lisäsi mukulasatoa. Sadoltaan paras lajike oli Nicola ja sadoltaan heikoin lajike Hertha. Lajikkeet reagoivat typpilannoitukseen ja nostoaikaan yhdenmukaisesti.

Typpilannoitus vähensi merkitsevästi sadon tärkkelyspitoisuutta molemmissa koesarjoissa. Tärkkelyspitoisuus oli suurin Van Gogh- ja Hertha-lajikkeissa. Pienimmät tärkkelyspitoisuudet olivat Nicola- ja Bintje-lajikkeissa.

Myöhempi korjuuaika ja typpilannoitus lisäsivät selvästi suurimman mukulakoon osuutta sadosta. Mukulakoko lisääntyi voimakkaimmin Van Gogh- ja Hertha-lajikkeilla. Mukulakooltaan pienin lajike oli Matilda. Myöhempi nostokerta paransi mukuloiden kuoren kiinnittymistä ja vähensi selvästi mukuloiden vioituksia. Runsas typpimäärä lisäsi selvästi perunan vioittumista. Perunaruven esiintymiseen vaikutti lajikekestävyys. Ruvenkestäviä lajikkeita olivat Hertha, Nicola ja Van Gogh.

Myöhempi korjuuaika lisäsi mallon rakenteen jauhoisuutta ja mallon hajoamista keitettynä. Typpilannoitus muutti mallon rakennetta kiinteäksi ja vähensi mallon hajoavuutta keitettynä. Jauhoisia lajikkeita olivat Matilda ja Van Gogh. Typpimäärä 120 kg/ha heikensi selvästi perunan makua. Typpilannoitus heikensi lajikkeen Hertha makua muita lajikkeita enemmän. Typpilannoitus ei vaikuttanut merkitsevästi mallon tummumiseen keitettynä. Tummumiskestävyydeltään paras lajike oli Bintje. Typpilannoitus heikensi Van Gogh-lajikkeen tummumiskestävyyttä muita lajikkeita enemmän. Typpilannoitus ei vaikuttanut perunan pelkistävien sokerien eikä sokereiden kokonaismäärään, mutta se lisäsi merkitsevästi mukuloiden nitraattipitoisuutta molemmissa koesarjoissa.

Avainsanat
ruokaperuna, perunalajikkeet, tyyppilannoitus, mukulasato, tärkkelyspitoisuus, keittolaatu, sokeripitoisuus, nitraattipitoisuus

Toimintayksikkö
Kasvinviljelyn tutkimusala, 31600 Jokioinen

ISSN 1238-9935
ISBN 951-729-487-5

☐ Tuloksia voi soveltaa luomuviljelyssä

Myynti: MTT tietopalveluyksikkö, 31600 JOKIOINEN
Puh. (03) 41 881
Telekopio (03) 418 8339

Sivuja
31 s. + 3 liitettä

Hinta
40 mk + alv 12 %

Jokioinen 1997
ISBN 951-729-487-5
ISSN 1238-9935