

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

1964 Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja Vol. 3, 3
Journal of the Agricultural Research Centre

SISÄLLYS — CONTENTS

JÄNTTI, A. & KÖYLIJÄRVI, J. Laidunnurmien typpiväkilannoituskokeiden tuloksia. Viikin ja Malminkartanon kokeet 1951—56	165
Summary: Results of nitrogen fertilization on pasture	213
TAKALA, M. Weed control in root crops with diquat and paraquat	215
Selostus: Dikvatin ja parakvatin käyttömahdollisuuksista rikkaruohontorjunnassa	222
LINNASALMI, A. The characteristics of some isolates of tobacco mosaic virus and potato virus X causing streak on tomato	224
Selostus: Eräiden tomaatissa viiruviroosia aiheuttavien tupakan mosaiikki- ja perunan X-virusisolaattien ominaisuuksista	234
MARKKULA, M. & MYLLYMÄKI, S. The abundance of seed pests of alsike and white clover in Finland	235
Selostus: Alsike- ja valkoapilan siementuholaisten yleisyydestä ja runsaudesta	243
KERÄNEN, T. & JOKINEN, R. Magnesiumin puutteen torjuminen magnesiumpitoisuudeltaan erilaisilla kalkkikivijauheilla	244
Referat: Bekämpfung von Magnesiummangel mit Kalksteinmehlen verschiedenen Magnesiumgehalten	254
YLLÖ, L. Einfluss von Temperatur und Niederschlag auf den Kartoffelertrag von Sortenversuchen in Finnland	256
Selostus: Lämpötilan ja sademäärän vaikutus perunan satoon lajikekokeissa Suomessa	264

HELSINKI 1964

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja
Journal of the Agricultural Research Centre

TOIMITUSNEUVOSTO JA TOIMITUS
EDITORIAL BOARD AND STAFF

<i>E. A. Jamalainen</i>	<i>V. Kanervo</i>	<i>K. Multamäki</i>	<i>O. Ring</i>
<i>M. Salonen</i>	<i>M. Sillanpää</i>	<i>J. Säkö</i>	<i>V. Vainikainen</i>
<i>O. Valle</i>		<i>V. U. Mustonen</i>	
Päätoimittaja		Toimitussihteeri	
Editor-in-chief		Managing editor	

Ilmestyy 4—6 numeroa vuodessa; ajoittain lisänidoksia
Issued as 4—6 numbers yearly and occasional supplements

SARJAT — SERIES

Agrogeologia, -chimica et -physica
— Maaperä, lannoitus ja muokkaus
Agricultura — Kasvinviljely
Horticultura — Puutarhanviljely
Phytopathologia — Kasvitaudit
Animalia domestica — Kotieläimet
Animalia nocentia — Tuhoeläimet

JAKELU JA VAIHTOTILAUKSET DISTRIBUTION AND EXCHANGE

Maatalouden tutkimuskeskus, kirjasto, Tikkurila
Agricultural Research Centre, Library, Tikkurila, Finland

L AidunnurmiEn TyppiVäkilannoitusKokeiden Tuloksia

Viikin ja Malminkartanon kokeet 1951—56

Summary: Results of nitrogen fertilization on pasture

AUGUST JÄNTTI

Maatalouden tutkimuskeskus
Kasvinviljelylaitos
Tikkurila

JAAKKO KÖYLIJÄRVI

Maatalouden tutkimuskeskus
Lounais-Suomen koeasema
Hietämäki

Saapunut 3. 2. 1964

SISÄLLYS

	Sivu
1. LaidunnurmiEn typpitalouden järjestämisen yleisistä edellytyksistä	166
2. Typpilannoituksen vaikutus yksin viljellyillä laidunkasveilla	169
Eri typpimääriEn vaikutuksesta laidunkasvien alkukehitykseen kylvökesänä	169
Eri typpimääriEn vaikutuksesta laidunkasveihin perustamisvuotta seuraavana kesänä	171
Eri typpimääriEn koe Viikissä 1956	174
Koejäsenet, koeolosuhteet ja kokeen suoritus	174
Kasvuston kehitys	175
Sadon määritys	177
Koetuloksia	178
Ruohon laatu	180
3. Koiranheinävaltaisen laidunnurmen typpilannoituskoe Malminkartanossa 1951—1956	184
Koejäsenet ja koeolosuhteet	184
Kokeen suoritus	189
Sadonmääritys ja suoritettut laboratoriotutkimukset	193
Kuiva-aine- ja raakavalkuaissadot	195
Ruohon laatu	198
Kuiva-ainepitoisuus	198
Raakavalkuaispitoisuus	200
Kuitupitoisuus	205
Puhdasvalkuaispitoisuus	206
Nitraatti- ja nitriittityppipitoisuus	207
Kivennäispitoisuus	209
4. Tulosten tarkastelua	209
Kirjallisuutta	211
Summary	213

1. Laidunnurmien typpitalouden järjestämisen yleisistä edellytyksistä

Laidunnurmien typpitaloutta voidaan tarkastella rhizobiumtyypen, väkilannoitetyypen, lannassa ja virtsassa annettavan typen sekä maan orgaanisen typen varassa. Kaksi ensin mainittua typen lähdettä ovat käytännön kannalta tärkeimmät.

Apilain, erityisesti valkoapilan, keräämä rhizobiumtyppimäärä voi laidunnurmilla sopivissa ilmasto-oloissa kohota erittäin suureksi. Tässä suhteessa edullisimpana voitaneen pitää Uuden Seelannin lypsykarjatalouden alueita. Sademäärä on siellä n. 1 000 mm vuodessa tai enemmän jakaantuen yleensä melko tasaisesti kautta vuoden. Kasvukausi on lähes ympärivuotinen, 2—3 talvikaudenkin aikana nurmi on vihreää, joskin nurmen kasvu on silloin vähäistä. Sikäläisissä laidunkokeissa on nurmilta saatu seuraavan suuruisia satoja (SEARS 1953):

	Laidunruohon kuiva-ainetta kg/ha	Raakavalkuaista % kuiva-aineesta
Koejäsen 1. Nurmiheinät ilman lannoitusta	1 800	15,0
—»— 2. Nurmiheinät + superfosfaattilannoitus ja kalkitus	2 000	15,0
—»— 3. Kuten koejäsen 2 + eläinten lanta ja virtsa	5 200	18,7
—»— 4. Nurmiheinät + apilat ilman lannoitusta	9 000	25,6
—»— 5. Nurmiheinät + apilat + superfosfaattilannoitus ja kalkitus	11 500	27,5
—»— 6. Kuten koejäsen 5 + eläinten lanta ja virtsa	15 000	27,5

Apilain, lähinnä valkoapilan, keräämä N-määrä on mainituissa kokeissa arvioitu n. 500 kg:ksi/ha, mikä vastaa siis n. 2 000 kg:aa/ha oulunsalpietaria.

Pohjois-Irlannissa ovat sekä lämpötila että kosteussuhteet melko edulliset valkoapilan rhizobiumtyypen keräämisen kannalta. Siellä on valkoapilan typen varassa saatu laidunruohon kuiva-ainetta n. 8 000 kg/ha ja raakavalkuaista n. 1 300 kg/ha. Typpilannoitus on siellä täytynyt kohottaa n. 150 kg:aan/ha ennen kuin sato on kohonnut mainittuun valkoapilan typen turvin saatuun määrään (LINEHAN ja LOWE 1960).

Sen sijaan vähäsateisessa Keski-Englannissa (Hurley), jossa sademäärä on n. 650 mm/v, on valkoapilan typen varassa saatu parhaissakin tapauksissa laidunruohon kuiva-ainetta ainoastaan n. 5 000 kg/ha, nimenomaan pitkäikäisillä laidunnurmilla (DAVIES 1960).

Tanskassa laidunnurmet viljellään yleisesti 1—2-vuotisina. Siemenseoksessa on runsaasti puna-apilaa sekä myös valkoapilaa. Nurmille ei käytetä yleisesti lainkaan N-väkilannoitteita. Satotaso on parhaissa tapauksissa n. 7 000 kg/ha kuiva-ainetta (OEEC 1954). Olosuhteet puna-apilan ja valkoapilan kasvuille ovat Tanskassa edulliset, paitsi että sademäärä on nimenomaan valkoapilan kannalta niukka (n. 625 mm/v).

Hollannin nurmiviljely perustuu suuremmissa määrässä väkilannoitetyypen varaan kuin missään muussa maassa. Lannassa ja virtsassa levitetyn lisäksi on väkilannoitetyypä käytetty Hollannissa keskimäärin ('T HART 1963)

v. 1939	25 kg/ha
v. 1950	50 »
v. 1960	100 »
v. 1962	140 »

Laiduntarkkailulla on osoitettu, että yli 200 kg/ha väkilannoitetyypä on ollut taloudellisesti edullista (Duch Nitrogenous Fertilizer Review 4/1960). Hollannin sademäärä on n. 700 mm/v. Nurmet ovat pitkäikäisiä ja heinäkasvi-valtaisia. Runsain tunnettu typpiväkilannoitus on annettu de Boerin tilalla Stiensissä, keskimäärin hehtaaria kohden v. 1952 444 kg N ja v. 1953 398 kg. Maitomäärä laidunhehtaaria kohden oli n. 10 000 kg eikä ruokintafysiologisia tai tiinehtymishäiriöitä ole tällöinkään todettu.

Toisen maailmansodan jälkeen pidetyissä laiduntutkijain kansainvälisissä kongresseissa (1949, 1952, 1956 ja 1960) on laajasti käsitelty laidunnurmien typpitaloutta. Tutkijain käsitykset valkoapilan rhizobiumtyypen ja väkilannoitetyypen käytön taloudellisista mahdollisuuksista jakaantuvat yleisesti sen mukaan, minkälaisella ilmastoalueella kokeet on suoritettu. Suhteellisen lämpimillä ja runsassateisilla alueilla (esim. Uusi Seelanti, Pohjois-Irlanti) saadaan valkoapilan varassa runsaita satoja eikä N-väkilannoitusta suositella. Viileähköillä ja/tai vähäsateisilla alueilla (esim. Kaakkois-Englanti) sato jää valkoapilan varassa vähäiseksi ja N-väkilannoitusta pidetään suurien satojen saamiseksi välttämättömänä.

Turvautuminen samanaikaisesti sekä valkoapilan rhizobium- että väkilannoitetyypen on käytännössä vaikeasti toteutettavissa. Lähinnä on ajateltavissa, että viileänä kautena keväällä ja syyskesällä, jolloin lämpötila ei ole valkoapilalle riittävä, annetaan kohtuullinen typpilannoitus (n. 50 kg/ha). Tällöin typpilannoituksella saatu heinäkasvusto on kuitenkin syötettävä ennen kuin lämpötilan kohotessa valkoapilan runsas kasvu alkaa.

Yleisenä sääntönä voidaan esittää, että mitä paremmat edellytykset tarkasteltavassa tapauksessa on valkoapilan kasvuille, sitä pienemmät ovat taloudelliset mahdollisuudet väkilannoitetyypen käyttöön ja samalla sitä suurempia määriä väkilannoitetyypä on käytettävä, jotta sillä ylimalkaan saataisiin sadonlisäystä. Runsaalla typpilannoituksella nurmi muuttuu heinäkasvivaltaiseksi — valkoapila häviää — jolloin valkoapilan keräämä typpi on korvattava väki-

lannoitetyypellä, eikä N-lannoitus tältä osin yleensä anna lainkaan sadonlisäystä.

Suomen ilmasto on valkoapilan menestymisen kannalta epäedullinen. Keväällä ja syyskesällä on lämpötila tavallisesti liian alhainen valkoapilan kannalta, ja keskikesällä sen kasvua useimmiten rajoittaa kuivuus. Puna-apila kestää keskikesän poutia paremmin, mutta sen talvehtiminen on oloissamme epävarmaa.

Edellä esitettyjen näkökohtien mukaisesti laidunnurmien sadot jäävät Suomen oloissa valkoapilan ja puna-apilankin rhizobiumtyypen varassa vähäisiksi. Toisaalta pientilavaltaisessa maassamme olisi laiumilta saatava suuria hehtaarisatoja, mihin runsaalla typpiväkilannoituksella onkin ilmeisiä mahdollisuuksia. Näitä mahdollisuuksia on pitkäikäisten laidunnurmien osalta aiemmin tarkasteltu (JÄNTTI 1950).

Ryhdyttäessä 1940-luvun lopussa kokeilemaan lyhytikäisten laidunnurmien viljelymahdollisuuksia Suomessa oli samalla selvitettävä myös niiden typpiväkilannoituksen edellytykset. Tällöin suunniteltiin koiranheinävaltaisen lai-

Taulukko 1. Kuiva-ainesadot ja juuriston orgaanisen kuiva-aineen määrät typpilannoituskoejäsenittäin apiloilla ja nurmiheinillä Viikin astiakokeessa vuonna 1951.

Table 1. Dry matter yield and root organic dry matter yield in nitrogen fertilization pot trials with clover and grasses at Viik, 1951.

Kasvilaji Crop	Kuiva-ainesato g/astia Herbage dry matter g pot						Juuriston org. kuiva-ainesato g/astia Root organic dry matter g/pot		Juuria % koko ka. sadosta % of roots in total dry matter of herbage and roots	
	1. niitto 1st cut		2. niitto 2nd cut		yht. total		O	N	O	N
	O	N	O	N	O	N				
Apilat Clover	19.8	19.1	33.1	28.0	52.9	47.1	26.1	27.5	33	36
Nurmiheinät Grasses	6.0	11.5	1.1	6.8	7.1	19.4	15.4	27.7	69	59
Keskim. Average	9.8	13.6	9.8	13.4	19.6	27.0	18.3	27.7	59	53

F-arvot: Ruohon kuiva-ainesato:
Kasvilajit 244.6*** N-lannoitus 121.5***
yhteisvaikutus 22.0***
Juuriston org. kuiva-ainesato:
Kasvilajit 3.99** N-lannoitus 37.37*** yhteisvaikutus 2.60*
Juuri-%:
Kasvilajit 39.5*** N-lannoitus 27.2***
yhteisvaikutus 2.76*

F-values: Herbage dry matter:
Crop 244.6*** N-fertilization 121.5***
combined effect 22.0***
Root organic dry matter:
Crop 3.99** N-fertilization 37.37*** combined effect 2.60*
Root %:
Crop 39.5*** N-fertilization 27.2***
combined effect 2.76*

dunnurmen typpilannoituskoe Yliopiston Malminkartanoon sekä eräitä muita laitumien typpilannoitusta selvitteleviä erikoiskokeita. Näitä kokeita ja niiden tuloksia selostetaan tässä julkaisussa.

2. Typpilannoituksen vaikutus yksinviljelyllä laidunkasveilla

Eri typpimäärien vaikutuksesta laidunkasvien alkukehitykseen kylvökesänä

Viikissä vuonna 1951 suoritetussa astiakokeessa selvitettiin typpilannoituksen vaikutusta puna-, alsike- ja valkoapilan sekä 8 nurmiheinän kehitykseen kylvökesänä. Typpilannoituskoejäseniä olivat 0 ja 1 000 kg/ha kalkkisalpietaria annettuna neljänä eränä veteen liuotettuna. Koemaana oli multavaa hienoa hietaa. Riittävästä PK-aluslannoituksesta oli pidetty huolta. Koe niitettiin 1. kerran 31. 7. ja 2. kerran 30. 9. Toisen niiton jälkeen puhdistettiin juuret mulhasta ja jokaisesta astiasta selvitettiin juuriston orgaanisen kuiva-aineen määrä. Tuloksia yksityiskohtaisesti kasvilajeittain tarkastelematta esitetään saadut tulokset taulukossa 1 keskimäärin apiloista ja nurmiheinistä.

Kokeen tuloksista todettakoon vain lyhyesti, että typpilannoitus on lisännyt hyvin selvästi nurmiheinien kuiva-ainesatoa, mutta apilaan sillä ei ole ollut merkittävää vaikutusta. Nurmiheinien juuristonkin orgaanisen kuiva-aineen määrää typpilannoitus on lisännyt. Lisäys on kuitenkin ollut suhteellisesti pienempi kuin kasvin maanpäällisissä osissa. Näin ollen kasvien juuri-% on pienentynyt typpilannoituksen vaikutuksesta.

Taulukko 2. Typpilannoituksen vaikutus apilain ja nurmiheinien kuiva-ainesatoon kylvökesänä Viikin kentäkokeessa vuonna 1952.

Table 2. The effect of nitrogen Fertilization on the dry matter yield of clover and grasses in the year of sowing at Viik, 1952.

Kasvilaji <i>Crop</i>	Kaksi kertaa niitetty — <i>Cut twice</i>						Kerran niitetty <i>Cut once</i>	
	1. niitto <i>1st cut</i>		2. niitto <i>2nd cut</i>		yhteensä <i>total</i>		Sato ilman N <i>Yield without N</i>	Lisäys 1000 kg Nks:lla <i>Increase per 1000 kg Nks</i>
	Sato ilman N <i>Yield without N</i>	Lisäys 1000 kg Nks:lla <i>Increase per 1000 kg Nks</i>	Sato ilman N <i>Yield without N</i>	Lisäys 1000 kg Nks:lla <i>Increase per 1000 kg Nks</i>	Sato ilman N <i>Yield without N</i>	Lisäys 1000 kg Nks:lla <i>Increase per 1000 kg Nks</i>		
Apilat <i>Clover</i>	220	—110	3 070	+70	3 290	—40	4 260	—470
Nurmiheinät <i>Grasses</i>	540	+410	800	+2 280	1 340	+2 690	1 720	+3 300
Keskim. <i>Average</i>	440	+250	1 480	+1 610	1 920	+1 860	2 480	+2 170
F-arvot: Kasvilajit — <i>Crop</i>						10.16***	9.33***	
F-values: Typpilannoitus — <i>N-fertilization</i>						166.8 ***	181.6 ***	
Yhteisvaikutus — <i>Combined effect</i>						15.97***	16.30***	

1) NKS = Calcium nitrate fertilizer (15.5 % N)

Taulukko 3. Typpilannoituksen vaikutus apilain ja nurmiheinien juurien kehitykseen kylvökesänä Viikin kenttäkokeessa vuonna 1952.

Table 3. The effect of nitrogen fertilization on the root development of clover and grasses in the year of sowing at Viik, 1952.

Kasvilaji Crop	Juurien määrä 16. 8. kg ka./ha Roots on 16. 8. kg dry matter/ha		Juurien määrä 5. 10. kg ka./ha Roots on 5. 10. kg dry matter/ha				Juuri % 5. 10. Root % on 5. 10.			
			2 niittoa 2 cuts		1 niitto 1 cut		2 niittoa 2 cuts		1 niitto 1 cut	
	Ilman N Without N	Lisäys 1000 kg Nks:lla Increase per 1000 kg Nks	Ilman N Without N	Lisäys 1000 kg Nks:lla Increase per 1000 kg Nks	Ilman N Without N	Lisäys 1000 kg Nks:lla Increase per 1000 kg Nks	0	1000 Nks	0	1000 Nks
Apilat Clover	740	—0	1 730	—160	1 440	+220	35	35	25	31
Nurmiheinät Grasses	2 960	—700	2 510	+20	2 500	—10	67	42	63	36
Keskim. Average	2 300	—490	2 270	—30	2 180	+60	58	40	52	34
F-arvot: F-values:										
Kasvilajit Crop	17.23***		9.05***		6.60***		19.83***			
N-lannoitus N-fertilization	8.52**		0.43		0.13		71.23***			
Yhteisvaikutus Combined effect ...	1.68		1.20		1.30		5.98**			

Vuonna 1952 suoritettiin Viikissä edellä selostettua astiakoetta vastaava kenttäkoe, jossa kasvilajit ja N-lannoitus olivat samat kuin selostetussa astiakoekessa. Nurmikasvit kylvettiin 20. 5. ilman suojakasvia. Ensimmäinen niitto suoritettiin elokuun alussa, jolloin kustakin ruudusta niitettiin vain osa. Sama alue niitettiin uudestaan 16. 9., jolloin samanaikaisesti niitettiin toinen, aikaisemmin niittämätön kaista kustakin ruudusta. Näin ollen kokeessa pyrittiin selvittämään paitsi typpilannoituksen myös niiton vaikutusta nurmikasvien kehitykseen kylvökesänä.

Niittojen jälkeen otettiin kahdesta kerranteesta juurinäytteitä juuriston määrän selvittämiseksi. Kukin juurimääritys tehtiin 30 cm:n pituisesta täysin tiheästä kasvustorivista. Määritysmenetelmä on jo aikaisemmin selostettu (JÄNTTI 1953, s. 32). Kuiva-ainesadot ja juuriston määrät selviävät taulukoista 2 ja 3.

Myös Viikissä vuonna 1952 suoritettu kenttäkoe osoittaa selvästi, että typpilannoituksella ei ole ollut kylvökesänä apilain kasvuille suurtakaan merkitystä. Sen sijaan nurmiheinät ovat lisänneet kasvuaan hyvin huomattavasti typpilannoituksen vaikutuksesta. Varsinaista numeroaineistoa esittämättä todettakoon, että nopeakasvuiset koiranheinä, nurminata ja raiheinät ovat parhaiten hyötynneet typpilannoituksesta. Typpilannoitus on lisäksi antanut näillä kasvilajeilla yhtä suuria sadonlisäyksiä riippumatta siitä, onko niitetty kerran vai kahdesti.

Timotei, punanata ja niittynurmikka ovat puolestaan antaneet typpilannoitusta käytettäessä suuremmat sadonlisäykset yhdellä niittokerralla kuin kahdella.

Taulukon 3 mukaan typpilannoitus on varsin vähän vaikuttanut juuriston kasvuun. Ainoa merkittävä vaikutus on ollut juurien kasvun hidastuminen ennen ensimmäistä niittoa, onhan juuriston orgaanisen kuiva-aineen määrä ollut 16.8. 700 kg/ha pienempi typpilannoituksen saaneilla kuin ilman typpilannoitusta jääneillä koejäsenillä. Syksyllä tätä eroa ei enää ole esiintynyt. Juurien osuus koko kuiva-ainesadosta on siis pienentynyt hyvin selvästi typpilannoituksen vaikutuksesta.

Eri typpimäärien vaikutuksesta laidunkasveihin perustamisvuotta seuraavana kesänä

Eri laidunkasvien suhtautumista typpilannoitukseen on muualla suoritetuilla kokeilla jossain määrin selvitetty. Niinpä Saksassa on vuosina 1928—1929 tehty astiakokeita nurmikasvien typenkäytön selvittämiseksi (REMY ja VASTERS 1931, s. 521—602). Myös kahdessa amerikkalaisessa julkaisussa on käsitelty typen vaikutusta eri kasvilajeihin (LEWIS ja LANG 1957 s. 332—335 ja RAMAGE—EBY—MATHER ja PURVIS 1958 s. 59—62). Nämä tutkimukset on kuitenkin suoritettu toisenlaisissa olosuhteissa, kuin missä kasvit meillä joutuvat kasvamaan. Näissä tutkimuksissa on ilmennyt suuria kasvilajien välisiä eroja.

Suomessa on suoritettu eri N-määrien kokeita laidunheinillä Laidunkoeasemalla, jossa vuonna 1951 aloitettiin typpilannoituskokeet usealla heinäkasvilla

Taulukko 4. Kuiva-ainesadot ja sadon lisäykset N kg:aa kohden eri typpilannoitemäärillä kasvilajeittain Laidunkoeaseman kokeissa keskimäärin vuosina 1951—1954 (LAINE 1955, s. 21—22).

Table 4. Dry matter yields and yield increases of various herbage species with different rates of nitrogen in trials at the Pasture Experiment Station. Averages from the years 1951—1954.

Kasvilaji Species	Kuiva-ainesato kg/ha Dry matter yield kg/ha					Sadon lisäys N-kg:aa kohden Yield increase per kg N		
	0	400 Nks	800 Nks	1600 Nks	Keskim. Average	400 Nks	800 Nks	1600 Nks
Koiranheinä Cocksfoot	3 850	4 520	5 570	7 340	5 320	11.0	14.0	14.2
Nurminata Meadow fescue	3 280	4 170	5 170	7 100	4 930	14.4	15.4	15.5
Punanata Red fescue	4 540	5 450	6 460	7 750	6 050	14.8	15.7	13.1
Niittynurmikka Smooth-stalked Meadow grass	3 710	4 550	5 410	6 870	5 140	13.7	13.8	12.9
Timotei Timothy	3 740	4 360	4 990	6 400	4 870	10.0	10.0	10.9
Nurmipuntarpää Meadow foxtail	3 450	4 130	4 910	6 360	4 710	11.1	11.9	11.9
Keskimäärin Average	3 760	4 530	5 420	6 970	5 170	12	14	13

Taulukko 5. Kuiva-aineen raakavalkuaisprosentit ja raakavalkuaissadot eri tyypilannoitemäärillä kasvilajeittain Laidunkoeaseman kokeissa keskimäärin vuosina 1951—54 (LAINE 1955, s. 24).
Table 5. Crude protein percentages (of dry matter) and yields from various herbage species with different rates of nitrogen in trials at the Pasture Experiment Station. Averages from the years 1951—54.

Kasvilaji <i>Species</i>	Raakavalkuaisprosentti <i>Crude protein %</i>					Raakavalkuaissato kg/ha <i>Crude protein yield kg/ha</i>				
	0	400 Nks	800 Nks	1600 Nks	Keskim. <i>Average</i>	0	400 Nks	800 Nks	1600 Nks	Keskim. <i>Average</i>
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	16.8	16.1	16.0	18.0	16.9	647	726	891	1 324	897
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	16.4	14.7	14.7	17.2	15.9	538	615	760	1 220	783
Punanata <i>Red fescue</i>	18.0	16.4	15.2	17.0	16.6	817	894	986	1 318	1 004
Niittynurmikka <i>Smooth-stalked</i>										
Meadow grass Timotei <i>Timothy</i>	16.9	15.7	15.4	17.1	16.3	629	716	834	1 172	838
Nurmipuntarpää <i>Meadow foxtail</i>	19.2	18.0	17.0	18.5	18.1	712	785	849	1 183	382
	17.7	16.2	16.1	19.1	17.4	610	671	782	1 217	820
Keskimäärin <i>Average</i>	17.5	16.2	15.7	17.8	16.8	659	735	850	1 239	871

(LAINE 1955, s. 14—24). Tässä koesarjassa olivat tutkittavina niittynurmikka, punanata, timotei, nurminata, koiranheinä ja nurmipuntarpää sekä käytettyinä tyypilannoituksina 0, 400, 800 ja 1 600 kg/ha kalkkisalpietaria. Kokeet sijaitsivat hiesusavimaalla. Eri kasvilajien muodostamiin kasvustoihin tuli kuitenkin niin paljon valkoopilaa, että tuloksia ei voida pitää täysin ko. kasvilajille luonteenomaisina. Eri kasvilajeilla saadut kuiva-aine- ja raakavalkuaissadot selviävät taulukoista 4 ja 5. Niissä esitetyistä tuloksista todettakoon vain lyhyesti, että tyypilannoituksen antama sadonlisäys on ollut samaa suuruusluokkaa kaikilla kokeissa olleilla kasvilajeilla. Tyypilannoituksen vaikutus typpikiloa kohden on ollut vain vähän pienempi annettaessa kalkkisalpietaria 1 600 kg/ha kuin annettaessa 400 kg/ha. Ruohon raakavalkuaispitoisuus on laskenut, kun on käytetty pieniä salpietarimääriä. Vasta runsain käytetty salpietarilannoitus on nostanut raakavalkuaisprosentit 0-koejäsenen tasolle. Syynä tähän on mainittava valkoopilalan väheneminen nurmesta tyypilannoituksen vaikutuksesta. Raakavalkuaissato on näin ollen noussut vain vähän annettaessa 400 tai 800 kg/ha kalkkisalpietaria, kun sen sijaan raakavalkuaissadon lisäys on ollut huomattavan suuri annettaessa 1 600 kg.

Yliopiston Viikin koetilalla järjestettiin v. 1950 ensimmäinen eri tyypimäärien koe, josta nurmen rikkaruohoisuuden takia ei kuitenkaan saatu käyttökelpoisia tuloksia. Seuraavana vuonna järjestettiin samanlainen koe uudestaan, mutta tälläkin kertaa nurmi rikkaruohottui nopeasti, joten tuloksia saatiin vain yhdeltä koevuodelta. Tästä kokeesta on suoritettu vain kuiva-aineen

määritykset, joiden perusteella on saatu selville typpilannoituksella saadut sadonlisäykset. Muiden määritysten puuttuessa ei voida selvittää typpilannoituksen aiheuttamia ruohon laadun muutoksia. Seuraavassa tarkastellaankin tätä koetta vain pääkohdittain.

Viikissä vuonna 1951 perustettu eri typpimäärien kenttäkoe sijaitsi multavalla hietasavella, jolle aluslannoituksena oli annettu 40 tn karjanlantaa, 500 kg kotkafosfaattia ja 200 kg 40 %:sta kalisuolaa hehtaaria kohden. Koekasveina olivat puna-apila, alsikeapila, valkoapila, koiranheinä, nurminata, Englannin raiheinä, timotei, punanata, niittynurmikka ja nurmipuntarpää. Koe perustettiin keväällä 1951 käyttäen ohraa suojakasvina. Kuivuuden takia laidunkasvien orastuminen oli jonkin verran epätasaista, mutta myöhemmin kesällä epätasaaisuudet hävisivät parantuneiden kosteusolojen ansiosta. Seuraavana keväänä kaikki ruudut olivatkin täystiheitä.

Taulukko 6. Kuiva-ainesadot ja sadonlisäykset typpikiloa kohden laidunkasvien typpilannoituskokeessa Viikissä vuonna 1952.

Table 6. Dry matter yields and yield increases in pasture plant nitrogen fertilization trial at Viikki, 1952.

Kasvilaaji <i>Species</i>	Kuiva-ainesato kg/ha <i>Dry matter kg/ha</i>					Sadonlisäys kg ka./kg N <i>Yield increase kg dry matter/kg N</i>		
	0	400 Nks	800 Nks	1600 Nks	Keskim. <i>Average</i>	0— 400	400— 800	800— 1600
Puna-apila <i>Red clover</i>	4 630	4 610	5 460	5 510	5 050	—0.3	13.7	0.4
Alsikeapila <i>Alsike clover</i>	3 550	4 280	4 520	4 670	4 260	11.8	3.9	1.2
Valkoapila <i>White clover</i>	3 490	3 150	3 710	3 890	3 560	—5.5	9.0	1.5
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	2 980	5 550	7 230	9 670	6 360	41.5	27.1	19.7
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	3 070	4 650	6 680	8 740	5 790	25.5	32.8	16.6
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	3 290	5 720	7 640	11 080	6 930	39.2	31.0	27.8
Timotei <i>Timothy</i>	2 170	3 590	4 690	6 210	4 160	22.9	17.7	12.3
Punanata <i>Red fescue</i>	2 490	4 310	7 170	9 350	5 830	29.4	30.0	17.5
Niittynurmikka <i>Smooth-stalked Meadow grass</i>	2 350	3 200	4 950	6 870	4 340	13.7	28.2	15.5
Nurmipuntarpää <i>Meadow foxtail</i>	1 970	2 800	4 290	4 550	3 400	13.4	24.0	2.1
Keskimäärin <i>Average</i>	3 000	4 190	5 630	7 050	4 970	19.2	23.2	11.5

Pienin merkitsevä ero 95 %:n luotettavuudella: Typpilannoitus (keskiarvo) 460 kg/ha, kasvilaji 920 kg/ha, koejäsen 1 470 kg/ha.

L. S. D. (95 %): N-fertilization (average) 460 kg/ha, species 920 kg/ha, treatment 1 470 kg/ha.

Typpilannoituskoejäseninä olivat 0, 400 kg, 800 kg ja 1 600 kg kalkkisalpietaria hehtaaria kohden. Mainitut kalkkisalpietarimäärät levitettiin neljänä yhtä suurena eränä, keväällä sekä 1., 2. ja 3. niiton jälkeen. Koe niitettiin vuonna 1952 neljä kertaa, jolloin kasvusto oli niitettäessä selvästi laidunasteella. Taulukossa 6 esitetään eri kasvilajeista saadut kuiva-ainesadot ja sadonlisäykset annettua typpikiloa kohden. Luvuista voidaan todeta, että typpilannoitus ei ole vähentänyt apilain satoa, joskaan ei ole sitä merkitsevästi lisännytään. Nurmiheinien sadonlisäykset ovat olleet erittäin suuret. Englannin raiheinään on typen vaikutus ollut keskimäärin paras, mutta lähes yhtä hyviä typen käyttäjiä ovat olleet koiranheinä, punanata ja nurminata. Selvästi pienimmiksi ovat jääneet timotein ja nurmipuntarpään sadonlisäykset.

Eri typpimäärien koe Viikissä 1956

Koejäsenet, koeolosuhteet ja kokeen suoritus

Vuonna 1955 Viikiin perustettiin uusi typpilannoituskoe yksin viljellyillä eri laidunkasveilla. Tutkittavina lajeina olivat tässä kokeessa puna-apila, valkoapila, koiranheinä, nurminata, Englannin raiheinä, timotei, punanata ja niitty-nurmikka.

Typpilannoituskoejäsenet olivat tässä kokeessa samat kuin edellä selostetussa vuoden 1952 kokeessa. Runsaimman typpilannoituksen saaneita koejäseniä oli kuitenkin kaksi, joista toiselle annettiin koko kokeelle tullut fosfaatti- ja kalilannoitus, kun taas toisella fosfaatti- ja kalimäärät olivat kaksinkertaisia. Näin pyrittiin varmistamaan, ettei fosfaatin ja kalin puute rajoittaisi kasvua. Koejäsenet muodostuivat siten seuraavan asetelman mukaisiksi:

a = PK	d = N ₄ PK	N = 400 kg/ha	Nks
b = NPK	e = N ₄ P ₂ K ₂	P = 300 »	Psf
c = N ₂ PK		K = 100 »	K50

Maalaji oli koko koealueella hietasavea, joka oli melkoisen liejupitoista. Koe sijaitti Viikin laidunkierron loholla L2b, jossa vuoden 1950 jälkeen oli viljelty 3-vuotinen koiranheinävaltainen laidunnurmi, ohra, peruna ja jälleen v. 1955 ohra perustettujen koenurmien suojakasvina. Selostettuna aikana oli lannoitteiden käyttö ollut runsasta, joten maa koetta perustettaessa oli hyvässä kasvukunnossa.

Koeaikana olleet sääolot käyvät selville myöhemmin Malminkartanon laidunkoetta selostettaessa esitetyistä säätaulukoista 17 ja 18 sivulta 188.

Myöhäisen kevään takia v. 1955 koe voitiin perustaa vasta aivan toukuun lopussa. Aluslannoituksena käytettiin 600 kg/ha kotkafosfaattia ja 160 kg/ha 50 %:sta kalisuolaa, jotka mullattiin maahan kahteen kertaan rulla-äkeellä äestämällä. Tämän jälkeen kylvettiin suojaviljaksi Balder-ohra, jonka

siementä käytettiin 150 kg/ha. Vasta suojaviljan kylvön jälkeen kylvettiin nurmikasvit. Apilan siemen siirrostettiin bakteeriviljelmällä ennen kylvöä.

Koe järjestettiin kentälle siten, että kukin kasvilaji muodosti oman typpi-lannoituskokeensa. Kullekin kasvilajille N-lannoituskoejäsenet sijoitettiin käyttäen latinalaisen neliön periaatetta.

Keväällä 1956 levitettiin fosfaatti- ja kalialuslannoitus vasta 9. 5. Määrät olivat koesuunnitelman mukaisesti 300 kg/ha superfosfaattia ja 100 kg/ha 50 %:sta kalisuolaa. Koejäsenelle e annettiin vielä toinen edellisen suuruinen erä superfosfaattia ja 50 %:sta kalisuolaa. Typpilannoitus annettiin kullekin koejäsenelle neljänä yhtä suurena eränä. Ensimmäinen levitys oli 12. — 14. 5., toinen 13. — 21. 6., kolmas 14. — 20. 7. ja neljäs 13. — 21. 8.

Valkoapila oli talven aikana tuhoutunut niin pahoin, että se piti kylvää uudestaan, eikä niittynurmikastakaan saatu käytännöllisesti katsoen ensinkään satoa. Rikkaruohojen hävittämiseksi suoritettiin ruiskutus 1. 6. Agroxonella, jota käytettiin 8 l/ha.

Kasvuston kehitys

Suojavilja ja laidunkasvit orastuivat keväällä 1955 melko nopeasti ja tasaisesti. Kuivan syyskesän ansiosta ohra ei lakoutunut. Suojavilja voitiin myös korjata edullisissa olosuhteissa.

Lämpimän syyskuun ja lokakuun alkupuolen ansiosta kasvustot rehevöityivät selvästi ja näyttivät tasaisilta talven tullessa. Ainoastaan apiloissa esiintyi lokakuun loppupuolella apilamädän (*Sclerotinia trifoliorum*) rihmastoa. Tämän sienen aiheuttaman tuhon estämiseksi suoritettiin pölytys PCNB-valmisteella. Keväällä 1956 todettiin kuitenkin, että apilamätä oli talven aikana tuhonnut suurimman osan valkoapilakasvustosta ja harventanut puna-apilankin

Taulukko 7. Kasvuston tiheys koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin kenttäkokeessa vuonna 1956.
Table 7. Density of stand of various herbage species in nitrogen fertilization trial at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	97	98	98	99	99	98
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	94	96	96	97	97	96
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	97	98	97	98	98	98
Puna-apila <i>Red clover</i>	55	49	49	52	52	52
Timotei <i>Timothy</i>	90	92	92	91	92	92
Punanata <i>Red fescue</i>	96	97	99	99	99	98
Keskimäärin <i>Average</i>	88	88	88	89	90	89

Taulukko 8. Kylvetyn kasvilajin %-osuus tuoresadosta koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin kenttäkokeessa vuonna 1956.

Table 8. The percentage of each sown species in its fresh harvest in nitrogen fertilization trials at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	90	90	92	94	93	92
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	91	88	89	92	93	91
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	98	90	91	92	94	91
Puna-apila <i>Red clover</i>	91	89	83	88	84	87
Timotei <i>Timothy</i>	79	83	83	91	90	85
Punanata <i>Red fescue</i>	60	61	66	73	70	66
Keskimäärin <i>Average</i>	83	84	84	88	87	85

kasvustoa melko pahoin. Valkoapila jouduttiin kylvämään uudestaan, mutta puna-apilalle riitti apukylvö.

Nurmiheinät säilyivät talven 1955—56 aikana hyvin, eikä niissä esiintynyt tuhosieniä. Koiranheinän, nurminadan, Englannin raiheinän ja timotein kasvustojen kunto oli toisiinsa verrattuna samanlainen. Punanata oli vähän ja niittynurmikka selvästi edellä mainittuja heikompi. Niittynurmikka ei kehittynyt koko kesän aikana kunnollisesti, vaan heikkeni jatkuvasti. Maalaji, hieta-savi, ei ilmeisesti ollut sille sopivaa. Muut kasvustot sen sijaan voimistuivat ja tihenevät kesän aikana.

Jokaisen niiton edellä tehtiin havainnot nurmen tiheydestä. Tiheysprosenttien keskiarvot koejäsenittäin eri kasvilajeilla ovat esitettyinä taulukossa 7. Se osoittaa, että kasvustot olivat puna-apilaa lukuun ottamatta riittävän tiheitä. Puna-apilankin kasvuston tiheys lisääntyi huomattavasti kesän aikana.

Vieraita kasvilajeja ja varsinaisia rikkaruohojakin pyrki tulemaan kasvustoihin. Kullakin niittokerralla saadusta ruohosta määritettiin kylvetyn kasvilajin prosenttinen osuus. Tulokset näistä määrittämisistä näkyvät taulukon 7 mukaisesti ryhmiteltynä taulukossa 8. Typpilannoitus on siis nurmiheinillä lisännyt kylvetyn kasvin osuutta kasvustossa, ja viimeisellä niittokerralla on kylvetyn kasvilajin osuus ollut suurin. Yleensä kylvettyä kasvilajia on ollut niin paljon kasvustossa, että saadut ruohomäärät ovat suurimmaksi osaksi siitä peräisin ja sadon laatu on ollut siten kylvetystä kasvilajista täysin riippuvainen. Puna-apilapitoisuutta typpilannoitus ei luonnollisesti lisännyt.

Talvikautena 1956—1957 muodostui koealueelle runsaasti pintajäätä, joka hävitti kasvustot niin pahoin, että koetta ei kannattanut jatkaa (HUOKUNA 1958, s. 305—311).

Taulukko 9. Kasvuston korkeus (cm) niitettäessä koejäsenittäin ja kasvilajeittain Viikin kenttäkokeessa vuonna 1956.

Table 9. The height of stand (cm) of different crops in nitrogen fertilization trials at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	20	26	30	34	34	29
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	20	23	27	30	30	26
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	21	23	25	30	31	26
Puna-apila <i>Red clover</i>	26	26	26	27	27	26
Timotei <i>Timothy</i>	16	19	22	27	28	22
Punanata <i>Red fescue</i>	16	18	22	25	24	21
Keskimäärin <i>Average</i>	20	22	25	29	29	25

Sadon määritys

Kasvustot niitettiin neljä kertaa kesän aikana noin 5 cm:n sänkeen. Kukin kasvilaji niitettiin kokonaan samana päivänä, jona ne olivat sopivalla kehitystasolla. Ensimmäinen kerta niitettiin 12.—18. 6., toinen 9.—17. 7., kolmas 7.—20. 8. ja neljäs 11.—25. 9. Niittämällä korjatun kasvuston korkeus selviää koejäsenittäin ja kasvilajeittain taulukosta 9. Kasvustojen korkeus on ollut niitettäessä siis yleensä alle 30 cm:n. Vain runsaimman typpilannoituksen saaneiden koejäsenien kasvustot ovat olleet yli 30 cm korkeita ja siten jonkin verran sivuuttaneet laidunasteen. Tähtiä tai röyhyjä ei kuitenkaan ole ollut sanottavasti.

Niitetystä ruohosta tehtiin tavalliseen tapaan kuiva-ainemääritykset. Suoritettujen tuorepunnitusten ja saatujen kuiva-ainepitoisuuksien perusteella laskettiin ruutujen kuiva-ainesadot. Kuivista näytteistä määritettiin raakavalkuaispitoisuus tavalliseen tapaan Kjeldahlin poltolla.

Koiranheinästä, nurminadasta, Englannin raiheinästä ja puna-apilasta otetuista näytteistä määritettiin lisäksi puhdasvalkuais- ja nitraattityypipitoisuus. Edellinen on määritetty Valtion Maanviljelyskemiallisen laboratorion käyttämän menetelmän mukaan (Valt. maanvilj.kem. lab. julk. 1936, s. 67) ja jälkimmäinen ksyylenolimenetelmällä (BALKS ja REEKERS 1954, s. 121—126). Nitraattityppi määritettiin näytteistä, jotka oli kuivattu heti niiton jälkeen 70—80° C:n lämpötilassa.

Koiranheinästä kaikilta niittokerroilta ja kaikilta koejäseniltä sekä nurminadasta, Englannin raiheinästä, puna-apilasta ja timoteista kahdelta viimeiseltä niittokerralta koejäsenistä NPK, N₄PK ja N₄P₂K₂ määritettiin myös P:n, Ca:n, Mg:n ja K:n pitoisuudet. Näitä määrityksiä varten näytteet poltet-

tiin märkäpoltolla käyttäen perkloorihappoa, typpihappoa ja rikkihappoa (HUMPHRIES 1956, s. 472). Fosfori määritettiin ammoniumvanadaattimenetelmällä (GERICKE ja KURMIES 1952, s. 244—247), kalsium ja magnesium versenaattitrauksella (TUCKER ja BOND 1954, s. 5 ja HUTTON 1954, s. 2) sekä kalium liekkifotometrisesti.

Aineistojen tilastomatemaattisissa käsittelyissä on yleensä käytetty varianssi-analyysia (MUDRA 1952, s. 135—139). Raakavalkuais-, puhdasvalkuis-, nitraattityppi- ja kivennäispitoisuuksissa olevat koejäsenten väliset merkitsevät erot laskettiin CRAMERIN (1949, s. 211) mukaan.

Koetuloksia

Taulukossa 10 esitetään saadut kuiva-ainesadot ja sadonlisäykset N-kg:aa kohden Viikin typpilannoituskokeesta v. 1956. Kunkin koejäsenen sadonlisäykset on laskettu lähimpään edelliseen koejäseneseen verrattuna.

Tarkasteltaessa esitetyjä kuiva-ainesatoja voidaan ensinnäkin todeta, että suurimmat sadot ovat antaneet Englannin raiheinä ja koiranheinä. Nurminadan sato on puolestaan jäänyt noin 500 kg/ha koiranheinän satoa pienemmäksi. Muut kasvilajit ovat antaneet vielä yli 1 000 kg/ha vähemmän kuiva-ainesatoa kuin nurminata.

Taulukko 10. Kuiva-ainesadot ja sadonlisäykset N-kg:aa kohden koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin typpilannoituskokeessa vuonna 1956.

Table 10. Dry matter yields and yield increases of various herbage species in nitrogen fertilization trials at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	Kuiva-ainesadot (kg/ha) Dry matter yields (kg/ha)						Sadonlisäys kg ka./kg N Yield increase kg dry matter/kg N		
	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK
Koiranheinä Cocksfoot	1 680	3 520	5 170	6 930	7 080	4 880	29.7	26.6	14.2
Nurminata Meadow fescue	2 540	3 260	4 580	5 720	5 750	4 370	11.6	21.3	9.2
Engl. raiheinä Perennial rye-grass	2 190	3 730	4 800	7 410	7 550	5 140	24.8	16.6	21.0
Puna-apila Red clover	2 590	2 660	2 840	3 170	2 930	2 840	1.1	1.4	1.3
Timotei Timothy	1 620	2 410	3 610	4 320	4 780	3 350	12.7	19.4	5.7
Punanata Red fescue	1 420	2 440	3 400	4 370	4 360	3 190	16.5	15.5	7.8
Keskim.heinälajeilla Grasses average	1 890	3 070	4 310	5 750	5 900	4 190	19.0	19.8	11.6

Pienin merkitsevä sadonlisäys 95 %:n luotettavuudella (kg/ha): Koiranheinä 430, nurminata 350, Englannin raiheinä 530, timotei 540 ja punanata 570.

Least significant yield increase at the 95 % level (kg/ha): cocksfoot 430, meadow fescue 350, perennial rye-grass 530, timothy 540 and red fescue 570.

Typpilannoituksen antamat sadonlisäykset ovat melkoisesti vaihdelleet kasvilajeittain. Sadonlisäyksetkin ovat olleet suurimmat koiranheinällä ja Englannin raiheinällä. Erityisesti on huomattava, että Englannin raiheinä on antanut selvästi parhaat sadonlisäykset, kun salpietarilannoitusta on käytetty yli 800 kg/ha. Timoteilla ja punanadalla sadonlisäykset ovat olleet jonkin verran pienempiä kuin muilla nurmiheinillä.

Typpilannoituksen antamat sadonlisäykset ovat olleet lähes yhtä suuria typpikiloa kohden aina 800 kg:aan asti kalkkisalpietaria hehtaarille. Tulokset ovat näin ollen suunnilleen samansuuntaisia kuin Laidunkoeasemalla (LAINE 1955, s. 22) ja Ruotsissa 1930-luvulla (GIÖBEL 1938, s. 171—) saadut. Vielä yli 800 kg:n/ha menevillä kalkkisalpietarierillä on saatu täysin tilastollisesti luotettavia sadonlisäyksiä.

Puna-apila on hyvin selvästi erottautunut nurmiheinistä. Typpilannoitus nimittäin ei ole sen satoa lisännyt ensinkään. Tämä onkin ollut luonnollista, koska puna-apila on tullut toimeen juurinystryöllään yhteyttämällään typpellä. Kuitenkin on huomattava, että typpilannoitus ei ole vaikuttanut haitallisesti puna-apilan kasvuun. Typpilannoituksen vaikutus puna-apilaan onkin usein katsottava välilliseksi (ANTTINEN 1959, s. 122—128). Sekanurmessahan heinäkasvit saatuaan runsaan typpilannoituksen varjostuksellaan estävät apilan kasvua.

Taulukossa 11 esitetään raakavalkuaissadot ja -saddonlisäykset typpikiloa kohden koejäsenittäin eri kasvilajeilla. Sadonlisäykset on tässäkin tapauksessa laskettu lähimpään edelliseen koejäseneseen verraten.

Taulukko 11. Raakavalkuaissadot ja -saddonlisäykset typpikiloa kohden koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin typpilannoituskokeessa vuonna 1956.

Table 11. Crude protein yields and yield increases of various herbage species in nitrogen fertilization trials at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	Raakavalkuaissato kg/ha Crude protein yield kg/ha						Sadonlisäys kg tv/kg N Yield increase kg cr. protein/kg N		
	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK
Koiranheinä Cocksfoot	207	456	759	1 314	1 295	806	4.0	4.9	4.5
Nurminata Meadow fescue ...	403	548	880	1 308	1 310	890	2.3	5.4	3.5
Engl. raiheinä Perennial rye-grass	263	501	742	1 289	1 302	819	3.8	3.9	4.4
Puna-apila Red clover	641	670	738	839	801	738	0.5	1.1	0.8
Timotei Timothy	241	370	589	877	939	603	3.1	3.6	2.3
Punanata Red fescue	169	329	525	813	847	537	2.6	3.2	2.3
Keskim. heinälajeilla Grasses average ...	256	441	847	1 120	1 139	731	3.2	4.2	3.4

Heinäkasvien raakavalkuaissatoja on annettu typpilannoitus lisännyt erittäin voimakkaasti. Esitetyistä luvuista nähdään, että 1. vuoden nurmessa laidunasteella korjattaessa koiranheinä, nurminata ja Englannin raiheinä ovat antaneet noin 1 300 kg:n/ha suuruisia raakavalkuaissatoja käytettäessä 1 600 kg/ha kalkkisalpietaria. Kun salpietaria on käytetty vain 800 kg/ha, ovat raakavalkuaissadot samoilla kasvilajeilla olleet 740—880 kg/ha. Näin ollen pelkällä typpilannoituksen lisäämisellä 800 kg:sta 1 600 kg:aan kalkkisalpietaria hehtaaria kohden on voitu tuottaa noin 500 kg/ha raakavalkuaista. Timotein ja punanadan raakavalkuaissadon lisäykset ovat olleet selvästi pienempiä kuin muiden heinälajien. Kokeen tulokset osoittavat myös, että yksinkertaiset P- ja K-määrät ovat olleet tässä tapauksessa täysin riittäviä runsaankin typpilannoituksen ohella käytettynä.

Myös puna-apilan raakavalkuaissatoja typpilannoitus on lisännyt vähän, mutta lisäys on ollut niin pieni, että sillä ei ole ollut käytännön merkitystä.

Ruohon laatu

Suoritettujen kuiva-ainemääritysten perusteella voidaan ensinnäkin todeta, että typpilannoitus on melko selvästi alentanut kuiva-ainepitoisuutta. Keskimäärin kuiva-ainepitoisuus on ollut PK-koejäsenellä 25.3 %, NPK:lla 23.9 %, N₂PK:lla 22.4 % ja N₄PK-koejäsenellä 21.3 %. Typpilannoituksen kuiva-

Taulukko 12. Laidunruohon eri kasvilajien kuiva-aineen raakavalkuaisprosentit koejäsenittäin Viikin typpilannoituskokeessa vuonna 1956.

Table 12. Percentage of crude protein in dry matter of various herbage species in nitrogen fertilization trial at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average
Koiranheinä Cocksfoot	12.3	13.0	14.7	19.0	18.3	16.5
Nurminata Meadow fescue	15.9	16.8	19.2	22.9	22.8	20.4
Engl. raiheinä Perennial rye-grass	12.0	13.4	15.5	17.4	17.2	15.9
Timotei Timothy	14.9	15.4	16.3	20.3	19.6	18.0
Punanata Red fescue	11.9	13.5	15.4	18.6	19.4	16.8
Puna-apila Red clover	24.7	25.2	26.0	26.5	27.3	26.0
Keskim. heinälajit Grasses average	13.4	14.4	16.2	19.5	19.5	17.5

Pienin merkitsevä ero 95 %:n luotettavuudella: Koiranheinä 1.0, nurminata 0.8, Englannin raiheinä 1.6, punanata 0.8, timotei 1.0 ja puna-apila 2.3.

L. S. D. (95 %): Cocksfoot 1.0, Meadow fescue 0.8, perennial rye-grass 1.6, red fescue 0.8, timothy 1.0 and red clover 2.3.

ainepitoisuutta alentavalla vaikutuksella saattaa olla käytännön merkitystäkin (SAARINEN 1957, s. 58).

Taulukossa 12 esitetään ruohon eri kasvilajien kuiva-aineen raakavalkuaisprosentit koejäsenittäin. Luvuista käy selville, että kasvilajien, eri heinälajienkin, välillä on esiintynyt 1. vuoden nurmessa melkoisia raakavalkuaispitoisuuden eroja. Keskimäärin pienin raakavalkuaispitoisuus on ollut Englannin raiheinällä ja suurin nurminadalla. Puna-apilan raakavalkuaispitoisuus on ollut kuitenkin vielä yli 5 %-yksikköä suurempi kuin nurminadan.

Typpilannoitus on selvästi kohottanut ruohon raakavalkuaispitoisuutta. Onpa nurmi- ja punanadan raakavalkuaisprosenttia jo 400 kg/ha kalkkisalpietaria lisännyt tilastollisesti luotettavalla määrällä. Seuraava 400 kg:n kalkkisalpietari on puolestaan aiheuttanut kaikkien heinälajien raakavalkuaisprosentin luotettavan kohoamisen. Vielä 1 600 kg/ha kalkkisalpietaria on suurentanut raakavalkuaisprosenttia erittäin huomattavasti. Lisäksi on todettava, että typpilannoitus on vaikuttanut eri heinälajien raakavalkuaispitoisuuteen lähes samalla tavalla. Juuri raakavalkuaispitoisuuden voimakas nousu runsaita typpimääriä käytettäessä on aiheuttanut jo aikaisemmin (sivu 179) todetut selvät raakavalkuussadon lisäykset.

Esitetyissä raakavalkuaispitoisuuksissa ovat olleet mukana muut tyypelliset aineet paitsi nitraattityppi. Suurin osa näistä on todellisia valkuaisaineita, mutta sen ohella ne sisältävät myös muita yksinkertaisia typpiyhdisteitä. Koiranheinän, nurminadan, Englannin raiheinän ja puna-apilan ruohonäytteistä on määritetty myös puhdasvalkuainen kaikilta niittokerroilta. Tulokset ovat taulukossa 13, jossa ovat esitettyinä puhdasvalkuaisen prosenttiset osuudet raakavalkuaisesta.

Taulukko 13. Raakavalkuaisen puhdasvalkuais-% koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin typpilannoituskokeessa vuonna 1956.

Table 13. Percentage of pure protein in dry matter of various herbage species in nitrogen fertilization trial at Viik, 1956.

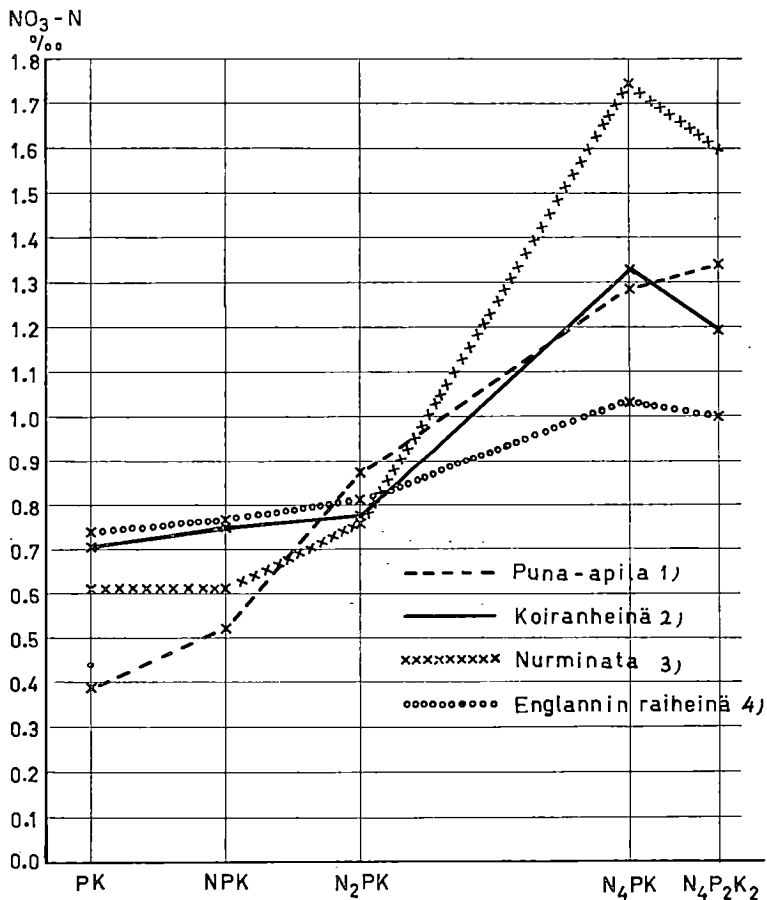
Kasvilaji Species	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average
Koiranheinä Cocksfoot	90.3	92.1	91.4	88.7	90.0	90.1
Nurminata Meadow fescue	87.8	88.7	84.9	79.7	81.5	80.8
Engl. raiheinä Perennial rye-grass	90.5	86.4	86.8	88.5	90.6	88.8
Puna-apila Red clover	90.3	88.7	86.4	87.6	85.5	87.7
Keskimäärin Average	89.7	89.0	87.4	86.1	86.9	86.9

Pienin merkitsevä ero 95 %:n luotettavuudella: Koiranheinällä 5.6, nurminadalla 4.7, Englannin raiheinällä 6.9 ja puna-apilalla 7.7.

L. S. D. (95 %): Cocksfoot 5.6, meadow fescue 4.7, perennial rye-grass 6.9 and red clover 7.7.

Typpilannoitus on lisännyt useimpien kasvilajien puhdasvalkuaispitoisuutta lähes samassa suhteessa kuin raakavalkuaispitoisuutta. Nurminata poikkeaa kuitenkin tässä suhteesta muista. Tällä kasvilajilla typpilannoitus on alentanut puhdasvalkuaisen %-osuutta raakavalkuaisesta tilastollisesti luotettavalla määrällä. Kaksinkertaiset fosfaatti- ja kalimäärät ovat vähän lisänneet puhdasvalkuaisen osuutta, mutta lisäystä ei voida pitää luotettavana.

Koska eräissä ulkomaisissa tutkimuksissa (BLACKMAN 1936, MULDER 1949, CAREY, MITCHELL ja ANDERSSON 1952, ØDELIEN ja HVIDSTEN 1957) on todettu, että nitraattityppeä on kertynyt kasveihin erittäin runsaalla typpilannoituksella, on otetuista ruohonäytteistä suoritettu myös nitraattitypen määrittämiä. Saatuja tuloksia esittää kuva 1, johon lisäyksenä on mainittava, että pienin mer-



Kuva 1. NO₃-N pitoisuus keskimäärin koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin typpilannoituskokeessa vuonna 1956.

Fig. 1. Average nitrate content of different plant species in nitrogen fertilization trials at Viik 1956. 1) = Red clover. 2) = Cocksfoot. 3) = Meadow fescue. 4) = English ryegrass.

Taulukko 14. P-, Ca-, Mg- ja K-pitoisuudet prosentteina ruohon kuiva-aineesta koejäsenittäin eri kasvilajeilla Viikin typpilannoituskokeessa vuonna 1956.

Table 14. Percentages of P, Ca, Mg and K in the dry matter of herbage species in nitrogen fertilization trials at Viik, 1956.

Kasvilaji Species	PK	NPK	N ₂ PK	N ₄ PK	N ₄ P ₂ K ₂	Keskim. Average
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	0.39	Fosfaattia (% P ka.:sta) 0.36	0.34	Phosphate 0.34	0.33	0.35
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	—	0.45	—	0.42	0.42	0.43
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	—	0.45	—	0.44	0.47	0.45
Puna-apila <i>Red clover</i>	—	0.39	—	0.38	0.40	0.39
Timotei <i>Timothy</i>	—	0.43	—	0.42	0.41	0.42
Keskimäärin <i>Average</i>	—	0.42	—	0.40	0.41	0.41
		Kalsiumia (% Ca ka.:asta) <i>Calcium</i>				
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	0.50	0.45	0.44	0.47	0.44	0.46
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	—	0.54	—	0.52	0.48	0.51
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	—	0.76	—	0.74	0.72	0.74
Puna-apila <i>Red clover</i>	—	1.20	—	1.25	1.13	1.19
Timotei <i>Timothy</i>	—	0.52	—	0.57	0.53	0.54
Keskimäärin <i>Average</i>	—	0.69	—	0.71	0.66	0.69
		Magnesiumia (% Mg ka.:sta) <i>Magnesium</i>				
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	0.26	0.23	0.23	0.26	0.26	0.25
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	—	0.26	—	0.30	0.30	0.29
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	—	0.18	—	0.16	0.18	0.17
Puna-apila <i>Red clover</i>	—	0.36	—	0.30	0.36	0.34
Timotei <i>Timothy</i>	—	0.22	—	0.24	0.25	0.24
Keskimäärin <i>Average</i>	—	0.25	—	0.25	0.27	0.26
		Kaliumia (% K ka.:sta) <i>Potassium</i>				
Koiranheinä <i>Cocksfoot</i>	2.83	2.90	3.24	3.45	3.52	3.19
Nurminata <i>Meadow fescue</i>	—	2.95	—	3.38	3.57	3.30
Engl. raiheinä <i>Perennial rye-grass</i>	—	3.52	—	4.00	4.12	3.88
Puna-apila <i>Red clover</i>	—	3.44	—	3.38	3.37	3.40
Timotei <i>Timothy</i>	—	2.78	—	3.50	3.40	3.23
Keskimäärin <i>Average</i>	—	3.20	—	3.54	3.60	3.40

kitsevä ero 95 %:n luotettavuudella on ollut koiranheinällä 0.08 ‰, nurminadalla 0.14 ‰, Englannin raiheinällä 0.03 ‰ ja puna-apilalla 0.13 ‰. Kuva osoittaa, että typpilannoitus on varsin vähän nostanut ruohon nitraattipitoisuutta, milloin kalkkikalpietaria on käytetty hehtaaria kohden enintään 800 kg. Sitä suuremmat määrät sen sijaan ovat lisänneet nitraatin määriä ruohossa melkoisesti. Suurin lisäys on ollut nurminadalla ja pienin Englannin raiheinällä. Koiranheinä ja puna-apila ovat asettuneet edellisten väliin. Voidaan todeta, että nitraattityypen lisäykset ovat olleet suurimmat kasvilajeilla (nurminata, puna-apila), joiden kuiva-ainesadot ovat jääneet pienimmiksi sekä pienimmät kasvilajilla (Englannin raiheinä), josta on saatu suurin kuiva-ainesato.

Saatujen analyysilukujen perusteella on edelleen laskettu puhdasvalkuaisen prosenttisen osuuden raakavalkuaisesta (x) ja nitraattityypen (y) määrän välinen korrelaatio. Regressiokertoimeksi on tällöin saatu $-0,0572$ ja korrelaatioker-toimeksi -0.448 . Saadun korrelaation merkitsevyyttä on testattu varianssi-analyysillä, jolloin F-arvoksi on tullut 19.58^{***} .

Vielä on tutkittu, onko typpilannoituksella ollut vaikutusta ruohon kivennäiskoostumukseen. Sitä varten on määritetty P:n, Ca:n, Mg:n ja K:n määrät koiranheinän kaikista koejäsenistä jokaiselta niittokerralta, sekä nurminadan, Englannin raiheinän, puna-apilan ja timotein NPK, N_4PK ja $N_4P_2K_2$ koejäsenistä vain kahdelta viimeiseltä niittokerralta. Tulokset selviävät taulukosta 14.

Koska taulukossa 14 esitetyt luvut perustuvat varsin pieneen aineistoon, on niitä pidettävä vain suuntaa antavina. Näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että typpi-lannoituksella ei ole ollut vaikutusta ruohon P-, Ca- ja Mg-pitoisuuksiin. Sen sijaan runsas typpilannoitus on lisännyt K-pitoisuutta ruohossa. Tämä K-pitoi-suuden lisäys on ollut lähes yhtä suuri kaikilla analysoiduilla heinälajeilla, mutta puna-apilalla sitä lisäystä ei ole ollut.

3. Koiranheinävaltaisen laidunnurmen typpilannoituskoe Malminkartanossa 1951–1956

Koejäsenet ja koeolosuhteet

Helsingin yliopiston Malminkartanon koetilalle perustettiin v. 1951 laidun-
koe, jossa on pyritty selvittämään eri typpimäärien vaikutusta laidunnurmilta
saatavan sadon määrään ja laatuun. Nurmet ovat olleet koiranheinävaltaisia,
ja niitä on yleensä laidunnettu perustamisvuoden jälkeen neljä vuotta. Koe-
jäsenet ovat olleet seuraavat:

- a. ilman typpiväkilannoitusta
- b. 400 kg/ha kalkkikalpietaria
- c. 800 —»—
- d. 1 600 —»—

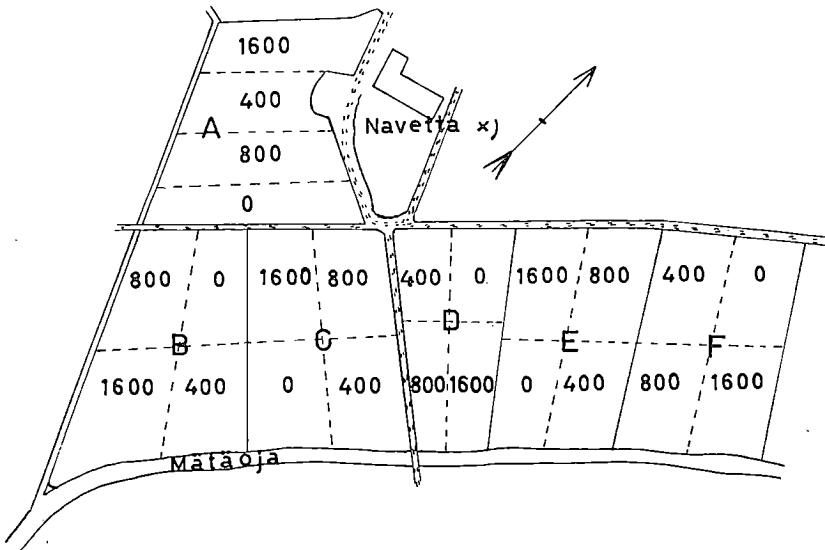
Koejäsenet a, b ja c ovat aina olleet suunnitelman mukaisia, mutta koejäsen d on ollut täysin suunnitelman mukainen vain v. 1954 kolmella peruslohkolla ja v. 1956 yhdellä peruslohkolla. Koska salpietari on levitetty kaikilla koejäsenillä 200 kg:n erinä varhaiskevällä ja kunkin syöttökerran päätyttyä, ei ole ennen syksyä, ehditty levittää salpietaria tarpeeksi monta kertaa. Yleisimmin onkin tällä koejäsenellä ollut 1 200 kg:n salpietarilannoitus hehtaaria kohti, joka määrä edellytettiin uusitussa suunnitelmassa v. 1955. Vuonna 1956 määrä alennettiin 800 kg:ksi. Koejäsenelle d vuosittain levitetyt kalkki-salpietarimäärät selviävät seuraavista luvuista:

v. 1951	1 330 kg	v. 1954	1 550 kg
v. 1952	1 300 »	v. 1955	1 200 »
v. 1953	1 200 »	v. 1956	1 000 »

Keskimäärin koejäsen d on saanut 1 260 kg/ha kalkkisalpietaria.

Kokeen sijainti selviää kuvasta 2. Siinä esitetyllä alueella on ollut kuusi peruslohkoa, jotka kuvassa on merkitty kirjaimilla A—F. Nämä ovat siis muodostaneet kerranteen typpilannoitukseen nähden, vaikka niillä kullakin on ollut eri-ikäinen nurmi. Typpilannoituskoejäsenet kullakin peruslohkolla on erotettu katkoviivoilla ja luvut tarkoittavat annettua salpietarilannoitusta hehtaaria kohti.

Koe on järjestetty talousviljelyksenä ja käsittää 22 ha salaojitettua peltoa. Kunkin peruslohkon suuruudeksi on tullut keskimäärin 3.7 ha ja syöttölohkon vastaavasti 0.90 ha.



Kuva 2. Kartta Malminkartanon laidunkokeesta.

Fig. 2. Plan of the pasture trial at Malmi Experimental Farm. A—F = experimental blocks, each block divided into 4 paddocks receiving different amounts (0—1600 kg/ha) of calcium nitrate fertilizer. x) = Cow barn.

Taulukko 15. Vuoden 1951 viljavuustutkimuksen tulokset peruslohkoittain Malminkartanon koelaitumilta.

Table 15. Results of soil fertility analyses of different pasture fields at the Malmi Experimental Farm, 1951.

Lohko Field	Multakerros Topsoil				Pohjamaa Subsoil			
	pH	Caj	K ₄₀	Psf	pH	Caj	K ₄₀	Psf
A	5.6	11.3	1 190	59	5.1	5.6	940	32
B	5.3	6.1	590	53	5.4	5.3	400	17
C	5.3	5.9	660	61	5.3	5.3	500	22
D	5.8	12.0	1 500	95	5.7	6.6	790	38
E	5.3	5.3	970	64	5.3	5.1	470	25
F	5.7	13.3	1 690	114	5.5	6.2	890	53

Taulukko 16. Vuoden 1951 viljavuustutkimuksen tulokset koejäsenittäin Malminkartanon koelaitumilla.

Table 16. Results of soil fertility analyses according to treatments on trial pasture at the Malmi Experimental Farm, 1951.

Koejäsen Treatment	Multakerros Topsoil				Pohjamaa Subsoil			
	pH	Caj	K ₄₀	Psf	pH	Caj	K ₄₀	Psf
0 Nks	5.4	7.6	1 140	77	5.3	4.6	580	26
400 »	5.6	9.8	1 200	85	5.5	7.3	810	30
800 »	5.5	9.4	1 000	65	5.3	5.2	600	30
1 260 »	5.5	9.0	1 100	74	5.3	5.7	650	39
Keskim. Average	5.5	9.0	1 110	75	5.4	5.7	660	31

Maalaji koalueella on ollut Etelä-Suomen rannikolle tyypillistä liejupitoista hietasavea, paikoitellen jopa selvää liejusaveakin. Ruokamultakerros on ollut yleensä multavaa tai runsasmultaista. Multavuus on ollut erityisen suuri A-lohkoilla sekä muiden lohkojen tienpuoleisessa päässä. Selvästi vähämultaista aluetta on ollut Mätäojan varsi, varsinkin B-lohkoilla.

Vuonna 1951 on otettu koko koalueelta näytteet sekä multakerroksesta että pohjamaasta ja v. 1957 uudelleen ruokamultakerroksesta maan ravinnepitoisuuden selvittämiseksi. Näytteenottopisteiden väli on ollut 30 m. Vuonna 1951 suoritetun viljavuustutkimuksen tulokset selviävät peruslohkoittain taulukosta 15 ja koejäsenittäin taulukosta 16 ja v. 1957 suoritetun vastaavasti taulukoista 15 a ja 16 a.

Peruslohkojen välillä on siis ollut melko suuria eroja. Selvästi paras kaikkien ravinteiden osalta on ollut peruslohko F ja huonoimpia peruslohkot B ja C. Vaikka peruslohkojen välillä on ollut suuria eroja maan ravinnepitoisuudessa, siitä huolimatta koejäsenten väliset erot ovat jääneet melko pieniksi. Tämä osoittaa, että ravinnepitoisuus on vaihdellut alueittain suuresti, mutta saman peruslohkon sisällä melko vähän, joskin suuriakin satunnaisia vaihteita eri pisteiden välillä on esiintynyt.

Taulukko 15 a. Vuoden 1957 viljavuustutkimuksen tulokset multakerroksesta peruslohkoittain Malminkartanon koelaitumilta.

Table 15a. Results of topsoil fertility analyses of different pasture fields at the Malmi Experimental Farm, 1957.

Lohko Field	pH	Caj	K ₄₀	Psf
A	5.74	15.6	1 760	96
B	5.72	13.0	1 160	109
C	5.68	13.2	1 160	106
D	5.98	15.7	1 610	195
E	5.66	12.1	1 240	98
F	6.40	16.8	1 370	187
Keskim. Average	5.86	14.4	1 380	132

Taulukko 16 a. Vuoden 1957 viljavuustutkimuksen tulokset multakerroksesta koejäsenittäin Malminkartanon koelaitumilta.

Table 16a. Results of topsoil fertility analyses according to treatments on trial pasture at the Malmi Experimental Farm, 1957.

Koejäsen Treatment	pH	Caj	K ₄₀	Psf
0 Nks	5.76	12.4	1 500	135
400 »	5.87	14.3	1 460	138
800 »	5.88	15.4	1 390	118
1 260 »	5.95	15.6	1 180	136
Keskim. Average	5.86	14.4	1 380	132

Samoin kuin taulukoiden 15 ja 16 mukaan myös v. 1957 oli peruslohkon F viljavuus paras. Koejäsenittäin viljavuutta 1957 tarkastettaessa ei merkittäviä eroja koejäsenten kesken voi todeta.

Säähavaintoja ei ole tehty Malminkartanossa, vaan ainoastaan Viikin koetilalla, joka on noin 12 km:n päässä. Sääolojen voidaan katsoa olleen lähes samanlaisia Viikissä ja Malminkartanossa. Taulukoissa 17 ja 18 esitetään toukokuun keskimääräiset lämpötilat ja sademäärät Viikissä v. 1951—1956.

Kuten taulukosta 17 selviää, ei lämpötilassa ole esiintynyt kovinkaan suuria poikkeamia normaalista. Keskimäärin ovat kasvukaudet 1951—1956 olleet 0.4° C lämpimämpiä kuin normaalikasvukausi, joka käsittää vuodet 1901—1930. Vuonna 1951 kasvukausi on ollut selvästi lämpimämpi ja v. 1952 kylmempi kuin muina vuosina.

Sademäärässä sen sijaan on esiintynyt taulukon 18 mukaan melkoisia vaihteluita. Hyvin kuiva on ollut kesä 1951, jolloin sademäärä oli vain 51 % vuosien 1886—1935 keskiarvosta. Toinen kuiva kesä on ollut v. 1955, jolloin varsinkin heinä- ja elokuu olivat erittäin kuivia. Koko kasvukauden sademäärä oli tällöin 64 % normaalista. Runsassateisia kausia ovat olleet elo-syyskuu

Taulukko 17. Keskimääräiset lämpötilat (C°) Viikissä touko—syyskuussa vuosina 1951—1956.
 Table 17. Mean temperatures (C°) May—September at Viik in the years 1951—56.

Kuukausi Month	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average	Hels. normaali Normal at Helsinki
Toukokuu May	8.6	8.6	9.3	11.1	6.4	9.1	8.9	9.0
Kesäkuu June	15.1	15.1	17.8	13.9	13.0	15.9	15.1	13.5
Heinäkuu July	16.5	17.4	17.4	17.3	18.5	15.9	17.3	17.2
Elokuu August	19.2	14.8	15.2	15.1	18.1	13.2	15.9	15.7
Syyskuu September	12.8	9.1	9.2	11.2	13.4	13.4	11.5	11.0
Keskim. Average	14.4	13.0	13.8	13.7	13.9	13.5	13.7	13.3

Taulukko 18. Sademäärät (mm) Viikissä touko—syyskuussa vuosina 1951—1956.
 Table 18. Precipitation (mm) at Viik during May—September in the years 1951—56.

Kuukausi Month	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average	Hels. normaali Normal at Helsinki
Toukokuu May	6.7	41.2	43.8	3.9	67.0	17.2	30.0	50
Kesäkuu June	42.9	59.8	51.6	36.1	31.2	20.1	40.3	54
Heinäkuu July	41.7	64.9	98.2	97.2	17.2	129.2	74.7	59
Elokuu August	24.6	101.2	89.0	101.9	26.1	134.8	79.6	79
Syyskuu September	44.9	130.3	95.5	122.9	60.9	35.7	81.7	73
Yhteensä Total	160.8	397.4	378.1	362.0	202.4	337.0	306.3	315

1952 ja heinä-elokuu 1956, jolloin on satanut lähes kaksinkertaisesti normaaliin verrattuna.

Sademäärän erilaisuus on kuvastunut myös pohjaveden korkeuksissa, joista on tehty mittauksia kaksi kertaa kuukaudessa. Kullakin peruslohkolla on ollut kaksi mittauspistettä. Tulokset suoritetuista mittauksista selviävät taulukosta 19.

Pohjaveden etäisyydessä maanpinnasta on siis esiintynyt melkoisia vaihteita vuosien välillä. Kuivina kausina pohjavesi on painunut monin paikoin lähes 2 m:n syvyyteen, kun taas kosteina kausina se on saattanut pysyä syyskesälläkin 60—70 cm:n korkeudella. Suoritettujen pohjavesimittausten perusteella on ennen kaikkea todettava, että kuivina kausina pohjavesi on ollut niin syvällä, että kasvit eivät ole suoraan pohjavedestä voineet tyydyttää veden tarvettaan.

Taulukko 19. Pohjaveden etäisyys maanpinnasta (cm) keskimäärin eri lohkoilla Malminkartanon laidunkokeella vuosina 1951—1956.

Table 19. Average depth of ground water from soil surface (cm) on trial pasture at the Malmi Experimental Farm at different dates in the years 1951—56.

Vuosi Year	1. 5.	15. 5.	1. 6.	15. 6.	1. 7.	15. 7.	1. 8.	15. 8.	1. 9.	15. 9.	1. 10.	Keskim. Average
1951	—	—	—	—	114	116	126	134	145	154	141	(118)
1952	96	102	106	108	114	114	127	106	107	103	88	106
1953	94	98	102	103	106	116	99	106	110	102	90	102
1954	88	93	100	106	110	115	117	104	110	108	76	102
1955	65	82	93	92	97	103	116	132	146	139	146	110
1956	53	88	91	96	84	96	84	92	64	87	93	84
Keskim. Average	79	93	98	101	104	110	111	112	114	116	106	104

Kokeen suoritus

Malminkartanon laidunkoe on varsinaisesti aloitettu vuonna 1951. Sitä ennen oli kuitenkin perustettu suunnitelman mukainen laidunnurmi kolmelle peruslohkolle A, B ja C. Vuonna 1948 perustettiin A-lohko, v. 1949 B-lohko ja v. 1950 C-lohko. Perustamisen yhteydessä ei näille lohkoille ollut annettu suunnitelman mukaista kalkitusta eikä peruslannoitusta. Nurmi oli perustettu ohraa suojakasvina käyttäen, ja lohkoja oli laidunnettu 1. vuoden nurmesta lähtien. Typpilannoitus oli ollut noin 500 kg/ha kalkkisalpietaria.

Vuodesta 1951 lähtien nurmet on perustettu täysin koesuunnitelman mukaisesti, johon olennaisena osana on kuulunut runsas kalkitus sekä fosfaatti- ja kaliperuslannoitus. Niinpä mainitusta vuodesta lähtien, jolloin perustamisvuorossa oli D-lohko, on annettu 10 000 kg/ha kalkkikivijauhetta perustamisvuoden edellisenä syksynä siten, että 3 000 kg/ha on annettu ennen syyskyntöä ja 7 000 kg/ha syyskynnön jälkeen. Kylvömuokkauksen yhteydessä seuraavana keväänä on levitetty peruslannoitukseksi 1 000 kg/ha kotkafosfaattia ja 300 kg/ha 40 %:sta kalisuolaa. Kalkitus ja peruslannoitus on siten eri lohkoilla ollut seuraavan asetelman mukainen:

Vuosi	Kalkitus	Peruslannoitus	Vuosi	Kalkitus	Peruslannoitus
1950	D	—	1954	B	A
1951	E	D	1955	C	B
1952	F	E	1956	—	C
1953	A	F			

Peruskalkituksen ja peruslannoituksen vaikutus onkin kohottanut viljavuutta siitä mitä se oli v. 1951 (taulukot 15 ja 16) kuten nähdään oheisista taulukoista 15 a ja 16 a, joissa on esitetty v. 1957 vastaavalla tavalla multakerroksesta suoritettujen viljavuustutkimuksen tulokset.

Siemenseoksena Malminkartanon laidunkokeissa on käytetty Viikin laidunkokeen koiranheinävaltaista siemenseosta, joka on ollut seuraava:

Puna-apilaa	5	kg/ha
Valkoapilaa	1.5	”
Timoteita	15	”
Koiranheinää	15	”
Yhteensä varsinaisia laidunkasveja		36.5 kg/ha

Kasvilajikoostumus määritettiin kolme kertaa kesässä v. 1952 ja 1953 peruslohkolta D ja v. 1954, 1955 ja 1956 peruslohkolta F. Nurmet ovat olleet erittäin koiranheinävaltaisia. Sitä osoittaa seuraava asetelma, jossa on laskettuna koiranheinän sadannes tuorepainosta eri N-lannoituskoejäseniltä peruslohkolla F v. 1954, 1955 ja 1956:

Koiranheinää % tuorepainosta peruslohkolla F

Koejäsen	v. 1954	v. 1955	v. 1956
0 Nks	42.9	76.1	75.4
400 ”	50.3	75.9	79.2
800 ”	49.2	73.6	83.4
1200 ”	55.3	89.4	87.9

Vastaavasti juuriston määrän kehitys oli F-lohkolla seuraava:

Koejäsen	Juuriston org. kuiva ainetta (t/ha ¹)		
	v. 1954	v. 1955	v. 1956
0 Nks	4.3	7.6	9.4
400 ”	3.9	7.1	7.9
800 ”	3.7	5.0	13.2
1200 ”	3.8	8.5	13.4

¹) Kahden määrittelyn keskiarvo SALOSEN (1949) mukaan.

Juuriston kuiva-aineen jakautuminen eri maakerrosten kesken peruslohkolla F koejäsenittäin v. 1954, 1955 ja 1956 nähdään seuraavasta asetelmasta:

Koejäsen ja vuosi	Juuriston kuiva-aineen kokonaismäärästä % eri maakerroksissa ¹)				
	0-5 cm	5-10 cm	10-21 cm	pohjamaassa	Yht. %
0 Nks 1954	74.5	10.5	11.0	4.0	100.0
0 » 1955	61.5	17.0	13.0	8.5	100.0
0 » 1956	72.0	11.5	11.0	5.5	100.0
400 Nks 1954	69.5	16.5	9.5	4.5	100.0
400 » 1955	77.0	9.0	11.0	3.0	100.0
400 » 1956	62.0	22.5	11.5	4.0	100.0
800 Nks 1954	72.0	13.0	12.0	3.0	100.0
800 » 1955	64.0	13.0	16.5	6.5	100.0
800 » 1956	84.0	7.5	6.5	2.0	100.0
1260 Nks 1954	75.0	14.0	9.0	2.0	100.0
1260 » 1955	84.0	8.0	4.5	3.5	100.0
1260 » 1956	86.0	7.5	5.5	1.0	100.0

¹) Kukin sadannesluku kahden määrittelyn keskiarvosta.

Varsinaista suojakasvia ei ole käytetty, vaan perustamisvuotta varten on edelliseen siemenseokseen lisätty 7 kg/ha Italian raiheinää ja 75 kg/ha kauraa vihantana korjattavaksi joko laiduntamalla tai säilörehuksi niittämällä. Nurmi on perustettu mahdollisimman aikaisin keväällä ja ensimmäinen korjuu on tapahtunut heinäkuun alkupuolella. Ensimmäisen korjuun jälkeen on annettu 200 kg/ha kalkkisalpietaria muille paitsi O-lohkoille, mutta varsinainen eri typpimäärien koe on aloitettu vasta seuraavana vuonna.

Malminkartanon koe on asteittain laajentunut kaikki peruslohkot käsittäväksi. Vuonna 1951 koe käsitti A-, B- ja C-peruslohkot. Vuonna 1952 on kokeen piiriin tullut D-lohko, v. 1953 E-lohko ja v. 1954 F-lohko. Vuonna 1953 syksyllä kynnettiin vanhimmat nurmet lohkoilta A ja B, joista lohkolle A perustettiin heti seuraavana keväänä uusi nurmi ja lohkolle B viljeltiin laidunnurmen välillä ohraa. Myöhempinä vuosina on menetelty samalla tavalla. Siten tässä kokeessa käytetyssä kierrossa on ollut ohra, perustamisvuoden laidunnurmi sekä neljä varsinaista laidunnurmea.

Esitetyn peruslannoituksen lisäksi on vuosittain annettu kaikille lohkoille 300 kg/ha kotkafosfaattia ja 100 kg/ha 40-0%:sta kalisuolaa. Levitys on toimitettu mahdollisimman aikaisin keväällä, jolloin maassa on vielä ollut runsasti kosteutta. Ensimmäinen 200 kg:n salpietariä on levitetty myös aikaisin keväällä kaikille tyypeä saaville koejäsenille. Muut salpietariät on yleensä annettu välittömästi syöttökertojen jälkeen.

Sadonkorjuu on tapahtunut lypsylehmillä laiduntamalla yhtenä ryhmänä. Tilan karja on yleensä voinut olla koko laidunkauden ajan koelaitumilla paria poikkeusta lukuun ottamatta. Tällöin karja on jouduttu siirtämään muualle ruohon niukkuuden vuoksi. Koko eläinryhmä on aina ollut yhdellä syöttölohkolla, jonka syöttö näin ollen on kestänyt vain 1—2 vuorokautta. Vain poikkeustapauksissa, runsaimman kasvun aikana, syöttökerta on lohkolle kestänyt

Taulukko 20. Syötön järjestely Malminkartanon koelaitumilla vuosina 1951—1956.

Table 20. Grazing plan on trail pasture at the Malmi Experimental Farm in the years 1951—56.

Vuosi Year	Laidunnurmia Trial pasture		Laidun- kausi vrk Grazing season days	Syöttö- lohkoja kpl No. of paddocks	Lohkot syötetty kertaa No. of grazing periods	Syöttö- kerran pituus vrk Grazing period days	Lepokauden pituus vrk Rest period days
	ha	halny ha per cow equiv.					
1951	13.83	0.30	128	14	5.8	1.5	20
1952	17.75	0.37	133	18	5.7	1.3	20
1953	21.98	0.50	140	24	5.5	1.2	21
1954	17.89	0.38	140	20	6.3	1.3	19
1955	18.00	0.38	136	18	5.9	1.2	20
1956	19.82	0.43	135	20	5.2	1.5	22
Keskim. Average	18.21	0.39	135	19	5.7	1.3	20

3 vrk. Syöttöjen välinen lepoaika on ollut 3—4 viikkoa. Laiduntaminen on aloitettu keväällä aikaisin ja jatkettu syksyllä verraten myöhään. Taulukko 20 esittää syötön järjestelyä Malminkartanon koelaitumilla.

Pinta-ala nautayksikköä kohden on melkoisesti vaihdellut eri vuosina. Ensimmäisenä vuonna koelaitumet eivät riittäneet koko laidunkaudeksi. Sen sijaan myöhemmin on rehua riittänyt korjattavaksi joko väkiheinäksi tai AIV-rehuksi. Keskimäärin on satoa korjattu 5.7 kertaa ja syöttökerta on kestänyt vain 1.3 vrk. Noin kolmessa viikossa on syötetty lohko jälleen ollut laidunnettavissa. Keskimäärin Malminkartanon karja on saanut 74 % laidunkauden aikaisesta rehusta koelaitumilta, 5 % muilta laitumilta ja 21 % lisärehua. Lisärehujen suuri määrä on johtunut osaksi siitä, että lehmät ovat olleet keväisin ja syksyisin pitkän aikaa yöt sisällä ja vain päivät koelaitumilla. Silloin on luonnollisesti jouduttu käyttämään laidunruohon lisäksi paljon muuta rehua.

Lohkolla syötön alkaessa ollut ja sinne syötön päättyessä jäänyt ruohomäärä kuvastavat laidunnurmen korjuuastetta. Tässä suhteessa voi laidunnettaessa esiintyä suuriakin vaihteluita. Toisinaan on syötön alkaessa lohkolla runsaasti pitkää ruohoa, toisinaan taas on pakko syöttää jo lyhyttäkin kasvustoa. Edelleen syötön päättyessä voi jäädä lohkolle melko paljon ruohoa syöttämättä tai päinvastoin esiintyä aivan paljaaksi syöttöäkin. Tällä laidunnurmen eri tavoin syöttämisellä ts. erilaisella syöttö- ja korjuuasteella on oma vaikutuksensa sadon määrään ja laatuun (HUOKUNA 1957 ja 1958). Tämän vuoksi on korjuuaste pyritty pitämään koejäsenittäin mahdollisimman samana. Samoin on eri lohkoja vuorotellen niitetty AIV-rehuksi tai väkiheinäksi. Tosin niittoja on suoritettu vähän useammin c- ja d-koejäsenillä kuin a- ja b-koejäsenillä, koska edellisillä korjattava ruohomäärä on ollut yleensä suurempi kuin jälkimmäisillä. Taulukossa 21 esitetään ennen syöttöä ja syötön

Taulukko 21. Korjuuaste ja -tapa keskimäärin koejäsenittäin Malminkartanon kokeessa vuosina 1951—1956.

Table 21. Average cutting time and method in the years 1951—56 in nitrogen fertilization trials at the Malmi Experimental Farm.

Koejäsen <i>Treatment</i>	Kuiva-ainetta kg/ha <i>Dry matter kg/ha</i>		Niitettyjen lohkojen lukumäärä <i>No. of paddocks cut for silage</i>	Niittämällä saatu %:a koko ruohon kuiva-aineesta <i>% of total dry matter obtained from cutting</i>
	Ennen syöttöä <i>Before grazing</i>	Syötön jälkeen <i>After grazing</i>		
a 0 Nks	1 210	610	7	15.3
b 400 »	1 420	700	10	12.6
c 800 »	1 550	770	14	18.6
d 1 260 »	1 530	780	17	24.4
Perustamisvuonna <i>Year of establishment</i>	1 810	860	10	33.3
Keskim. koevuosina <i>Average</i>	1 490	740	12	20.5

jälkeen olleet kuiva-ainemäärät kg:oina hehtaaria kohden (vrt. sadonmääritys s. 193—194) sekä niittojen ja niitetyn ruohon määrä eri koejäsenillä.

Kuiva-ainemäärät, sekä syötön edelliset että sen jälkeiset, ovat siis esitetyn taulukon mukaan kasvaneet selvästi siirryttäessä O-koejäseneltä runsaan typpiväkilannoituksen saaneelle koejäsenelle. Koska kuiva-ainemäärän suurentumisella ennen syöttöä on saatuun satotulokseen lähes päinvastainen vaikutus kuin suurentumisella sen jälkeen (HUOKUNA 1957, s. 83), niin korjuuasteen muuttamisella ei voida katsoa olleen kovin suurta vaikutusta eri koejäseniltä saatuihin satomääriin.

Niittoa on suoritettu pääasiassa vain v. 1953—1956, jolloin noin neljännes koko saadusta ruohomäärästä on korjattu niittämällä. Niittokertoja on d-koejäsenellä (1260 Nks) ollut yli kaksi kertaa niin paljon kuin a- (O) koejäsenellä, ja koko rehumäärästä on korjattu niittämällä d-koejäseneltä 24.4 %, kun taas a-koejäseneltä vain 15.3 %. Niittojen lukumäärä ja niitetyn ruohon %-osuus on siis suurentunut typpilannoituksen lisääntyessä.

Sadonmääritys ja suoritettut laboratoriotutkimukset

Laitumien sadonmääritys voi tapahtua kahdella tavalla, joko eläinten elatus- ja tuotantorehun tarpeen perusteella tai niitettävien koealojen perusteella. Kumpaankin sadonmääritysmenetelmään liittyy tiettyjä puutteellisuuksia ja virhemahdollisuuksia (JÄNTTI 1950, s. 78—79).

Eläinten elatus- ja tuotantorehun tarpeen perusteella on laskettu ainoastaan koko laidunkokeen sato, sen sijaan yksittäisten lohkojen ja koejäsenten sato on määritetty niitetyillä koealoilla. Sadonmääritys on tapahtunut samalla tavalla kuin Viikin laidunkokeessa (JÄNTTI 1953, s. 35—40). Ainoana poikkeamana Viikin sadonmääritysmenetelmästä on mainittava, että Malminkartanon ko-

Taulukko 22. Eläinten koealaniittojen mukaan kuluttama rehumäärä ja eläinten normien mukainen rehun tarve toisiinsa verrattuna Malminkartanon kokeessa vuosina 1951—1956.

Table 22. Fodder consumption compared with normal feed requirements of cattle in pasture trials at the Malmi Experimental Farm, 1951—56.

Vuosi Year	Koelaitumilta saatu niittojen mukaan ry Fodder from pasture (Sample cuts) f.u. 1)	Lisärehussa annettu ry Supplementary fodder given f.u.	Yhteensä ry Total fodder consumption f. u.	Eläinten rehun tarve ry Feed requirements acc. to feeding standards f. u.	Tarve prosenttia kulutuksesta Feed requirements as % of total consumption
1951	36 600	10 130	46 730	45 399	97.2
1952	46 000	12 110	58 110	47 640	82.0
1953	55 992	13 947	69 939	57 380	82.0
1954	45 823	12 176	57 999	58 212	100.4
1955	32 630	13 840	46 470	47 350	101.9
1956	55 681	16 895	72 576	52 515	72.4
Keskim. Average	45 454	13 183	58 637	51 416	87.7

1) fodder units

keessa kultakin lohkolta on ennen syöttöä ja syötön jälkeen otettu vain 10 koealaa, kun niitä Viikin kokeessa on otettu 20, koska lohkojen pinta-alat Malminkartanossa ovat olleet vain noin puolet Viikin kokeen lohkojen pinta-alasta.

Kultakin laidunkaudelta on suoritettu laskelmat, joissa on verrattu toisiinsa eläintuotannon perusteella ja niitettyjen koealojen perusteella laskettuja sato-määriä. Tehtyjen raakavalkuais- ja kuitumääritysten perusteella on laskettu laidunruohon kuiva-aineelle keskimääräinen ry-arvo, jota käyttäen kuiva-ainesadot on muunnettu ry-sadoiksi. Keskimäärin 1.35 kg kuiva-ainetta on vastannut 1 ry:ä. Eläinten rehuntarpeen laskemisessa on käytetty PMY:n vuonna 1935 hyväksymiä perusteita. Tulokset ovat muodostuneet taulukon 22 mukaisiksi. Se osoittaa, että vuosien välillä on esiintynyt melkoisia eroja. Vuosina 1951, 1954 ja 1955 kulutus ja tarve ovat vastanneet suunnilleen toisiaan, mutta v. 1956 rehun tarve on ollut 27.6 % kulutusta pienempi. Tämä ero on varmaan osittain johtunut hyvin sateisesta elokuusta. Maa ja ruoho olivat silloin hyvin märkiä, ja eläimet tallasivat maahan huomattavasti ruohoa. Tämä tallattu ruoho ei ole tullut mukaan jälkiniittoon, vaan se on esiintynyt kulutuksena. Vuodet 1952 ja 1953 olivat myös runsassateisia, jolloin suuri kulutus näinäkin vuosina selittyy samasta syystä kuin edellä. Keskimäärin kulutus on ollut vain 12 % tarvetta suurempi, mitä tulosta voitaneen pitää täysin tyydyttävänä.

Kaikista kuiva-aineen määrittämistä varten otetuista näytteistä on tehty yliopiston kotieläintieteellisen laitoksen laboratoriossa raakavalkuais- ja kuitumääritykset. Ruohon raakavalkuaispitoisuus on määritetty tavallisella Kjeldahlin poltolla ja kuidun määrittämisessä on käytetty vanhaa Weendenin menetelmää.

Edellisten lisäksi on tehty vielä muita määrittämiä yksittäisistä ruohonäytteistä. Nämä määrittäykset ovat pääasiassa keskittyneet ruohon typpiyhdisteiden luonnetta selvittämään. Koska on voitu olettaa, että typpilannoituksen vaikutukset olisivat tulleet selvimmän näkyviin lohkokolla, jolle jo neljänä vuonna on annettu runsas typpilannoitus, on otettu erityisen tarkastelun kohteeksi v. 1956 4. vuoden nurmi peruslohkolla E. Tältä peruslohkolta otetuista näytteistä on määritetty puhdasvalkuais- ja nitraattityypipitoisuus sekä ruohon tärkeimpien kivennäisaineiden pitoisuudet.

Puhdasvalkuainen on määritetty Valtion maanviljelyskemiallisen laboratorion käyttämän menetelmän mukaan (Valt. maanvilj.kem. lab. julk. 1936, s. 67). Nitraattityypin määrittämisessä on käytetty ksylenolimenetelmää, jonka uusitussa muodossa ovat esittäneet BALKS ja REEKERS (1954, s. 121—126). Nitraattityypin määrittäystä varten otetut ruohonäytteet on nopeasti kuivattu 80° C:ssa, jotta ei nitraattityypin määrissä olisi tapahtunut muutoksia kuivatuksen aikana.

Peruslohkolta E vuonna 1956 otetuista ruohonäytteistä on määritetty vielä fosforin, kalsiumin, magnesiumin ja kaliumin määrät. Näiden määrittämistä varten näytteet on poltettu märkäpoltolla (HUMHPRIES 1956, s. 472; SCHARRE

ja MUNK 1956, s. 44—55). Saadusta liuksesta on fosfori määritetty ammoniumvanadaattimenetelmällä (GERICKE ja KURMIES 1952, s. 244—247) sekä kalsium ja magnesium versenaattititrauksella (TUCKER ja BOND 1954, s. 5; HUTTON 1954, s. 20). Viimeksi on suoritettu kaliumin määrittäminen liekkifotometrisesti.

Kuiva-ainesatojen merkitsevät erot on laskettu tilastomatematisesti käyttäen varianssianalyysia (MUDRA 1952, s. 79—87; COCHRAN ja COX 1950, s. 401—405). Raakavalkuissaadoille ja -pitoisuuksille samoin kuin kuitupitoisuuksille on laskettu merkitsevät erot samalla tavoin kuin kuiva-ainesadoille. Korrelaatiolaskuilla on selvitetty kullakin koejäsenellä erikseen syötön alkaessa olleen kuiva-ainemäärän ja sen raakavalkuuspitoisuuden välinen vuorosuhde (BONNIER ja TEDIN 1957, s. 145—166). Samoin on laskettu syöttökerralla kulutetun ruohomäärän ja sen raakavalkuuspitoisuuden välinen korrelaatio. Saatujen korrelaatioiden luotettavuus on selvitetty varianssianalyysillä. Korrelaatio- ja regressiokertoimien erotusten merkitsevyys on selvitetty QUENOUILLEN (1950, s. 133—135) mukaan.

Erilaisen korjuuasteen aiheuttamia virheitä eri koejäsenten raakavalkuissaadoissa ja kuituprosenteissa on poistettu kovarianssianalyysillä (MUDRA 1952, s. 93—98).

Kuiva-aine- ja raakavalkuissaadot

Taulukossa 23 esitetään kuiva-ainesadot koejäsenittäin eri vuosina. Samassa taulukossa ovat myös tulosten merkitsevyyttä kuvaavat F-arvot ja pienimmät merkitsevät satoerot 95 %:n luotettavuudella. F-arvon jäljessä * merkitsee, että satoeroilla on 95 %:n luotettavuus, ** satoeroilla 99 %:n luotettavuus ja

Taulukko 23. Kuiva-ainesadot (kg/ha) koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 23. Dry matter yields (kg/ha) of pasture in nitrogen fertilization trials at the Malmi Experimental Farm in the years 1951—56.

Koejäsen Treatment	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average
a 0 Nks	2 840	3 010	3 310	3 510	3 050	3 830	3 280
b 400 »	4 280	4 080	4 590	4 420	3 720	4 660	4 300
c 800 »	5 030	4 710	4 980	5 300	3 700	5 920	4 940
d 1 260 »	4 770	4 820	5 640	5 420	3 740	5 560	5 030
Keskim. Average	4 160	4 160	4 630	4 660	3 550	4 990	4 380
F-arvo F-value	5.52*	6.32*	13.91***	4.27*	1.21	7.52**	33.04***
Merkitsevä satoero L. S. D.	1 450	1 060	820	1 380	—	1 100	400

Vuosien välinen F-arvo 7.68**, merkitsevä satoero 490.

F-value: Years 7.68**, L.S.D.: 490.

*** satoeroilla 99.9 %:n luotettavuus. Samaa merkitsemistapaa on käytetty myös kaikissa seuraavissa taulukoissa.

Esitetyn taulukon tarkastelu osoittaa ensinnäkin, että vuosien välillä on esiintynyt merkitseviä satoeroja. Erityisesti vuonna 1955 sadot olivat kuivuu- den takia pieniä (vrt. taulukko 18). Muut erot ovat johtuneet ilmeisesti nur- mien tiheyden ja kasvukunnon vuosittaisista vaihteluista.

Käytetty typpiväkilannoitus on vuotta 1955 lukuun ottamatta antanut tilas- tollisesti luotettavia sadonlisäyksiä, joskin sadonlisäysten suuruus muinakin vuo- sina on melkoisesti vaihdellut. Touko—syyskuun sademäärä on ollut ilmeisesti ratkaisevimpia niistä tekijöistä, jotka ovat määränneet sadonlisäysten suuruu- den. Vuonna 1951 sadonlisäykset olivat vuoden 1955 ohella pienimmät. Kum- panakin vuonna on vesi muodostunut minimitekijäksi nurmen kasvuille. Vuosi 1953 sen sijaan on ollut sadeolojen puolesta paras, mistä on seurannut, että sadonlisäyksetkin ovat olleet suurimmat.

Keskimäärin on 400 kg/ha kalkkisalpietaria antanut sadonlisäystä 1020 kg/ha laidunruohon kuiva-ainetta eli 16.7 kg annettua typpikiloa kohti. Seu- raavan 400 kg:n antama sadonlisäys on ollut vain 640 kg/ha kuiva-ainetta. Typpikilolla on tällöin siis saatu 10.3 kg kuiva-ainetta. Keskimäärin 1 260 kg:n salpietarilannoituksella ei ole saatu enää vuotta 1953 lukuun ottamatta merkitsevää sadonlisäystä 800 kg/ha kalkkisalpietaria saaneen koejäsenen satoon verrattuna.

Malminkartanon kokeesta on laskettu myös eri-ikäisten nurmien antamat kuiva-ainesadot, jotka on esitetty taulukossa 24. Koiranheinävaltainen laidun- nurmi ei ole siis pystynyt vielä 1. vuoden nurmessa antamaan parasta satoaan, vaan sen sato on jäänyt noin 500 kg/ha heikommaksi kuin keskimäärin muina vuosina. Vielä 4. vuoden nurmetkin ovat antaneet aivan samaa luokkaa olevan satotuloksen kuin parhaassa kasvukunnossa olleet 2. ja 3. vuoden nurmet.

Taulukko 24. Kuiva-ainesadot (kg/ha) koejäsenittäin eri ikäisillä nurmilla Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 24. Dry matter yields (kg/ha) of different-aged pastures in nitrogen fertilization trials at the Malmi Experimental Farm, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1. vuoden nurmi 1st year ley	2. vuoden nurmi 2nd year ley	3. vuoden nurmi 3rd year ley	4.—5. vuoden nurmi 4—5th year leys	Keskim. Average
a 0 Nks	3 110	3 390	3 490	3 110	3 280
b 400 »	3 680	4 680	4 440	4 430	4 300
c 800 »	4 310	5 180	5 240	5 020	4 940
d 1 260 »	4 950	4 740	5 180	5 250	5 030
Keskim. Average	4 010	4 500	4 590	4 450	4 380

F-arvot: Ikä 3.62*, ikä × lannoitus 0.94.

Merkitsevät erot: Ikä (keskiarvo) 380, ikä × lannoitus 760.

F-values: Age 3.62,* age × fertilization 0.94.

L. S. D.: Age (average) 380, age × fertilization 760.

Taulukko 25. Raakavalkuaissadot (kg/ha) koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 25. Crude protein yields (kg/ha) in pasture trial at the Malmi Experimental Farm, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average
a 0 Nks	463	519	551	630	522	638	558
b 400 »	775	799	887	804	688	879	810
c 800 »	872	1 005	1 001	940	770	1 211	989
d 1 260 »	1 009	1 180	1 235	1 267	842	1 211	1 134
Keskim. Average	780	876	919	935	705	985	873
F-arvo F-value	5.99*	12.67**	22.52***	10.00**	5.56*	8.54**	59.46***
Merkitsevä satoero L. S. D.	328	255	185	281	186	305	92

Vuosien välinen F-arvo 6.91**, merkitsevä satoero 112.

F-value between years 6.91**, L. S. D. 112.

Typpilannoituksen vaikutus ei ole ollut merkittävästi nurmen iästä riippuvainen. Ainoa huomattava tulos lienee tällä kohdin, että 400 kg salpietaria hehtaarille on antanut 1. vuoden nurmessa vain pienen sadonlisäyksen. Selityksenä voidaan mainita, että 400 kg/ha kalkkisalpietaria ei ole ollut riittävän suuri koiranheinälle antamaan suuria satoja, mutta sen sijaan se on saattanut häiritä apilan kasvua; apilaa 0-koejäsenellä on ollut noin 15 % kasvustosta. Vanhemmissa nurmissa ei ole ollut enää mainitsemisen arvoisia eroja typpilannoituksen antamissa sadonlisäyksissä.

Suoritettujen raakavalkuaismääritysten perusteella saadut raakavalkuaissadot ovat esitettyinä taulukossa 25. Tässä yhteydessä todettakoon vain, että vuosien välillä on esiintynyt raakavalkuaissadoissa samantapaisia eroja kuin kuiva-ainesadoissa. Kuivat vuodet 1951 ja 1955 ovat antaneet huomattavasti huonomman tuloksen kuin muut vuodet. Taulukosta 25 nähdään, että typpi-väkilannoitus on kaikkina vuosina antanut merkitseviä raakavalkuaissadon lisäyksiä. Koska rv-prosentti on kohonnut typpilannoituksen vaikutuksesta (vrt. taulukko 30), on raakavalkuaissato lisääntynyt selvästi myös v. 1955, jolloin kuiva-ainesadon lisäys on ollut niin pieni, että on jäänyt virherajojen sisään.

Keskimäärin 1 260 kg:lla kalkkisalpietaria hehtaaria kohden on saatu noin 600 kg:n raakavalkuaissadon lisäys 0-koejäsenen antamaan satoon verrattuna. Suurin lisäys on ollut ensimmäisellä 400 kg:lla kalkkisalpietaria, jolla se on ollut 250 kg/ha. Seuraavalla 400 kg:lla on saatu enää 180 kg:n lisäys raakavalkuaissatoon. Yli 800 kg:n lisätty salpietarilannoitus on vielä v. 1953 ja 1954 antanut varsin huomattavia sadonlisäyksiä. Vuonna 1953 tämä nousu on ilmeisesti johtunut kuiva-ainesadon lisäytymisestä ja v. 1954 raakavalkuaissadon prosentin

Taulukko 26. Typpikilolla saatu raakavalkuaissadon lisäys ja typen hyväksikäyttöprosentit koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 26. Crude protein yield increases and nitrogen recovery % in pasture fertilization trials at the Malmi Experimental Farm, 1951—56.

Vuosi Year	Rv-sadon lisäys kg/kg N Cr. protein yield increase kg/kg N			Sadossa saatu % annetusta tpestä % N recovered in yield		
	400 Nks	800 Nks	1260 Nks	400 Nks	800 Nks	1260 Nks
1951	5.0	1.6	1.9	81	25	30
1952	4.5	3.3	2.0	72	53	32
1953	5.4	1.8	3.8	87	29	60
1954	2.8	2.2	2.8	45	35	45
1955	2.7	1.3	1.2	43	21	19
1956	3.9	5.4	—	62	86	—
Keskim. Average	4.06	2.89	2.03	65	46	33

muita vuosia suuremmasta kohoamisesta, joka puolestaan on johtunut mainittuna vuonna tälle koejäsenelle annetusta täysin suunnitelman mukaisesta 1 600 kg/ha kalkkisalpietarilannoituksesta. Keskimäärin on näinä kuutena vuotena saatu 800 kg:n ylittäneellä salpietarilannoituksella 145 kg:n raakavalkuaissadon lisäys hehtaaria kohden.

Malminkartanon kokeesta on edelleen laskettu yhdellä typpikilolla saatu raakavalkuaissadon lisäys sekä montako sadannesta annetusta tpestä on saatu raakavalkuaissadon lisäyksenä takaisin. Sadonlisäykset ja typen hyväksikäyttö-sadannekset on laskettu aina lähinnä pienemmällä typpilannoituksella saatuun satoon verrattuna. Tulokset näistä laskelmista ovat esitettyinä taulukossa 26. Se osoittaa varsin selvästi, miten typpikilolla saatu sadonlisäys on pienentynyt, kun on käytetty runsasta typpiväkilannoitusta. Tästä on ollut myös seurauksena, että sitä pienempi osa annetusta lannoitetypestä on saatu sadossa takaisin, mitä runsaampaa typpilannoitusta on käytetty.

Tarkasteltakoon vielä raakavalkuaissatoja koejäsenittäin eri-ikäisillä nurmilla taulukossa 27 olevien lukujen valossa. Raakavalkuaissato on niiden mukaan ollut pienin 1. vuoden nurmissa ja kaikilla yhtä vuotta vanhemmilla nurmilla keskenään yhtä suuri. Eri typpilannoitusjäsenillä satojen paremmuusjärjestys sen sijaan on vaihdellut. Suurin raakavalkuaissato on saatu a ja b koejäsenillä 2. vuoden nurmesta, c koejäsenellä 3. vuoden nurmesta ja d koejäsenellä vasta 4. vuoden nurmesta. Typpilannoituksella saadut raakavalkuaissadon lisäykset ovat suurentuneet jonkin verran nurmen iän lisääntyessä, ja siten annetusta tpestä on yhä suurempi osa saatu sadossa takaisin.

Ruohon laatu

Kuiva-ainepitoisuus

Sato on jouduttu suoritettussa kokeessa määrittämään hyvin vaihtelevissa olosuhteissa perättäisinäkin syöttökertoina. Ennen kaikkea ruohon kuiva-ainepitoisuudessa on esiintynyt suuria eroja, jotka ovat johtuneet sateesta, kasteesta,

Taulukko 27. Raakavalkuaissadot (kg/ha) ja typen hyväksikäyttöprosentit koejäsenittäin eri ikäisillä nurmilla Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 27. Crude protein yields (kg/ha) and nitrogen recovery % on different-aged leys in pasture trial at the Malmi Experimental Farm, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1. vuoden nurmi 1st year ley		2. vuoden nurmi 2nd year ley		3. vuoden nurmi 3rd year ley		4.—5. vuoden nurmi 4—5th year ley	
	Rv-sato Cr. protein yield	N:n hyväksikäyttö % N recovery %	Rv-sato Cr. protein yield	N:n hyväksikäyttö % N recovery %	Rv-sato Cr. protein yield	N:n hyväksikäyttö % N recovery %	Rv-sato Cr. protein yield	N:n hyväksikäyttö % N recovery %
a 0 Nks	542	—	621	—	555	—	513	—
b 400 »	679	35	912	75	838	73	812	77
c 800 »	844	39	1 010	50	1 072	67	1 029	67
d 1 260 »	1 025	43	1 077	37	1 157	49	1 274	59
Keskim. Average.....	773	—	905	—	906	—	907	—

F-arvot: Nurmen ikä 4.39**, ikä × lannoitus 0.95°.

Merkitsevä ero: Ikä (keskiarvo) 91, ikä × lannoitus 181.

F-values: Age of ley 4.39**, age × fertilization 0.95°.

L. S. D.: Age (average) 91, age × fertilization 181.

pitkäaikaisista poudista ym. ulkonaisista tekijöistä. Tämä on aiheuttanut, että yksittäisiin määrityksiin ei ole kannattanut kiinnittää huomiota. Sen sijaan jo koko laidunkauden aikana otettujen näytteiden keskiarvoilla voidaan katsoa olleen merkitystä koejäsenten välisten erojen osoittajana. Vieläkin luotettavam-pina voidaan pitää kuuden vuoden keskiarvoja. Etuniitossa olleen ruohon kuiva-ainepitoisuudet nähdään taulukosta 28.

Typpilannoituksella näyttää siis olleen taulukon 28 mukaan selvä kuiva-ainepitoisuutta alentava vaikutus. Taulukossa 29 tarkastellaan vielä ruohon kuiva-ainepitoisuuksia laidunkauden eri aikoina; tällöin laidunkausi on jaettu kolmeen osaan, kevät-, keskikesä- ja syyskauteen. Näiden kausien rajat selviävät myös taulukosta 29. Edelleen on laskettu keskiarvot kuudelta vuodelta, mutta myös erikseen neljältä vuodelta jättäen pois kuivat kesät 1951 ja 1955.

Taulukko 28. Ruohon kuiva-aineprosentit koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956 (koealaniitot ennen syöttöä).

Table 28. Dry matter percentages of grass in pasture fertilization trials at Malmi, 1951—56. (Sample cuts made before grazing.)

Koejäsen Treatment	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average
a 0 Nks	27.4	22.5	22.2	21.6	26.6	23.0	23.8
b 400 »	26.3	21.6	19.5	20.7	27.0	21.2	22.5
c 800 »	28.1	21.1	19.4	19.1	25.6	20.8	22.1
d 1 260 »	24.9	19.6	18.6	18.9	25.2	20.6	21.1
Keskim. Average	26.6	21.1	19.8	20.0	26.1	21.4	22.3

Taulukko 29. Kuiva-aineprosentit kesän eri aikoina koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956 (6 vuotta = kaikki vuodet, 4 vuotta = vuodet 1952—1954, 1956).
Table 29. Dry matter percentages of grass at different times during the summer in pasture fertilization trials at Malmi, 1951—56. (6 years = all the years; 4 years = 1952—54, 1956.)

Koejäsen <i>Treatment</i>	Ennen 1. 7. <i>Before 1. 7.</i>		1. 7. — 15. 8.		Jälkeen 15. 8. <i>After 15. 8.</i>		Keskimäärin <i>Average</i>	
	6 vuotta <i>6 years</i>	4 vuotta <i>4 years</i>	6 vuotta <i>6 years</i>	4 vuotta <i>4 years</i>	6 vuotta <i>6 years</i>	4 vuotta <i>4 years</i>	6 vuotta <i>6 years</i>	4 vuotta <i>4 years</i>
a 0 Nks	23.7	23.8	25.2	23.1	22.1	19.9	23.8	22.3
b 400 »	21.7	21.5	24.3	21.6	21.5	19.1	22.5	21.2
c 800 »	22.1	21.6	23.3	21.0	21.0	17.8	22.1	20.1
d 1 260 »	21.6	21.2	22.4	20.0	19.7	17.6	21.0	19.5
Keskim. <i>Average</i>	22.2	21.9	23.8	21.4	22.3	18.5	22.3	20.7

Erityisesti on huomattava, että runsassateisina syksyinä saattavat kuiva-aineprosentit laskea melko pieniksi, varsinkin milloin typpilannoitus on runsasta. Niinpä d ja c koejäsenillä on ollut 4:n kostean vuoden syyskauden keskimääräinen kuiva-ainepitoisuus 17.7 %, kun vastaavana nelivuotiskautena koko laidunkauden ruohon kuiva-aineprosentti on ollut 20,7. Kuiva-ainepitoisuuden alenemisella on saattanut olla haitallisia vaikutuksia eläinten ruokinnan kannalta. Saarinén on tehnyt syksyllä 1956 tämän laidunkokeen yhteydessä asiaa valaisevia tutkimuksia analysoimalla eläinten verinäytteitä, jotka oli otettu eläinten ollessa eri typpilannoituskoejäsenillä ja siten olivat myös syöneet kuiva-ainepitoisuukseltaan erilaista ruohoa. Tutkimuksen mukaan vallitsi veren jännöstyksen määrän ja ruohon kuiva-ainepitoisuuden välillä negatiivinen korrelaatio, $r = -0.6077$ (SAARINEN 1957, s. 58).

Raakavalkuaispitoisuus

Jo raakavalkuaissatoja tarkasteltaessa on huomattu, että ne ovat lisääntyneet typpilannoituksen vaikutuksesta suhteellisesti enemmän kuin kuiva-ainesadot. Tämä on luonnollisesti johtunut kuiva-aineen raakavalkuaispitoisuuden kohoamisesta. Taulukosta 30 selviävät nämä kuiva-aineen raakavalkuaisprosentit koejäsenittäin eri vuosina. Luvut osoittavat, että vuosien välillä on esiintynyt eroja rv-pitoisuudessa, mutta ne eivät ole olleet yhtä suuria kuin kuiva-aine- ja rv-sadossa. $Rv\text{-}\%$:n vuosien välinen F-arvohan on ollut vain 3.30*, kun se kuiva-ainesadossa on ollut 7.68*** ja rv-sadossa 6.91***. Typpilannoituksen aiheuttama rv-prosenttien nousu on ollut melko lailla samansuuntainen eri vuosina, mitä kuvastaa F-arvo vuodet \times lannoitus, joka on ollut vain 0.64. $Rv\text{-}\%$:n kohoaminen typpilannoituksen vaikutuksesta on ollut siis hyvin säännöllistä. Niinpä 100:aa typpikiloa kohti on raakavalkuaispitoisuus noussut 400 kg:lla kalkkisalpietaria 2.7 %-yksikköä, 800 kg:lla 2.3 %-yksikköä ja 1 260 kg:lla keskimäärin 3.5 %-yksikköä. Taulukosta 30 näemme edelleen, että 1 260

Taulukko 30. Raakavalkuaisprosentit koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 30. Crude protein percentages in pasture fertilization trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average
a 0 Nks	15.9	17.2	16.4	17.8	17.4	16.8	16.9
b 400 »	17.5	19.6	19.2	18.0	18.5	18.7	18.6
c 800 »	17.2	21.2	20.2	19.6	20.8	20.5	20.0
d 1 260 »	21.2	24.4	22.1	23.6	22.8	21.6	22.7
Keskim. Average	18.0	20.6	19.5	19.7	19.9	19.4	19.6
	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskim. Average
F-arvo F-value	9.53*	24.0***	6.85**	6.80**	8.10**	8.88**	45.71***
Merkitsevä ero L. S. D.	2.6	2.0	3.1	3.3	2.7	2.3	1.0

F-arvot: Vuodet 3.30*, vuodet \times lannoitus 0.64.

F-values: Years 3.30*, years \times fertilization 0.64.

kg:n salpietarilannoituksella on saatu jo hyvin raakavalkuaispitoista rehua. Suurimpina yksittäisten lohkojen koko vuoden keskiarvoina voidaan mainita, että v. 1952 3. vuoden nurmessa rv-pitoisuus on ollut 26.6 % ja v. 1953 5. vuoden nurmessa 27.0 %. Puna-apilankaan rv-pitoisuus ei ole ollut Viikin typpilannoituskokeessa tätä suurempi (vrt. sivu 180, taul. 12).

Jo useissa tutkimuksissa on todettu, että kasvuston vanhetessa sen raakavalkuaispitoisuus on pienentynyt (POIJÄRVI 1931, s. 84; OLSON, ÅKERBERG ja BLIXT 1955, s. 150—152; ØDELIEN ja HVIDSTEN 1957, s. 255). Vaikka Malminkartanon laidunkokeessa on syöttö pyritty aloittamaan ruohon ollessa samalla kehitysasteella, ei tässä aina ole onnistuttu. Toisinaan ruohoa on ollut tarpeeseen nähden liian paljon, jolloin syöttö on aloitettu myöhään. Toisaalta on jouduttu usein syöttämään lohko melko pian edellisen syötön jälkeen uudelleen. Syöttöä ei ole voitu myöskään lopettaa aina samalla asteella. Joskus on jäänyt syömättä yli 1 500 kg kuiva-ainetta hehtaaria kohti, toisinaan taas ruoho on syöty aivan tarkkaan. Näin ollen kuiva-aineen kulutus hehtaaria kohden on ollut erilainen eri syöttökerroilla. Koejäsenittäin tarkasteltaessa ei enää ole ollut kovin suuria eroja (vrt. sivu 192, taul. 21), mutta näilläkin eroilla on voinut olla vaikutusta raakavalkuaispitoisuuteen.

Syötön alkaessa lohkolla olleen ruohon kuiva-ainemäärän (kg/ha) ja vastaavan rv-prosentin välinen korrelaatio on selvitetty regressioanalyysillä. Nämä on suoritettu koejäsenittäin sekä koko aineistosta että vain neljältä vuodelta jättäen kuivat vuodet 1951 ja 1955 pois laskelmista. Taulukossa 31 ovat esitettyinä saadut regressioyhtälöt, korrelaatiokertoimet ja regressiosuorien merkitse-

vyyttä kuvaavat F-arvot. Voidaan ensiksikin todeta, että korrelaatio on esiintynyt huomattavasti selvempänä neljänä kosteusoloiltaan lähes samanlaisena vuonna kuin kaikkina kuutena vuonna. Tuloksista voidaankin päätellä, että kosteina vuosina on ollut kiinteämpi vuorosuhde syötön alussa olleen kuiva-ainemäärän ja vastaavan rv-pitoisuuden välillä kuin kuivina vuosina. Kuivina kausina on syöttö yleensä jouduttu aloittamaan normaalia aikaisemmin, joten etuniitossa olleen ruohon kuiva-ainemäärä on pienentynyt. Samanaikaisesti ruohon laatukin on heikentynyt, siinä on ollut jo kuivunutta ruohoa ja siten rv-pitoisuus on laskenut. Mainitut tekijät ovat vaikuttaneet päinvastaisesti edellisiin yhtälöihin nähden, ja siten on ymmärrettävissä kuivien kausien edellä esitettyä korrelaatiota pienentävä vaikutus.

Taulukosta 31 voidaan lisäksi todeta, että on ollut negatiivinen korrelaatio syötön alkaessa olleen ruohon kuiva-ainemäärän ja sen raakavalkuaisprosentin välillä muissa tapauksissa paitsi koko aineistosta laskien koejäsenellä b. Korrelaatio on yleensä ollut vähän selvempi, kun typpimäärät ovat olleet runsaat, kuin milloin tyyppiä ei ole annettu ensinkään tai sitä on annettu vain pienin kokeessa käytetty määrä.

Taulukkoon 32 on samalla tavoin kuin taulukkoon 31 laskettu syöttökerralla kulutetun ruohon kuiva-ainemäärän (kg/ha) ja sen raakavalkuaisprosenttien väliset regressioyhtälöt ja korrelaatiokertoimet niiden merkitsevyyttä kuvaavine F-arvoineen. Huomataan, että koejäsenellä b, jolle on annettu kahdena eränä yhteensä 400 kg/ha kalkkisalpietaria, on ollut pienin korrelaatio. Tämän voidaan katsoa johtuneen siitä, että vain parin syöttökerran edellä on

Taulukko 31. Syötön alkaessa olleen kuiva-ainemäärän (100 kg/ha = x) ja vastaavan raakavalkuaisprosentin (y) väliset regressioyhtälöt ja korrelaatiokertoimet Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 31. Regression equations and correlation coefficients between amount of dry matter (100 kg/ha = x) and the corresponding crude protein percent (y) in herbage at the beginning of grazing in pasture trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment	Suoran yhtälö Regression equation	r	F-arvo F-value
a 0 6 v. - years	$y = 17.8 - 0.138 x$	-0.255	8.89**
a 0 4 » »	$y = 19.1 - 0.213 x$	-0.408	17.20***
b 400 Nks 6 » »	$y = 18.8 - 0.097 x$	-0.154	3.48 ^o
b 400 » 4 » »	$y = 19.4 - 0.125 x$	-0.205	4.32*
c 800 » 6 » »	$y = 22.1 - 0.154 x$	-0.292	13.33***
c 800 » 4 » »	$y = 22.9 - 0.231 x$	-0.487	32.26***
d 1260 » 6 » »	$y = 22.7 - 0.118 x$	-0.243	9.76**
d 1260 » 4 » »	$y = 23.7 - 0.155 x$	-0.319	12.26***
Yhteisregressio kaikista koejäsenistä:			
Combined regression from all treatments:			
6 v. - years	$y = 20.2 - 0.127 x$	-0.235	33.92***
4 » »	$y = 21.5 - 0.182 x$	-0.352	56.55***

Taulukko 32. Syöttökerralla kulutetun ruohon kuiva-ainemäärän (100 kg/ha = x) ja vastaavan rv-prosentin (y) väliset regressioyhtälöt ja korrelaatiokertoimet Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 32. Regression equations and correlation coefficients between amount of dry matter (100 kg/ha = x) and the corresponding crude protein percent (y) in the herbage consumed during the grazing period in pasture trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment		Suoran yhtälö Regression equation	r	F-arvo F-value
a	0 6 v. - years	$y = 19.3 - 0.250 x$	-0.255	8.47**
a	0 4 » »	$y = 19.9 - 0.298 x$	-0.328	10.17**
b	400 Nks 6 » »	$y = 20.4 - 0.167 x$	-0.141	2.69°
b	400 » 4 » »	$y = 20.8 - 0.185 x$	-0.164	2.44°
c	800 » 6 » »	$y = 23.5 - 0.361 x$	-0.323	17.32***
c	800 » 4 » »	$y = 24.5 - 0.406 x$	-0.412	21.07***
d	1 260 » 6 » »	$y = 26.0 - 0.348 x$	-0.379	25.51***
d	1 260 » 4 » »	$y = 27.3 - 0.444 x$	-0.467	29.30***
Yhteisregressio kaikista koejäsenistä: Combined regression from all treatments:				
	6 v. - years	$y = 22.6 - 0.297 x$	-0.290	51.15***
	4 » »	$y = 23.5 - 0.358 x$	-0.363	58.64***

annettu salpietarilannoitus. Salpietarilannoitusta seuraavien syöttökertojen rv-% on ollut keskimäärin 20.2 ja muiden syöttökertojen 18.6. Salpietarilannoitus on siis nostanut lähinnä levitystä seuranneen syöttökerran rv-pitoisuutta.

Kun typpilannoitus on ollut runsasta, ovat regressio- ja korrelaatiokertoimet olleet suuremmat, kuin milloin ei ole annettu typpilannoitusta tai on annettu vain vähän. Näiden regressiokertoimien erotusten merkitsevyyttä on testattu varianssianalyysia käyttäen, jolloin ei kuitenkaan ole saatu näille erotuksille tilastollista luotettavuutta. Voidaankin siis vain todeta, että rv-prosentti on kuiva-ainemäärän noustessa pienentynyt vähän enemmän runsaasti typpellä lannoitetuilla koejäsenillä kuin ilman typpä jääneillä koejäsenillä, mutta pienennys ei ole ollut tilastollisesti merkitsevä.

Raakavalkuaispitoisuus on laskettu myös eri-ikäisiltä nurmilta koejäsenittäin. Saadut raakavalkuaisprosentit on korjattu kovarianssianalyysilla vastaamaan samaa syöttökerralla kulutettua kuiva-ainemäärää kaikilla koejäsenillä. Tulokset ovat taulukossa 33. Se osoittaa, että nurmen iällä ei siis keskimäärin näytä olleen vaikutusta kuiva-aineen raakavalkuaisprosenttiin. Sen sijaan annettun typpilannoituksen runsaus on vaikuttanut raakavalkuaispitoisuuden kehitykseen nurmen iän mukana. Koejäsenellä a rv-% on laskenut nurmen iän lisääntyessä, koejäsenellä b se on pysynyt muuttumattomana ja koejäsenillä c ja d se on selvästi noussut.

Esitetyt prosenttiluvut osoittavat, että runsaalla typpilannoituksella on ollut jälkivaikutusta. Ilmeisesti maahan on vähitellen kertynyt helposti hajoavia orgaanisia typpiyhdisteitä, jotka myöhemmin ovat tulleet kasvien käyttöön.

Taulukko 33. Raakavalkuaisprosentit laidunruohon kuiva-aineesta koejäsenittäin eri ikäisillä nurmilla Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 33. Crude protein percent of dry matter in leys of different age in pasture trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1. vuoden nurmi 1st year ley	2. vuoden nurmi 2nd year ley	3. vuoden nurmi 3rd year ley	4.—5. vuoden nurmi 4—5th year ley	Keskim. Average
a 0 Nks	16.5	17.6	15.9	15.7	16.4
b 400 »	18.1	19.6	18.8	18.1	18.6
c 800 »	19.6	19.9	21.0	21.0	20.3
d 1 260 »	21.5	22.8	22.7	24.5	22.9
Keskim. Average	18.9	20.0	19.6	19.8	19.6

F-arvot: Ikä 2.47, ikä × lannoitus 2.10*.

Merkitsevä ero: Ikä × lannoitus 1.9 %.

F-values: Age 2.47, age × fertilization 2.10*.

L. S. D.: Age × fertilization 1.9 %.

Myös raakavalkuaispitoisuuksia käsiteltäessä laidunkausi on jaettu kolmeen osaan, kevätkauteen, keskikesään ja syyskauteen, kuten kuiva-aine-pitoisuuksia tarkasteltaessa (vrt. sivu 199). Kuiva-aineen raakavalkuaisprosentit koejäsenittäin kesän eri aikoina selviävät taulukosta 34. Sen mukaan rv-pitoisuus on ollut keskikesällä 1.4 %-yksikköä pienempi kuin kevät- ja syyskausina. Todettakoon vielä, että kuivana kesänä 1955 rv-% oli keskikesällä yli 4 %-yksikköä pienempi kuin saman vuoden keväällä ja syksyllä. Kaikissa tapauksissa on rv-pitoisuus ollut keskikesällä 0-koejäsenelläkin yli 14 % kuiva-aineesta. Vielä tätäkin määrää on pidettävä eläinten tarpeeseen nähden riittävänä.

Eri lannoituskoejäseniä tarkasteltaessa on huomattava, että koejäsenellä b eli 400 kg/ha kalkkisalpietaria on ollut keväällä selvästi korkeampi rv-pro-

Taulukko 34. Raakavalkuaisprosentit laidunruohon kuiva-aineesta kesän eri aikoina koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 34. Crude protein percent of dry matter in leys at different times during the summer in pasture trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment	Ennen 1. 7. Before 1. 7.	1. 7—15. 8.	Jälkeen 15. 8. After 15. 8.
a 0 Nks	17.6	16.7	18.9
b 400 »	20.9	17.8	19.5
c 800 »	21.0	20.0	20.3
d 1 260 »	23.8	23.3	24.6
Keskim. Average	20.8	19.4	20.8

F-arvot: Kesän aika 6.07**, lannoitus × kesän aika 1.44.

Merkitsevä ero: Kesän aika (keskiarvo) 1.0.

F-values: Time 6.07**, Fertilization × time 1.44.

L. S. D.: Time (average) 1.0.

sentti kuin syksyllä. Tämä on ilmeisesti ollut keväällä annetun salpietarilan-
noituksen vaikutusta. Koska koejäsenille c ja d on salpietaria levitetty vielä
keskikesälläkin useita kertoja, on tällöin myös rv-prosentti pysynyt melko kor-
keana. Suurimpana se on kuitenkin esiintynyt koejäsenen d syyskautena. Tämä
on johtunut todennäköisesti koko kesän jatkuneesta, runsaasta typpilannoituk-
sesta.

Kuitupitoisuus

Kulutetun laidunruohon kuitupitoisuus on selvitetty samalla tavalla kuin
raakavalkuaispitoisuus. Määritykset on siten kuidunkin osalta tehty kaikista
ennen syöttöä ja syötön jälkeen otetuista näytteistä. Seuraavassa ovat esitet-
tyinä vain päätulokset kuitumäärityksistä, koska ei ole katsottu aiheelliseksi
suorittaa yhtä tarkkoja selvityksiä kuidusta kuin raakavalkuaisesta, koska
yleensä kuitumäärillä ei ole merkitystä, vaan ainoastaan kuiva-aineen kuitupitoi-
suudella. Lisäksi pienillä kuitupitoisuuksienkaan eroilla ei ole käytännön mer-
kitystä. Taulukossa 35 esitetään laidunruohon kuiva-aineen kuitupitoisuudet
koejäsenittäin eri vuosina. Luvut osoittavat, että vuosien välillä on esiintynyt
melkoisia kuitupitoisuuden eroja. Erityisesti v. 1951 ja 1952 on ollut pieni
kuitupitoisuus. Annettu typpiväkilannoitus on vähän pienentänyt kuitupitoi-
suutta, joka kuitenkin on tullut selvästi esiin vasta suoritettulla kovarianssi-
analyysillä, jolla on poistettu eri koejäsenten jonkin verran toisistaan poikkeaa-
van korjuuasteen vaikutus. Runsaimman typpilannoituksen saaneen ja ilman
typpilannoitusta jääneen koejäsenen erotus ei tosin ole ollut kuin 1,3 %-yksik-
köä, mutta tällaisesta varsin heterogeenisestä aineistosta saatuna sitä on pidet-
tävä suuntaa osoittavana, kun sillä lisäksi on ollut 95 %:n tilastollinen luo-
tettavuus.

Taulukko 35. Laidunruohon kuiva-aineen kuituprosentit koejäsenittäin Malminkartanon
laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 35. Fibre percent of dry matter in pasture trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1951	1952	1953	1954	1955	1956	Keskiarvo Average	Muunnettu ¹⁾ keskiarvo Corrected ¹⁾ average
a 0	22.0	22.0	24.8	24.7	25.3	24.4	24.0	24.7
b 400 Nks	22.0	21.0	24.5	25.6	25.0	24.7	24.1	24.1
c 800 »	21.9	21.7	25.2	27.0	25.3	25.8	24.6	24.2
d 1 260 »	21.5	20.6	24.2	24.8	24.9	25.1	23.6	23.4
Keskim. Average	21.8	21.3	24.7	25.8	25.1	25.0	24.1	24.1

F-arvo: Lannoitus 4.30*, Merkitsevä ero: Lannoitus 0.7.

F-value: Fertilization 4.30*, L. S. D.: Fertilization 0.7.

¹⁾ Muunnettu syöttökerralla kulutetun kuiva-ainemäärän ja sen kuitupitoisuuden välisen kova-
rianssianalyysin perusteella.

¹⁾ Corrected on the basis of analysis of covariance between the dry matter consumed during
the grazing period and its fibre percent.

Taulukko 36. Laidunruohon kuiva-aineen kuituprosentit eri ikäisillä nurmilla koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa vuosina 1951—1956.

Table 36. Fibre percent of dry matter of different-aged leys in pasture trial at Malmi, 1951—56.

Koejäsen Treatment	1. vuoden nurmi 1st year ley	2. vuoden nurmi 2nd year ley	3. vuoden nurmi 3rd year ley	4.—5. vuoden nurmi 4—5th year ley	Keskim. Average
a 0	24.3	23.7	25.8	25.1	24.7
b 400 Nks	23.2	23.6	24.7	24.9	24.1
c 800 »	23.7	24.3	23.7	25.2	24.2
d 1 260 »	22.9	23.8	22.8	23.8	23.4
Keskim. Average	23.6	23.8	24.3	24.7	24.1

F-arvot: Ikä 6.04**, ikä × lannoitus 1.80.

Merkitsevä ero: Ikä (keskiarvo) 0.7, ikä × lannoitus 1.4.

F-values: Age 6.04**, age × fertilization 1.80.

L. S. D.: Age (average) 0.7, age × fertilization 1.4.

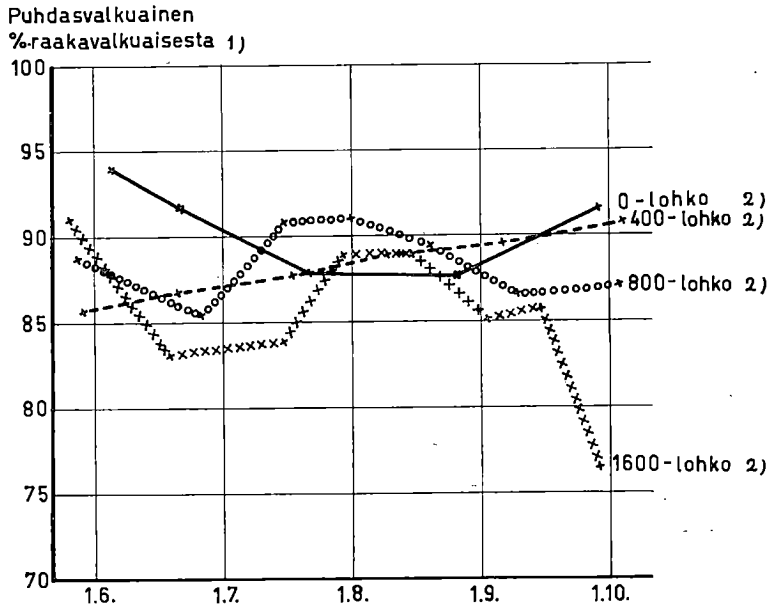
Taulukossa 36 tarkastellaan vielä nurmen iän vaikutusta kuitupitoisuuksiin eri typpilannoituskoejäsenillä. Prosenttiluvut ovat suoritettuna kovarianssianalyysin perusteella määrityksillä saaduista arvoista muunnettuja lukuja.

Nurmen iän lisääntyessä on ruohon kuiva-aineen kuitupitoisuus vähän suurentunut, mutta tämä kuitupitoisuuden lisäys on ollut niin pieni, että sillä tuskin on ollut käytännön merkitystä. Typpilannoitus on vanhoilla nurmilla pienentänyt kuitupitoisuutta vähän enemmän kuin nuorilla nurmilla.

Puhdasvalkuaispitoisuus

Puhdasvalkuaismäärityksiä on suoritettu vain vuonna 1956 peruslohkolta E, jolla mainittuna vuonna oli neljännen vuoden laidunnurmi. Kuvassa 3 esitetään puhdasvalkuaisen %-osuus raakavalkuaisesta koejäsenittäin eri syöttökerroilla kevästä syksyyn v. 1956. Sen mukaan typpilannoitus on siis kohottanut puhdasvalkuaispitoisuutta suunnilleen samassa suhteessa kuin raakavalkuaispitoisuutta, koska puhdasvalkuaisen osuus raakavalkuaisesta on vain hyvin vähän laskenut typpilannoituksen vaikutuksesta. Tätä vähäistäkään laskua ei ole esiintynyt säännöllisesti, vaan siitä on esiintynyt lukuisia poikkeamia.

Hyvin voimakas typpilannoitus (1 600 kg/ha Nks) on kuitenkin lisännyt selvästi vähemmän puhdasvalkuaista kuin raakavalkuaista. Tämä on tullut esiin vasta syyskuun 28. p:nä otetusta näytteestä, jossa puhdasvalkuaisen osuus on ollut noin 10 % pienempi kuin muissa näytteissä. Ennen näytteen ottoa oli lohkolle annettu kesän aikana 1 600 kg/ha kalkkisalpietaria, josta määrästä 600 kg oli levitetty elo—syyskuun aikana, mikä käytännön viljelyssä ei olisi voinut tulla kysymykseen. Malminkartanon laidunkokeessa saadut tulokset sopivat siten tältä osin hyvin yhteen Viikin kenttäkokeessa eri kasvilajeilla saatujen tulosten kanssa (vrt. sivu 181).



Kuva 3. Puhdasvalkuaisen %-osuus raakavalkuaisesta Malminkartanon laidunkokeessa 4. vuoden nurmella vuonna 1956.

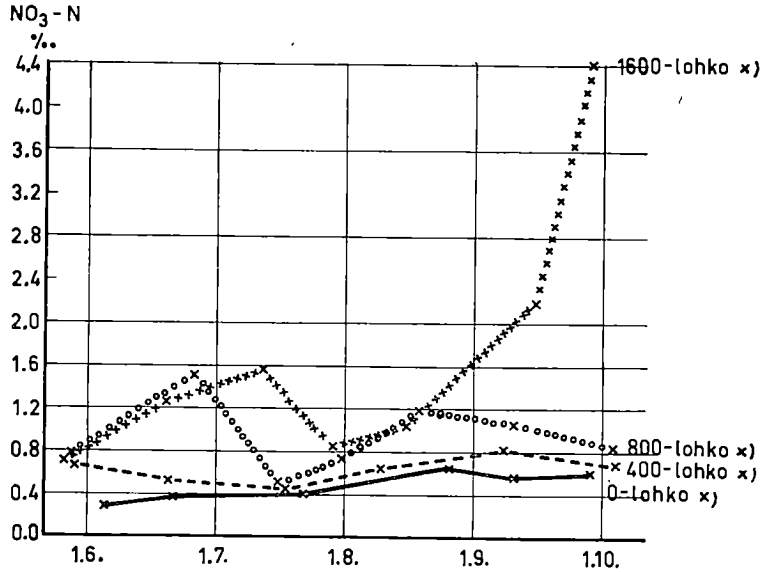
Fig. 3. Pure protein as % of crude protein in 4th-year leys at different times of the growing season 1956. 1) = Pure protein %/o. 2) = Nitrogen treatments 0—1600 kg/ha calcium nitrate fertilizer.

Nitraatti- ja nitriittityppipitoisuus

Koska on mahdollista, että nitraattityppeä voi kertyä kasveihin erittäin voimakkaan typpilannoituksen vaikutuksesta, on Malminkartanon laidunkokeen yhteydessä kiinnitetty huomiota nitraattitypen esiintymiseen laidunruohossa. Jo syksyllä v. 1954 määritettiin Valtion maanviljelyskemiallisessa laboratoriossa muutamista ruohonäytteistä nitraatti- ja nitriittipitoisuus. Tulokset näistä määrittämisistä on jo julkaistu (SAARINEN ja JÄNTTI 1955, s. 76).

Vuonna 1954 suoritettujen määritysten perusteella on alustavasti todettu, että typpilannoitus on nostanut ruohon nitraatti- ja nitriittipitoisuutta. Niitä on ollut yhteensä 0-lohkolta otetussa näytteessä 120 mg kilossa ruohon kuiva-ainetta, mutta niiden määrä on suurentunut lohkolta 800 kg/ha kalkkisalpietaria jo noin 350 mg:aan ja lohkolta 1 600 kg/ha noin 600 mg:aan kilossa ruohon kuiva-ainetta (SAARINEN ja JÄNTTI 1955, s. 75).

Vuonna 1956 on otettu edellisten lisäksi ruohonäytteitä, joista on määritetty nitraattityppipitoisuus. Erityisesti näitä määrittämiä on tehty 4. vuoden nurmelta saadusta ruohosta. Tulokset on esitetty graafisesti kuvassa 4. Siitä nähdään, että typpilannoitus on lisännyt ruohon nitraattityppipitoisuutta. Nousu ei ole ollut kovin suuri, mutta siitä huolimatta $\text{NO}_3\text{-N}$ -pitoisuus on pysytellyt



Kuva 4. NO₃-N-pitoisuus ‰ kuiva-aineesta koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeessa 4. vuoden nurmella vuonna 1956.

Fig. 4. Nitrate content (‰ of dry matter) of 4th-year leys in nitrogen fertilization trial at different times of the growing season 1956. x) Nitrogen treatments 0—1600 kg/ha calcium nitrate fertilizer.

typellä lannoitetuilla lohkoilla koko kesän suurempana kuin tyvellä lannoittamattomalla lohkoilla. Erityisen huomattava on ollut kuitenkin NO₃-N-pitoisuuden lisäys syksyllä 1 600 kg/ha kalkkisalpietaria saaneelta lohkolta otetuissa näytteissä. Niinpä 28. 9. otetuissa näytteissä on ollut 4.6 ‰ NO₃-N ruohon kuiva-aineesta. Tämä määrä on ollut ilmeisesti eläimille haitallista. On kuitenkin huomattava, että typpilannoitus on ollut vielä syyskesälläkin erittäin runsas ja että kasvuedellytykset ovat syyskuussa olleet jo melko huonot. Siten kasvit eivät ole pystyneet muodostamaan annetun typpilannoituksen edellyttämää kuiva-aine- ja valkuaismäärää. Näin ollen ylimäärä typpiä on jäänyt nitraattityppenä kasveihin.

Koska v. 1956 on suoritettu samoista näytteistä sekä puhdasvalkuaisen että nitraattityypen määritykset, on voitu niiden määriä verrata toisiinsa. Niinpä onkin laskettu puhdasvalkuaisen prosenttisen osuuden raakavalkuaisesta (x) ja kuiva-aineen nitraattipitoisuuden (y) välinen korrelaatio. Saatu regressioyhtälö on muodostunut seuraavaksi: $y = -0.113x + 10.88$. Korrelaatiokertoimeksi on tullut -0.643 ja sen luotettavuutta kuvaavaksi F-arvoksi 15.52^{***} . Tutkittujen ominaisuuksien välillä on siten ollut melko selvä negatiivinen korrelaatio. Kasvien tyyppien saannin ollessa hyvin runsasta on niihin samanaikaisesti kertynyt yksinkertaisia typpellisiä yhdisteitä, jotka eivät ole olleet varsinaisia valkuaisaineita, sekä lisäksi suorastaan epäorgaanista nitraattityppiä.

Vuoden 1956 näytteistä on suoritettu myös eräitä nitriittitypen määrityksiä, jotka on keskitetty syyskesällä 1956 otettuihin näytteisiin. Nitriittityppeä ei kuitenkaan missään näytteessä ole havaittu.

Kivennäispitoisuus

Tarkasteltakoon vielä lyhyesti typpilannoituksen vaikutusta ruohon kivennäispitoisuuteen Malminkartanon laidunkokeessa. P:n Ca:n, Mg:n ja K:n pitoisuudet selvitettiin v. 1956 samoista näytteistä kuin puhdasvalkuais- ja nitraattityppipitoisuudet. Koejäsenittäin lasketut keskiarvot selviävät taulukosta 37. Sen mukaan typpilannoitus on varsin vähän vaikuttanut laidunruohon kivennäiskoostumukseen. Koejäsenten sisäiset vaihtelut ovat olleet suuria verrattuna koejäsenten välisiin vaihteluihin, mikä on johtunut monestakin syystä. Kasvusto ei aina ole ollut ruohonäytettä otettaessa samalla kehitysasteella, jolla näyttää olleen vaikutusta erityisesti ruohon kalipitoisuuteen. Myös satunnaisia vaihteluita on luonnollisesti analyysituloksissa esiintynyt. Todettakoon kuitenkin, että kalipitoisuus ei ole tässä kokeessa selvästi noussut typpilannoituksen vaikutuksesta, kuten on tapahtunut Viikin typpilannoituskokeessa (vrt. sivu 183, taul. 14).

4. Tulosten tarkastelua

Koetuloksia arvosteltaessa on otettava huomioon, että kokeet yksin viljellyillä kasveilla ovat eri syistä jatkuneet vain yhden vuoden. Myös Malminkartanon koe keskeytyi poikkeuksellisiin jääpoltetuihin talvella 1956/57 eikä koetta sen jälkeen voitu säännöllisenä jatkaa tutkimusmäärärahojen supistumisen vuoksi.

Viikissä yksin viljellyillä kasveilla suoritettujen kokeiden perusteella voidaan todeta, että N-väkilannoitus ei ole lisännyt eikä vähentänyt apilain satoa. Silti se on ilmeisesti pienentänyt niiden rhizobiumtypen hyväksikäyttöä. Vielä 1 600 kg/ha kalkkialpietaria on antanut heinäkasveilla merkitseviä kuiva-

Taulukko 37. P-, Ca-, Mg- ja K-määrät g/kg laidunruohon kuiva-ainetta koejäsenittäin Malminkartanon laidunkokeen 4. vuoden nurmella vuonna 1956.

Table 37. Amounts of P, Ca, Mg and K (g/kg) in dry matter of herbage in 4th-year ley in pasture trial at Malmi, 1956.

Koejäsen Treatment	P	Ca	Mg	K
a 0	3.3	4.0	1.9	21.7
b 400 Nks	3.3	5.4	2.4	26.3
c 800 »	3.6	3.9	1.9	19.8
d 1 260 »	3.3	5.8	1.8	24.5
Keskim. Average	3.4	4.8	2.0	23.1

ainesadon lisäyksiä, joskin 400 kg/ha ja 800 kg/ha salpietaria ovat antaneet typpikiloa kohden suurempia sadonlisäyksiä. Yleensä koiranheinä, Englannin raiheinä ja nurminata ovat antaneet suurimmat sadot ja hyötäneet parhaiten runsaasta N-lannoituksesta.

Heinäkasvien raakavalkuaispitoisuus on N-lannoituksen vaikutuksesta suuresti kohonnut, vaikka kunkin kasvin typpilannoituskoejäsenet on korjattu samanaikaisesti. Jos eri koejäsenet olisi korjattu kasvuston ollessa samalla kehitystasasteella, olisi raakavalkuaispitoisuuden kohoaminen ollut vieläkin suurempaa.

Korjatun sadon typpiyhdisteiden yksityiskohtainen erottelu ei ole ollut mahdollista. On kuitenkin merkittävä, että suurimpiakin N-määriä käytettäessä puhdasvalkuaisen osuus raakavalkuaisesta on ollut yleensä yhtä suuri kuin käytettäessä pienempiä N-lannoituksia. Ilmeistä kyllä on, että milloin lannoituskertaa seuraavan korjuukerran sato — kasvuajan lyhyiden tai muun tekijän vaikutuksesta — jää vähäiseksi, puhdasvalkuaisen ko. sadannes voi laskea. Samalla myös ruohon NO_3 -pitoisuus voi kohota. Näin tavallisimmin tapahtuu kuivana kautena keskikesällä sekä varsinkin jatkettaessa runsasta N-lannoitusta lämpötilan aletessa syyskesällä. Kun erittäin runsas N-lannoitus lisäksi alentaa ruohon kuiva-ainepitoisuutta, on runsasta N-lannoitusta käytettäessä suositeltavaa antaa lisärehuna hieman kuivaa heinää. Samalla on runsasta N-lannoitusta käytettäessä aloitettava lohkon syöttö vasta sitten, kun kasvusto on saavuttanut laiduntamisasteen (n. 1 500 kg/ha laidunruohon kuiva-ainetta; kasvuston korkeus n. 12—15 cm). Kun nämä varakeinot otetaan huomioon, ei hollantilaisten tutkimusten mukaan (T HART 1963) ruokintafysiologisia häiriöitä ole pelättävissä, vaikka kutakin korjuukertaa (syöttökertaa) edeltänyt N-määrä kohoaisi n. 70—80 kg/ha, jolloin Suomen oloissa vuotuinen N-lannoitus voisi kohota yhteensä n. 250—300 kiloon typpeä hehtaaria kohden. Näin runsaan N-lannoituksen toteuttaminen käytännössä Suomen oloissa asettaa viljelijälle erittäin suuria vaatimuksia. Maan kasvuedellytyksiin on kiinnitettävä kaikissa suhteissa suurta huomiota, samoin laidunnurmen hyväksikäyttöön, jotta sadonlisäykset muodostuisivat riittäviksi ja kannattaviksi ja jotta ruokintafysiologiset häiriöt voitaisiin välttää. Joka tapauksessa on perusteet olemassa näinkin runsaan N-lannoituksen kokeilulle, vaikka edellä selostettujen kokeiden tulokset eivät olekaan tässä mielessä positiivisia.

Ruokintanormien edellyttämää runsaampikaan laidunrehun raakavalkuaispitoisuus ei voine muodostua vahingolliseksi, koska esim. Uudessa Seelannissa ja Tanskassa laidunnetaan yleisesti apilavaltaisilla nurmilla, joilla valkuaispitoisuus on yhtä suuri kuin yllirunsastakin N-lannoitusta käytettäessä heinäkasvivaltaisilla nurmilla. Sen sijaan apilain ja runsaan N-lannoituksen saaneiden heinien raakavalkuainen voi olla koostumukseltaan erilaista, mikä olisi vastaisilla tutkimuksilla selvitettävä. Runsa N-lannoitus on yksin viljellyillä kasveilla kohottanut kuiva-aineen kalipitoisuutta, mutta ei ole alentanut P-, Ca- eikä Mg-pitoisuutta.

Malminkartanon lypsykarjalla syötetyllä n. 22 ha:n salaojitetulla peltoalueella eri N-väkilannoitusten vaikutukset koiranheinävaltaisella nurmella ovat olleet suunnaltaan samat kuin yksin viljellyillä kasveilla Viikissä. Niinpä 400 kg/ha kalkkisalpietaria on antanut N-kiloa kohden kuiva-ainesadon lisäystä 16.7 kg ja raakavalkuaissadon lisäystä 4.06 kg. Sitä seuraavalla 400 kg/ha kalkkisalpietaria on vastaavasti N-kiloa kohden saatu kuiva-ainesadon lisäystä 10.3 kg ja raakavalkuaissadon lisäystä 2.98 kg. Tätä suurempikin N-lannoitus on lisännyt raakavalkuaissatoa 2.03 kg N-kiloa kohden, mutta ei merkittävästi eikä kannattavasti kuiva-ainesatoa. Kokeen mukaan 800 kg/ha kalkkisalpietaria (levitetynä 200 kg/ha kerrallaan) on ollut kannattavaa, mutta sitä runsaampi ei. On kuitenkin mahdollista, että Malminkartanon laidunkoalueen yleinen viljavuustaso ei vielä v. 1951—56 ole ollut riittävä runsaan N-lannoituksen kannalta. Onhan peruslohkojen A, B ja C peruskalkitus ja peruslannoitus suoritettu vasta koekauden aikana. Lisäksi on huomattava, että peruskalkitus ja peruslannoitus ja yleensäkin runsas lannoitus kohottavat maan kasvedellytyksiä maksimiinsa vasta voimaperäisen viljelyn jatkuttua useampia vuosia. Mikäli Malminkartanon laidunkoetta olisi voitu jatkaa alkuperäisen suunnitelman mukaisena, on ainakin ajateltavissa, että satotaso olisi vielä kohonnut ja että runsaampikin kuin 800 kg/ha kalkkisalpietaria olisi muodostunut kannattavaksi.

Sekä yksin viljellyillä nurmikasveilla että Malminkartanon laidunkokeen tulosten mukaan näyttää ilmeiseltä, että runsasta N-lannoitusta käyttämällä on mahdollista tuottaa lyhytikäisillä laidunnurmilla erittäin valkuaispitoista säilörehun raaka-ainetta. Samalla helpottuu runsaan ja läpi kesän tasaisen laidunruokinnan järjestäminen.

Edellä selostettuja kokeita suoritettaessa ei ole kiinnitetty huomiota laidunruohon nk. typettömien uuteaineiden määrään, joka hollantilaisten tutkimusten mukaan (T HART 1963) N-lannoitusta lisättäessä olennaisesti laskee. Nimenomaan ruohon sokeripitoisuus parantaa ruohon maittavuutta ja vaikuttaa märehitjän pötsin toimintaan.

KIRJALLISUUTTA

- ANTTINEN, O. 1959. Apilanurmen suojaviljalle annettujen lisättyjen salpietarimäärien vaikutuksesta. Summary: The effect of nitrate applied to the nurse crop of clover ley. Maatal. ja koetoim. 13: 122—128.
- BALKS, R. & REEKERS, I. 1954. Bestimmung des Nitratstickstoffs in der Pflanzenasche. Landw. Forsch. 6: 121—126.
- BLACKMANN, G. E. 1936. The influence of temperature and available nitrogen supply on the growth of pasture in the spring. J. Agr. Sci. 26: 620—647.
- BONNIER, G. & TEDIN, O. 1957. Biologisk variationsanalys, 2. painos. 186 s. Tukholma.
- CAREY, V. & MITCHELL, H. L. & ANDERSSON, K. 1952. Effect of nitrogen fertilization on the chemical composition of Bromegrass. Agron. J. 44: 467—469.
- COCHRAN, W. G. & COX, G. M. 1950. Experimental designs. 459 s. New York—London.

- CRAMER, H. 1949. Sannolikhetskalkylen och några av dess användningar. 225 s. Uppsala.
- DAVIES, WILLIAM 1960. Utnyttelse av beitene. Nord. jordbr.forskning. Suppl. 2.
- Duch nitrogenous fertilizer review. Stickstoff, 1960. n:o 4.
- GERICKE, S. & KURMIES, B. 1952. Die kolorimetrische Phosphorsäurebestimmung mit Ammoniumvanadat-molybdat und ihre Anwendung in der Pflanzenanalyse. Z. für Pfl. Ern., Düng. Bodenk. 59: 235—247.
- GIÖBEL, G. 1938. Några resultat av fortsatta försök med salpetergödsling till betesvall. Sv. Betes- och vallför. Årsskr. 20: 171—195.
- HART M. L. 1963. The balance of different chemical components in grass in intensive grassland husbandry. Esitelmä PMY:n Helsingin kongressissa.
- HUMPHRIES, E. C. 1956. Mineral components and ash analysis. Moderne Methoden der Pflanzenanalyse 1: 468—502.
- HUOKUNA, E. 1957. Laitumien syötöstä. Summary: On grazing of pasture. Maatal. ja koetoim. 11: 82—86.
- »— 1958 a. Jääpölytuhot Viikin laidunkoenuurmilla talvikautena 1956/57. Summary: The losses caused by ice cover on the Viik pasture experiment in 1956/57. Ibid. 12: 305—311.
- »— 1958 b. Koiranheinävaltaisen nurmen laiduntamisesta. Laidunyhdyhd. julk. 34: 37—40.
- HUTTON, 1954. Method for the determination of calcium plus magnesium by titration with ethylene-diamine-tetraacetic acid. C. S. I. R. O., Div. of soil: 1—3.
- JÄNTTI, A. 1950. Lyhyt- ja pitkäikäiset laidunnurmet. Laidunyhdyhd. julk. 25: 67—80.
- »— 1953. Koiranheinä ja nurminata lyhytikäisten laidun- ja säilörehunurmien valtakasveina. Summary: Cocksfoot and meadow fescue as main plants in leys for grazing and silage. S. maatal.tiet. seur. julk. 81, 3: 1—64.
- LAINÉ, T. 1955. Eri heinäkasvien suhtautumisesta typpilannoitukseen. Laidunyhdyhd. julk. 31: 14—24.
- LEWIS, R. D. & LANG, R. L. 1957. Effect of nitrogen on yield of forage of eight grasses grown in high altitude meadows of Wyoming. Agron. J. 49: 332—335.
- LINEHAN, P. A. & LOWE, J. 1960. Yielding capacity and grass/clover ratio of herbage swards as influenced fertilizer treatments. 8. Intern. Grassl. Congr. proc.: 133—137.
- Maataloushallituksen vahvistamat lannoitteiden ja rehuaineiden tutkimusmenetelmät. Valt. maanvilj.kem. lab. julk. 2: 1—78.
- MUDRA, A. 1952. Einführung in die Methodik der Feldversuche. 178 s. Leipzig.
- MULDER, E. G. 1949. Effect of fertilizers on the chemical composition of herbage. Fifth Intern. Grassl. Congr.: 61—72.
- OEEC. 1954. Pasture and fodder production in North-West Europe. Paris.
- OLSSON, N. & ÅKERBERG, E. & BLIXT, B. 1955. Investigations concerning formation, preservation and utilization of carotene. Acta agric. Scand. 5: 113—184.
- POIJÄRVI, I. 1931. Korjuuajan vaikutus heinäsadon määrään ja laatuun. Referat: Einfluss der Erntezeit auf Menge und Beschaffenheit der Heuernte. Valt. maatal.koetoim. julk. 35: 1—87.
- QUENOUILLE, M. A. 1950. Introductory statistics. 248 s. London—New York.
- RAMAGE, C. H. & EBY, C. & MATHER, R. E. & PURVIS, E. R. 1958. Yield and chemical composition of grasses fertilized heavily with nitrogen. Agron. J. 50: 59—62.
- REMY, T. & VASTERS, J. 1931. Investigation on the effect of increasing nitrogen applications to pure and mixed meadow and pasture plants. Landw. Jb. 73: 521—602.
- SAARINEN, P. 1957. Valkuaisliiruokinnan haitallisista vaikutuksista laitumilla. Summary: On the detrimental effects of protein overfeeding on the pasture. Maatal. ja koetoim. 11: 52—61.
- »— & JÄNTTI, A. 1955. Laidunnurmien typpiväkilannoituksesta. Summary: On nitrogen fertilizing of pastures. Ibid. 9: 67—79.

- SALONEN, M. 1949. Tutkimuksia viljelyskasvien juurten sijainnista Suomen maalajeissa. Summary: Investigations of the root positions of field crops in the soils of Finland. Acta agr. fenn. 70,1: 1—91.
- SCHARRER, K. & MUNK, H. 1956. Zur Methodik der nassen Veraschung in der Agrikulturchemischen Analyse. Agrochimica 1: 44—55.
- SEARS, P. D. 1953. Pasture growth and soil fertility. N.Z. journal of science and technology 35: 221—236.
- TUCKER, B. M. & BOND, R. D. 1954. The titration of calcium with ethylenediamine-tetraacetate. Commonw. Scient. and Ind. Res. Org., Div. of Soils, Rep. 9/54, B: 1—5.
- ØDELIEN, M. & HVIDSTEN, L. 1957. Stigende kunstgödselmengder till eng ved ulike slåttetider. Forskn. og Förs. 8: 241—294.

SUMMARY

Results of nitrogen fertilization on pasture

AUGUST JÄNTTI

Agricultural Research Centre, Department of Plant Husbandry, Tikkurila, Finland

JAAKKO KÖYLIJÄRVI

Agricultural Research Centre, S. W. Finland Agricultural Experiment Station, Hietämäki, Finland

In the years 1951—56 the Agricultural Research Centre and the University of Helsinki jointly carried out nitrogen fertilization trials on cocksfoot-dominated pasture at the Malmi Experimental Farm. Nitrogen was applied at rates ranging from 62 to 248 kg/ha annually. In 1952 and 1956 trials were performed at the Viik Experimental Farm, using same rates of nitrogen on different herbage species.

The trials at Viik were made on first-year leys established under a nurse crop. The different annual nitrogen rates were 0, 400, 800 and 1 600 kg/ha calcium nitrate. Four equal applications of fertilizer were made, the first in the early spring and the other after each of the following three cuts. The results for 1952 are shown in Table 6 and those for 1956 in Tables 10—13. Nitrogen fertilization increased the potassium content of the grass but not the contents of phosphorus, calcium or magnesium (Table 14).

The trials area at Malmi in 1951—56 comprised 22 hectares of tiledrained pasture located on muddy sand clay soil. At the time of their establishment, the leys were given ample lime and basic fertilizers (P and K). The following seed mixture was sown:

red clover	5 kg/ha
white »	1.5 »
timothy	15 »
cocksfoot	15 »
Italian ryegrass	7 »
oats	50—75 »

Grazing was begun in the year of sowing, while in the following year each field was subdivided into four paddocks corresponding to the four nitrogen rates: 0, 400, 800 and 1 600 kg/ha calcium nitrate annually. The fertilizer was applied in amounts of 200 kg/ha each time, the first application being made in the early spring and the others after each

grazing period. The paddocks given the largest rate (1 600 kg/ha) did not receive this entire amount every year, but instead an average of 1 260 kg/ha. The whole trial area was grazed by one herd of cattle. The yields of the various paddocks and treatments were determined by sample cuts before and after grazing. The yield of the entire area was also determined by considering the fodder consumption of the cattle.

The system of grazing is shown in Tables 20 and 21 and the yields in Tables 23 and 25. In the years 1951—56 the rate of 400 kg/ha gave an average increase in dry matter yield of 16.7 kg per kg nitrogen and an increase in crude protein of 4.06 kg. The following 400 kg increased the dry matter yield by 10.3 kg and the crude protein yield by 2.98 kg per kg nitrogen. The highest rate of fertilizer (1 600 kg/ha) did not cause an appreciable rise in dry matter but increased the crude protein yield by 2.03 kg per kg N. The average yields in 1951—56 were as follows:

	Calcium nitrate applied	Dry matter kg/ha	Crude protein % of dry matter
1.	0	3 280	16.9
2.	400 kg/ha	4 300	18.6
3.	800 »	4 940	20.0
4.	1 600 »	5 030	22.7
	Average	4 380	19.6

It is possible that the general level of fertility of the Malmi trial pasture may have limited the utilization of the nitrogen applied. If the trials could have been continued, the effect of nitrogen fertilization in increasing the yields would most likely have proved to be enhanced in later years.

WEED CONTROL IN ROOT CROPS WITH DIQUAT
AND PARAQUAT

MAURI TAKALA

Agricultural Research Centre, Häme Agricultural Experiment Station, Pälkäne, Finland

Received April 8, 1964

Chemical control of weeds in root crops has encountered considerable difficulties with the exception of crops belonging to the family *Umbelliferae*. Many attempts, however, have been made to find effective herbicides for use in root crops. In recent years weed control trials in crops of the genus *Beta* have been carried out with mixtures of urea and carbamate herbicides (OMU/BiPC) as well as certain derivatives of pyridazone (PCA), etc. Despite some promising results, the effect of these compounds has not proved reliable enough under Finnish conditions.

In the summer of 1963, several trials were carried out at the Häme Agricultural Experiment Station with the two herbicides *diquat* (9,10-dihydro-8a,10a-diazoniaphenanthrene dibromide) and *paraquat* (1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridylum dimethylsulphate), which were developed by Plant Protection Ltd., England. These herbicides were proved by CRONSHAY (1961) to be extremely effective weed-killers and also to be inactivated as soon as they come in contact with the soil. The present trials were carried out during the latter part of the summer. Therefore, it is not possible to completely establish the efficacy of these herbicides and their methods of use under normal spring conditions. Nevertheless the preliminary results obtained thus far were so promising that they are considered worth publishing.

The first trial was carried out at the beginning of July with the commercial product *Reglone*, containing *diquat* 400 g a.i./l. The harrowed soil was allowed to become overgrown with weeds. *Reglone* was sprayed on the weed stand at a rate of 4 l herbicide in 400 l water per hectare. One day after application, big-leafed turnip was sown broadcast at a rate of 2.5 kg/ha. The weeds died immediately, and the emergence of the turnip seedlings was good.

Later, small amounts of weeds, such as *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Galeopsis tetrahit* and *G. speciosa*, appeared. However, they had little effect on the growth of the turnips. The leaf yield of the crop was very great, 37 500 kg/ha.

The second trial was made on swedes. The crop was sown on July 16 on soil which had been prepared so long before that it was quite badly overgrown with weeds. The herbicides were applied using 440 litres of water per hectare with the exception of the last treatment in which the amount of water was doubled. In this trial both Reglone and the commercial paraquat product Gramoxone containing 200 g/l a.i. were used. No other control measures were carried out.

Table 1 shows that the untreated plots were completely overgrown with weeds, and practically no yield at all was obtained. Reglone at a rate of 2 l/ha, sprayed just after sowing, gave poor weed control, while all the other treatments were very effective in controlling weeds. Reglone had practically no effect on the grasses *Agropyron repens* and *Poa annua*, whereas Gramoxone completely suppressed *Poa* and also appeared to weaken the growth of *Agropyron*. At the time of thinning there were so few weeds in all of the treated plots that they would have constituted no hindrance to thinning. When the herbicide application was made before the swede seedlings had emerged, they suffered no

Table 1. Effect of Reglone and Gramoxone on the growth of weeds and swede. Volume of water 440 litres/ha.

Taulukko 1. Reglonen ja Gramoxonen vaikutus rikkaruohojen ja lantun kasvuun. Liuosmäärä 440 l/ha.

Treatment — Käsitely	% of ground cover 70 days after sowing		Root & top yield of swede Lantun juuri- + naattisato kg/ha
	Peittävyys-% swede lanttu	70 vrk kylvöstä weeds rikkar.	
Untreated — Käsittelemätön	3	91	4200
Reglone just after sowing (June 17) 2 l/ha heti kylvön jälkeen (17. 7.)	40	60	35800
Reglone —»— 5 l/ha	80	15	39800
Reglone just before crop emerg. (June 20) 2 l/ha juuri ennen lantun taimett. (20. 7.)	80	15	36800
Reglone —»— 5 l/ha	80	20	37500
Gramoxone —»— 4 l/ha	75	25	38200
—»— 1)	85	10	42900

1) Double volume of water — Kaksinkertainen vesimäärä

Table 2. Effect of Reglone and Gramoxone on the growth of weeds and fodder sugar beet.
Volume of water 600 litres/ha.

Taulukko 2. Reglonen ja Gramoxonen vaikutus rikkaruohojen ja rehusokerijuurikkaan kasvuun.
Liuosmäärä 600 l/ha.

Treatment — Käsitely		% of ground cover 70 days after sowing Peittävyys-% 70 vrk kylvöstä beets rehusokerijuur.	weeds rikkar.	Root & top yield of beets Rehusokerijuurikkaan juuri- + naattisato kg/ha
Untreated — Käsittelemätön		10	90	4200
Reglone 4 l/ha	3 days after sowing 3 vrk kylvöstä	80	20	30900
Gramoxone 4 l/ha	— —	70	30	35200
Reglone 4 l/ha	5 days after sowing 5 vrk kylvöstä	80	10	34800
Gramoxone 4 l/ha	— —	80	5	32400

damage. On the other hand, seedlings which had even just barely broken through the surface of the soil were completely destroyed.

Trial 3 was made with fodder sugar beets. Sowing was carried out as in Trial 2. Reglone and Gramoxone were applied at the rate of 4 l/ha in 600 l of water. No other control measures were taken. The results of this trial are shown in Table 2 and Figure 1.

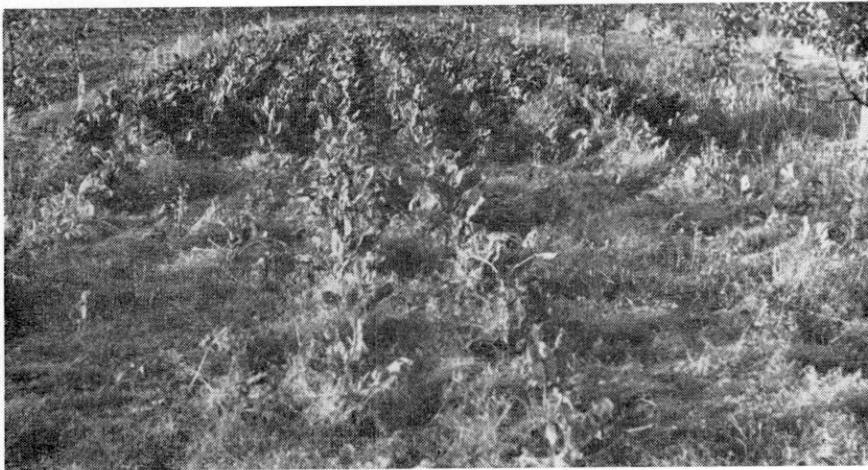


Fig. 1. Plot in the foreground untreated, in the background sprayed with Gramoxone 4 l/ha 5 days after sowing. Crop fodder sugar beet.

Kuva 1. Etualalla käsittelemätön, takana Gramoxonella 4 l/ha 5 vuorokauden kuluttua kylvöstä ruiskutettu rehusokerijuurikkasokeruutu.

The figures in the table indicate that even a delay of two days between sowing and application reduced the amount of weeds by more than one-half. When spraying was made five days after sowing, still better control of weeds was obtained, although some sugar beet seedlings had then emerged and were killed. No other damage occurred to the beets.

Trial 4 was carried out on swedes and lettuce. Seed was sown on August 29 on soil which had previously been harrowed and allowed to become slightly overgrown with weeds. The herbicide was applied just before emergence of the swede seedlings, using a back-spray and 300 litres of water per hectare. Table 3 and Figure 2 shows that the results of this trial were excellent and the weeds were completely eradicated. After application only a few scattered weeds appeared in the treated plots. Gramoxone was slightly more effective than Reglone; it gave complete control of *Poa annua*, while Reglone only scorched the leaves of this weed with the result that the plants rapidly recovered.

Trial 5 was made on fodder sugar beets and mangolds. The crops were sown on August 29 on soil which had previously been harrowed and was slightly overgrown with weeds. The herbicides were sprayed just before the emergence of the crop, using 300 litres of water per hectare. The results, given in Table 4, show that complete control was obtained, and almost no weeds appeared after the treatments. Gramoxone was slightly more effective than Reglone; the effect on *Poa annua* was similar to that in Trial 4.

The purpose of Trial 6 was twofold: firstly, to determine the influence of the methyl parathion insecticide B l a d a n E 6 0 5 upon the activity of Gramoxone and Reglone when it was added to the spray solution, and secondly,

Table 3. Effect of Reglone and Gramoxone on weeds in swede and lettuce. Volume of water 300 litres/ha.

Taulukko 3. Reglonen ja Gramoxonen vaikutus rikkaruohoihin lanttu- ja salaattiviljelyksellä. Liuosmäärä 300l/ha.

Treatment Käsittely	l/ha	Weed cover (%) 28 days after sowing Rikkaruohojen peittä- vyys-% 28 vrk kylvöstä
Untreated Käsittelemätön		70
Gramoxone	2	(+)
—»—	4	(+)
—»—	6	(+)
Reglone	2	+ +
—»—	4	+ +
—»—	6	+ +



Fig. 2. Plot in the foreground treated with Reglone, in the background with Gramoxone. Untreated strip in the middle. Crop swede and lettuce.

Kuva 2. Edessä Reglonella, takana Gramoxonella käsitelty lanttu- ja salaattiviljelys. Keskellä käsittelemätön kaista.

to study the effect of light harrowing of the weed-covered soil before sowing. Swedes and fodder sugar beets were sown on September 14 and the herbicides sprayed on Sept. 21 just before the emergence of the swedes. The results (Table 5) were in part unexpected. Bladan E 605 caused a pronounced increase in the efficacy of Gramoxone; one litre of Gramoxone and 0.75 litre of Bladan E 605 (containing 35% methyl parathion) per hectare led to complete eradication

Table 4. Effect of Reglone and Gramoxone on weeds in mangold and fodder sugar beet. Volume of water 300 litres/ha.

Taulukko 4. Reglonen ja Gramoxonen vaikutus rikkaruohoihin rehu- ja rebusokerijuurikasviljelyksellä. Liuosmäärä 300 l/ha.

Treatment Käsittely	l/ha	Weed cover (%) 28 days after sowing Rikkaruohojen peittä- vyys-% 28 erk kylvöstä
Untreated Käsittelemätön		55
Gramoxone	2	(+)
—»—	4	(+)
—»—	6	(+)
Reglone	2	+
—»—	4	+
—»—	6	+

Table 5. Effect of Reglone and Gramoxone on weeds in swede and fodder sugar beet. Volume of water 300 litres/ha.

Taulukko 5. Reglonen ja Gramoxonen vaikutus rikkaruohoihin lanttu- ja rebusokerijuurikas- viljelyksellä. Liuosmäärä 300 l/ha.

Treatment — Käsitely	l/ha	Weed cover (%) 40 days after sowing Rikkar. peittävyys-% 40 vrk kylvöstä	
		Light. harrowing before sowing Äestetty kevyesti ennen kylvää	Not harrowed Äestämättä
Untreated Käsittelemätön		55	65
Gramoxone	1	10	5
Gramoxone +	1	10	2
Bladan E 605	0.75		
Gramoxone.....	2	10	2
Gramoxone.....	4	7	1.5
Gramoxone +	4	7	1.5
Bladan E 605	0.75		
Reglone.....	1	12	5
Reglone +	1	12	5
Bladan E 605	0.75		
Reglone	2	10	5
Reglone.....	4	10	2
Reglone +	4	10	1
Bladan E 605	0.75		

of weeds, including *Poa*. Obviously the effectiveness was increased by the emulgator in Bladan E 605. Reglone, on the other hand, did not give better control when applied together with Bladan E 605. Light harrowing before sowing decreased the efficacy of weed control. After the harrowed plots had been sprayed, considerable numbers of weed seedlings appeared in them. It appears that when the above-described weed control compounds are used on prepared seed beds which contain weeds, further harrowing before sowing should be avoided. In this trial, as in all the other trials, there was no harmful effect on the crop.

In a further trial Gramoxone was tested for control of weeds in parsley. Since the germination time of parsley is long, weeds were able to emerge and develop before the parsley. As a result, the weed stand was very susceptible to the herbicide, and such good control was obtained that no further hand weeding was necessary.

Discussion and conclusions

Both the herbicides tested in these trials, diquat and paraquat, proved to be very effective when applied as foliar sprays. They affected the aerial parts of all plant species, either killing or severely injuring them. Paraquat was somewhat more effective than diquat, especially against *Poa annua* and *Agropyron repens*. Because of the scanty occurrence of *Agropyron*, these trials did not show with certainty whether paraquat is able to prevent the regrowth of *Agropyron* from its rhizomes.

Somewhat diverging opinions have been expressed concerning the best time for the application of diquat and paraquat. CRONSHEY (1961) claims that the optimum time for application is when a few of the crop seedlings have just emerged. These seedlings will be killed by the spray, but those not yet emerged will escape injury. Spraying at this time will give the best control of weeds, even at the risk of killing some of the crop seedlings. According to WOODFORD and EVANS (1963), the optimum time for application is 2—3 days before emergence of the crop seedlings. WOODFORD and EVANS recommend sowing radish as an indicator plant together with the more slowly germinating seed of the crop. The time for spraying would then be when the radish seedlings appeared. The directions given by the manufacturer state that spraying can be safely carried out even just before emergence, although on very sandy soil not less than three days before emergence. The trials at the Häme Experiment Station showed that on fine sand soil those seedlings which were within the soil escaped damage even though spraying was carried out when some of them had begun to emerge. It can be expected that rain at the time of spraying may lead to injury of the unemerged crop seedlings. According to CRONSHEY (1962), there is no decrease in control of weeds even though rain occurs soon after spraying.

The two herbicides tested in these trials can be used for weed control when growing slowly-germinating root crops, such as beets, carrots, lettuce, onion, parsnip and parsley. Sowing should be carried out as early as possible. Before sowing it is recommended first to prepare the seed bed for sowing and then to wait 2—4 days before the seeds are sown. In this way the weed seedlings will emerge more completely before those of the sown crop and the best possible control will be achieved. With rapidly-germinating crops belonging to the family *Cruciferae*, the only method for successful weed control using the herbicides described here is to delay sowing until the first weed seedlings appear. Since these species germinate readily, probably there is no risk that seeding will be unsuccessful even though such a long period elapses. This method is also recommended by WOODFORD and EVANS (1963). Some of the factors affecting the success of seeding are the soil type, its humus content, and the weather conditions. Suitable rates of both Gramoxone (containing 200 g paraquat/l) and Reglone (420 g diquat/l) are 1.5—2 litres/ha, corresponding to an

amount of 0.3—0.84 kg active ingredient per hectare. A satisfactory amount of water is 300—500 litres/ha. The water used, according to CRONSHEY, should be as pure as possible. A noteworthy observation connected with the present trials is that methyl parathion liquid increased the weed-killing efficacy of paraquat. No studies have been made on the influence of paraquat on the pesticidal qualities of parathion. The control produced by diquat was not improved by the presence of methyl parathion.

REFERENCES

- CRONSHEY, J. F. H. 1961. A review at experimental work with diquat and related compounds. *Weed Res.* 1: 68—77.
- WOODFORD, E. K. & EVANS, S. A. 1963. *Weed control handb.*, 1—356.

SELOSTUS

Dikvatin ja parakvatin käyttömahdollisuuksista rikkaruohontorjunnassa

MAURI TAKALA

Maatalouden tutkimuskeskus, Hämeen koeasema, Pälkäne

Maatalouden tutkimuskeskuksen Hämeen koeasemalla suoritettiin loppukesällä 1963 useita rikkaruohontorjuntakokeita juurikasviviljelyksillä. Tutkittavana oli kaksi englantilaisen Plant Protection Ltd:n valmistamaa torjunta-ainetta, 9,10-dihydro-8a,10a-diatsoniafenantreeni dibromidi eli dikvat, kaupalliselta nimeltä Reglone, sekä 1,1'-dimetyl-4,4'-bibyridylium dimethylsulfaatti eli parakvat, kaupalliselta nimeltä Gramoxone. Aineita kokeiltiin ennen viljelykasvien taimettumista lantun, naattinauriin, salaatin, persiljan, rehujuurikkaan ja rehusokerijuurikkaan viljelyssä. Molemmat aineet osoittautuivat erittäin tehokkaiksi leveälehtisiin rikkaruohoihin. Reglonella oli melko heikko teho heinämäisiin rikkaruohoihin, mutta Gramoxone tehosi hyvin kylänurmikkaan ja jonkin verran myös juolavehneään. Koska kokeet suoritettiin kesällä ja syksyllä, jolloin viljelykasvit korkean lämpötilan vuoksi taimettuvat tavallista nopeammin, jouduttiin kylvöt suorittamaan valmiiksi rikkaruohottuneeseen maahan. Keväällä lienee *Beta*-sukuisten viljelykasvien sekä porkkanan, palsternakan, salaatin, sipulin ja persiljan taimettuminen niin hidasta, että rikkaruohot ehtivät taimettua ennen viljelykasvia. Hyvä olisi tällöinkin antaa maan olla valmiiksi muokattuna 2—4 päivää ennen kylvöä, jotta torjuntatulokset varmistuisi. Ristikukkaisten viljelykasvien taimentumis aika on niin lyhyt, että maan on annettava olla valmiiksi muokattuna ensimmäisten rikkaruohojen taimettumiseen saakka ennen kuin kylvö suoritetaan. Kylvöalustan tiivistyminen tai kuorettuminen ei sanottavasti huonontane ristikukkaisten kasvien taimettumista. Siemen tulisi kuitenkin

mullata mahdollisimman hyvin. Kylvökoneiden vantaiden tulisi olla rakenteeltaan sellaisia, etteivät ne murtaisi maata kovin paljoa.

Selostetuissa kokeissa saatiin paras torjuntatulos suoritettaessa ruiskutus siinä vaiheessa, jolloin muutamia viljelykasvien taimia oli jo mullasta kohoamassa. Ne luonnollisesti tuhoutuivat, mutta vielä mullassa olevat säilyivät vioittumatta. Reglonen ja Gramoxonen valmistaja suosittelee ruiskutuksen suoritettavaksi juuri ennen viljelykasvin taimelle tuloa, paitsi hyvin hiekkaisilla mailla 3 vrk aikaisemmin.

Reglonen ja Gramoxonen sopiva käyttömäärä näyttää olevan 1,5—2 l/ha sekoitettuna 300—500 litraan vettä. Koska rikkaruohot ovat taimettumisvaiheessa hyvin pieniä, tulee ruiskutteen olla erittäin hienojakoista.

THE CHARACTERISTICS OF SOME ISOLATES OF TOBACCO MOSAIC VIRUS AND POTATO VIRUS X CAUSING STREAK ON TOMATO

ANNIKKI LINNASALMI

Agricultural Research Centre, Department of Plant Pathology, Tikkurila, Finland

Received April 21, 1964

In the years 1961—63 a survey of 387 cultivations of glasshouse tomatoes in Finland showed that 67 % were infected with mosaic or streak of tomato. The most prevalent form of the disease, making up 72 % of the samples, was tomato mosaic caused by the tobacco mosaic virus (TMV). 10 % of the samples showed tomato streak, of which 6 % were infected by TMV alone and 4 % by both TMV and the potato virus X (PVX) (cf. LINNASALMI 1963).

From the material collected, certain isolates were chosen for more detailed studies. These comprised one TMV isolate (T143/62) which had caused streak and three TMV—PVX isolate pairs (T97/62, T80/62, T115/62) which together had caused streak in their original host plant with slightly varying symptoms.

Table 1 gives the origin of the viruses, their symptoms in the original host plant (tomato), and the results of serological testing¹⁾ of the primary material by the agglutination slide method (MUNRO 1954).

The virus components of the primary material were separated in the following manner. In order to isolate TMV, the leaf sap from diseased tomato plants was heated for 10 minutes at 74° C, thus inactivating PVX (cf. Table 2). Tomato plants (Kondine) were then inoculated with the sap in order to provide a supply of virus for subsequent studies. In order to isolate PVX, *Nicotiana glutinosa* plants were inoculated with the original tomato leaf sap. When systemic mosaic symptoms later appeared in the leaves, they were used to prepare sap inoculum for further inoculations to *N. glutinosa* in order to build up a supply of the virus.

¹⁾ Sera were obtained from the Laboratorium voor Bloembollenonderzoek, Te Lisse, Holland.

Table 1. Origin, symptoms and serological tests of viruses.
 Taulukko 1. Virusten alkuperä, symptomit ja serologinen testaus.

Sample Näyte	Viruses isolated Eristetyt virukset	Origin Alkuperä	Symptoms in orig. host plant (tomato)		Serological tests of primary material			
			leaves	stems	TMV		PVX	
			Symptomit alkup. isäntäkasvissa tomaatissa		Serologinen testaus primaariaineistosta			
			lehdet	varret	TMV antis.	norm. s.	PVX antis.	norm. s.
T143/62	TMV	Potentat	green mosaic viherkirjoja	necrotic streaking kuoliojuovia	++	—	—	—
T97/62	TMV, PVX	Selandia	—»—	—»—	++	—	++	—
T80/62	TMV, PVX	Immuna	yellow- green mosaic kellan- viherkirjoja	—»—	+	(+)	+++	—
T115/62	TMV, PVX	Selandia	yellow mosaic keltakirjoja	—»—	+++	—	+	—

Size and shape of the viruses

The size and shape of the viruses were determined by electron microscopy. The initial electron microscopical examinations and micrographs were made with virus material purified either by precipitation with ammonium sulphate or by heating and differential centrifugation. Since, as is well known, elongated virus particles are easily broken during the purification process (cf. BRANDES and PAUL 1957), all the preparations for determination of the size and shape of the virus particles were made by the dip method (BRANDES 1957). In order to obtain contrast, the negative staining method (BRENNER and HORNE 1958) was mainly used. Different techniques using phosphotungstic acid (PTA) were tried. Thus far, the best results were obtained by the following procedure. A leaf showing pronounced virus symptoms was cut and the cut surface brushed 2—3 times against a drop of distilled water upon a carbon-coated formvar film. The drop was allowed to dry, after which a drop of 0.5 % phosphotungstic acid (pH 7.2—7.4) was pipetted onto the film. Results nearly as good were also obtained by brushing plant sap directly onto a drop of 0.5 % PTA. To some extent the metal shadow-casting technique was also used. The dip preparations made on formvar films were shadowed with palladium at an angle of 20°.

The micrographs were made with a Siemens Elmiskop I electron microscope and the primary magnifications were 4500, 15 000 and 30 000 ×. The actual measurements were made on subsequent photographic magnifications of 2.5—

Table 2. Morphological and physicochemical properties of virus isolates.
 Taulukko 2. Virusisolaattien morfologiset ja fysikokemialliset ominaisuudet.

Isolate <i>Isolaatti</i>	Particle length $m\mu$ <i>Hinkekspituus</i> $m\mu$	No. of particles measured <i>Mitattu</i> kpl	Thermal inactivation point C° ¹⁾ <i>Lämmönsieto-</i> <i>raja C^o ¹⁾</i>	Dilution end-point ¹⁾ <i>Laimennusraja ¹⁾</i>
TMV T143/62	314 ± 2	133	86—88	10^{-6} — 10^{-7}
TMV T 97/62	287 ± 1	133	84—86	10^{-6} — 10^{-7}
TMV T 80/62	272 ± 2	200	82—84	10^{-6} — 10^{-7}
TMV T115/62	295 ± 3	100	82—84	10^{-7} — 10^{-8}
PVX T 97/62	535 ± 4	100	66—67	10^{-5} — 10^{-6}
PVX T 80/62	492 ± 4	112	66—67	10^{-5} — 10^{-6}
PVX T115/62	479 ± 2	102	66—68	10^{-6} — 10^{-7}

¹⁾ first number: virus activity observed
 second number: virus activity not observed

¹⁾ ensimmäinen luku: virusaktiivisuus havaittavissa
 toinen luku: virusaktiivisuutta ei havaittavissa

4.5 \times . The PVX measurements were made using a map-meter (Curvimètre HB, Paris). From each isolate 100—200 virus particles were measured.

The average lengths of the rod-shaped TMV particles studied were close to 300 $m\mu$ (Table 2) and their average diameter about 16 $m\mu$. The central channel (HUXLEY 1956, MATTERN 1962) was clearly visible in all of the PTA-stained preparations. Owing the use of the dip method, all the virus particles were quite similar in size; only very few broken particles or aggregations were seen. (Fig. 1 A—C).

The above results agree with those observed in earlier electron microscopical measurements. Using metal-shadowed (U, Pt) partially or completely purified TMV solutions, WILLIAMS and STEERE (1951) found a particle length of $298 \pm 1 m\mu$ and HALL (1958) obtained 2950—3050 Å. BRČÁK (1961) measured an average length of 280 $m\mu$ from platinum-carbon shadowed preparations of macerated TMV-infected leaves.

The average length of the flexible rod-like particles of PVX was 480—535 $m\mu$ (Table 2) and the diameter about 11 $m\mu$. In the PTA-stained preparations a narrow central channel was distinctly visible. The variation in particle length within each isolate was slight. The majority of the particles were non-aggregated and only a few of them had disintegrated. (Fig. 2 A—C).

The particle lengths of the PVX isolates are of the same order as the values 500—525 $m\mu$ found by BODE and PAUL (1955), using a metal-shadowed preparation obtained by the exudation method, with the result 513 $m\mu$ obtained by BERCKS and BRANDES (1961) from dipped metal-shadowed preparations, and with the value 515 $m\mu$ found by BRČÁK (1961) from platinum-carbon shadowed preparations of macerated PVX-infected leaves.

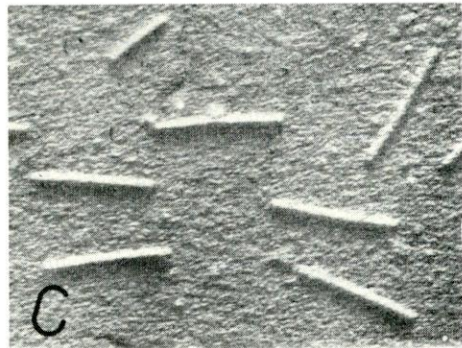
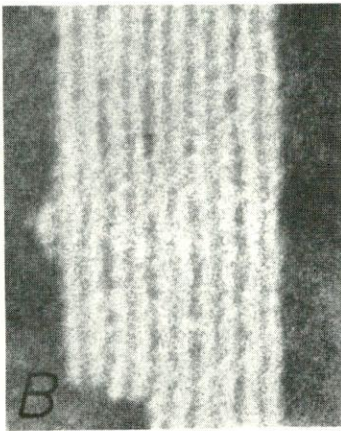
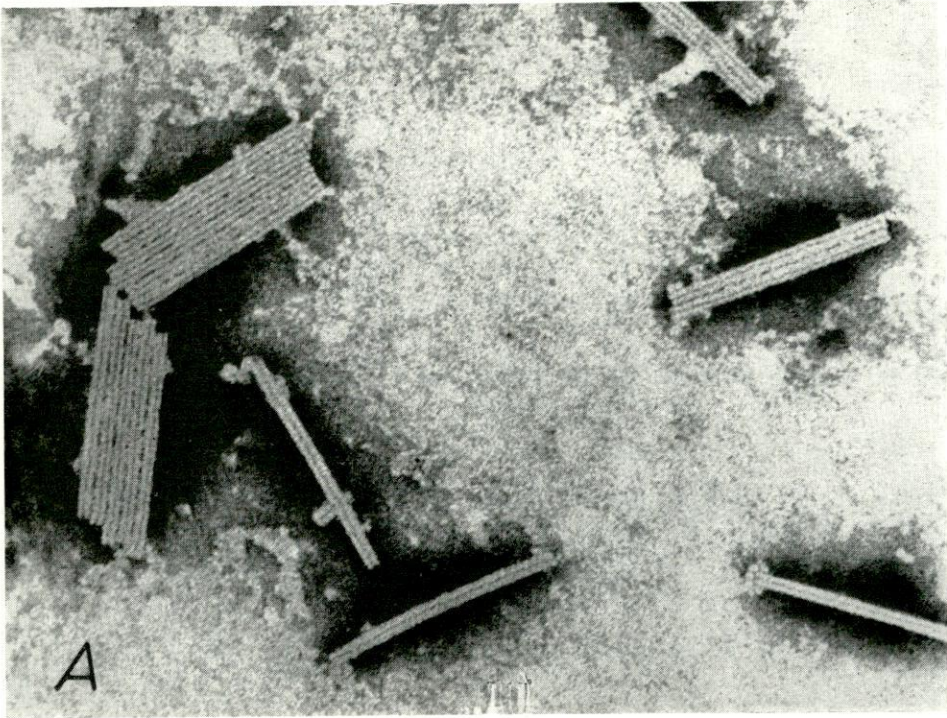


Fig. 1. Tobacco mosaic virus (TMV)

A, B. Dip method, negatively stained with 0.5% phosphotungstic acid, isolate T80/62; A. $\times 115\ 000$, B. $\times 350\ 000$. C. Dip method, palladium-shadowed, angle 20° , isolate T143/62; $\times 55\ 000$. Orig.

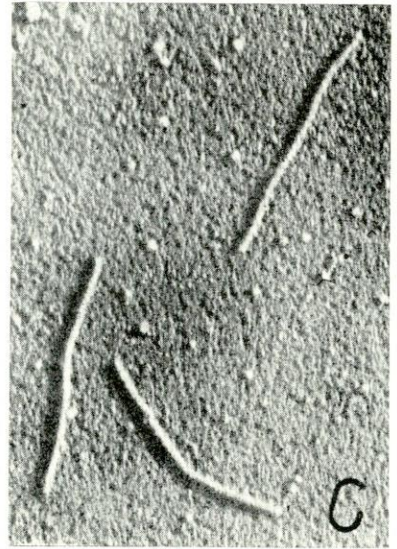
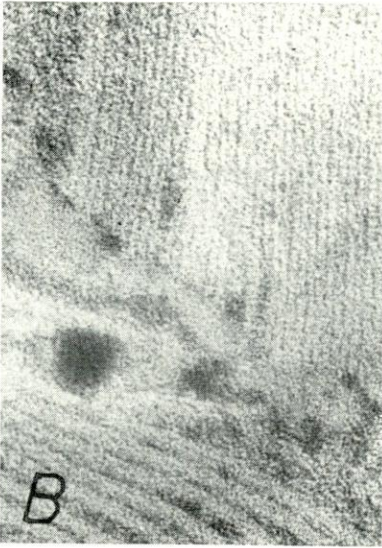


Fig. 2. Potato virus X (PVX), isolate T80/62.

A, B. Dip method, negatively stained with 0.5% phosphotungstic acid; A. $\times 70\ 000$, B. $\times 170\ 000$. C. Dip method, palladium shadowed, angle 20° ; $\times 65\ 000$. Orig.

Thermal inactivation point and dilution end-point

In order to determine the thermal inactivation point and the dilution end-point of the viruses, 2 to 5 trial series were carried out with each isolate. The test plants for the TMV testings were *Datura stramonium* L., *Nicotiana glutinosa* L., *Chenopodium amaranticolor* Coste et Reyn. and *C. quinoa* Willd.; those for the PVX testings were *Gomphrena globosa* L., *N. glutinosa* L. and the above-mentioned *Chenopodium* species. The TMV inoculum was prepared from leaf sap of tomato plants and the PVX inoculum from sap of *N. glutinosa*. After being pressed through cheesecloth, the sap was centrifuged for 10 minutes at 3000 r.p.m. During inoculation an abrasive (carborundum 400 mesh) was applied to the leaves. For the thermal inactivation point tests, some of the leaves of each plant were inoculated with the centrifuged plant sap as such, while others were treated with a 1:1 dilution of the sap in a phosphate buffer solution ($\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{PO}_4$ 0.15 M, pH 7.0). In the dilution end-point tests, the dilutions were made in distilled water. For testing TMV, *Chenopodium quinoa* and *Datura stramonium* proved to be most susceptible, but *N. glutinosa* also showed distinct local lesions. In the PVX testings clearly positive results were obtained both with *Gomphrena globosa* (showing local lesions) and with *Nicotiana glutinosa* (having systemic symptoms).

All four of the TMV isolates were inactivated at relatively low temperatures, ranging from 83° to 88° C; their dilution end-point was around 10^{-7} — 10^{-8} (Table 2). The PVX isolates belong to the strain group X^N , which has a thermal inactivation point below 70° C (KÖHLER 1939); their dilution end-point is in the normal range, 10^{-6} — 10^{-7} (Table 2).

Tests on indicator plants

These tests were performed with inocula prepared from the leaf sap of tomato and *Nicotiana glutinosa*. Inoculation was carried out in the same way as in the tests on thermal inactivation point. The temperature in the glasshouse during the experiments was 20—25° C. The following indicator plants were used: *Nicotiana tabacum* L. (White Burley), *N. glutinosa* L., *Datura stramonium* L., *Chenopodium amaranticolor* Coste et Reyn., *C. quinoa* Willd. and *Gomphrena globosa* L.

No essential differences in symptoms were observed in the test plants between the different isolates of TMV nor between those of PVX. Therefore, the following results are presented as a single group for each virus.

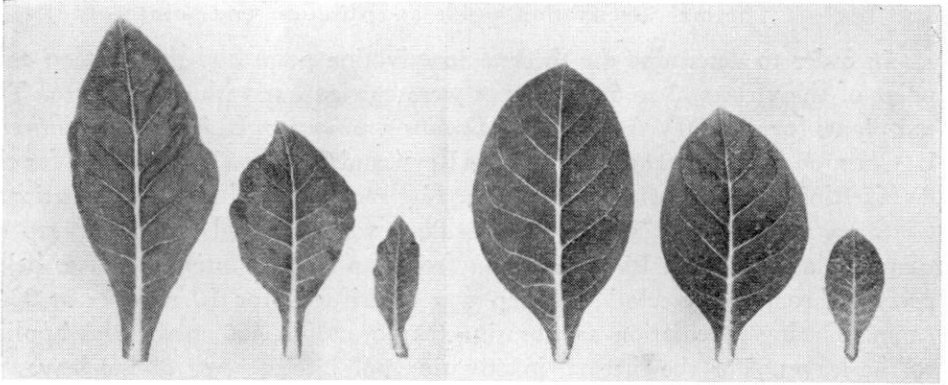


Fig. 3. Left: Systemic mosaic symptoms caused by TMV on tobacco (White Burley); isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 8 weeks after inoculation, Orig.

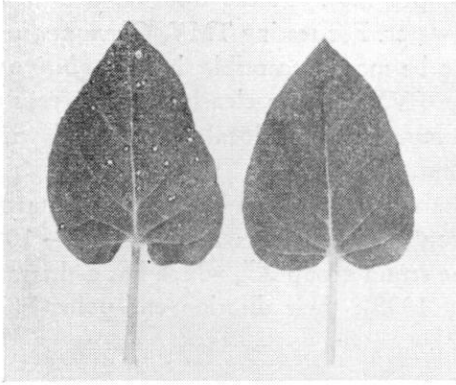


Fig. 4. Left: Local lesions caused by TMV on *Nicotiana glutinosa*; isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 8 days after inoculation. Orig.

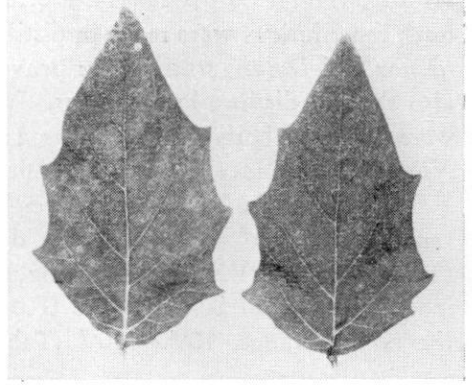


Fig. 5. Left: Local lesions caused by TMV on *Datura stramonium*; isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 8 days after inoculation. Orig.

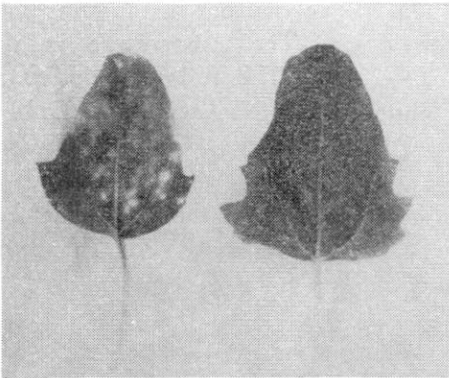


Fig. 6. Left: Local lesions caused by TMV on *Chenopodium quinoa*; isolate T97/62. Right: uninoculated control. Photo 9 days after inoculation. Orig.

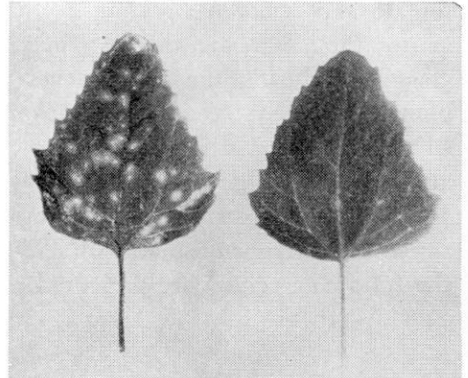


Fig. 7. Left: Local lesions caused by TMV on *Chenopodium amaranticolor*; isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 12 days after inoculation. Orig.

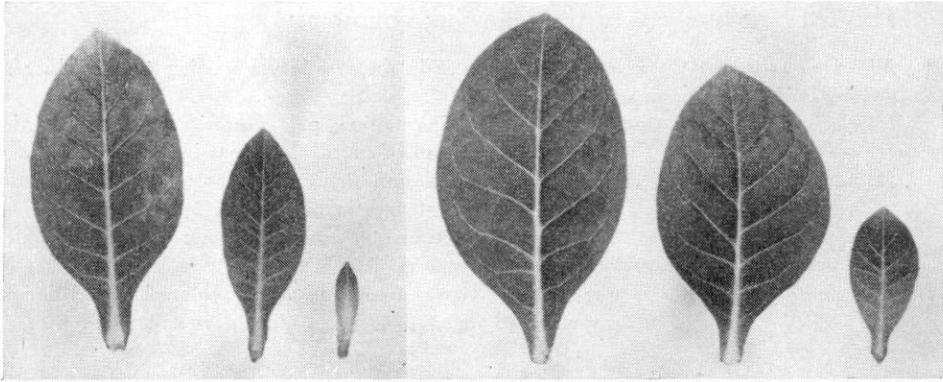


Fig. 8. Left: Systemic mosaic symptoms caused by PVX on tobacco (White Burley); isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 8 weeks after inoculation. Orig.

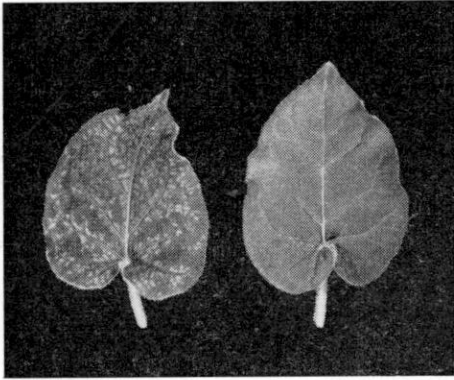


Fig. 9. Left: Systemic mosaic caused by PVX on *Nicotiana glutinosa*; isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 18 days after inoculation. Orig.

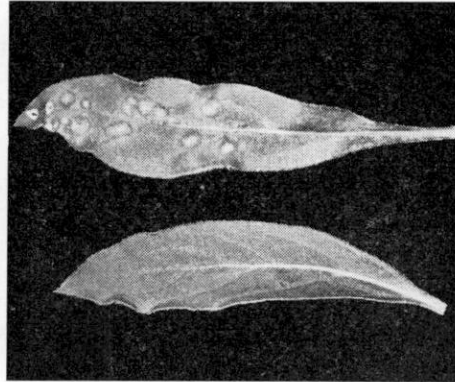


Fig. 10. Above: Local lesions caused by PVX on *Gomphrena globosa*; isolate T80/62. Below: uninoculated control. Photo 18 days after inoculation. Orig.

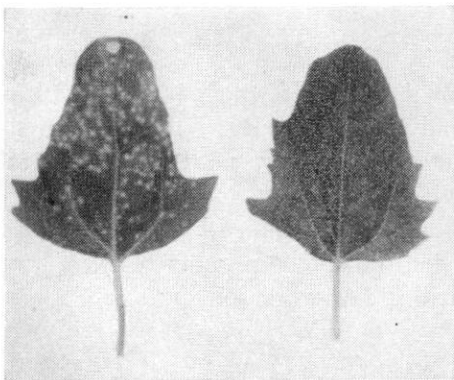


Fig. 11. Left: Local lesions caused by PVX on *Chenopodium quinoa*; isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 10 days after inoculation. Orig.

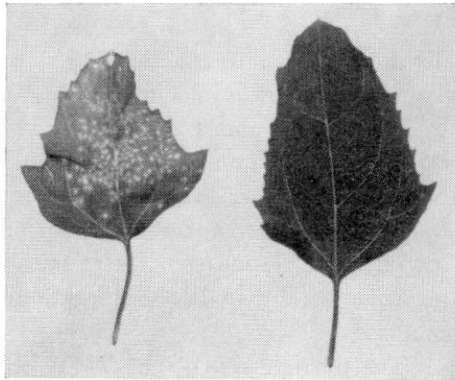


Fig. 12. Left: Local lesions caused by PVX on *Chenopodium amaranticolor*; isolate T80/62. Right: uninoculated control. Photo 16 days after inoculation. Orig.

The TMV isolates caused the following symptoms:

- Nicotiana tabacum*: severe systemic mosaic in the new leaves starting 4—5 weeks after inoculation (Fig. 3).
(White Burley)
- N. glutinosa*: about 2 days after inoculation, pale necrotic local lesions, after 3—5 days becoming brown-edged, 2—4 mm in diam. (Fig. 4).
- Datura stramonium*: 4—5 days after inoculation small local spots, after ca. 10 days becoming necrotic, 2—4 mm. in diam. (Fig. 5).
- Chenopodium quinoa*: ca. 7 days after inoculation small chlorotic local spots, after 10—12 days 2—4 mm in diam. (Fig. 6).
- C. amaranticolor*: starting about 7 days after inoculation chlorotic local lesions, usually with red edges, 1—2 mm in diam., later becoming necrotic (Fig. 7).

The PVX isolates caused the following symptoms:

- Nicotiana tabacum*: mild pale-green localized mottling ca. 10 days after inoculation; mild systemic mosaic in new leaves starting about 4—5 weeks after inoculation (Fig. 8).
(White Burley)
- N. glutinosa*: severe systemic mosaic in new leaves starting about 2 weeks after inoculation (Fig. 9).
- Gomphrena globosa*: 3—5 days after inoculation small pale necrotic local spots; 7—10 days afterward lesions with reddish-brown edges, 2—5 mm in diam. (Fig. 10).
- Chenopodium quinoa*: ca. 10 days after inoculation small chlorotic local spots; about 2 weeks afterward lesions 2—4 mm in diam. (Fig. 11).
- C. amaranticolor*: 10 days after inoculation small, pale local spots; about 2 weeks afterward orange-coloured tissue surrounding the lesions (Fig. 12).

Summary

In a survey made in 1961—63 of 387 glasshouse tomato cultivations, 67 % were found to be infected with virus diseases. The most prevalent form of the disease was tomato mosaic (72 %) caused by the tobacco mosaic virus (TMV). Tomato streak was encountered in 10 % of the cases, of which 6 % were caused by TMV alone and 4 % by both TMV and the potato virus X (PVX). Of the isolates chosen for more detailed studies one TMV isolate caused tomato streak by itself, the other three in conjunction with PVX.

The size and shape of the virus particles were determined by electron microscopy. The preparations were made by the dip method; most of them were negatively stained with phosphotungstic acid (PTA) while some were palladium-shadowed.

The particle size of the TMV isolates was $270\text{--}315\text{ m}\mu \times \text{ca. } 16\text{ m}\mu$; the central channel was clearly visible in the PTA preparations. The thermal inactivation point of the isolates was $83\text{--}88^\circ\text{C}$ and their dilution end-point in the range $10^{-7}\text{--}10^{-8}$. The isolates readily infected both tomato (Kondine) and

tobacco (White Burley), and in the indicator plants tested they caused typical TMV symptoms (p. 232).

The particle size of the PVX isolates was $480\text{--}535\text{ m}\mu \times \text{ca. } 11\text{ m}\mu$; a narrow central channel in the flexible rod-shaped particles was clearly seen in the PTA preparations. The isolates were inactivated at $67\text{--}68^\circ\text{C}$ and their dilution end-point was in the range $10^{-6}\text{--}10^{-7}$. In the indicator plants tested, the isolates produced typical and distinct PVX symptoms (p. 232).

Acknowledgements. I wish to express my sincere thanks to Prof. A. Telkkä, M.D., Chief of the Electron Microscope Laboratory, University of Helsinki, for providing the facilities to carry out the electron microscope work. I am especially grateful to Mr. M. Nyholm, M.Sc., for his collaboration in operating the apparatus and preparing the micrographs. The careful assistance of Mr. A. Murtooma, student of horticulture, is also acknowledged.

REFERENCES

- BERCKS, R. & BRANDES, J. 1961. Vergleichende serologische und elektronenmikroskopische Untersuchung des Weisskleemosaik-Virus, des Hydrangea ringspot virus und des Kartoffel-X-Virus. *Phytopath. Z.* 42: 45—56.
- BODE, O. & PAUL, H. L. 1955. Elektronenmikroskopische Untersuchungen über Kartoffel-Viren. I. Vermessungen an Teilchen des Kartoffel-X-Virus. *Bioch. Bioph. Acta* 16: 343—345.
- BRANDES, J. 1957. Eine elektronmikroskopische Schnellmethode zum Nachweis faden- und stäbchenförmiger Viren, insbesondere in Kartoffeldunkelkeimen. *Nachr.bl. dtsh. Pfl. schutzd., Braunschweig*, 9: 151—152.
- & PAUL, H. L. 1957. Das Elektronenmikroskop als Hilfsmittel bei der Diagnose pflanzlicher Virosen. *Arch. Mikrobiol.* 26: 358—368.
- BRČÁK, J. 1961. Biologische und elektronenmikroskopische Bestimmung der schweren Strichelkrankheit der Tomate. *Biol. Plant. Acad. Sci. bohemosl.* 3: 285—290.
- BRENNER, S. & HORNE, R. W. 1958. A negative staining method for high resolution electron microscopy of viruses. *Bioch. Bioph. Acta* 34: 103—110.
- HALL, C. E. 1958. Lengths of Tobacco Mosaic Virus from Electron Microscopy. *J. Am. Chem. Soc.* 80: 2556—2557.
- HUXLEY, H. E. 1956. Some Observations on the Structure of Tobacco Mosaic Virus. *Proc. Intern. Conf. Electron Microscopy, Stockholm 1956*, p. 260—261.
- KÖHLER, E. 1939. Über die X^E Gruppe des Kartoffel-X-Virus. *Zbl. Bakt. Abt. 2*, 101: 29—40.
- LINNASALMI, A. 1963. Tomaatin virustaudit. Summary: Virus diseases of the tomato in Finland. *Maatal. ja koetoim.* 17: 185—191.
- MATTERN, C. F. T. 1962. Electron Microscopic Observations of Tobacco Mosaic Virus Structure. *Virology* 17: 76—83.
- MUNRO, J. 1954. Maintenance of virus X-free potatoes. *Amer. Potato J.* 31: 73—82.
- WILLIAMS, R. C. & STEERE, R. L. 1951. Electron Microscopic Observations on the Unit of Length of the Particles of Tobacco Mosaic Virus. *J. Am. Chem. Soc.* 73: 2057—2061.

SELOSTUS

Eräiden tomaatissa viiruviroosia aiheuttavien tupakan mosaiikki- ja perunan X-virusisolaattien ominaisuuksista

ANNIKKI LINNASALMI

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

V. 1961—63 tutkituista 387:stä tomaatin kasvihuoneviljelyksestä todettiin 67 % virustautien saastuttamiksi. Tavallisin taudin muoto oli tupakan mosaiikkiviruksen (TMV) aiheuttama kirjo-viroosi, 72 %. Viiruviroositapauksia oli 10 %, näistä 6 % TMV:n yksinään, 4 % TMV:n ja perunan X-viruksen (P XV) aiheuttamia. Lähemmän tarkastelun kohteeksi valituista isolaateista yksi TMV-isolaatti aiheutti yksinään, muut kolme TMV-isolaattia yhdessä P XV:n kanssa viiruviroosin tomaatissa.

Virushiukkasten koko ja muoto määritettiin elektronimikroskooppisesti kastomenetelmällä tehdyistä preparaateista käyttäen pääasiassa fosfori-wolframihapponegatiivivärjäystä; kuvauksia suoritettiin myös palladiumilla varjostetuista kastopreparaateista.

TMV-isolaattien hiukkaskoko oli $270\text{--}315\text{ m}\mu \times n. 16\text{ m}\mu$; sauvojen keskuskanava näkyi selvänä fosfori-wolframihappovärjäyspreparaateissa. Isolaatit inaktivoituivat $83\text{--}88^\circ\text{C}$:ssa, niiden laimennusrajat olivat 10^{-7} — 10^{-8} vaiheilla. Isolaatit infektoivat herkästi sekä tomaatin (Kondine) että tupakan (White Burley) ja aiheuttivat testauksissa käytetyissä indikaattorikasveissa (s. 232) tyypilliset TMV-symptomit.

P XV-isolaattien hiukkaskoko oli $480\text{--}535\text{ m}\mu \times n. 11\text{ m}\mu$; taipuisissa sauvoissa näkyi selvänä kapea keskuskanava fosfori-wolframihappovärjäyspreparaateissa. Isolaatit inaktivoituivat $67\text{--}68^\circ\text{C}$:ssa, niiden laimennusrajat olivat 10^{-6} — 10^{-7} paikkeilla. Isolaatit aiheuttivat käytetyissä indikaattorikasveissa (s. 232) selvät ja tyypilliset P XV-symptomit.

THE ABUNDANCE OF SEED PESTS OF ALSIKE AND WHITE CLOVER IN FINLAND

MARTTI MARKKULA and SIRKKA MYLLYMÄKI

Agricultural Research Centre, Department of Pest Investigation, Tikkurila, Finland

Received April 22, 1964

In the years 1958—1960, an extensive collection of red clover flower head samples was made in Finland in order to study the abundance of the seed pests of this plant and the factors affecting their abundance. The results of these studies have recently been published (MARKKULA *et al.* 1964). At the same time and in the same manner, samples of flower heads from alsike and white clover were also collected with the purpose of investigating the species and abundance of seed pests in these two kinds of clover.

The literature contains considerably fewer reports on the seed pests of alsike and white clovers than on those of red clover.¹⁾ In Europe, the most important insect pest of alsike and white clover seed fields is apparently *Apion dichroum* Bedel (= *A. flavipes* Payk.). In the inflorescences of white clover collected by BOVIEN and JØRGENSEN (1934, 1936) in Denmark, the only *Apion* species that developed was *A. dichroum*. According to netting samples taken in Schleswig-Holstein, West Germany, this species was definitely the most numerous of all the weevils; in alsike clover it made up 87.6 % of the total specimens of *Apion*, *Sitona* and *Phytonomus* and in white clover 87 % (SCHNELL 1955). *Miccotrogus picirostris* Fabr. has caused considerable damage to alsike clover in Czechoslovakia (PRIHODA 1948) and also in Canada, where it has been studied in considerable detail (see e.g. GUPPY 1958). In regard to the other species found in the present investigation, there are only a few reports in the foreign literature on their occurrence in alsike and white clover.

The following data have been obtained on the seed pests of alsike and white clover occurring in Finland: In 1936 netting samples taken at Tammisto (Hel-

¹⁾ After this paper was sent to press, the study of BUHL and SCHÜTTE (1964) was published on the occurrence and control of *Apion flavipes* in seed cultivations of white clover.

sinki rural commune) showed *A. dichroum* to be definitely the most abundant species in alsike clover (83.5 % of the weevil species studied). *M. picirostris* and *Phytonomus nigrirostris* Fabr. were also present in appreciable numbers (VALLE 1936). According to netting samples taken at Tikkurila in the years 1953—1957 (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958), *A. dichroum* was the outstandingly predominant *Apion* species in both alsike (86.5—99.5 %) and white clover (84.6 %). The next most abundant species were *A. seniculus* Kirby and *A. virens* Herbst, which in the larval stage inhabit the stems and root crowns. No other *Apion* species which regularly use alsike or white clover as their host plant were encountered. The flower head samples showed that *A. dichroum* was the only *Apion* species which inhabited the inflorescences of alsike and white clover in the larval stage.

In addition to *Apion* species, alsike and white clover in Finland are also infested by *Phytonomus nigrirostris* (MARKKULA and TINNILÄ 1956), *P. meles* Fabr. (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962), *Miccotrogus picirostris* (MARKKULA 1959) and *Coleophora deauratella* Zell. (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1960); in addition, *Dasyneura gentnerii* Pritch. occurs in white clover (MARKKULA 1959, 1960).

Materials and methods

The present investigation was based on flower head samples of alsike and white clover collected in the years 1958—1960; samples of both cultivated clover and wild clover from the edges of ditches or roadways were taken. About half the samples were collected by advisors of agricultural societies, while the remaining half were collected by the authors and other workers of the Department of Pest Investigation. Each sample comprised 200 flower heads which were in full bloom or which had begun to turn brown. The heads were placed in cardboard rearing boxes in the insectarium. The insects accumulating in the glass tubes attached to the boxes as well as those remaining in the boxes were collected, the species determined and their numbers counted. The insects in the glass tubes were newlyemerged adults with the exception of specimens of *Coleophora deauratella*, which were in the larval stage. A total of 104 alsike samples and 107 white clover samples was obtained. The geographical distribution of these samples is shown in Figures 1 and 2. Altogether 9 488 specimens of the seven species studied were found; they were distributed as follows:

	Alsike clover	White clover	Total
<i>Apion dichroum</i> Bedel	5 933	3 087	9 020
<i>Apion apricans</i> Herbst	71	17	88
<i>Apion assimile</i> Kirby	12	11	23
<i>Phytonomus nigrirostris</i> Fabr.	110	45	155
<i>Phytonomus meles</i> Fabr.	19	4	23
<i>Miccotrogus picirostris</i> Fabr.	106	22	128
<i>Coleophora deauratella</i> Zell.	30	21	51
	6 281	3 207	9 488

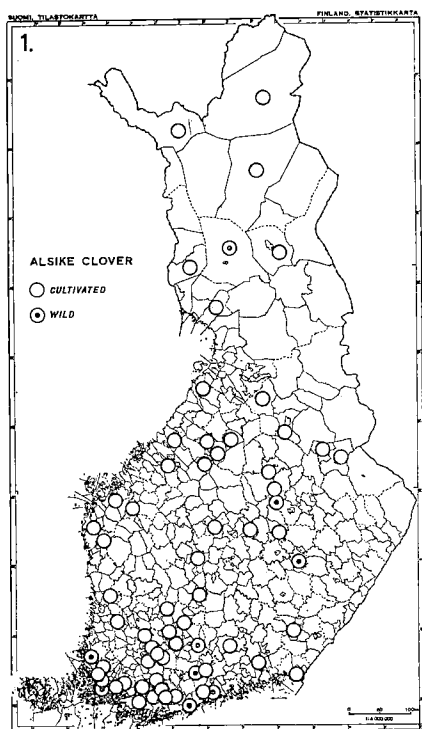


Fig. 1. The distribution of alsike clover flower head samples by communes.

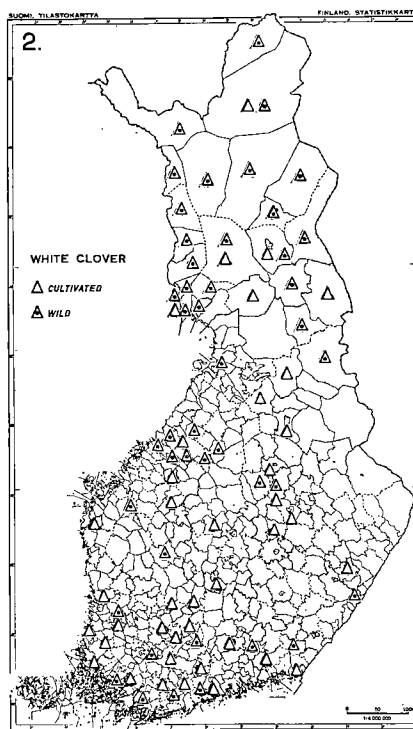


Fig. 2. The distribution of white clover flower head samples by communes.

Larvae of *Dasyneura gentnerii* were encountered in some of the samples from North Finland (cf. MARKKULA 1959, 1960). Since not all the larvae were determined, this species has not been considered in the current study. A number of other insects were also found in the flower samples, such as *Sitona* species, adults of *Apion seniculus* and *A. virens*, and pea aphids (*Acyrtosiphon pisum* Harris).

A detailed description of the methods used is given in the paper concerning seed pests of red clover (MARKKULA *et al.* 1964).

Results

R a n g e. *Apion dichroum* appeared to occur throughout most of the country, and was found as far north as Enontekiö, lat 68° 30' N. (Fig. 3). The northernmost locality of *Miccotrogus picirostris* was Oulu, lat. 65° N. (Fig. 4). In regard to the other species, the data indicated a range not essentially different from that shown by the red clover samplings (MARKKULA *et al.* 1964).

F r e q u e n c y. In both kinds of clover *Apion dichroum* was definitely the most frequent species, occurring in 94 % of both the alsike and white clover

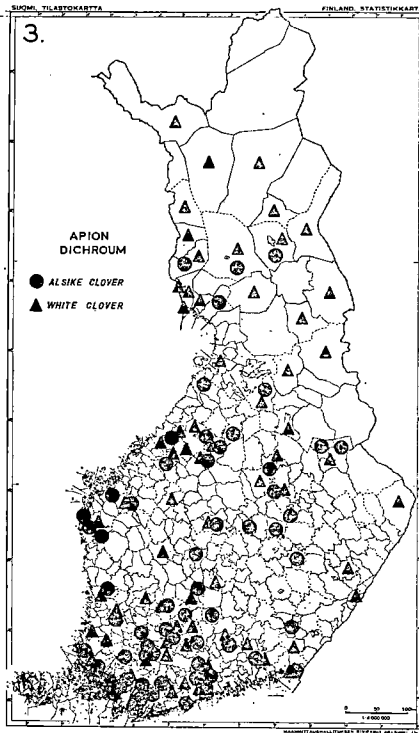


Fig. 3. The occurrence of *Apion dichroum* in flower head samples of alsike and white clover.

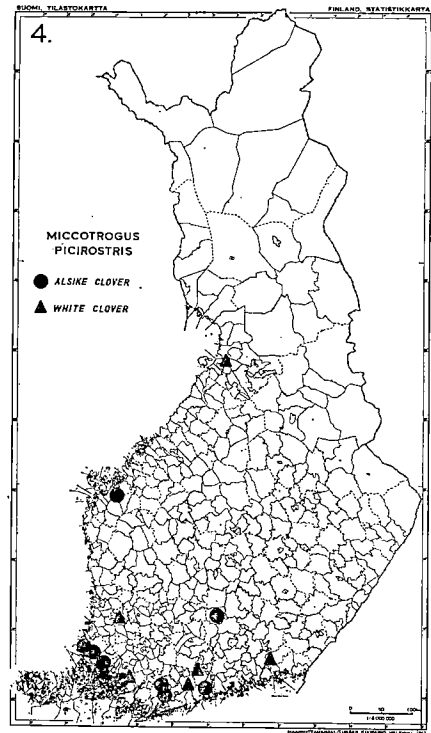


Fig. 4. The occurrence of *Miccotrogus picirostris* in flower head samples of alsike and white clover.

samples. *Phytonomus nigrirostris* was clearly the second most frequent species, being found in 41 % of the white clover and 21 % of the alsike flower head samples. The other species were much less common. The following percentages show the frequency of the species investigated.

	Alsike clover	White clover
<i>Apion dichroum</i>	94	94
<i>Apion apricans</i>	11	10
<i>Apion assimile</i>	6	7
<i>Phytonomus nigrirostris</i>	41	21
<i>Phytonomus meles</i>	6	3
<i>Miccotrogus picirostris</i>	11	5
<i>Coleophora deauratella</i>	10	10

P. nigrirostris, *P. meles* and *M. picirostris* appeared to be more prevalent in alsike than in white clover. The other species were approximately equally frequent in the two kinds of clover. The frequency of the species appeared to be similar in both cultivated and wild clover, and therefore the results are not presented separately.

Table 1. The abundance of seed pests in the head samples taken from alsike clover.

Cultivated alsike clover		<i>Apion dichroum</i>	<i>Apion apricans</i>	<i>Apion assimile</i>	<i>Phytonomus nigritarsis</i>	<i>Phytonomus metes</i>	<i>Microtragus pictirostris</i>	<i>Coleophora deauratella</i>	Total
1958	specimens	1703	0	3	47	7	1	1	1762
33 samples	spec./sample	51.6	0	0.1	1.4	0.2	0.03	0.03	53.4
1959	specimens	2589	0	0	46	10	21	4	2670
29 samples	spec./sample	89.3	0	0	1.6	0.3	0.7	0.1	92.2
1960	specimens	1256	71	9	16	0	81	18	1451
32 samples	spec./sample	39.3	2.2	0.3	0.5	0	2.5	0.6	45.3
1958—1960	specimens	5548	71	12	109	17	103	23	5883
94 samples	spec./sample	59.0	0.8	0.1	1.2	0.2	1.1	0.2	62.6
	%	94.3	1.2	0.2	1.9	0.3	1.8	0.4	100.1
Wild alsike clover									
1958	specimens	139	0	0	1	2	0	6	148
4 samples	spec./sample	34.8	0	0	0.3	0.5	0	1.5	37.0
1959	specimens	156	0	0	0	0	3	1	160
4 samples	spec./sample	39.0	0	0	0	0	0.8	0.3	40.0
1960	specimens	90	0	0	0	0	0	0	90
2 samples	spec./sample	45.0	0	0	0	0	0	0	45.0
1958—1960	specimens	385	0	0	1	2	3	7	398
10 samples	spec./sample	38.5	0	0	0.1	0.2	0.3	0.7	39.8
	%	96.7	0	0	0.3	0.5	0.8	1.8	100.1

Table 2. The abundance of seed pests in the head samples taken from white clover.

Cultivated white clover		<i>Apion dichroum</i>	<i>Apion apricans</i>	<i>Apion assimile</i>	<i>Phytonomus nigritarsis</i>	<i>Phytonomus metes</i>	<i>Microtragus pictirostris</i>	<i>Coleophora deauratella</i>	Total
1958	specimens	215	0	1	4	0	0	2	222
15 samples	spec./sample	14.3	0	0.1	0.3	0	0	0.1	14.8
1959	specimens	1039	5	7	16	2	15	4	1088
16 samples	spec./sample	64.9	0.3	0.4	1.0	0.1	0.9	0.3	68.0
1960	specimens	515	5	1	4	0	5	0	530
19 samples	spec./sample	27.1	0.3	0.1	0.2	0	0.3	0	27.9
1958—1960	specimens	1769	10	9	24	2	20	6	1840
50 samples	spec./sample	35.4	0.2	0.2	0.5	0.1	0.4	0.1	36.8
	%	96.1	0.5	0.5	1.3	0.1	1.2	0.3	100.0
Wild white clover									
1958	specimens	263	0	0	9	0	2	5	279
17 samples	spec./sample	15.5	0	0	0.5	0	0.1	0.3	16.4
1959	specimens	510	0	2	10	1	0	0	523
25 samples	spec./sample	20.4	0	0.1	0.4	0.04	0	0	20.9
1960	specimens	545	7	0	2	1	0	10	565
15 samples	spec./sample	36.3	0.5	0	0.1	0.1	0	0.7	37.7
1958—1960	specimens	1318	7	2	21	2	2	15	1367
57 samples	spec./sample	23.1	0.1	0.04	0.4	0.04	0.04	0.3	23.9
	%	96.4	0.5	0.1	1.5	0.1	0.1	1.1	99.8

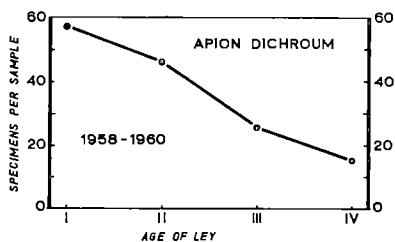


Fig. 5. The abundance of *Apion dichroum* in leys of different ages.

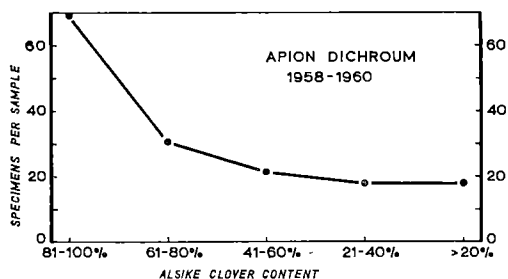


Fig. 6. The abundance of *Apion dichroum* in leys of different alsike clover content.

Abundance. In all the years of the study, *Apion dichroum* was by far the most abundant species in both alsike and white clover, making up an average of 94.3—96.7 % of the total number of specimens (Tables 1 and 2). In all years it was more numerous in cultivated alsike than in cultivated white clover, averaging 59.0 and 35.4 specimens per sample, respectively, and likewise more numerous in wild alsike than in wild white clover (38.5 and 23.1). In all years the species was more abundant in cultivated than in wild alsike clover.

In order to determine possible regional differences in the abundance of the species, the country was divided into three regions limited by the latitudes 62° 30' and 65°. The average numbers of *A. dichroum* specimens per sample in these three regions, going from south to north, were 36.2, 22.8 and 19.8; the differences between these figures were not statistically significant.

As the leys became older, the numbers of *A. dichroum* decreased considerably. In four-year old leys their amounts were only one-fourth of those in first-year leys (Fig. 5). As the content of alsike clover in the ley decreased, the numbers of *A. dichroum* clearly declined: leys containing less than 40 % alsike clover had only one-fourth of the amounts of this species found in leys containing 81—100 % alsike (Fig. 6).

There were only small numbers of the other species; of these, *Phytonomus nigrivestris* appeared to be the commonest. Each of these species constituted less than 2 % of the total number, and the number of specimens per sample was at most 1.2.

Discussion

The present study showed that the species of seed pests inhabiting alsike and white clover are very similar, and that there are no appreciable differences in the abundance of the species between the two kinds of clover (cf. SCHNELL 1955). One species, *Apion dichroum*, is by far the most dominant in alsike and

white clover, whereas in red clover two species, *A. apricans* and *A. assimile*, compete for the position of most abundant species (MARKKULA *et al.* 1964). In both alsike and white clover the numbers of *A. dichroum* are as great as the abundance of *A. apricans* and *A. assimile* combined in red clover.

The abundance of *A. apricans*, and especially *A. assimile*, increases as the ley becomes older and its red clover content declines. This increase is partly apparent, being due to the fact that the weevils accumulate in the few remaining plants in old leys. On the other hand, part of this increase is real, since according to netting samples the number of specimens also increases in relation to the surface area of the ley (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958, MARKKULA *et al.* 1964). Since these species rarely fly, their reproduction on the same ley for several consecutive years results in an increase in their numbers. *A. dichroum* flies more readily than *A. apricans* and *A. assimile* and swarms in the early part of the summer (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958). As a result of its flying activity, it is not so restricted to the same field as *A. apricans* and *A. assimile* and can readily change its habitat. This fact at least partly explains the greater numbers of *A. dichroum* on younger clover leys.

NOTINI (1935) also found *A. dichroum* in flower heads of red clover, but BOVIEN and JØRGENSEN (1934, 1936) did not. In the current studies a few specimens of *A. dichroum* were encountered in red clover flower heads, but it is evident that these were present in the heads as adults or that some alsike or white clover heads had unintentionally been included in the samples and the weevils developed in them (MARKKULA *et al.* 1964). When it is further taken into consideration that *A. dichroum* did not oviposit on red clover in earlier trials (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1957), it appears reasonable to assume that *A. dichroum* is not one of the species using red clover as its reproductive host plant.

Apion apricans and *A. assimile* inhabit a slightly greater number of host plants than *A. dichroum*, since they occasionally oviposit in alsike clover (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1957). Although *A. apricans* and *A. assimile* may be considered species of alsike and white clover, their sparse occurrence in the flower head samples shows that they have no practical significance as seed pests of these small-flowered clovers.

In addition to *A. dichroum*, *Miccotrogus picirostris* uses alsike and white clovers as its main host plants. The small numbers of this species found in the samples during three years and the scarcity of earlier reports on its occurrence in Finland indicate that it is not generally a very serious seed pest of alsike and white clover in this country.

Phytonomus nigrirostris, *P. meles* and *Coleophora deauratella* occurred less abundantly in the alsike and white clover samples than in the red clover samples taken at the same time (cf. MARKKULA *et al.* 1964). This was to be expected, since red clover is the principal host plant of these species.

Summary

This study was based on alsike and white clover flower head samples (consisting of 200 heads each) collected from different parts of Finland in the years 1958—60. A total of 104 samples were obtained from alsike and 107 from white clover. When the samples were kept in rearing boxes, a total of 9 488 insects developed from them; these belonged to the species *Apion dichroum* Bedel (= *A. flavipes* Payk.), *A. apricans* Herbst, *A. assimile* Kirby, *Phytonomus nigrirostris* Fabr., *P. meles* Fabr., *Miccotrogus picirostris* Fabr. and *Coleophora deauratella* Zell.

A. dichroum proved to be the most widely distributed species, occurring as far north as lat. 68° 30' N., and it was also the most frequent and most abundant species. It was found in 94 % of the samples of both alsike and white clover. The second most frequent species was *P. nigrirostris*: in alsike 41 % and white clover 21 %. The frequencies of the other species were in the range 3—11 %. Of the entire numbers of seed pest specimens, *A. dichroum* made up an average of 94.3—96.7 %. In all three years of the study it was more abundant in cultivated alsike clover (av. 59.0 specimens per sample) than in cultivated white clover (35.4) and likewise more abundant in wild alsike (38.5) than in wild white clover (23.1). As the age of the ley increased and its alsike clover content diminished, the numbers of *A. dichroum* decreased substantially. The contribution of each of the other species to the total number of pest specimens was less than 2 % and the number of specimens per sample was at most 1.2.

The species of seed pests infesting alsike and white clover in Finland are almost the same, and as regards their numbers there appear to be no great differences between the two kinds of clover.

REFERENCES

- BOVIEN, P. & JØRGENSEN, M. 1934. Orienterende undersøgelser over angrep af snudebiller (*Apion*) i kløverhoveder. Tidskr. Planteavl 40: 376—398.
- & — 1936. Fortsatte undersøgelser over angrep af snudebiller (*Apion*) i kløverhoveder. Ibid. 41: 337—353.
- BUHL, C. & SCHÜTTE, F. 1964. Über Auftreten und Bekämpfung von *Apion flavipes* Payk. in Weissklee-Samenbeständen. Z. Pfl.krankh. 71: 189—197.
- GUPPY, J. C. 1958. Insect surveys of clovers, alfalfa, and birdsfoot trefoil in Eastern Ontario. Can. Ent. 90: 523—531.
- MARKKULA, M. 1959. Klöverfröskadedyrens utbredning och frekvens i Finland. Not. Ent. 39: 93—94.
- 1960. Five parasitic *Hymenoptera* and two Itonidid species new to Finland. Ann. Ent. Fenn. 26: 227—228.
- & MYLLYMÄKI, S. 1957. Investigation into the oviposition on red and alsike clover and alfalfa of *Apion apricans* Herbst, *A. assimile* Kirby, *A. flavipes* Payk., *A. seniculus* Kirby and *A. virens* Herbst (*Col.*, *Curculionidae*). Ibid. 23: 203—207.
- & — 1958. The composition of the *Apion* (*Col.*, *Curculionidae*) population of grassland legumes and some wild leguminous plants. Ibid. 24: 97—124.

- MARKKULA, M. & MYLLYMÄKI, S. 1960. *Coleophora deauratella* Zell. (Lep., Coleophoridae), a seed pest of red clover. Ibid. 26: 74—78.
- & — 1962. The distribution, abundance, and biology of the clover head weevil, *Phytonomus meles* Fabr. (Col., Curculionidae) in Finland. Ibid. 28: 49—63.
- & — & KANERVO, V. 1964. The abundance of the seed pests of red clover in Finland and the effect of some factors on the abundance. Ann. Agric. Fenn. 3: 95—132.
- & TINNILÄ, A. 1956. Studies of the biology of the lesser clover leaf weevil, *Phytonomus nigrirostris* Fabr. (Col., Curculionidae). Publ. Finn. State Agric. Res. Board 152: 1—62.
- NOTINI, G. 1935. Undersökningar rörande på rödklöver levande spetsvivlar (*Apion* Herbst). 1. Deras förekomst, levnadssätt och utvecklingshistoria. Stat. Växtskyddsanst. Medd. 9: 1—63.
- PRIHODA, A. 1948. *Miccotrogus picirostris* Fabr., škudce švédskédo jetele. Ochrony Rostlin 21: 58—61.
- SCHNELL, W. 1955. Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosekulturen. Z. angew. Ent. 37: 192—238.
- VALLE, O. 1936. Untersuchungen zur Bekämpfung von Samenschädlingen verschiedener Kleearten. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 8: 195—209.

SELOSTUS

Alsike- ja valkoapilan siementuholaisten yleisyydestä ja runsaudesta

MARTTI MARKKULA ja SIRKKA MYLLYMÄKI

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Tutkimus perustuu vuosina 1958—1960 maamme eri puolilta alsike- ja valkoopilasta otettuihin kukintonäytteisiin, joista kukin käsitti 200 kukintoa. Alsikeopilasta saatiin 104 näytettä ja valkoopilasta 107 näytettä. Näytteistä kehittyi kasvatustaikoissa 9 488 hyönteisyksilöä, jotka kuuluivat seuraaviin lajeihin: keltasäärinirppu, apilanirppu, pieni apilanirppu, korvakekärsäkäs, mykerökärsäkäs, alsikepilakärsäkäs¹⁾ ja apilan pussikoi.

Keltasäärinirppu osoittautui laajimmalle, ainakin Enontekiöön asti, levinneeksi ja muita lajeja verrattomasti yleisemmäksi ja runsaslukuisemmaksi. 94 % alsikeopilasta ja sama prosenttimäärä valkoopilasta otetuista näytteistä sisälsi sitä. Toiseksi yleisin oli korvakekärsäkäs: alsikeapila 41 %, valkoapila 21 %. Muiden lajien yleisyysprosentit olivat 3—11.

Keltasäärinirppua oli siementuholaislajien kokonaisyksilömäärästä keskim. 94—97 %. Kaikkina tutkimusvuosina sen määrä viljellyssä alsikeopilassa (keskim. 59 yksilöä näytteessä) oli suurempi kuin viljellyssä valkoopilassa (35) ja samoin luonnonvaraisessa alsikeopilassa (39) suurempi kuin luonnonvaraisessa valkoopilassa (23). Nurmen iän lisääntyessä ja alsikeopilapitoisuuden pienentyessä keltasäärinirpun määrä väheni huomattavasti. — Jokaisen muun lajin yksilömäärän osuus kokonaisyksilöluvusta oli pienempi kuin 2 % ja yksilömäärä näytettä kohti enintään 1.2.

Alsike- ja valkoapilan siementuholaislajit ovat miltei samanlaisia eivätkä lajien runsaudesta näytä suuresti poikkeavan toisistaan. Yksilörunsauden perusteella voidaan päätellä, että keltasäärinirppu on erittäin merkittävä alsike- ja valkoapilan siementuholainen ja että muiden lajien taloudellinen merkitys on ilmeisesti vähäinen.

¹⁾ *Miccotrogus picirostris* -kärsäkkäälle tässä ehdotettu suomalainen nimi.

MAGNESIUMIN PUUTTEEN TORJUMINEN MAGNESIUM- PITOISUUDELTAAN ERILAISILLA KALKKIKIVIJAUHEILLA

Referat: Bekämpfung von Magnesiummangel mit Kalksteinmehlen verschie-
denen Magnesiumgehaltes

TUOMAS KERÄNEN ja RAILI JOKINEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos, Tikkurila

Saapunut 19. 5. 1964

Vuonna 1956 tehdyn taselaskelman mukaan poistui viljelymaistamme magne-
siumia sadoissa ja huuhtoutumisessa keskimäärin 10 kiloa (n. 17 kg MgO)
hehtaaria kohti vuodessa (HEINONEN 1956). Sen kahden kilon vajauksen, minkä
laskettiin syntyvän, kun kaikki satojen ottama magnesium ei palaudu karjan-
lannassa, täytti väkilannoitteissa ja kalkkikivijauheessa maahan tuleva magne-
sium. Lannoitteiden ja kalkkikivijauheen käyttö on mainitun vuoden jälkeen
vielä lisääntynyt ja niissä maahan tuleva magnesiumkin muutaman kilon heh-
taaria kohti vuodessa. Taseessa laskettiin huuhtoutuminen ruotsalaisen arvion
mukaan kolmeksi kiloksi, kun se myöhemmin tehtyjen tutkimusten mukaan on
n. 16 kiloa hehtaarin alalta vuodessa (WIKLANDER 1959). Tästä päätellen meillä
kuten monin paikoin muuallakin (ØDELIEN 1958, SVANBERG 1960, GERICKE
1962, HENRIKSEN 1964) viljelymaiden magnesiumvarat nykyisin vähentyvät.

Fosforin, kalin ja kalkin lukuihin verrattuna on lukuja maittemme vaihtu-
vasta tai helppoliukoisesta magnesiumista esitetty vähän. Tutkituissa glasiaali-
savissa sitä on ollut yleensä yli 1000 kg/ha (AARNIO 1942, HEINONEN 1956),
mikä riittää kaikille kasveille, varsinkin kun saveksen vaihtumatonta magne-
siumia näyttää vapautuvan melko nopeasti kasvien käyttöön (SCHROEDER,
ZAHIROLESHAM ja HOFFMAN 1963). Karkeissa kivennäismaissa, hieta-, lieju- ja
liejusavi- sekä turvemaissa on vaihtuvaa magnesiumia ollut hyvin vaihtelevia
määriä, muutamien näytteiden alle 100 kilosta 2000—4000 kiloon hehtaaria
kohti (AARNIO 1942, HEINONEN 1956, KAILA ja KIVEKÄS 1956, KIVEKÄS ja

KAILA 1957). Suurimmat määrät ovat olleet lieju-, liejusavi- ja turvemaissa. Laitoksellamme tutkituissa astiakokeiden maanäytteissä, joista on karkeita, happamia ja vähäravinteisia suhteellisen monta, on ollut happamaan ammonium-asetaatiliuokseen uuttuvaa magnesiumia viidessä näytteessä 65—200, viidessä 225—500, kahdessa 540 ja 600 ja viidessä 1060—2325 kg/ha.

Viljelykasvien magnesiumin tarve vaihtelee paljon. Kaura tarvitsee magnesiumipitoisuudeltaan normaaleihin satoihin MgO 10—25 kg/ha vuodessa, muut viljakasvit ja heinät 10—15, peruna 30, apila 20—40, sokerijuurikas 40—60 ja rehijuurikkaat 40—80 kg/ha (SCHACHTSCHABEL 1959). Kasvit alkavat kärsiä magnesiumin puutetta jo ennen kuin kaikki vaihtuva magnesium loppuu. Tähänastisten maa-analyysien mukaan on viljelymaistamme pieni osa sellaisia, etteivät ns. magnesiumkasvit niillä täysin menesty. Nämä kasvit tarvitsevat runsaasti myös kalia ja typpiä, jotka vaikeuttavat magnesiumin saantia, typpi kuitenkin vain ammoniummuodossa.

Maan magnesiumtilaa voidaan selvittää paitsi kenttäkokeilla ja maa-analyysillä, jossain määrin myös satoanalyysillä. Meillä on sadon magnesiummäärityksiä tehty ehten heinästä. Kiinteiltä koekentiltä erilaisista lannoituskokeista korjattujen nurmikasvivaltaisten heinien kuiva-aineessa on ollut MgO keskimäärin 2 0/00 tai vähän enemmän (SALONEN ja TAINIO 1957, 1961; KERÄNEN ja TAINIO 1964). Samoin on eri puolilta maata talousviljelyksiltä saaduissa vuoden 1963 heinänäytteissä ollut ilmakeivasta laskettuna 1.2 0/00 Mg eli 2.0 0/00 MgO (RING 1963). Kaikissa näissä tutkimuksissa on ollut pieni osa näytteitä, joissa on ollut MgO alle 1 0/00, mikä sekin viittaa magnesiumin puutteeseen.

Muutamien koetulosten lisäksi, joiden mukaan 10 ja 20 kg/ha Mg magnesiumsulfaattina lisäsi tarkoitukseen valituilla koemasien niukasti magnesiumpitoisilla mailla perunan mukulasatoa keskimäärin 8 0/0 (HEINONEN 1956), ei meillä ole vielä julkaistu muita magnesiumlannoitusta selvittävien kenttäkokeiden tuloksia. Laitoksellamme on aikaisemmin verrattu astiakokeessa magnesiumsulfaatin ja tavallisen sekä dolomiittisen kalkkikivijauheen vaikutusta erittäin happamalla ja vain lievästi happamalla viljelymaalla (KERÄNEN 1960). Kokeessa poisti puutteen magnesiumsulfaatti paremmin kuin dolomiitti maalla, joka ei ollut kalkituksen tarpeessa. Erittäin happamassa ja vähäkalkkisessa maassa lisäsi magnesiumsulfaatti kasvien magnesiumin saantia, mutta ei satoa. Tavallinen ja dolomiittinen kalkkikivijauhe lisäsivät satoa yhtä paljon ja dolomiittinen lisäsi magnesiumin saantia enemmän kuin tavallinen kalkkikivijauhe. Yksivuotisessa kokeessa jäi aineiden pitempiaikainen vaikutus selvittämättä.

Koesuunnitelma ja menetelmät

Kolmivuotisessa astiakokeessa oli koemaina kolme niukasti kalkki- ja magnesiumpitoista viljelymaata, joista saadut analyysiluvut esitetään taulukoissa 1 ja 2. Maata käytettiin kussakin astiassa 5.5 l. Tutkimuksen kohteena oli magnesiumiton saostettu CaCO₃ ja magnesiumia sisältävät Lappeenrannan,

Taulukko 1. Analyysilukuja koemaista.
Tabelle 1. Analysenzahlen für die Versuchsböden.

	Karkea hietä <i>Grober Feinsand</i> KHt GFs Tikkurila	Urpasavi <i>Gyttjaton</i> Us GT Ylistaro	Ralkaturve <i>Sphagnum-Torf</i> St ST Leteensuo
Tilavuuspaino <i>Volumengewicht</i>	1.71	0.94	0.28
pH: Vedessä <i>in Wasser</i>	6.3	4.7	3.5
KCl:ssa <i>in KCl</i>	5.2	4.0	2.4
Humus %	0.6	12.7	96.8
Happamaan amm.asetattiin uuttuvaa mg/l: <i>In saur. Amm.azetat ausgelaugt mg/l:</i>			
P ₂ O ₅	4	22	22
CaO	307	392	420
MgO	55	115	215
K ₂ O	100	190	154
Na ₂ O	33	262	112
Vaihtokapasiteetti me/l <i>Austauschkapazität me/l</i>	45.9	237.2	352.6

Taulukko 2. Koemaiden kationien suhteet me-%
Tabelle 2. Die Verhältnisse zwischen den Kationen der Versuchsböden me-%.

	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H+Al
KHt GFs	24.0	5.9	4.6	2.3	63.2
US GT	5.9	2.4	1.7	3.6	86.4
St ST	4.3	3.0	0.9	1.0	90.8

Taulukko 3. Keskimääräinen kalkitus karkealla hiedalla, muilla mailla kalkitus kaksinkertainen.
Tabelle 3. Durchschnittliche Kalkung bei grobem Feinsand, bei den übrigen Böden Kalkung doppelt.

	Ainetta g/l <i>Kalkmenge</i> g/l	Aineessa neutral. CaO <i>Gehalt des Kalkes</i> <i>in % neutral. CaO</i>	MgO %	MgO mg/l
CaCO ₃ , kemikaali —»— <i>rein</i>	1.90	55.7	0	0
Lappeenrannan kalkkikivijauhe <i>Kalksteinmehl von Lappeenranta</i>	2.02	52.4	0.42	8.6
Lohjan kalkkikivijauhe <i>Kalksteinmehl von Lohja</i>	2.11	50.2	0.67	14.1
Paraisten kalkkikivijauhe <i>Kalksteinmehl von Parainen</i>	2.08	51.0	1.07	22.1
Vimpelin (dolomiittinen) kalkkikivijauhe <i>Kalksteinmehl von Vimpeli (dolomitisch)</i>	2.44	43.5	9.51	232.0

Lohjan, Paraisten ja Vimpelin louhosten kalkkikivijauheet. Kutakin kalkitusainetta annettiin kokeen perustamisvuonna kolme määrää, jotka karkealla hiedalla vastasivat 1, 2 ja 4 tn/ha neutraloivaa CaO ja muilla mailla 2, 4 ja 8 tn/ha. Taulukossa 3 esitetään karkeaan hietaan eri aineissa lisätyt keskimääräiset MgO-määrät. Vuotuislannoituksena käytettiin astiaa kohti 1 g N ammoniumnitraattina, P₂O₅ monokalsiumfosfaattina ja K₂O kaliumkloridina, osittain kaliumsulfaattina sekä pientä määrää B, Cu, Zn, Mo ja Mn. Koekasvina oli ensimmäisenä vuonna hiedalla ja urpasavella syysrapssi, rahkaturpeella kaura, muina vuosina kaikilla mailla kaura.

Koemaiden fosfori, kali, kalkki, magnesium ja natrium määritettiin happamasta ammoniumasetaattiuutteesta (VUORINEN ja MÄKITIE 1955). Magnesiummäärittämisessä maista ja kalkkikivijauheesta käytettiin versenaattititrausta (GETTKANDT 1958, RAUTERBERG *et al.* 1960) ja sadon analyyseissa laitoksella käytössä olevia menetelmiä (SALONEN *et al.* 1962).

Koetulokset

Ensimmäinen koevuosi oli varsinaisen kokeen valmisteluvuosi kahdestakin syystä. Syysrapssi, jonka kuiva-ainesato yleensäkin jää pienemmäksi kuin kauran, ei kasva juuri ollenkaan vahvasti happamassa maassa ja aiheuttaa sen takia epätasaisuutta koetuloksissa. Toiseksi oli ensimmäisen kasvukauden lopussa tehdyn pH-määrittäksen mukaan saostetun CaCO₃:n neutraloiva kyky nopeampi

Taulukko 4. Kuiva-aineen MgO-pitoisuus ‰.
Tabelle 4. MgO-Gehalt der Trockensubstanz ‰.

Kalkitus Kalkung	0	CaCO ₃	Lappeenr.	Lohja	Parainen	Vimpeli	pme ¹⁾ kl. sign. Diff.
KHt, 1. v. rapssi							
GFs 1. J. Raps	2.1	1.6	1.6	1.8	1.7	3.9	0.23
2. v. kaura							
2. J. Hafer	0.8	0.7	0.8	0.8	0.9	2.0	0.23
3. v. kaura							
3. J. Hafer	0.6	0.5	0.4	0.5	0.5	1.4	0.39
US, 1. v. rapssi							
GT 1. J. Raps	2.5	2.4	2.1	2.0	2.1	5.9	1.36
2. v. kaura							
2. J. Hafer	1.3	0.8	1.1	1.2	1.4	2.7	0.34
3. v. kaura							
3. J. Hafer	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	2.4	0.51
St, 1. v. kaura							
ST 1. J. Hafer	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	2.2	0.22
2. v. kaura							
2. J. Hafer	0.9	0.6	0.9	1.0	1.0	2.0	0.32
3. v. kaura							
3. J. Hafer	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	2.3	0.35

¹⁾ Kalkitusaineiden välinen pienin merkitsevä ero (P=95 ‰).

Der zwischen den Kalkungsmitteln bestehende kleinste signifikante Unterschied (P=95 ‰).

Taulukko 5. Jyvien ja olkien kuiva-aineen keskimääräinen MgO-pitoisuus ‰.
 Tabelle 5. Der durchschnittliche MgO-Gehalt (‰) der Trockensubstanz von Körnern und Stroh.

Kalkitus Kalkung	0	CaCO ₃	Lappeenr.	Lohja	Parainen	Vimpeli	pme ¹⁾ kl. sign. Diff.
1. v. jyvät							
1. J. Körner	1.9	1.3	1.5	1.5	1.4	1.9	0.30
oljet							
Stroh	1.1	0.8	0.9	0.9	0.9	2.6	0.39
2. v. jyvät							
2. J. Körner	1.2	1.1	1.2	1.3	1.4	1.8	0.12
oljet							
Stroh	0.8	0.3	0.6	0.7	0.8	2.6	0.96

Taulukko 6. Kuiva-ainesato g/l maata.
 Tabelle 6. Trockensubstanzertrag g/l Boden.

Kalkitus Kalkung	0	CaCO ₃	Lappeenr.	Lohja	Parainen	Vimpeli	pme ¹⁾ kl. sign. Diff.
KHt, GFs							
1. v. rapsi							
1. J. Raps	4.5	5.9	6.7	6.1	6.5	5.0	1.49
2. v. kaura							
2. J. Hafer	6.9	18.7	18.3	21.0	19.5	20.1	4.06
3. v. kaura							
3. J. Hafer	10.8	4.0	8.5	6.8	9.4	15.5	5.84
yhteensä zus.	22.2	28.6	33.5	33.9	35.4	40.6	
US, GT							
1. v. rapsi							
1. J. Raps	3.8	11.6	9.9	8.8	10.2	9.5	1.66
2. v. kaura							
2. J. Hafer	1.9	18.2	16.6	16.6	18.3	18.5	5.80
3. v. kaura							
3. J. Hafer	1.8	2.3	8.0	9.6	11.7	19.5	7.16
yhteensä zus.	7.5	32.1	34.5	35.0	40.2	47.5	
St. ST							
1. v. kaura							
1. J. Hafer	2.8	13.1	11.8	11.9	14.9	12.1	2.31
2. v. kaura							
2. J. Hafer	5.6	12.7	9.6	14.3	15.7	14.9	3.88
3. v. kaura							
3. J. Hafer	5.7	3.4	14.7	11.6	12.4	16.0	3.81
yhteensä zus.	14.1	29.2	36.1	37.8	43.0	43.0	

¹⁾ Kalkitusaineiden välinen pienin merkitsevä ero ($P = 95\%$).
 Der zwischen den Kalkungsmitteln bestehende kleinste signifikante Unterschied ($P = 95\%$).

kuin kalkkikivijauheiden. Myöhemmin erot hävisivät, eivätkä mainitut seikat vaikeuta sanottavasti tulosten tulkintaa.

Magnesiumin puute kaurassa ilmenee kasvun aikana lehtiin ilmestyvinä pitkittäisinä helminauhamaisinä lehtivihreäkaasumina. Lievissä tapauksissa häviävät näkyvät oireet myöhemmin. Satoa tutkittaessa havaitaan sadon määrän ja magnesiumipitoisuuden alentuneen ja tuleentumisen viivästyneen. Kokeen tuloksia on esitetty taulukoissa 4—9. Ne on laskettu kolmen kalkitusainemäärän keskiarvoina.

Kutakuinkin normaaleissa ravinnesuhteissa kasvaneen tuleentuneen kauran MgO-pitoisuus on oljissa n. 1.2 ‰, jyvissä n. 1.6 ‰ ja rapsissa n. 4.0 ‰. Taulukon 4 luvuista nähdään, että jo ensimmäisenä vuonna rapsi hieta- ja liejusavimailla sekä kaura rahkaturpeella kärsivät magnesiumin puutetta kaikissa muissa koejäsenissä paitsi Vimpelin dolomiittia saaneissa. Erityisen selvästi näkyy puute olkisadossa (taulukko 5). Jyväsadon MgO-pitoisuus ei lisääntynyt sanottavasti edes silloin, kun magnesiumia on paljon yli tarpeen, mutta puute sen sijaan ilmenee jyvienkin magnesiumipitoisuudessa, tosin lievempänä kuin olkien.

Magnesiumin puute oli luonnollisesti suurempi kolmantena kuin toisena koevuonna. Suhteellisen lievä puute ei kuitenkaan ole aiheuttanut sanottavaa kuivaainesadon vähentymistä muissa kuin täysin kalkitsemattomissa koejäsenissä (taulukko 6). Vasta erittäin suuri puute on alentanut voimakkaasti satoa. Sadosta päätellen on puute ensimmäisenä ja toisena vuonna ollut pienempi CaCO₃-koejäsenessä kuin 0-koejäsenessä. Vielä selvemmin tämä ero näkyy kasvien ottaman MgO:n määrässä taulukon 7 lukujen mukaan. Kalsiumkarbonaatin magnesiumvaikutuksessa on kuitenkin eroa eri maalajien välillä. Vähän happaman karkean hiedan CaCO₃-koejäsenestä ovat kasvit saaneet MgO vain vähän enemmän kuin 0-koejäsenestä, mutta erittäin happamien rahkaturpeen ja urpavaven vastaavasta koejäsenestä 2—3-kertaisen määrän. Tämä magnesiumattomien kalkitusaineiden magnesiumvaikutus perustuu eri ionien antagonismiin kasvien ravitsemuksessa. H-ioni vaikeuttaa kaikkien kationien saantia erittäin voimakkaasti. Ca-ionitkin vaikeuttavat toisten kationien saantia, mutta vähemmän kuin H-ionit ja Mg:n saantia vähemmän kuin K:n ja NH₄:n saantia. Näistä ilmiöistä johtuu, että happamia maita kalkittaessa, jolloin Ca-ioneja tulee H-ionien tilalle, lieventyy tai häviää magnesiumin puute, vaikka kalkitusaineissa ei olisikaan magnesiumia. Mahdollista on, että kokeen happamissa maissa kasvit kärsivät 0-koejäsenien kyseessä ollen myös suoranaista kalsiumin puutetta, jolloin juuriston kehitys on vajavaista. Kuten taulukon 8 luvuista nähdään, voi kalkituksen välillinen magnesiumvaikutus olla aluksi hyvin suuri, urpavavella 3 vuodessa 29.9 mg/l eli n. 60 kg/ha. Tämä tietenkin edellyttää, että maassa on suhteellisen runsaasti vaihtuvaa magnesiumia ja että maa on vahvasti hapan. Lievästi happamissa maissa tarvitaan magnesiumipitoisempia kalkitusaineita myös siitä syystä, että niiden kalkitustarve on pienempi. Happamissakin maissa magnesiumin peruspuute korjaantuu vain magnesiumlisäyksellä,

Taulukko 7. Sadon ottama ja maan sisältämä MgO.
 Tabelle 7. Vom Ertrag aufgenommenes und im Boden enthaltenes MgO.

Kalkitus Kalkung			0	CaCO ₃	Lappeenr.	Lohja	Parainen	Vimpeli
KHt GFs	Sadossa	1. v.						
	Im Ertrag	1. J.	9.5	9.5	10.9	10.7	11.1	19.6
	—»—	2. v.						
	—»—	2. J.	5.6	13.1	14.2	16.5	17.0	39.6
	—»—	3. v.						
		3. J.	6.5	1.9	3.6	3.2	4.3	21.1
	Sadossa	yht. mg/l	21.6	24.5	28.7	30.4	32.4	80.3
	Im Ertrag	zus.						
	Maassa	mg/l	55.0	55.0	63.6	69.1	77.1	287.0
	Im Boden							
	—»—	me- ⁰ / ₀	5.9	5.9	6.9	7.4	8.3	31.0
US GT	Sadossa	1. v.						
	Im Ertrag	1. J.	9.5	27.6	20.4	17.3	21.8	55.7
	—»—	2. v.						
	—»—	2. J.	2.4	13.9	17.7	20.3	25.3	49.7
	—»—	3. v.						
		3. J.	1.1	1.4	5.2	6.8	8.8	46.3
	Sadossa	yht. mg/l	13.0	42.9	43.3	44.4	55.9	151.7
	Im Ertrag	zus.						
	Maassa	mg/l	115.0	115.0	132.0	143.1	159.3	579.1
	Im Boden							
	—»—	me- ⁰ / ₀	2.4	2.4	2.8	3.0	3.3	12.1
St ST	Sadossa	1. v.						
	Im Ertrag	1. J.	3.5	14.4	14.5	14.3	17.6	27.0
	—»—	2. v.						
	—»—	2. J.	4.9	8.1	8.4	13.9	16.0	29.3
	—»—	3. v.						
		3. J.	3.5	1.9	9.9	7.7	9.0	36.8
	Sadossa	yht. mg/l	11.9	24.4	32.8	35.9	42.6	93.1
	Im Ertrag	zus.						
	Maassa	mg/l	215.0	215.0	232.0	243.1	259.3	679.1
	Im Boden							
	—»—	me- ⁰ / ₀	3.0	3.0	3.3	3.4	3.7	9.5

Taulukko 8. Kalkitusaineiden välillinen ja magnesiumista johtuva magnesiumvaikutus kolmena vuonna yhteensä MgO mg/l.

Tabelle 8. Die mittelbare Magnesiumwirkung der Kalkungsstoffe und die auf Magnesium beruhende Magnesiumwirkung in drei Jahren zusammen MgO mg/l.

Kalkitus Kalkung	Välillinen Mittelbar (CaCO ₃)	Magnesiumista johtuva auf Magnesium beruhend			Vimpeli
		Lappeenr.	Lohja	Parainen	
KHt					
GFs	2.9	4.2	5.9	7.9	55.8
US					
GT	29.9	0.4	1.5	13.0	108.8
St					
ST	12.5	8.4	11.5	18.2	68.7

mutta kalkitus sinänsä tekee mahdolliseksi maan omien magnesiumvarojen hyväksikäytön.

Kuten aikaisemmin esitetystä jo on käynyt selville, oli magnesiumin puute kaurassa toisena vuonna CaCO_3 -koejäsenessä pienempi kuin 0-koejäsenessä ja kolmantena vuonna päinvastoin. Samaa osoittavat myös taulukon 9 esittämät korjuuvaiheessa määritetyt sadon kuiva-ainepitoisuusluvut, edellisenä vuonna dolomiittikoejäsenen alkaessa olla keltatuleentumis-, jälkimmäisenä vuonna maitotuleentumisasteella. Keskimäärin on toisena vuonna dolomiittikoejäsenissä ollut kuiva-ainetta 52 % ja kolmantena vuonna 37 % enemmän kuin CaCO_3 -koejäsenissä. Magnesiumin puutteesta johtuvalla tuleentumisen viivästyksellä on ilmastossamme käytännöllistä merkitystä, mikäli puutetta alkaa viljelymais- samme yleisemmin esiintyä. Varsinaisia havaintoja siitä, kuinka paljon vilja- kasvien tuleentuminen voi viivästyä, ei liene tehty, mutta mainintoja viivästy- misestä on ainakin astiakokeiden selostuksissa (SCHARRER ja MENDEL 1959, KÜHN 1962). Sen sijaan samasta syystä johtuvaa perunan sadon ja sen tärk- kelyspitoisuuden sekä sokerijuurikkaan sokeripitoisuuden alentumista on todettu muualla melko yleisesti myös kenttäkokeissa.

Koetulosten tarkastelua

Magnesiumin puutteen vaikutukset kasvien satoon, magnesiumpitoisuuteen ja tuleentumisen viivästyminen näyttävät koetulosten mukaan selviltä. Sen sijaan magnesiumpitoisten kalkkikivijauheiden merkitys puutteen poistamisessa vaatii lähempää tarkastelua.

Riittävästä kastelusta ja verraten runsaasta pääravinnelannoituksesta astia- kokeissa johtuu, että niissä sato ja ravinteiden otto ovat suuria ja magnesiumin puute ilmenee herkemmin kuin kentällä. Erityisesti melko suuri kalisuolalan- noitus vaikeuttaa magnesiumin saantia ja muuttaa maan kationien suhteet epä- edullisiksi varsinkin maissa, joiden vaihtokapasiteetti on pieni.

Taulukko 9. Tuoresadon kuiva-ainepitoisuus korjuuvaiheessa.

Tabelle 9. Der Trockensubstanzgehalt des Frischertrages im Erntestadium.

Kalkitus Kalkung	0	CaCO_3	Lappeent.	Lohja	Parainen	Vimpeli	pme ¹⁾ kl. sign. Diff.
2. vuosi, % 2. Jahr, %	28.3	36.1	35.2	36.8	40.5	42.9	4.02
suhdeluvut Verhältniszahlen	100	128	124	130	143	152	
3. vuosi, % 3. Jahr, %	22.2	16.8	22.3	23.3	25.2	30.4	3.72
suhdeluvut Verhältniszahlen	100	76	100	105	114	137	

¹⁾ Kalkitusaineiden välinen pienin merkitsevä ero ($P=95\%$).

Der zwischen den Kalkungsmitteln bestehende kleinste signifikante Unterschied ($P=95\%$).

Koemaiden kationisuhteet olivat alkuaankin epätyydyttävät. Hyvässä kasvukunnossa olevissa maissa tulisi prosentteina vaihtokapasiteetista laskettuna olla H-ioneja noin 20—30, Ca-ioneja 50—60, Mg-ioneja 5—10 ja K-ioneja 5 ja suhteen Ca : Mg n. 6 : 1. Koemaissa oli H-ioneja 63—91 % ja suhde Ca : Mg karkeassa hiedassa 4 : 1, urpasavessa 2.4 : 1 ja rahkaturpeessa 1.5 : 1. Tämä merkitsee, että maat olivat suhteellisesti enemmän kalsiumin kuin magnesiumin tarpeessa, kuten yleensä viljelymaamme, joskaan viljelymaat keskimäärin eivät ole läheskään niin paljon kalkin puutteessa kuin kokeessa käytetyt kaksi happaminta maata.

Nimenomaan magnesiumin puutetta tutkittaessa on ilmennyt, että ns. magnesiumkasveilla on minimiraja 4—4.5 % vaihtokapasiteetista (VAN DER BROEK ja VAN DER MAREL 1959, ADAMS ja HENDERSON 1962). Tässä suhteessa kokeen karkea hietä täyttäisi minimivaatimukset (taulukko 2) ja muut maat jäävät tämän rajan alapuolelle. Lähes humuksettoman karkean hiedan vaihtokapasiteetti oli kuitenkin vain 1/2 — 1/3 vastaavan normaalin viljelymaan vaihtokapasiteetista, joten sen magnesiumipitoisuus oli absoluuttisesti liian pieni (taulukko 1) ja siinä ilmeni puute ainakin yhtä selvänä kuin muissa koemaissa. Kasvien magnesiumipitoisuudesta päätellen ne kärsivät magnesiumin puutetta jo ensimmäisenä vuonna. Kalkitus erilaisilla kalkkikivijauheilla hävitti puutteen vain dolomiittia saaneista koejäsenistä. Kalkitusaineilla dolomiittia lukuun ottamatta lisääntyikin maiden magnesiumipitoisuus suhteellisen vähän (taulukko 7). Urpasaven ja rahkaturpeen runsaan ja liian niukan magnesiumipitoisuuden välinen raja jäi siten 12.1:n ja 3.3:n sekä 9.5:n ja 3.7:n me-%:n väliin. Kalkkikivijauheeksi laskettuna oli kalkitus karkealla hiedalla vähän yli 4 tn/ha ja muilla mailla kaksinkertainen. Tavallisten kalkkikivijauheiden MgO-pitoisuus oli 0.42—1.07 %.

Jos edellä olevan selvittelyn perusteella tarkastellaan erilaisten kalkkikivijauheiden merkitystä magnesiumin puutteen torjunnassa, niin viljelymaillemme sopivat yleensä suhteellisen vähän magnesiumia sisältävät jauheet, koska kalkin puute on suurempi kuin magnesiumin. Jauheiden magnesiumipitoisuus saa olla sitä alhaisempi, mitä happamampia maat ovat ja mitä pienempi niissä on suhde Ca : Mg ja mitä pienempi puute on. Optimaalinen, n. 6 : 1, on suhde kalkkikivijauheessa, jossa on MgO n. 3 %. Heikosti happamille ja riittävästi vaihtuvaa kalkkia sisältäville maille sopii siten dolomiittinen kalkkikivijauhe tai magnesiumsulfaatti. Koska on tarkoituksenmukaista parantaa magnesiumlannoituksen yhteydessä myös maan kalkkitilaa, tulisi magnesiumsulfaattia käyttää vain silloin, kun suhde Ca : Mg on suurempi kuin 6 : 1 eli maille, joilla 1—2 tn/ha dolomiittia on kalkituksena liikaa.

Päätelmät

Tavallisilla kalkkikivijauheilla, joissa on ollut MgO 0.42—1.07 %, eivät magnesiumin puutosoireet ole hävinneet astiakokeessa, mutta ne ovat lieventyneet samassa suhteessa kuin kalkitusaineiden MgO-pitoisuus on noussut. Dolo-

miittisella kalkkikivijauheella puutosoireet on täysin saatu häviämään. Mikäli magnesiumin puutetta ilmenee peltoviljelyssä, niin ilmeisesti myös siellä useimmiten tarvitaan magnesiumpitoisempia aineita kun tässä kokeessa käytetyt tavalliset kalkkikivijauheet.

KIRJALLISUUTTA

- AARNIO, B. 1942. Über die Tone Finnlands und ihre Eigenschaften. II. Die austauschbaren Basen. *Agrogeol. julk.* 53.
- ADAMS, F. & HENDERSON, J. B. 1962. Magnesium availability as affected by deficient and levels of potassium and lime. *Proc. Soil Sci. Amer.* 26: 65—68.
- BROEK, J. M. M. VAN DER & MAREL, H. W. VAN DER. 1959. Magnesium in Soils of Limburg. Part I. Soil Types and Mg-Contents. *Pfl.ern. Düng. und Bodenk.* 84: 237—244.
- GERICKE, S. 1962. Die Wirkung der Magnesia im Thomasphosphat. *Phosphorsäure* 22: 162—183.
- GETTKANDT, G. 1958. Eine schnell durchführbare flammenphotometrische Calciumbestimmung im salzsauren Bodenauszug. *Landw. Forsch.* 11: 93—95.
- HEINONEN, R. 1956. Magnesiumin tarpeesta Suomen pelloissa. Summary: Magnesium requirements in Finnish agriculture. *Agrogeol. julk.* 65.
- HENRIKSEN, A. 1964. Om danske landbrugsjordens magnesiumtilstand og afgrødernes magnesiumforsyning. *Planteavl* 67: 733—783.
- KAILA, A. & KIVEKÄS, J. 1956. Distribution of extractable calcium, magnesium, potassium and sodium in various depths of same virgin peat soils. Selostus: Uttuvan kalsiumin, magnesiumin, kaliumin ja natriumin määristä eräitten luonnontilaisten soitten eri syvyyksissä. *Maatal.tiet. aikak.* 28: 237—247.
- KERÄNEN, T. 1960. Magnesiumlannoituksesta. Koetoim. ja käyt. 6—7: 21.
- »— & TAINIO, A. 1964. Super- ja hienofosfaatin vaikutuksesta heinän botaaniseen ja kemialliseen koostumukseen. Summary: The effect of superphosphate and fine ground rock phosphate on the botanical and chemical composition of hay. *Maatal. ja koet.* 18: 9—16.
- KIVEKÄS, J. & KAILA, A. 1957. Extractable calcium, magnesium, potassium and sodium in different peat types. Selostus: Uttuvasta kalsiumista, magnesiumista, kaliumista ja natriumista eri turvelajeissa. *Maatal.tiet. aikak.* 29: 41—55.
- KÜHN, H. 1962. Die Magnesiumwirkung dolomitischer Kalke. *Bodenkultur* 13: 226—239.
- RAUTERBERG, E. & OSSENBERG-NEUHAUS, H. & WIEGBOLD, A. 1960. Komplexometrische Bestimmung von Calcium und Magnesium. *Pfl.ern. Düng. und Bodenk.* 88: 14—17.
- RING, O. 1963. Heinäsadon laatu 1963. Koetoim. ja käyt. 11: 36.
- SALONEN, M. & KERÄNEN, T. *et al.* 1963. Alueellisia ja maaperästä johtuvia eroja timoteiheinän kivennäisainepitoisuuksissa. Summary: Differences in mineral content of timothy hay as related to geographical region and soil type. *Ann. Agric. Fenn.* 1: 226—232.
- »— & TAINIO, A. 1957. Fosforilannoitusta koskevia tutkimuksia. Summary: Results of field experiments with different amounts of phosphate fertilizers. *Valt. maatal.koetoim. julk.* 164: 1—104.
- »— & — 1961. Kalilannoitusta koskevia tutkimuksia. Summary: Investigations on potash fertilization results of field trials with different rates of potash carried out in the years 1932—59. *Valt. maatal.koetoim. julk.* 185: 1—60.
- SCHACHTSCHABEL, P. 1959. Der Magnesium-Versorgungsgrad von Böden. *Phosphorsäure* 19: 301—304.
- SCHARRER, K. & MENGEL, K. 1959. Über das vorübergehende Auftreten sichtbaren Magnesiummangels bei Hafer. *Agrochimica IV:* 3—24. *Ref. Pfl.ern. Düng. und Bodenk.* 91: 67—68.

- SCHROEDER, D. & ZAHIROLESHAM, S. & HOFFMANN, W. E. 1963. Untersuchungen über die Verfügbarkeit der Magnesiumvorräte des Bodens. Pfl.ern. Düng. und Bodenk. 100: 215—224.
- SVANBERG, O. 1960. Aktuellt om magnesium. Växtnäringsnytt 16: 9—12.
- WIKLANDER, L. 1959. Dräneringsvattnets innehåll av näringsämnen. Grundförbättring 12: 193—210.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. Selostus: Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmästä. Agrogeol. julk. 63.
- ØDELIEN, M. 1958. Några biverkningar av handelsgödselmedel. Växtnäringsnytt 14: 1—11.

REFERAT

Bekämpfung von Magnesiummangel mit Kalksteinmehlen verschiedenen Magnesiumgehaltes

TUOMAS KERÄNEN und RAILI JOKINEN

Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung, Abteilung für Agrikulturchemie und -physik, Tikkurila, Finnland

Es ist festgestellt worden, dass die Ackerböden Finnlands im allgemeinen in reichlicher Menge austauschbares Magnesium enthalten, aber mit Ausnahme des Glazialtones hat es bei allen übrigen Bodenarten einige Proben gegeben, die davon sogar unter 100 kg/ha enthalten haben, deren Menge für sogenannte Magnesiumpflanzen zu gering ist. Auf die Auswaschung, die grösser ist als die frühere Schätzung, ist es zurückzuführen, dass die Magnesiumvorräte der finnischen Ackerböden gegenwärtig durchschnittlich abnehmen, so dass der Mangel wahrscheinlich zunehmen wird.

In der vorliegenden Untersuchung sind in einem dreijährigen Gefässversuch die Mangelerscheinungen bei Winterraps und Hafer sowie die Bedeutung der Kalksteinmehle verschiedenen Magnesiumgehaltes (0.42—9.51 % MgO) für die Bekämpfung des Mangels untersucht worden.

Der Mangel zeigte sich schon im ersten Jahre bei allen drei Bodenarten, die an in saurem Ammoniumazetat ausgelautem MgO 55, 115 und 215 mg/l Boden (Tabelle 1) oder 5.9, 2.4 und 3.0 me-% der Austauschkapazität (Tabelle 2) enthielten, bei allen Versuchsgliedern ausser den mit Dolomit versehenen mit einem unternormalen Mg-Gehalt in der Trockensubstanz (Tabelle 4). Im zweiten Jahre erschien der Mangel bei denselben Versuchsgliedern wie im ersten, wirkte sich aber noch nicht bei den gekalkten Versuchsgliedern nennenswert auf den Ertrag aus (Tabelle 6), wenn auch auf den Magnesiumgehalt und den Trockensubstanzgehalt des Ertrages ein gewisser Einfluss beobachtet werden konnte. Dieser war bei dem mit Dolomit versehenen Versuchsglied um 52 % höher als bei dem 0-Versuchsglied, bei dem der Mangel im zweiten Versuchsjahr am grössten war (Tabelle 9). Im dritten Jahr war der Mangel am grössten bei den Versuchsgliedern, die CaCO₃ ohne Magnesia erhalten hatten, und beeinflusste auch stark den Ertrag. Der Trockensubstanzgehalt des Ertrages war bei dem im Milchreifestadium geernteten Hafer bei den Versuchsgliedern mit Dolomit um 37 % höher als bei den 0-Versuchsgliedern. Im allgemeinen äusserten sich Mangel und Reichlichkeit des Magnesium im Magnesiumgehalt des Strohes viel stärker als in dem der Körner (Tabelle 5).

Bei der angewandten Kalkung stieg durch das magnesiumhaltigste der gewöhnlichen Kalksteinmehle der MgO-Gehalt des groben Feinsandes von 55 auf 77 mg/l Boden und der Anteil an der Austauschkapazität von 5.9 % auf 8.3 % (Tabelle 7). Die entsprechenden Zahlen waren beim Gytjtaton 115 und 159 mg/l sowie 2.4 und 3.3 % und beim Sphagnum-Torf 215 und 259 sowie 3.0 und 3.7 %. Dabei litten die Pflanzen schon im ersten Versuchsjahr an Magnesium-

mangel. Bei Kalkung mit dolomitischem Kalksteinmehl stieg der MgO-Gehalt groben Feinsandes auf 31 me-%, der des Gytjtatons auf 12% und der des Sphagnum-Torfes auf 9.5%, wobei in bezug auf die übrigen Nährstoffe Magnesium reichlich vorhanden war.

Bei der Kalkung trat mittelbarer Magnesiumeinfluss auch bei ganz magnesiafreiem Kalsiumkarbonat hervor. Diese Wirkung war bei schwach saurem grobem Feinsand verhältnismässig gering, aber bei stark sauren Böden beträchtlich (Tabelle 8). Man nimmt an, dass der mittelbare Einfluss, teils auf den zwischen den H-, Ga- und Mg-Ionen bestehenden Antagonismus in der Aufnahme der Pflanzennährstoffe, teils auf den Kalziummangel bei den 0-Versuchsgliedern beruht.

Ogleich sich im Versuch der Mangel durch gewöhnliche Kalksteinmehle nicht völlig bekämpfen lassen, hat sich als Ergebnis herausgestellt, dass diesen bei der Bekämpfung von Magnesiummangel doch praktische Bedeutung zukommt. Die Bedeutung ist um so grösser, je saurer und kalkärmer die Kulturböden sind und je geringer der Mangel ist. Das optimale Verhältnis zwischen Ca und Mg des Bodens ist ca. 6 : 1. Dasselbe Verhältnis besteht in einem Kalksteinmehl, bei dem MgO etwa 3% ausmacht. Für schwach saure Böden, die genügend austauschbaren Kalk enthalten, eignet sich somit dolomitisches Kalksteinmehl oder Magnesiumsulfat. Da es ist zweckmässig im Zusammenhang mit Magnesiumdüngung auch den Kalkzustand des Bodens zu verbessern, sollte Magnesiumsulfat nur dann verwendet werden, wenn das Verhältnis zwischen Ca und Mg des Bodens grösser als 6 : 1 ist oder dann, wenn 1—2 tn/ha Dolomit als Kalkung zuviel sind.

EINFLUSS VON TEMPERATUR UND NIEDERSCHLAG AUF DEN KARTOFFELERTRAG VON SORTENVERSUCHEN IN FINNLAND

LEO YLLÖ

Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung, Abteilung für Pflanzenbau, Tikkurila, Finnland

Eingegangen am 19. 5. 1964

In einer früheren Veröffentlichung wurde der Einfluss der Witterungsfaktoren auf den Ertrag der Kartoffelsorte *Rosa folia* bei den in Tikkurila während der Jahre 1931—1960 ausgeführten Versuchen erforscht (YLLÖ 1963). Da die gleiche Sorte auch an anderen Versuchsorten als Standard diente, lag es nahe, den Einfluss von Temperatur und Niederschlag im Rahmen eines umfassenderen Materials zu untersuchen. Hinsichtlich der einschlägigen Literatur sei auf die schon erwähnte Arbeit hingewiesen.

Material

Zur Auswertung wurde das Material folgender Versuchsstationen der Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung herangezogen: Abteilung für Pflanzenbau (Tikkurila), Abteilung für Pflanzenzüchtung (Jokioinen) sowie der Versuchsstationen Satakunta (Peipohja), Häme (Pälkäne), Süd-Savo (Karila), Süd-Ostbottnen (Ylistaro), Nord-Savo (Maaninka) und Nord-Ostbottnen (Ruukki). In Tabelle 1 sind einige Angaben über die Verhältnisse und Ergebnisse der Versuche an den obengenannten Standorten zusammengefasst. Der durchschnittliche Knollenertrag betrug 32.3 t/ha und der durchschnittliche Stärkegehalt 16.1 %. Letzterer ist nach den Tabellen von HALS & BUCHHOLZ errechnet, die etwas höhere Werte als die nach MAERCKER angeben. Während der Versuchsdauer blieb das Ertragsniveau an allen Standorten nahezu unverändert, was für diese Untersuchungen als günstig angesehen werden kann. Die durchschnittliche Temperatur nahm während der Versuchsdauer ab, im Gegensatz zur Niederschlagsmenge, die anstieg (YLLÖ 1964). Allerdings waren die genannten Tendenzen im allge-

Tabelle 1. Einige Angaben über Verhältnisse und Ergebnisse von Sortenversuchen mit Kartoffeln in Finnland in den Jahren 1931—62.

Versuchsort	Geogr. Breite N	Meereshöhe M	Zahl der Vers. Jahre	Knollenertrag		Stärkegehalt		Temperatur u. Niederschläge 1931—62	
				t/ha	s%	%	s%	VI-VIII °C	V-VIII mm
Tikkurila	60°18'	25	32	32.9	25	16.0	12	15.5	195
Jokioinen	60°49'	97	31	26.5	32	17.1	11	14.9	189
Peipohja	61°17'	38	27	34.3	22	18.0	12	15.0	195
Pälkäne	61°20'	100	32	35.0	21	15.8	9	15.3	189
Karila	61°40'	107	30	29.0	18	15.0	6	15.0	205
Ylistaro	62°55'	26	31	31.6	21	16.2	16	14.8	196
Maaninka	63°09'	85	31	38.3	16	15.1	9	15.0	191
Ruukki	64°40'	45	30	30.9	23	15.6	14	14.2	205

meinen nicht statistisch gesichert. Aus den Variationskoeffizienten (s%) ist ersichtlich, dass die Jahresschwankungen in den einzelnen Versuchsorten unterschiedlich stark waren (Tab. 1).

Über die Versuchsdurchführung sei folgendes erwähnt: Die Bodenart war in Tikkurila hauptsächlich humusreicher, sandiger Ton, in Jokioinen teilweise sehr schwerer Ton und in den übrigen Versuchsorten überwiegend Feinsand. Die jährlichen Unterschiede der Bodenart waren in Pälkäne, Ylistaro und Maaninka am geringsten, da die Versuche die ganze Zeit nur auf einer etwa 2—3 ha grossen Fläche durchgeführt wurden. Der Boden war für den Kartoffelbau am ungünstigsten in Jokioinen, wo nur relativ niedrige Erträge erzielt wurden. Der pH-Wert des Bodens lag gewöhnlich zwischen 5 und 6. Die Düngung war überall reichlich. Die durchschnittliche Menge betrug etwa 450 kg Kalksalpeter, 650 kg Superphosphat und 330 kg 50%iges Kalisalz je Jahr und Hektar. Die Kartoffeln wurden gewöhnlich in den letzten Maitagen ausgelegt und in der zweiten Septemberhälfte geerntet.

Die Wetterbeobachtungsstelle befand sich auf der Versuchsfläche selbst oder in deren unmittelbaren Nähe. Die genannten Temperaturen wurden 2 Meter über dem Boden gemessen. Die jährlichen Schwankungen der Temperaturen und Niederschläge waren stets erheblich, besonders die der letzteren.

Einfluss der Temperatur

In Tabelle 2 sind u.a. die mittleren Temperaturen der ungünstigsten (a) und der günstigsten (b) Kartoffeljahre zusammengestellt. Wie daraus ersichtlich, waren dabei die Ertragsunterschiede zwischen den beiden Gruppen beträchtlich. Bei Betrachtung aller Versuchsorte betrug der Knollenertrag in den ungünstigsten Jahren 22.5 und in den günstigsten 42.2 t/ha. Dabei ist anzuführen, dass bei beiden Gruppen Bodenart, Düngung und Saatzeit meist gleich

waren. Der Ertragsunterschied zwischen den beiden Gruppen muss demnach vorwiegend auf ungleiche Witterungsverhältnisse zurückzuführen sein.

Die Junitemperatur war in den günstigsten Kartoffeljahren deutlich höher (im Mittel 14.7°C) als in den ungünstigsten (13.0°C). Dieser Unterschied war an den nördlicheren Versuchsorten besonders auffallend, auch die Korrelationskoeffizienten in Tabelle 3 konnten dies bestätigen. Das Verhältnis war in Maaninka ($r=0.510$) und in Ruukki ($r=0.472$) am deutlichsten. Die Abhängigkeit der Stärkeprocente von der Junitemperatur blieb unübersichtlich, da die Koeffizienten niedrig waren und zwischen minus und plus schwankten.

Die Julitemperatur war in guten Kartoffeljahren durchschnittlich etwas niedriger (16.3°C) als in schlechten (16.8°C). Die Korrelationsrechnung ergab, dass überdurchschnittliche Temperaturen den Knollenertrag verminderten. Ein negatives Verhältnis ergab sich ziemlich deutlich in Maaninka ($r=-0.318$) und Tikkurila ($r=-0.339$). Auf den Stärkegehalt übten die Schwankungen der Julitemperatur keinen nennenswerten Einfluss aus, mit Ausnahme von Maaninka, wo das Verhältnis positiv und deutlicher war, $r=0.361$.

Die Augusttemperatur war in den guten Jahren durchschnittlich unverkennbar niedriger (14.1°C) als in den schlechten (15.5°C). Die Unterschiede waren an allen Versuchsorten ziemlich klar. Die Korrelationskoeffizienten waren im allgemeinen negativ und in Tikkurila und Jokioinen statistisch gesichert. Die Wirkung der Temperaturschwankungen auf den Stärkegehalt kam auffallend zum Ausdruck. Überdurchschnittliche Monatstemperaturen erhöhten den Stärkegehalt. Positive und statistisch gesicherte Korrelationen waren in Tikkurila, Peipohja, Karila und Maaninka sehr deutlich festzustellen.

Das Temperaturmittel von Juni bis August war in den günstigsten Kartoffeljahren bei allen Versuchsorten ungefähr dasselbe wie in den ungünstigsten (15.1°C). Auch nach der Korrelationsrechnung blieben die Beziehungen unübersichtlich. Die Wirkung der Temperaturschwankungen auf den Stärkegehalt war recht deutlich, und zwar in Tikkurila ($r=0.460$), Maaninka ($r=0.559$) und Ruukki ($r=0.369$). Ein warmer Sommer bewirkte einen überdurchschnittlichen Stärkegehalt.

Einfluss des Niederschlages

Der Juniniederschlag war während der guten Jahre im Durchschnitt ebenso gross wie in den schlechten und betrug etwa 50 mm (Tab. 2). In dieser Hinsicht war die Lage in den einzelnen Versuchsorten ziemlich verschieden, was zum Teil durch die sehr grossen Jahresschwankungen zu erklären ist. Nach den Korrelationskoeffizienten war die Wirkung der Niederschläge auf den Knollenertrag nur in Jokioinen deutlich positiv ($r=0.460$), während in den anderen Versuchsorten die Beziehungen unübersichtlich blieben. Die

Tabelle 2. Durchschnittliche Temperatur und Niederschlagsmenge in den ungünstigsten (a) und den günstigsten (b) Kartoffeljahre bei Sortenversuchen in Finnland in den Jahren 1931—62.

Versuchsorte und Jahre	Knollenertr. t/ha	Stärke- %	Temperatur °C			Niedersch. mm		
			VI	VII	VIII	VI	VII	VIII
Tikkurila:								
a — 1937, —38, —46, —51, —55	21.3	18.1	14.3	17.3	17.1	43	36	30
b — 1947, —48, —50, —56, —61	44.5	15.8	15.6	16.0	14.4	38	88	81
Jokioinen								
a — 1947, —49, —50, —51, —55	12.5	19.0	13.6	15.6	15.8	32	46	36
b — 1936, —38, —48, —52, —60	37.3	16.9	14.4	16.8	14.5	60	63	79
Peipohja:								
a — 1947, —54, —57, —58, —59	24.8	18.3	13.5	16.6	14.8	47	72	74
b — 1933, —35, —51, —56, —62	44.3	17.9	13.7	15.2	13.8	34	51	69
Pälkäne:								
a — 1932, —34, —37, —54, —57	25.9	15.6	13.4	17.4	15.8	50	62	94
b — 1940, —48, —50, —59, —60	45.3	16.2	14.9	17.0	15.1	46	57	70
Karila:								
a — 1941, —45, —51, —55, —57	21.5	15.1	12.2	17.5	15.6	46	30	62
b — 1936, —38, —39, —52, —61	36.2	15.1	15.0	16.9	15.0	53	77	77
Ylistaro:								
a — 1940, —47, —51, —55, —57	22.0	17.6	13.0	16.4	14.9	55	65	47
b — 1943, —46, —48, —56, —60	41.7	16.3	14.2	16.6	13.4	73	61	100
Maaninka:								
a — 1932, —41, —43, —44, —51	30.1	15.7	12.5	16.9	15.3	57	49	82
b — 1942, —47, —48, —53, —56	48.0	14.8	15.3	15.8	13.7	46	69	77
Ruukki:								
a — 1932, —39, —44, —45, —54	22.0	16.8	11.6	16.7	14.8	73	76	72
b — 1946, —47, —53, —56, —60	40.6	15.2	14.7	16.3	13.4	52	80	80
Mittel:								
a	22.5	17.0	13.0	16.8	15.5	50	55	62
b	42.2	16.0	14.7	16.3	14.1	50	68	79

überdurchschnittlichen Niederschlagsmengen hatten im allgemeinen einen niedrigeren Stärkegehalt zur Folge. Ein negatives Korrelationsverhältnis bestand unverkennbar in Peipohja ($r=-0.440$), Pälkäne ($r=-0.397$) und Karila ($r=-0.365$).

In den guten Kartoffeljahre war der Niederschlag im Juli durchschnittlich etwas höher (68 mm) als in den schlechten (55 mm). Im gesamten Versuchsmaterial blieb die Beziehung zwischen Niederschlag und Knollenertrag unklar, da alle Koeffizienten statistisch nicht gesichert waren. Sie waren allerdings im allgemeinen positiv. Auch hier bedingte der über dem Durchschnitt liegende Niederschlag einen niedrigeren Stärkegehalt. Eine negative Korrelation ergab sich in Peipohja ($r=-0.410$) und Pälkäne ($r=-0.348$).

Die Augustniederschläge waren in günstigen Kartoffeljahre durchschnittlich höher (79 mm) als in ungünstigen (62 mm). Der Unterschied war in Tikkurila, Jokioinen und Ylistaro besonders deutlich. Im gesamten Versuchsmaterial wurde die positive Wirkung einer überdurchschnittlichen Nieder-

Tabelle 3. Beziehungen zwischen Temperatur bzw. Niederschlag und Knollenertrag bzw. Stärkegehalt von Kartoffeln der Sorte Rosafolia bei Versuchen einiger Versuchsstationen in Finnland in den Jahren 1931—62.

Monate und Versuchsort	Temperatur —		Niederschläge —	
	— Knollen- ertrag	— Stärke- gehalt	— Knollen- ertrag	— Stärke- gehalt
Juni:	r=	r=	r=	r=
Tikkurila	0.250	0.123	—0.056	—0.309
Jokioinen	0.057	0.122	0.460*	—0.289
Peipohja	0.187	—0.034	0.050	—0.440*
Pälkäne	0.249	—0.151	—0.036	—0.397*
Karila	0.110	—0.040	—0.056	—0.365*
Ylistaro	0.340	0.135	0.283	0.251
Maaninka	0.510**	0.254	—0.168	—0.160
Ruukki	0.472**	0.204	—0.239	—0.304
Mittel	0.272	0.077	0.030	—0.252
Juli:				
Tikkurila	—0.339	0.125	0.297	—0.211
Jokioinen	—0.051	0.138	0.332	—0.277
Peipohja	—0.269	0.163	0.075	—0.410*
Pälkäne	0.178	—0.001	—0.088	—0.348*
Karila	—0.144	—0.070	0.264	0.018
Ylistaro	—0.076	—0.018	0.126	—0.298
Maaninka	—0.318	0.361*	0.237	—0.059
Ruukki	—0.240	0.139	—0.086	0.020
Mittel	—0.157	0.105	0.145	—0.196
August:				
Tikkurila	—0.530**	0.560***	0.239	—0.634***
Jokioinen	—0.447*	0.357	0.511**	—0.668***
Peipohja	—0.321	0.580**	0.261	—0.708***
Pälkäne	0.129	0.405*	—0.090	—0.476**
Karila	—0.132	0.575***	0.227	—0.337
Ylistaro	—0.335	0.334	0.305	—0.672***
Maaninka	—0.265	0.497**	0.052	—0.515**
Ruukki	—0.211	0.374*	0.111	—0.456*
Mittel	—0.264	0.460	0.202	—0.558

schlagsmenge nur in Jokioinen deutlich, wo $r=0.511$ war. Auch in den übrigen Versuchsorten waren die Koeffizienten positiv, mit Ausnahme von Peipohja. Deutlich war die Wirkung der Augustniederschläge auf den Stärkegehalt. Fast alle Koeffizienten waren negativ und statistisch gesichert. Besonders deutlich trat die herabsetzende Wirkung reichlicher Niederschläge auf den Stärkegehalt in Peipohja hervor, wo der Koeffizient $r=-0.708$ betrug.

Die durchschnittliche Niederschlagsmenge von Juni bis August lag in den guten Kartoffeljahren deutlich höher (198 mm) als in den schlechten (167 mm). An den verschiedenen Versuchsorten bestanden jedoch erhebliche Unterschiede. Nach der Korrelationsrechnung erhöhten überdurchschnittliche Niederschlagsmengen den Knollenertrag am deutlichsten in Jokioinen ($r=0.603$) und

Ylistaro ($r=0.401$). In den übrigen Versuchsorten blieb das Korrelationsverhältnis unübersichtlich. Dagegen war die Abhängigkeit der Stärkeprocente vom Niederschlag deutlich zu erkennen. Alle Korrelationskoeffizienten waren negativ und statistisch gesichert, mit Ausnahme des Koeffizienten von Karila. Die den Stärkegehalt herabsetzende Wirkung reichlicher Niederschläge trat besonders in Peipohja hervor, wo ein Koeffizient von $r=-0.708$ ermittelt werden konnte.

Diskussion

Bei Betrachtung der Zahlen von Tabelle 2 sind in einzelnen Fällen ziemlich grosse Unterschiede festzustellen. Sie sind teils von den jeweils örtlich bedingten Verhältnissen, teils aber auch von zufälligen Ursachen abhängig, da die Anzahl der Jahre bei beiden Gruppen nur 5 betragen hat. Als Beispiel einer solchen Abweichung sei der Stärkegehalt von Pälkäne angeführt, wo — im Gegensatz zu den übrigen Versuchsorten — der Stärkegehalt in schlechten Kartoffeljahre geringer (15.5 %) als in guten (16.2 %) gewesen ist. Dieses Ergebnis wurde wahrscheinlich durch den kühlen und niederschlagsreichen Sommer 1957 verursacht, in dem sowohl der Knollenertrag als auch der Stärkegehalt gering blieb. Möglicherweise war dieses Ergebnis zum Teil auch dadurch bedingt, dass in Pälkäne die Kartoffeln während der guten Jahre durchschnittlich 10 Tage früher gesetzt wurden als in den schlechten. In den übrigen Versuchsorten bestanden keine derartigen Unterschiede zur Ausspflanzzeit.

Im gesamten Versuchsmaterial zeigte sich in den meisten Versuchsorten eine negative Korrelation zwischen Knollenertrag und Stärkegehalt, besonders in Jokioinen, wo der Koeffizient $r=-0.417$ betrug. Je höher der Knollenertrag war, desto niedriger war im allgemeinen der Stärkegehalt. Schon daraus ist zu ersehen, dass der Einfluss der Witterung auf Knollenertrag und Stärkegehalt jeweils grundverschieden sein muss. Von den übrigen Abweichungen in Tabelle 2 sei die Niederschlagsmenge im August genannt, die in guten und schlechten Kartoffeljahre in den einzelnen Versuchsorten unterschiedliche Beziehungen erkennen liess. Im allgemeinen steigerten reichliche Niederschläge den Knollenertrag. In Pälkäne war jedoch eine entgegengesetzte Tendenz zu erkennen, was wahrscheinlich durch den abweichenden Monat August der Jahre 1932 und 1957, als schon zuviel Niederschlag gefallen war, zu erklären ist. Ausserdem waren die Sommer der genannten Jahre kühl.

Bei Betrachtung der Korrelationskoeffizienten von Tabelle 3 ist festzustellen, dass die meisten von ihnen niedrig sind. In früher ausgeführten Untersuchungen hat ein gleiches Ergebnis ermittelt werden können. Die Wirkung der Witterungsfaktoren ist schwer zu erfassen, da der Ertrag auch durch andere Einflüsse (Boden, Düngung, Sorte, Nachtfroste, Krankheiten usw.) bestimmt wird. Als Beispiel sei das schon erwähnte im Jahre 1957 erzielte Ergebnis von Pälkäne genannt, wo schwer zu beurteilen gewesen ist, ob der niedrige Knollen-

ertrag bzw. Stärkegehalt auf der ungewöhnlichen Witterung oder dem starken Phytophthora-Befall beruht hat. Die niedrigen Koeffizienten können auch dadurch bedingt sein, dass die Korrelationen nicht geradlinig verlaufen. Zur Erklärung dieser Frage wurde ein Teil des Materials mit der Freehand-Kurven-Methode bearbeitet, durch die sich gleichzeitig die Tendenz des Optimum herausstellen liess. Wie schon früher festgestellt (vgl. YLLÖ 1963), waren die Wirkungskurven auch bei diesem Material in bestimmten Fällen parabelähnlich. Zum Beispiel betrug in Pälkäne beim Knollenertrag das Temperaturoptimum vom Juni ca. 14.0°C (normal 13.9°C) und das Optimum der Niederschläge vom August ca. 80 mm (normal 70 mm). Kleinere bzw. grössere als die genannten Werte senkten den Ertrag. Andere Korrelationen waren in dieser Versuchstation beinahe geradlinig. Auch in Ylistaro war ähnliches zu ermitteln, mit Ausnahme der Wirkungskurve der Junitemperatur, die parabelähnlich verlief und deren Optimum bei ca. 14° lag. In Maaninka verliefen dagegen die Korrelationen fast geradlinig, ausgenommen die Junitemperatur, deren Optimum bei 16° lag. Die Wirkung der Niederschlagsschwankungen blieb in Maaninka gering, da der Boden von Natur aus die Feuchtigkeit gut hielt. Auch in Ruukki waren die Wirkungskurven beinahe gerade, natürlich nur in den Grenzen der Witterungsschwankungen.

Die Abhängigkeit des Stärkegehaltes von der Witterung war im allgemeinen deutlicher und geradliniger als die des Knollenertrages. In den einzelnen Monaten hatten die Schwankungen im Juli die kleinste und im August die grösste Wirkung. Die niedrigen Korrelationskoeffizienten im Juli sind z. T. dadurch zu erklären, dass sich der Bedarf der Kartoffel an Wärme und Wasser verändert. Nach Beginn der Blüte ist der Bedarf an Wasser grösser, der an Wärme dagegen geringer als zuvor. Der Beginn der Blüte fiel z.B. in Tikkurila durchschnittlich auf den 19.7 und in Ylistaro auf den 23.7. Der Monatsdurchschnitt allein kann daher kein hinreichend klares Bild von den Korrelationsverhältnissen geben.

Das in Tabelle 3 angegebene Zahlenmaterial stellt die Gesamtkorrelationskoeffizienten dar. Da Temperatur und Niederschlag gegeneinander korreliert sind, enthalten die Koeffizienten in der Tabelle die Wirkung beider Witterungsfaktoren. Es ist z.B. bekannt, dass kühle Sommer im allgemeinen niederschlagsreich sind und umgekehrt. Die Korrelation zwischen Temperatur und Niederschlag war z.B. in Tikkurila: Juni $r = -0.077$, Juli $r = -0.323$ und August $r = -0.617$. In Maaninka betragen die entsprechenden Zahlen: $r = -0.228$, $r = -0.159$ und $r = 0.361$. Nach KERÄNEN (vgl. YLLÖ 1963) tritt das genannte negative Verhältnis in Finnland im Juli am deutlichsten hervor. Von den örtlichen Verhältnissen hängt es ab, ob die Temperatur oder der Niederschlag die grösste Wirkung auf den Kartoffelertrag ausübt. In den nördlichen Versuchsorten, wo die Normaltemperatur niedrig ist, hat die höhere Temperatur am Anfang des Wachstums einen positiven Einfluss. Im Süden bleibt die Wirkung der Temperaturschwankung verhältnismässig gering, besonders bei

den frühen Sorten, zu denen auch die Versuchssorte Rosafolia gehört, deren Anfangsentwicklung sehr rasch vor sich geht. Was die Niederschlagsmenge anbetrifft, so hatte der überdurchschnittliche Regenfall, besonders in Jokioinen, Tikkurila und Ylistaro, einen ertragssteigernden Einfluss, da der Boden in diesen Versuchsorten empfindlich gegen Dürre war.

Ein Monat ist für das Kartoffelwachstum ein langer Zeitabschnitt. Während dieser Zeit können die verschiedensten Witterungsverhältnisse herrschen. Niedrige Temperaturen (Nachtfröste) können in kurzer Zeit den Kartoffelbestand schwer schädigen bzw. völlig vernichten, auch wenn die Durchschnittstemperatur des betreffenden Monats als günstig angesehen werden kann. Der Niederschlag ist in seiner Verteilung von grosser Bedeutung. Die Witterung kann den Phytophthora-Befall mehr oder weniger begünstigen und dadurch den Ertrag merklich beeinflussen.

Die Witterungswirkung trat in dem untersuchten Material jedoch ziemlich deutlich hervor, obgleich verschiedene störende Einflüsse mitgespielt hatten. Die Korrelationskoeffizienten blieben zwar im allgemeinen niedrig, waren aber grösstenteils gleichzeitig positiv oder negativ. Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit den zuvor in Finnland veröffentlichten (JOHANSSON, KERÄNEN, LUNELUND, ref. YLLÖ 1963) sind verschiedene Zusammenhänge festzustellen. In den früheren Untersuchungen ist die Abhängigkeit des Stärkegehaltes von der Witterung nur wenig erforscht worden. Wie hier festgestellt, ist der Stärkegehalt sehr deutlich von Temperatur und Niederschlag abhängig und in seinem Verlauf dem des Knollenertrages entgegengesetzt. Da die Stärkeanreicherung hauptsächlich am Ende der Vegetationsperiode vor sich geht, sind die hohen und gesicherten Koeffizienten im August verständlich.

Die Erklärung von Temperatur- und Wasserwirkung auf den Kartoffelertrag begegnet in verschiedenen Ländern stetem Interesse. Als Beispiel für die neueren Untersuchungen seien die Bewässerungsversuche in den USA genannt (Box *et al.* 1963). In Sonderuntersuchungen ist man im allgemeinen zu deutlicheren Korrelationen gekommen als bei nur rein statistischen Arbeiten.

Zusammenfassung

Die Untersuchung wurde in langjährigen Versuchen mit der Kartoffelsorte Rosafolia durchgeführt.

Überdurchschnittliche Temperatur erhöhte am Anfang der Wachstumszeit den Knollenertrag, und zwar besonders in den nördlichen Versuchsorten. Höhere Juli- und Augusttemperaturen hatten im allgemeinen eine Ertragsverminderung zur Folge, besonders in den Jahren, die gleichzeitig niederschlagsarm waren. Der ungünstige Einfluss höherer Augusttemperaturen äusserte sich deutlicher in solchen Versuchsorten, wo der Boden gegen Trockenheit empfindlich war. Die Temperaturschwankungen im Juni und Juli hatten im allgemeinen keinen nennenswerten Einfluss auf den Stärkegehalt. Im August war die Ab-

hängigkeit jedoch recht deutlich. Überdurchschnittliche Temperaturen im August erhöhten den Stärkegehalt in allen Versuchsorten.

Die Niederschlagschwankungen wirkten auf den Knollenertrag entgegengesetzt und im Durchschnitt schwächer als die Temperaturschwankungen ein. Deutlicher trat die günstige Wirkung reichlicher Niederschläge auf dem gegen Trockenheit empfindlichen Lehmboden in Jokioinen hervor. Überdurchschnittliche Niederschläge übten im allgemeinen eine herabsetzende Wirkung auf den Stärkegehalt aus. Besonders deutlich war diese Beziehung im August.

Die Untersuchung ergab, dass die Wirkung der Witterungsfaktoren während der Vegetationszeit jeweils verschieden ist. Dabei lassen die örtlichen Verhältnisse einen grossen Einfluss erkennen, insbesondere was die Niederschlagswirkung anbetrifft.

LITERATUR

- BOX, J. E. & SLETTEN, W. H. & KYLE, J. H. & POPE, A. 1963. Effects of Soil Moisture, Temperature, and Fertility on Yield and Quality of Irrigated Potatoes in the Southern Plains. *Agron. J.* 55:492—494.
- YLLÖ, L. 1963. Einfluss von Temperatur und Niederschlag auf Knollenertrag und Stärkegehalt bei Kartoffeln. (Suomal. selostus.) *Ann. Agric. Fenn.* 2: 59—72.
- »— 1964. Perunan satotason kehitys koeasemien lajikekokeissa ja talousviljelyksillä. Summary: Potato yield level in variety trials and on fields at Finnish agricultural experiment stations. *Ibid.* 3: 139—156.

SELOSTUS

Lämpötilan ja sademäärän vaikutus perunan satoon lajikekokeissa Suomessa

LEO YLLÖ

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos, Tikkurila

Tutkimuksessa käsiteltiin säävaihtelujen vaikutusta Ruusulehtiperunan satoon koelaitosten ja koeasemien lajikekokeissa v. 1931—62. Todettiin, että Suomessa saadaan parhaita mukulasatoja silloin kun:

1. Kesäkuun lämpötila on normaalia korkeampi, sademäärä normaali.
2. Heinäkuun lämpötila on normaali tai sitä hieman alempi, sademäärä vähintään normaali.
3. Elokuun lämpötila on normaalia alempi, sademäärä selvästi yli normaalin.

Kovin suuret poikkeukset normaalisäästä alensivat satoa. Erityisen haitallisia olivat lämpimät ja samalla kuivat elokuut.

Sää vaikutti tärkkelysprosenttiin selvemmin kuin mukulasatoon. Lämmin ja kuiva sää lisäsi tärkkelysprosenttia erityisesti elokuussa.

Riippuvuussuhteet olivat koepaikoilla paikallisten olojen vuoksi osittain erilaisia. Normaalia korkeamman lämpötilan edullinen vaikutus oli selvin pohjoisilla koeasemilla, sademäärän vaikutus sitä vastoin sellaisissa kokeissa, joissa maat olivat alttiita poudalle.

AIKAKAUSKIRJAN KIRJOITTAJILLE

Käsikirjoitukset kirjoitetaan koneella vain liuskan toiselle puolelle käyttäen A 4-kokoista paperia. Liuskan vasempaan laitaan jätetään n. 4 cm:n levyinen marginaali, ja kullekin liuskalle kirjoitetaan keskimäärin 30 riviä.

Artikkelit, joiden tulee olla lyhyehköjä ja keskitettyjä, laaditaan joko kotimaisella kielellä englannin- tai saksankielisine selostuksineen tahi päinvastoin. Kieliasun tulee olla huoliteltua ja tiivistä, taulukkojen ja piirrosten yksinkertaisia ja selviä.

Taulukot kaksikielisine teksteineen kirjoitetaan erillisille liuskoille ja numeroidaan juoksevasti. Samoin menetellään kuvatekstien suhteen. Taulukkojen ja kuvien sijoituspaikat merkitään käsikirjoituksen marginaaliin.

Valokuvien tulee olla teknillisesti moitteettomia ja mieluummin kova-kiiltopaperille valmistettuja. Piirrookset laaditaan vähintään 1 ½ — 2 kertaa lopullista painoasua suurempaan kokoon, graafiset esitykset millimetripaperille. Toimitus piirittää ne tarpeen vaatiessa puhtaaksi.

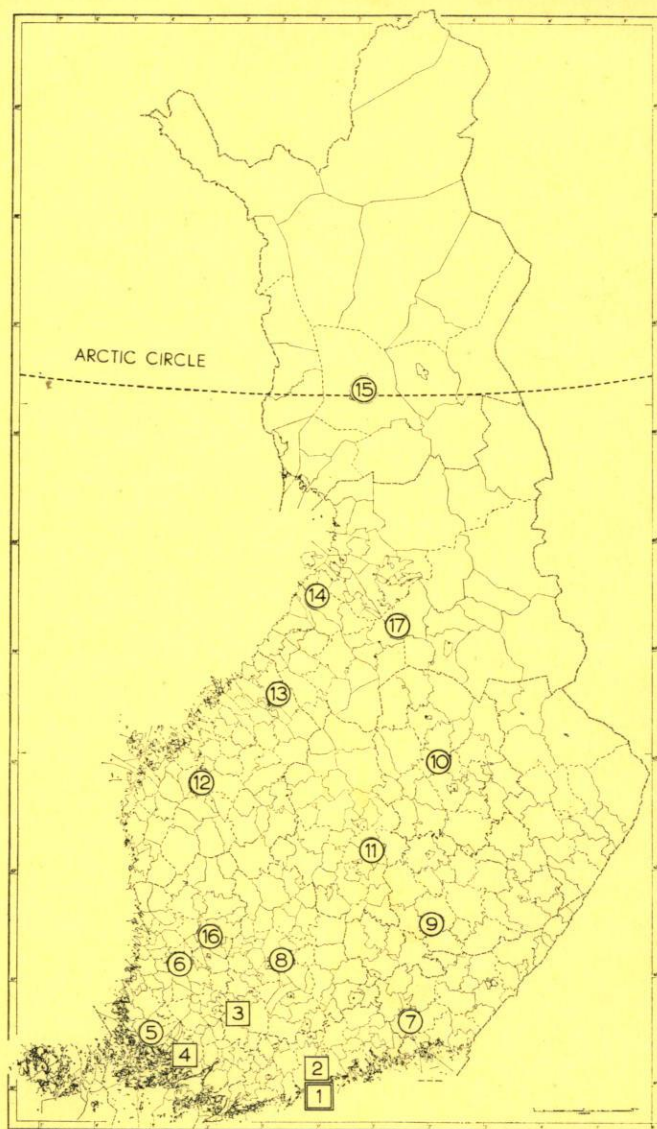
Harvennettavat kohdat alleviivataan käsikirjoituksessa katkoviivalla (— — —) ja *kursivoitavat* kohdat yhtenäisellä viivalla. Kursivointia käytetään lähinnä vain kasvien ja eläinten latinankielisissä nimissä sekä kaksikielisten taulukkojen ja kuvien toissijaisissa teksteissä. Pitkiä harvennuksia ja kursivoiteja on syytä välttää.

Desimaalimerkkinä käytetään pistettä. Tuhannet, miljoonat jne. erotetaan toisistaan tyhjin välein.

Kirjallisuusluettelon laadinnassa ja lyhennysmerkinnöissä noudatetaan Maatalouden koetoinnin keskusvaliokunnan 1956 julkaisemaan kirjaseen ”Maataloustieteellisten julkaisujen kirjallisuusluetteloiden laatiminen” sisältäviä ohjeita. Jakaja: Valtion julkaisutoimisto, Annankatu 44, Helsinki.

Käsikirjoitukset liitteineen lähetetään toimitukselle osoitteeseen: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN AIKAKAUSKIRJA, Erottajankatu 15—17, Helsinki. Vedokset toimitetaan kirjoittajien tarkastettaviksi ja korjattaviksi. Korjaukset tehdään vedoksen marginaaliin yleisesti käytetyin merkinnöin.

Kaikki yhteydet kirjapainoon hoidetaan toimituksen kautta.



DEPARTMENTS, EXPERIMENT STATIONS AND BUREAUS OF THE
AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE IN FINLAND

1. Administrative Bureau, Bureau for Local Experiments (HELSINKI) — 2. Departments of Soil Science, Agricultural Chemistry and Physics, Plant Husbandry, Plant Pathology, Pest Investigation, Animal Husbandry and Animal Breeding; Office for Plant Protectants, Pig Husbandry Exp. Sta. (TIKKURILA) — 3. Dept. of Plant Breeding (JOKIOINEN) — 4. Dept. of Horticulture (PIIKKIO) — 5. Southwest Finland Agr. Exp. Sta. (HIETAMÄKI) — 6. Satakunta Agr. Exp. Sta. (PEIPOHJA) — 7. Karelia Agr. Exp. Sta. (ANJALA) — 8. Häme Agr. Exp. Sta. (PÄLKÄNE) — 9. South Savo Agr. Exp. Sta. (Karila, MIKKELI) — 10. North Savo Agr. Exp. Sta. (MAANINKA) — 11. Central Finland Agr. Exp. Sta. (KUUSA) — 12. South Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (PELMA) — 13. Central Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (Laitila, KANNUS) — 14. North Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (RUUKKI) — 15. Arctic Circle Agr. Exp. Sta. (ROVANIEMI) — 16. Pasture Exp. Sta. (MOUHIJÄRVI) — 17. Frost Research Sta. (PELSONSUO)