

**ANNALES
AGRICULTURAE FENNIAE**

1962

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja

Vol. 1,3

Journal of the Agricultural Research Centre

HELSINKI 1962

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja
Journal of the Agricultural Research Centre

TOIMITUSNEUVOSTO JA TOIMITUS
EDITORIAL BOARD AND STAFF

E. A. Jamalainen *V. Kanervo* *K. Multamäki* *O. Ring*
M. Salonen *M. Sillanpää* *J. Säkö* *V. Vainikainen*

O. Valle
Päätoimittaja
Editor-in-chief

V. U. Mustonen
Toimitussihteeri
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

IRTONUMEROT (myös kirjakaupoille): Valtion julkaisutoimisto,
Annankatu 44, Helsinki

TYPPILANNOITUSTA KOSKEVIA TUTKIMUKSIA

Selostus kiinteillä koekentillä v. 1928—1960 suoritetuissa eri typpimäärien kokeissa saaduista tuloksista

Summary: **Investigations on nitrogen fertilization**

MARTTI SALONEN, AARNE TAINIO ja HILKKA TÄHTINEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos, Tikkkurila

Saapunut 18. 6. 1962

Johdanto

Käsillä oleva typpilannoitusta koskeva tutkimus liittyy siihen Maatalouden tutkimuskeskuksen Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitokselta toimitettujen julkaisujen sarjaan, jossa kiinteillä koekentillä saatujen koetulosten pohjalla tarkastellaan kalkin ja lannoitteiden eri määrien vaikutusta. Aikaisemmin on julkisuuteen saatettu vastaavat kalkitusta (TUORILA, TAINIO ja TERÄSVUORI 1939), fosforilannoitusta (SALONEN ja TAINIO 1957) ja kalilannoitusta (SALONEN ja TAINIO 1961) koskevat tutkimukset. Työssä on pyritty noudattamaan jonkinlaista käytännön viljelyssä esiintyvää tärkeys- ja kiireellisyysjärjestystä. Ensimmäiseksi on nimittäin selvítettävä maan kalkituksen tarve ja saatettava asia järjestykseen. Sen jälkeen seuraa riittävästä fosfori- ja kalilannoituksesta huolehtiminen, kunnes lopuksi tullaan tilanteeseen, jossa typpi- väkilannoitteiden runsaskin käyttö voi olla asianmukaista. Kun typpi aina on hinnaltaan kallista ja liian runsaiden määrien haitat ovat suuremmat sen kuin muiden väkilannoitteiden käytössä, on sopivien käyttömäärien selvitys ilmeisen tärkeä kysymys.

Tämä ei suinkaan ole ensimmäinen julkaisu, jossa selostetaan Suomessa suoritettujen typpilannoituskokeiden tuloksia, vaan niitä on aikaisemmin tarkasteltu useassakin eri yhteydessä. Laajimman selostuksen on julkaissut POHJAKALLIO jo 1934, mutta hänen tutkimuksessaan mainitaan vain muutamia harvoja tuloksia eri typpimäärien kokeista. TAINIO (1952) on tarkastellut osaa tämän tutkimuksen aineistosta.

I. Tutkimusaineisto

Tarkasteltavien kokeiden sarja aloitettiin varsinaisesti 1929, vaikka yksi koe olikin käynnissä jo edellisenä vuotena. Kokeita on sitten ollut kaikkina vuosina, joskin sota-aikana vain aivan harvoja. Tähän tarkasteluun on otettu mukaan kaikki hyväksyttävät kokeet vuosi 1960 mukaan luettuna.

On selvää, että yli 30 vuoden aikana tapahtunut kehitys on vaikuttanut myös käsityksiin kysymykseen tulevista typpilannoitemääristä ja niitä koskeviin kokeisiin. Jokin 30 vuotta sitten voitiin pitää runsaana typpilannoituksena esim. 200 kg/ha kalkkisalpietaria (= 31 kg typpeä), mitä nykyisin pidettäisiin varsin kohtuullisena annoksena. Tämän kehityksen johdosta käsillä olevaan aineistoon sisältyy useita eri koetyyppejä, joissa lannoitemäärien porrastukset ovat erilaiset. Vanhimmissa kokeissa määrät ovat pieniä verrattuna myöhemmin järjestetyissä kokeissa käytettyihin.

Toinenkin seikka on aiheuttanut näissä kokeissa muutoksia, nim. siirtyminen uuteen typpilannoitelajiin. Vanhimmat kokeet on suoritettu käyttäen 15.5-%:sta kalkkisalpietaria, mutta alkaen vuodesta 1956 on valtaosa kokeista tehty käyttäen 25-%:sta ns. oulunsalpietaria, joka on kotimaista kalkkiammonsalpietaria.

Mainituista syistä johtuu, että aineistoon kuuluvia kokeita voidaan erottaa useita eri tyyppisiä, joissa käytetyt typpilannoitelajit ja -määrät nähdään yksityiskohtaisesti liitetaulukoiden I—X otsakkeista. Kokeissa on useissa tapauksissa ollut mukana täysin lannoittamaton (0) koejäsen, mutta aina on ollut fosfori-kalialuslannoituksen (PK) saanut koejäsen, jonka satoihin typpilannoitusta saaneiden koejäsenten satoja verrataan. Fosforialuslannoitus on ollut yleensä 200—400 kg/ha vuodessa superfosfaattia ja kalialuslannoitus 200 kg/ha vuodessa 40 % tai 50-luvulla 50 % kalisuolaa. Runsaampaa fosfori-kalialuslannoitusta on käytetty koetyypissä 3 (liitetaulukko III), joka on ollut erityisesti juurikasveja ja perunaa varten suunniteltu. Siinä on annettu vuosittain superfosfaattia 500—600 kg/ha ja kalisuolaa 300 kg/ha.

Suurin osa kokeista on ollut 1-vuotisia, mutta mukana on myös useita vuosia (jopa 9 vuotta) samassa paikassa jatkuneita uusintalannoituskokeita. Näistäkin seikoista saa yksityiskohtaisia tietoja liitetaulukoista I—X. Kun typpilannoitukselta jälkivaikutus joko kokonaan puuttuu tai se on ainakin vähäinen (vrt. LÄHDE 1930, s. 68), on vuotuiset sadot tarkasteluissa katsottu samanarvoisiksi riippumatta siitä, onko kysymyksessä 1-vuotinen koe vaiko pitempään jatkunut uusintalannoituskoe.

Kiinteiden koekenttien toimintapisteiden sijainnista johtuu, että suuri osa koekentistä on ollut syrjäseuduilla maan pohjois- ja itäosissa, joskin muutamia kenttiä on ollut jopa lounais-Suomessa. Tällä kenttien sijainnilla on ollut vaikutusta mm. niiden maalajisuhteisiin.

Lannoitteiden vaikutuksissa voi olla maalajeista johtuvia eroja ja sillä voi olla suuri käytännöllinen merkitys. Vaikka tähän eri typpimäärien kokeiden aineistoon sisältyykin 387 vuotuista koesatoa kaikkiaan 188 kentästä, ei kuitenkaan ole paikallaan jakaa sitä kovinkaan yksityiskohtaisesti maalajien mukaan, vaan on parempi tyytyä muutamiin maalajiryhmiin, jollaisiksi tässä on otettu 1) hieta-, 2) hiesu- ja

Taulukko 1. Koekenttien maiden ominaisuuksia.

Kenttien lukumäärä		Humus %	Kokonaistyyppi % ₁₀₀	C/N	pH	Viljavuusanalyysin mukaan		
						vaiht. kalkkia, CaCO ₃ tn/ha	vaiht. kaliallis., 40 % kalis. kg/ha	helppoliuk. fosforia, 18 % superf. kg/ha
43	Hietamaat, keskiarvo	6.2	2.8	15.9	5.3	5.1	841	211
	standardipoikkeama	2.60	2.01	5.84	0.50	4.06	598	132
30	Hiesu- ja savimaat, keskiarvo	6.8	2.5	16.0	5.3	8.3	1 072	164
	standardipoikkeama	2.24	0.71	5.29	0.40	4.75	659	79
17	Multamaat, keskiarvo	25.7	8.2	19.8	4.9	5.5	873	253
	standardipoikkeama	6.94	3.21	5.16	1.19	3.39	565	170
58	Turvemaat, keskiarvo	68.7	22.7	17.9	4.8	10.8	885	304
	standardipoikkeama	10.60	3.99	3.08	0.55	6.82	635	234

savi-, 3) multa- sekä 4) turvemaat. Kuten nähdään tulosten esittelytaulukoista, on kokeiden lukumäärä hiesu- ja savimaiden ryhmässä pienempi ja turvemaiden ryhmässä suurempi kuin kuuluisi näiden maalajien peltomaina esiintymisen mukaan.

Kaikkiaan 148 kentästä on kokeen perustamisen yhteydessä otettu maanäytteet, joista on tehty erilaisia kemiallisia määrittäyksiä. Humuspitoisuus on määritetty BAR-KOFFIN (1954) kehittämällä kromihappomenetelmällä, tyyppi tavanomaisella *Kjeldahl*-poltolla, pH-luku vesilietoksesta suhteessa maa:vesi 1:2.5, ja vaihtuva kalkki, vaihtuva kali sekä helposti liukeneva fosfori ammoniumasetaattimenetelmällä (VUORINEN 1952). Näistä maa-analyysien tuloksista esitetään taulukossa 1 keskiarvot maalajiryhmittäin sekä analyysiarvojen hajontaa osoittavat standardipoikkeamat. — On todennäköistä, että käytetty humuksen määrittäminen ei ole turvemaiden kohdalla antanut koko orgaanisen aineen määrää. Tämä selittäisi mm. sen, että suhde hiilityyppi on ahtaampi turvemaiden kuin esim. multamaiden kohdalla.

Suurimmasta osasta kokeissa saatuja nurmisatoja on tehty botaaniset analyysit tavalliseen tapaan erottelemalla eri kasvilajit ja punnitsemalla niiden osuudet koko sadosta.

Samoista nurmisadoista ja osasta muitakin satoja on tehty myös kemiallisia analyyseja useimpien kasvinravinteiden määrien selvittämiseksi. Siinä on käytetty samoja menetelmiä kuin laitoksellamme on käytetty aikaisemmin (SALONEN ja TAINIO 1956, s. 43).

II. Kokeissa saatujen tulosten esittely

A. Yksityisissä kokeissa saadut tulokset

Yksityisissä kokeissa saaduilla tuloksilla voi olla suuri paikallinen merkitys, mutta myös yleiseltä kannalta ne voivat olla mielenkiintoisia, ja niiden todistusvoima on sitä suurempi, jos ne vielä ovat usean vuoden keskiarvoja. Niinpä liitetäulukoissa I—X esitetään suppeasti nämä tiedot koetyypeittäin ja maalajiryhmien mukaan jär-

jestettyinä. Vertailujen helpottamiseksi kaikki sadot esitetään rehuyksiköiksi muunnettuina. Mukaan on otettu myös olki- ja naattisadot, milloin ne on mainittu koeraporteissa.

Kustakin kokeesta ilmoitetaan käynnissäolon aika, paikkakunta ja tila, viljellyt kasvit sekä koesatojen lukumäärä. Koko sadot ilmoitetaan vain kokonaan lannoittamattomasta 0-koejäsenestä (mikäli sellainen on ollut) ja fosfori-kalialuslannoituksen saaneesta PK-koejäsenestä. Eri-laisen typpilannoituksen saaneista koejäsenistä ilmoitetaan sadonlisäys verrattuna PK-aluslannoituksen saaneeseen. Äärimmäisenä oikealla ilmoitetaan, mikäli koe on ollut yli vuoden kestävä uusintalannoituskoe, pienin merkittävä satoero (95 % todennäköisyysraja). Kokonaan lannoittamattomasta 0-koejäsenestä saadut tiedot on jätetty näiden tilastomatemaattisten laskujen ulkopuolelle.

Kussakin koetyypissä on eri maalajiryhmille laskettu keskiarvot sekä vaikutukset, jotka on saatu lisätyillä määrillä. Lopuksi on esitetty kilolla tyypeä saadut sadonlisäykset.

On selvää, että yksityisten kokeiden tulokset eroavat paljon toisistaan. Kaikkein suurimmat erot näyttäisivät olevan kokonaan lannoittamattoman 0-koejäsenen kohdalla. Voidaan ajatella, että nämä satotiedot osoittavat maan luontaista hedelmällisyyttä (joskin myös viljelyshistoria voi vaikuttaa paljon), minkä vuoksi nämäkin luvut on otettu mukaan, vaikkei niillä olekaan suoranaista merkitystä typpilannoituksen vaikutuksen arvioimisessa.

Tärkeä lähtökohta typpilannoituksen vaikutuksen selvittämisessä on fosfori-kali (PK) aluslannoituksella saatu tulos. Näyttäisi, että eri koekenttien väliset vaihtelut olisivat tässä kohden pienemmät kuin kokonaan lannoittamattomassa. PK-koejäsenen yleinen satotaso on näissä kokeissa verraten alhainen, useimmissa tapauksissa alle 2 000 ry/ha. Voitaneen sanoa, että se on lähellä tavallista meikäläistä satotasoa. Huomattavan poikkeuksen tässä suhteessa muodostavat koetyypin 3 kokeet (liitetaul. III), joissa koekasveina ovat olleet juurikasvit ja peruna. Nähtävästi näitä vaateliaita kasveja on viljelty vain hyvässä kunnossa olevilla mailla.

Kiintoisin tässä yhteydessä on tietenkin eri typpilannoitemäärien vaikutus, josta liitetaulukot I—X antavat käsityksen paitsi yksityisten koekenttien myös keskimäärin eri maalajiryhmien kohdalla. Merkille pantavaa on, että muutamia aivan harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta sadot ovat jatkuvasti nousseet kaikkein suurimpiinkin typpimääriin asti.

B. Eri kasvilajeilla saadut tulokset

1. Nurmet

a. Sadot ja sadonlisäykset eri maalajeilla

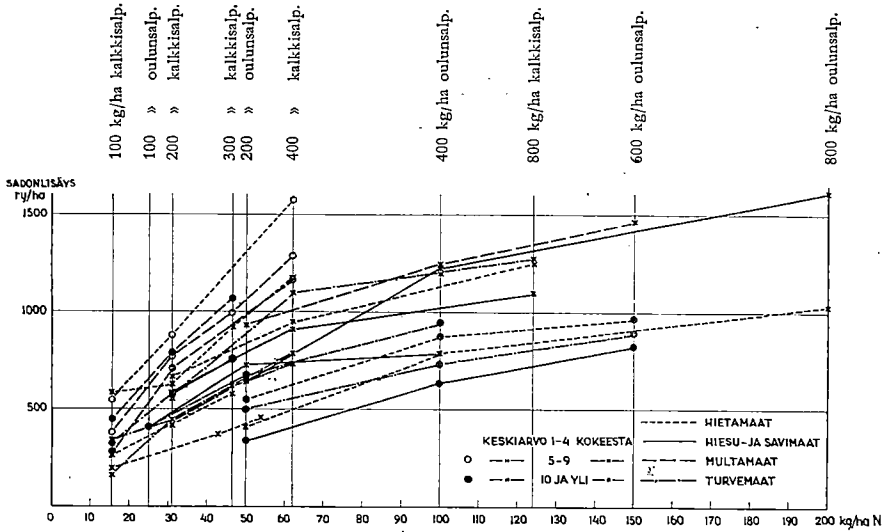
Taulukossa 2 esitetään yhteenveto nurmilla eri typpilannoitemäärillä saaduista tuloksista eri maalajiryhmissä ja keskimäärin. Aineiston jakautuminen useiksi koetyypeiksi (liitetaul. I—X) vaikeuttaa yhdistelmien tekemistä, mutta kun esitetään erikseen kalkkisalpietarilla ja erikseen oulunsalpietarilla suoritettujen kokeiden tulok-

Taulukko 2. Kokeissa saadut keskim. heinäsadot ja eri typpimäärien antamat sadonlisäykset ry/ha ja ry/kg tyyppä eri maalajiryhmissä. Suluiissa esitetyt luvut ilmaisevat keskiarvoihin sisältyvien koesatojen lukumäärän.

	PK, sadot	Koealannoitukset				
		saddonlisäykset				
		100 = 15.5 N	200 = 31.0 N	300 = 46.5 N	400 = 62.0 N	800 = 124.0 N
Kalkkisalpietari						
Hietamaat:	(14) 1280	(10) 527	(13) 738	(4) 918	(13) 1257	(4) 1250
ry/kg tyyppä		34.0	23.8	19.7	20.3	10.1
Hiesu- ja savimaat: ..	(4) 1300	(1) 260	(4) 543	(1) 580	(3) 909	(3) 1096
ry/kg tyyppä		16.8	17.5	12.5	14.7	8.8
Multamaat:	(34) 1117	(34) 384	(34) 761	(24) 1052	(15) 1208	
ry/kg tyyppä		24.8	24.5	22.6	19.5	
Turvemaat:	(131) 1562	(130) 321	(131) 570	(128) 758	(4) 852	(1) 1272
ry/kg tyyppä		20.7	18.4	16.3	13.7	10.3
Kaikki maalajit:	(183) 1452	(175) 345	(182) 617	(157) 806	(35) 1160	(8) 1195
ry/kg tyyppä		22.3	19.9	17.3	18.7	9.6
	PK	100 = 25 N	200 = 50 N	400 = 100 N	600 = 150 N	800 = 200 N
Oulunsalpietari						
Hietamaat:	(38) 1787	—	(38) 534	(38) 863	(34) 969	(4) 1029
ry/kg tyyppä			10.7	8.6	6.5	5.2
Hiesu- ja savimaat: ..	(21) 1607	(2) 408	(21) 384	(21) 679	(18) 824	(1) 1616
ry/kg tyyppä		16.3	7.7	6.8	5.5	8.1
Multamaat:	(3) 1251	—	(3) 930	(3) 1248	(3) 1466	—
ry/kg tyyppä			18.6	12.5	9.8	
Turvemaat:	(37) 1532	(18) 408	(37) 580	(37) 835	(19) 892	—
ry/kg tyyppä		16.3	11.6	8.4	5.9	
Kaikki maalajit:	(99) 1637	(20) 408	(99) 531	(99) 825	(74) 934	(5) 1146
ry/kg tyyppä		16.3	10.6	8.3	6.2	5.7

set, saadaan kaikki sopimaan samaan verraten suppeaan taulukkoon, lukuun ottamatta kokeessa 137 määrillä 225 ja 350 kg/ha kalkkisalpietaria saatuja tuloksia (liite-taul. VII). Koska taulukossa 2 on yhdistetty eri tyyppien mukaiset kokeet, voi eri typpimäärien kohdille tulla erilaiset kokeiden lukumäärät. Kunkin typpimäärän vaikutuksen laskemisessa on lähtökohtana oleva PK-koejäsenen sato otettu aina juuri samoista kokeista kuin ao. typpilannoituksella saatu tuloskin. Siten esitetyt eri typpimäärien vaikutusluvut ovat verrattavissa PK-aluslannoituksen saaneeseen, mutta tarkkaan ottaen eivät toinen toisiinsa. Senvuoksi taulukossa 2 ei ole esitetty lisätyjen määrien vaikutuksia, niin kiintoisia kuin ne olisivatkin, vaan tällainen vertailu tehdään hieman toisenlaisella pohjalla myöhemässä yhteydessä (s. 153). Annettua typpikiloa kohti saatu vaikutus esitetään kuitenkin taulukossa 2.

Vertailujen helpottamiseksi esitetään kuvassa 1 yhteenvedo eri typpimäärien nurmilla antamista sadonlisäyksistä. Voidaan todeta, että aineistossa ei tule esille selviä eroja eri maalajien välillä typpilannoituksen vaikutuksessa. Näyttäisi, että hiesu- ja savimaiden ryhmässä typen vaikutus olisi pienempi kuin muissa maalajiryhmissä, mutta mahdollisesti tämäkin on vain näennäistä ja johtuu muista syistä (vrt. s. 156).



Kuva 1. Keskimääräiset sadonlisäykset ry/ha nurmilla eri typpimäärillä eri koetyyppien mukaisissa kokeissa.

b. Nurmisatojen kasvilajikokoomus

Kaikkiaan 112:sta nurmen koesadosta on tehty kasvilajianalyytit, joiden tulokset nähdään taulukossa 3. Asian luonteesta johtuu, että ei ole voitu yhdistää eri koetyyppejä. Eri kasvilajien määrät on ilmoitettu kg/ha, sillä niiden ry-arvot voisivat olla erilaiset. Paitsi määrää kg/ha ilmoitetaan myös eri kasvilajien %-määrät. Tilan säästämiseksi on ilmoitettu vain apilan, timotein (muutamissa tapauksissa nurminadan) sekä ns. luonnonvaraisten kasvien määrät. Viimeksi mainittuun ryhmään voi kuulua hyvin monenlaatuisia kasveja, mutta näissä koesadoissa on nurmilauha vallitsevin luonnonvarainen kasvi, joskin myös röllä on esiintynyt usein. Taulukossa 3 ilmoitetaan myös niiden kokeiden numerot (vrt. liitetaul. I—X), joista on kasvilajianalyytit sekä vuodet, joilta 20. koesadot ovat. Koetyypin 8 kokeista esitetään kasvilajianalyytien tulokset myös pylvädiagrammina, kuva 2, josta kuitenkin muista poikkeavan kokeen 164 tiedot on jätetty pois.

Apilaa on ollut vain osassa koesatoja, ja niissäkin sen määrät ovat olleet pienet. Näkyy, että typpilannoitus on selvästi vähentänyt apilan sekä kilo- että prosenttimääriä. Erityisen jyrkkää on tämä tyypin apilan osuutta vähentävä vaikutus ollut kokeessa 164, josta saadut tulokset esitetään erikseen taulukossa 3. Niistä näkyy, miten runsas typpilannoitus on voinut olla apilalle haitaksi. Timotein ja koetyypissä 8 nurminadan määriä on typpilannoitus lisännyt hyvin voimakkaasti. Muutamia harvoja tapauksia lukuun ottamatta ovat luonnonvaraisten kasvien kilomäärät typpilannoituksen johdosta hiukan lisääntyneet, mutta prosenttimäärät vähentyneet. Siten typpilannoitus nurmilla on eniten vaikuttanut viljeltyihin heinäkasveihin.

Taulukko 3. Kasvilajianalyysien tuloksia. Keskim. vuodessa heiniä kg/ha ja % 0- ja PK-koejäsenissä, muissa muutos verrattuna PK-koejäseneneen.

	kg/ha/v.					% koko sadosta						
	Sato		Sadonlisäys			%		Lisäys				
	0	PK	100	200	300	0	PK	100	200	300		
Koetyyppi 1, kalkkisalpietari												
Multamaat: kokeet	5 (vuosilta 33 ja 35) ja 8 (v. 34), 2 kenttää, anal. 3 sadosta (0-koej. 1 sadosta)											
Apilaa	8	95	-95	-81	-81	0.5	5.7	-5.7	-5.3	-5.4		
Timoteita	611	569	458	1147	1821	41.5	34.2	3.9	12.5	17.5		
Luonnonvar. kasv.	854	1002	664	941	1220	58.0	60.1	1.8	-7.2	-12.1		
yht.	1473	1666	1027	2007	2960							
Turvemaat: kokeet 15 (33-35), 19 (33-35), 22 (33-34, 36-37), 23 (35-38), 39 (56), 42 (53, 56), 45 (51), 46 (52), 53 (56), 9 koekenttää, anal. 20 sadosta (0-koej. 19 sadosta)												
Timoteita	941	1774	664	1237	1798	55.2	57.9	6.5	9.7	13.3		
Luonnonvar. kasv.	765	1289	58	152	153	44.8	42.1	-6.5	-9.7	-13.3		
yht.	1706	3063	722	1389	1951							
Koetyyppi 2, kalkkisalpietari												
	0	PK	100	200	300	400	0	PK	100	200	300	400
Multamaat: koe	81 (33-35), 1 koekenttää, anal. 3 sadosta											
Timoteita	1504	2428	862	1800	2245	3012	98.3	99.5	0.5	-0.3	-0.6	-0.4
Luonnonvar. kasv.	26	12	-12	20	38	38	1.7	0.5	-0.5	0.3	0.6	0.4
yht.	1530	2440	850	1820	2283	3050						
Koetyyppi 4, kalkkisalpietari												
	0	PK	100	200	400	0	PK	100	200	400		
Multamaat: kokeet	120 (56-59), 121 (59), 2 koekenttää, anal. 3 sadosta											
Apilaa		346	-112	-231	-292		13.4	-6.4	-10.5	-12.4		
Timoteita		1883	925	1635	3408		73.0	10.9	14.0	22.1		
Luonnonvar. kasv.		351	-46	56	-130		13.6	-4.5	3.5	-9.7		
yht.		2580	767	1460	2986							
Turvemaat: koe 122 (59), 1 koekenttää, anal. 1 sadosta												
Timoteita	3054	3665	211	1019	2295		92.0	98.0	-3.0	0.0	1.0	
Luonnonvar. kasv.	266	75	129	21	-15		8.0	2.0	3.0	0.0	-1.0	
yht.	3320	3740	340	1040	2280							
Koetyyppi 5, kalkkisalpietari												
	0	PK	200	400	800	0	PK	200	400	800		
Hietamaat: kokeet	124 (55-57), 125 (55), 2 koekenttää, anal. 4 sadosta											
Apilaa		1203	-283	-271	-767		28.1	-12.6	-14.1	-22.2		
Timoteita		1426	1409	2173	3826		33.3	14.4	20.9	37.6		
Luonnonvar. kasv.		1651	539	463	66		38.6	-1.8	-6.8	-15.4		
yht.		4280	1665	2365	3125							
Hiesu- ja savimaat: kokeet 126 (55), 127 (56-57), 2 koekenttää, anal. 3 sadosta (0-koej. 1 sadosta)												
Apilaa	18	199	-93	-90	-140		2.0	6.0	-3.8	-4.0	-5.0	
Timoteita	711	2966	1552	2329	2753		79.0	89.0	5.3	5.4	5.2	
Luonnonvar. kasv.	171	168	1	34	127		19.0	5.0	-1.5	-1.4	-0.2	
yht.	900	3333	1460	2273	2740							
Turvemaat: koe 128 (55), 1 koekenttää, anal. 1 sadosta												
Timoteita	1918	1064	2085	2582			68.0	3.0	4.0	7.0		
Luonnonvar. kasv.	902	316	655	598			32.0	-3.0	-4.0	-7.0		
yht.	2820	1380	2740	3180								

(taulukko 3, jatk.)

	kg/ha/v.					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		Lisäys		
	0	PK	200	400	600	0	PK	200	400	600
Koetyyppi 8, oulunsalpietari										
Hietamaat: kokeet 138 (56), 139 (58), 140 (57—60), 141 (57), 142 (58—60), 143 (60), 144 (58—60), 145 (58—60), 146 (58—59), 147 (58—60), 148 (58—60), 149 (58—60), 151 (60), 152 (60), 153 (60), 15 koekenttä, anal. 30 sadosta (0-koej. 2 sadosta)										
Apilaa	0	1225	—346	—470	—613	0.0	27.3	—12.1	—15.8	—18.3
Timoteita ja nataa	1208	2573	1273	2028	2443	58.9	57.5	8.8	12.5	15.9
Luonnonvar. kasv.	842	683	387	529	515	41.1	15.2	3.3	3.3	2.4
yht.	2050	4481	1314	2087	2345					
Hiesu- ja savimaat: kokeet 154 (57—59), 155 (58), 156 (58—60), 157 (58—59), 158 (58, 60), 159 (58—59), 160 (58, 60), 161 (59), 162 (60), 9 koekenttä, anal. 17 sadosta										
Apilaa	1692	—265	—467	—407		42.4	—13.2	—20.8	—21.5	
Timoteita ja nataa	1989	867	1666	2076		49.9	8.4	14.5	16.1	
Luonnonvar. kasv.	309	303	485	497		7.7	4.8	6.3	5.4	
yht.	3990	905	1684	2166						
Multamaat: koe 163 (58—60), 1 koekenttä, anal. 3 sadosta										
Apilaa	348	—186	—274	—259		11.1	—8.1	—9.9	—9.8	
Timoteita ja nataa	1287	1582	2872	3560		41.1	11.5	25.5	30.3	
Luonnonvar. kasv.	1491	931	522	366		47.8	—3.4	—15.6	—20.5	
yht.	3126	2327	3120	3667						
Turvemaat: koe 164 (56), 1 koekenttä, anal. 1 sadosta										
Apilaa	6750	—4544	—6436			75.0	—47.0	—71.0		
Timoteita	1440	1633	2490			16.0	23.0	34.0		
Luonnonvar. kasv.	810	1791	2806			9.0	24.0	37.0		
yht.	9000	—1120	—1140							
Turvemaat: kokeet 165 (56), 166 (57—59), 167 (57—59), 168 (59), 169 (59), 5 koekenttä, anal. 9 sadosta										
Timoteita ja nataa	3866	1031	1733	2147		81.3	1.6	1.8	2.8	
Luonnonvar. kasv.	887	125	252	251		18.7	—1.6	—1.8	—2.8	
yht.	4753	1156	1985	2398						
Koetyyppi 9, oulunsalpietari										
	0	PK	100	200	400	0	PK	100	200	400
Hiesu- ja savimaat: koe 175 (59—60), 1 koekenttä, anal. 2 sadosta										
Apilaa	887	—398	—676	—483		21.5	—12.0	—18.0	—14.9	
Timoteita	2749	1311	2511	2681		66.5	12.3	22.1	22.5	
Luonnonvar. kasv.	494	107	—26	—228		12.0	—0.3	—4.1	—7.6	
yht.	4130	1020	1809	1970						
Turvemaat: kokeet 177 (58, 60), 178 (60), 181 (59), 183 (59), 184 (59—60), 5 koekenttä, anal. 7 sadosta (0-koej. 6 sadosta)										
Apilaa	7	0	0	0	0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Timoteita	1795	2131	956	1480	1993	66.3	64.6	5.0	5.8	7.9
Luonnonvar. kasv.	905	1166	184	352	399	33.4	35.4	—5.0	—5.8	—7.9
yht.	2707	3297	1140	1832	2392					

(taulukko 3, jatk.)

	kg/ha/v.					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		Lisäys		
	0	PK	200	400	800	0	PK	200	400	800

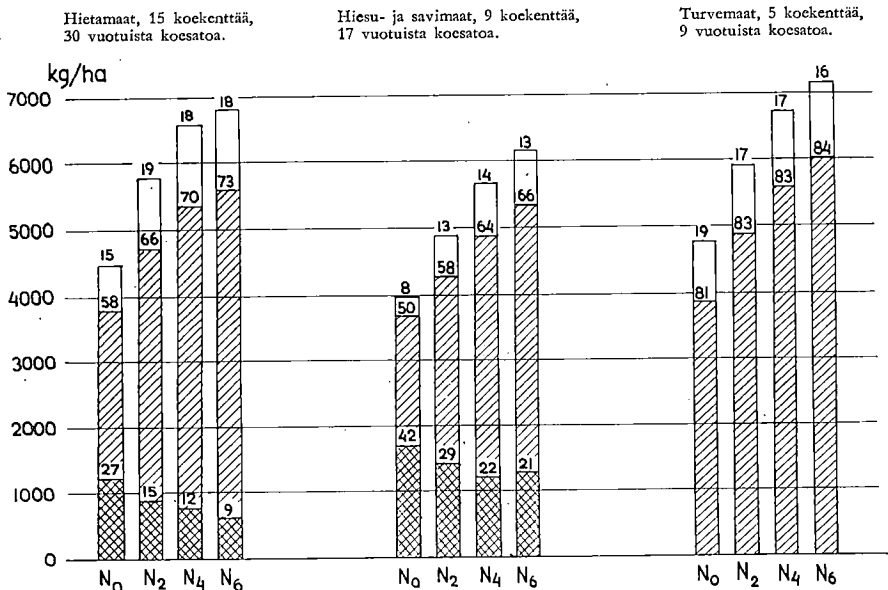
Koetyyppi 10, oulunsalpietari

Hietamaat: kokeet 186 (56—57), 187 (58—59), 2 koekenttää, anal. 4 sadosta

Apilaa	1459	—665	—1088	—1269	30.8	—17.0	—25.3	—28.2
Timoteita	1674	695	1829	2599	35.4	5.8	16.9	23.1
Luonnonvar. kasv.	1598	987	1236	1242	33.8	11.2	8.4	5.1
yht.	4730	1017	1977	2572				

Hiesu- ja savimaat: koe 188 (56), 1 koekenttä, anal. 1 sadosta

Apilaa	30	102	—73	—56	—102	4.0	8.0	—7.0	—7.0	—8.0
Timoteita	570	832	1778	3492	4382	75.0	65.0	25.0	29.0	33.0
Luonnonvar. kasv.	160	346	—85	—116	—240	21.0	27.0	—18.0	—22.0	—25.0
yht.	760	1280	1620	3320	4040					



Kuva 2. Koko heinäsadot ja niiden koostumus eri kasvilajeista koetyyppi 8:n mukaisissa kokeissa keskim. kg/ha. Ristiin viivoitettu: apilaa; viivoitettu: nataa tai timoteita; valkea: luonnonvaraisia kasveja. Numerot pylväissä merkitsevät kunkin kasvilajin prosenttisia osuuksia koko heinäsadosta. Typpilannoituksen määrä on ilmaistu kunkin pylvään alla: N₀ = ilman typpilannoitusta, N₂ = 200, N₄ = 400 ja N₆ = 600 kg/ha oulunsalpietaria vuosittain.

c. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuudet

Suurimmasta osasta niitä nurmisatoja, joista on tehty kasvilajianalyysit, on tehty myös kemialliset typpi-, fosforihappo-, kali-, kalkki- ja magneesiamääritykset. Niissä saadut tulokset esitetään koetyypeittäin ja maalajiryhmiin jaettuina taulukoissa 4—11. Tiivistetympi esitystapa ei aineiston luonteen takia ole mahdollinen. Keskiarvoille on varianssianalyysiä käyttäen laskettu tilastolliset merkitsevyydet, jotka ilmaistaan pienimpänä merkitsevänä erona. Näihin tilastollisiin laskuihin ei ole otettu mukaan kokonaan lannoittamattomasta 0-koejäsenestä saatuja lukuja, vaikka ne esitetäänkin taulukoissa 4—10.

Kun on kysymyksessä typpilannoitus erilaisin määrin, on lannoituksen vaikutus satojen t y p p i pitoisuuksiin kaikkein kiintoisin. Taulukoiden 4—11 tarkastelussa voidaan todeta, että typpilannoitus yleensä on nostanut satojen typpipitoisuutta ja sitä enemmän, mitä runsaampi lannoitus on ollut. Useissa tapauksissa on kuitenkin fosfori-kalialuslannoituksella saatu hieman korkeampia typpipitoisuuksia kuin pienillä typpimäärillä. Se johtuu siitä, että typpilannoituksen vaikutuksesta nurmen

Taulukko 4. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg kuiva-ainetta.
Koetyyppi 1, kalkkisalpietari.

	Kenttiä	Koesatoja	Koelannoitus					Pienin merkitsevä ero
			0	PK	kalkkisalpietaria			
					100	200	300	
Typpi, N								
Multamaat	2	4	12.1	11.0	11.3	11.6	11.8	ei m.
Turvemaat	(8) ¹⁾ 9	(19) ¹⁾ 20	16.4	12.7	12.4	12.6	13.3	»
Keskimäärin	11	24	15.6	12.4	12.2	12.4	13.0	»
Fosforihappo, P ₂ O ₅								
Multamaat	2	4	3.8	6.1	6.9	6.6	6.5	ei m.
Turvemaat	(8) 9	(19) 20	3.7	6.0	5.8	5.8	5.6	»
Keskimäärin	11	24	3.7	6.0	5.9	6.0	5.7	»
Kali, K ₂ O								
Multamaat	2	4	14.6	20.9	21.7	21.5	21.6	ei m.
Turvemaat	(8) 9	(19) 20	9.5	19.2	19.6	19.6	18.2	0.76
Keskimäärin	11	24	10.8	19.4	20.0	19.9	18.8	0.70
Kalkki, CaO								
Multamaat	2	3	3.7	4.0	4.2	4.8	4.8	ei m.
Turvemaat	(8) 9	(17) 18	7.4	5.1	5.3	5.6	5.9	0.54
Keskimäärin	11	21	6.9	4.9	5.2	5.5	5.7	0.47
Magneesia, MgO								
Multamaat	2	3	3.1	2.2	2.2	2.4	2.5	ei m.
Turvemaat	(8) 9	(17) 18	4.7	2.3	2.3	2.4	2.6	0.21
Keskimäärin	11	21	4.5	2.3	2.3	2.4	2.6	0.19

¹⁾ Sulussa on mainittu lukumäärät niistä koekentistä ja koesadoista, joihin sisältyy myös kokonaan lannoittamaton 0-koejäsen.

Taulukko 5. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.
Koetyyppi 2, kalkkisalpietari.

	Kenttiä	Koe- satoja	Koelannoitus					
			0	PK	kalkkisalpietaria			
					100	200	300	400
Typpi								
Multamaat	1	2	10.2	10.0	9.8	9.3	10.4	10.8
Fosforihappo								
»	1	2	2.2	4.1	4.4	4.3	4.5	4.5
Kali								
»	1	2	17.0	19.7	20.0	21.2	21.1	21.5
Kalkki								
»	1	2	2.7	2.7	2.9	3.3	4.2	4.1
Magneesia								
»	1	2	1.5	1.4	1.6	1.6	1.9	1.9

Taulukko 6. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.
Koetyyppi 4, kalkkisalpietari.

	Kenttiä	Koe- satoja	Koelannoitus					Pienin merkitsevä ero
			0	PK	kalkkisalpietaria			
					100	200	400	
Typpi								
Multamaat	2	3	—	14.1	12.4	12.3	12.8	ei m.
Turvemaat	1	1	17.9	21.8	14.3	14.6	17.5	
Keskimäärin	3	4	17.9	16.0	12.9	12.9	14.0	2.61
Fosforihappo								
Multamaat	2	3	—	4.5	4.4	4.8	4.9	ei m.
Turvemaat	1	1	6.3	7.4	5.2	7.1	7.4	
Keskimäärin	3	4	6.3	5.2	4.6	5.4	5.6	»
Kali								
Multamaat	2	3	—	25.9	21.2	21.7	21.3	ei m.
Turvemaat	1	1	28.1	20.4	22.1	26.6	33.6	
Keskimäärin	3	4	28.1	24.6	21.4	22.9	24.4	ei m.
Kalkki								
Multamaat	2	3	—	7.0	4.6	4.4	4.6	ei m.
Turvemaat	1	1	3.1	3.4	2.5	2.9	2.8	
Keskimäärin	3	4	3.1	6.1	4.1	4.0	4.1	ei m.
Magneesia								
Multamaat	2	3	—	2.6	2.0	2.0	2.0	ei m.
Turvemaat	1	1	1.9	2.3	2.1	2.1	1.9	
Keskimäärin	3	4	1.9	2.5	2.0	2.0	2.0	ei m.

Taulukko 7. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.
Koetyyppi 5, kalkkisalpietari.

	Kenttiä	Koe- satoja	Koelannoitus					Pienin merkitsevä ero
			0	PK	kalkkisalpietaria			
					200	400	800	
Typpi								
Hietamaat	2	4	—	14.7	12.8	13.8	16.7	ei m.
Hiesu- ja savimaat	(1) 2	(1) 3	12.7	12.8	11.4	14.5	18.1	3.31
Turvemaat	1	1	—	15.8	14.6	16.8	19.5	ei m.
Keskimäärin	(1) 5	(1) 8	12.7	14.1	12.5	14.4	17.6	2.17
Fosforihappo								
Hietamaat	2	4	—	4.8	4.6	4.6	4.5	ei m.
Hiesu- ja savimaat	(1) 2	(1) 3	5.3	6.0	5.1	5.4	5.2	»
Turvemaat	1	1	—	5.6	5.7	5.8	6.0	»
Keskimäärin	(1) 5	(1) 8	5.3	5.4	4.9	5.0	4.9	ei m.
Kali								
Hietamaat	2	4	—	29.0	25.9	27.7	29.6	ei m.
Hiesu- ja savimaat	(1) 2	(1) 3	17.4	22.3	22.3	22.3	24.1	»
Turvemaat	1	1	—	19.6	19.3	16.8	17.7	»
Keskimäärin	(1) 5	(1) 8	17.4	25.3	23.7	24.3	26.0	ei m.
Kalkki								
Hietamaat	2	4	—	9.3	7.7	6.8	5.3	ei m.
Hiesu- ja savimaat	(1) 2	(1) 3	3.6	4.5	3.8	4.4	4.8	»
Turvemaat	1	1	—	4.8	5.5	5.7	6.5	»
Keskimäärin	(1) 5	(1) 8	3.6	6.9	6.0	5.8	5.3	ei m.
Magneesia								
Hietamaat	2	4	—	3.0	2.7	2.5	2.1	ei m.
Hiesu- ja savimaat	(1) 2	(1) 3	2.4	2.4	2.0	2.3	2.6	»
Turvemaat	1	1	—	3.1	3.2	4.3	4.6	»
Keskimäärin	(1) 5	(1) 8	2.4	2.8	2.5	2.7	2.6	ei m.

kasvilajikokoomus on muuttunut siten, että apilan osuus on vähentynyt (taul. 3). Aineistossa ei tule esille selviä eroja eri maalajiryhmien välillä.

Selvemmän käsityksen saamiseksi typpilannoituksen vaikutuksesta heinäsatujen typpipitoisuuteen on aineistosta laskettu annetun typpimäärän, X (kg/ha), ja heinien typpipitoisuuden, Y (%/00), välinen regressio. Kun fosfori-kalialuslannoituksella saadut satujen typpipitoisuudet poikkeavat muista erilaisen kasvilajikokoomuksen vuoksi, on ne jätetty pois regressiolaskelmasta. Mukaan on otettu sekä kalkkisalpietarilla että oulunsalpietarilla saadut tulokset, koska näiden typpilannoitelajien välillä ei vaikutuksessa ole ainakaan selvää eroa (SALONEN 1958, s. 13). Regressioyhtälöksi saatiin

$$Y = 12.187 + 0.039 \cdot X, r = 0.440^{***}$$

Regressiosuora on esitetty kuvassa 3 (s. 154). Kuten nähdään korrelaatiokertomesta, tilastollinen merkitsevyys on hyvin korkea. Yhtälön mukaan heinäsatujen typpipitoisuus on noussut keskimäärin 0.39 %/00, kun typpilannoitusta on lisätty 10 kg typpeä (N) vastaavalla määrällä. Kun raakavalkuaisen määrä riippuu suora-

Taulukko 8. Nurmisojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.
Koetyyppi 8, oulunsalpietari.

	Koe- kenttiä	Koe- satoja	Koelannoitus				Pienin merkitsevä ero	
			0	PK	oulunsalpietaria			
					200	400		600
Typpi								
Hietamaat	(2) 12	(3) 18	13.8	14.4	15.4	16.1	17.6	1.36
Hiesu- ja savimaat ...	(1) 7	(3) 11	15.8	14.9	16.0	16.2	16.7	ei m.
Multamaat	1	3	—	13.1	15.4	16.4	19.7	»
Turvemaat	(1) 5	(1) 9	12.5	13.4	14.7	16.4	17.5	1.82
Keskimäärin	(4) 25	(7) 41	14.5	14.2	15.4	16.2	17.5	0.96
Fosforihappo								
Hietamaat	(2) 12	(3) 18	4.8	5.1	5.2	5.2	5.3	ei m.
Hiesu- ja savimaat ...	(1) 7	(3) 11	4.2	5.0	5.2	4.5	4.5	»
Multamaat	1	3	—	4.9	5.8	5.5	5.7	»
Turvemaat	(1) 5	(1) 9	4.3	5.4	5.8	6.2	6.0	»
Keskimäärin	(4) 25	(7) 41	4.5	5.1	5.3	5.3	5.3	»
Kali								
Hietamaat	(2) 12	(3) 18	23.4	26.8	28.3	28.0	28.1	ei m.
Hiesu- ja savimaat ...	(1) 7	(3) 11	22.6	23.8	23.4	24.3	25.4	»
Multamaat	1	3	—	21.2	24.1	20.6	20.2	»
Turvemaat	(1) 5	(1) 9	16.0	20.3	20.1	20.1	19.1	»
Keskimäärin	(4) 25	(7) 41	22.0	24.1	24.9	24.8	24.8	»
Kalkki								
Hietamaat	(2) 12	(3) 18	2.9	7.5	6.7	6.4	6.6	ei m.
Hiesu- ja savimaat ...	(1) 7	(3) 11	8.4	8.8	8.3	7.3	7.2	»
Multamaat	1	3	—	6.0	6.6	6.7	5.7	»
Turvemaat	(1) 5	(1) 9	2.1	4.6	4.6	5.2	5.8	0.49
Keskimäärin	(4) 25	(7) 41	5.1	7.1	6.7	6.4	6.5	ei m.
Magnesia								
Hietamaat	(2) 12	(3) 18	1.8	2.7	2.6	2.7	2.8	ei m.
Hiesu- ja savimaat ...	(1) 7	(3) 11	3.8	4.3	4.3	3.8	3.9	»
Multamaat	1	3	—	2.7	2.9	3.7	3.6	»
Turvemaat	(1) 5	(1) 9	2.8	3.0	2.9	3.4	3.9	0.44
Keskimäärin	(4) 25	(7) 41	2.8	3.2	3.2	3.3	3.4	ei m.

viivaisesti rehujen typen määrästä, voidaan sanoa, että heinien raakavalkuaispitoisuus nousee typpilannoituksen vaikutuksesta samalla kun heinäsadon määrä lisääntyy. Tätä seikkaa tarkastellaan myöhemmässä yhteydessä (s. 156).

Heinien fosforipitoisuuteen ei typpilannoituksella tämän aineiston mukaan näytä olevan vaikutusta. Jokseenkin samoin näyttää olevan myös kalipitoisuuden laita, joskin eräissä tapauksissa typpilannoitus näyttää alentaneen heinien kalipitoisuutta. Aleneminen olisi kyllä odotettavissakin, koska runsaalla typpilannoituksella saatu runsas heinäsaato on joutunut kasvamaan samalla kalimäärällä kuin kokonaan ilman typpilannoitusta tai pienellä typpilannoituksella saatu pieni saato. Kun heinäsaato on suuri, voi jo varsin keskinkertainen heinäsaato käyttää kaiken aluslannoituksessa annetun kalin. Fosforin kohdalla ei tällaista juuri voi sattua, kun

Taulukko 9. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka
Koetyyppi 9, oulunsalpietari.

	Koe- kenttiä	Koe- satoja	Koelannoitus				Pienin merkitsevä ero	
			0	PK	oulunsalpietaria			
					100	200		400
Typpi								
Hiesu- ja savimaat	1	2	—	12,9	13,3	17,3	16,2	ei m.
Turvemaat	(4) 5	(6) 7	15,1	13,9	14,4	15,9	16,4	»
Keskimäärin	(4) 6	(6) 9	15,1	13,7	14,1	16,2	16,4	2,01
Fosforihappo								
Hiesu- ja savimaat	1	2	—	4,8	4,7	4,8	4,8	ei m.
Turvemaat	(4) 5	(6) 7	6,4	7,0	7,2	7,9	7,9	»
Keskimäärin	(4) 6	(6) 9	6,4	6,5	6,7	7,2	7,2	»
Kali								
Hiesu- ja savimaat	1	2	—	27,7	27,4	25,9	25,3	ei m.
Turvemaat	(4) 5	(6) 7	20,0	23,2	25,8	28,8	26,1	2,75
Keskimäärin	(4) 6	(6) 9	20,0	24,2	26,1	28,1	25,9	2,54
Kalkki								
Hiesu- ja savimaat	1	2	—	6,2	5,6	4,8	6,1	ei m.
Turvemaat	(4) 5	(6) 7	4,4	3,7	3,8	4,6	5,0	0,74
Keskimäärin	(4) 6	(6) 9	4,4	4,2	4,2	4,7	5,3	ei m.
Magneesia								
Hiesu- ja savimaat	1	2	—	2,4	2,6	2,3	2,5	ei m.
Turvemaat	(4) 5	(6) 7	2,3	1,9	1,9	2,1	2,5	0,34
Keskimäärin	(4) 6	(6) 9	2,3	2,0	2,0	2,2	2,5	0,33

aluslannoituksen fosforimäärä on aina ollut huomattavasti suurempi kuin suurim-
pienkin satojen ottamat määrät.

Heinäsatujen k a l k k i pitoisuutta näyttää kalkkisalpietari hieman nostavan, mutta
oulunsalpietarilla ei ole ollut mitään vaikutusta.

M a g n e e s i a pitoisuuttakin on kalkkisalpietari nostanut koetyypin 1 mukai-
sissa kokeissa, mutta ei muualla. Oulunsalpietarin magneesiapitoisuutta lisäävä vai-
kutukset näyttää olevan säännöllisempää. Tämän mukaan oulunsalpietarin sisältämällä
pienehköllä magneesiamäärällä voi olla merkitystä.

Taulukoissa 4—10 on esitetty analyysilukuja ns. keskinäytteistä, joissa on mukana
kaikki satojen eri kasvilajit (vrt. taul. 3). Koetyypin 8 mukaisten apila-natanurmien
sadoista on tehty kemiallisia analyysejä erikseen kummastakin kasvilajista. Niistä
saadut tulokset esitetään taulukossa 11. Nähdään, että lannoituksen aiheuttamat
ravinnepitoisuuksien erot tulevat paljon suurempina ja selvempinä esille nadassa kuin
apilassa. Erityisesti nadan typpipitoisuus nousee selvästi typpilannoitusta lisättäessä.
Erot ovat hietamailla suuremmat ja niiden merkitsevyys korkeampi kuin hiesu- ja
savimailla.

Taulukko 10. Nurmisojen ravinnepitoisuuksia, g/kg ka
Koetyyppi 10, oulunsalpietari

	Koe- kenttiä	Koe- satoja	Koelannoitus					Pienin merkitsevä ero
			0	PK	oulunsalpietaria			
					200	400	800	
Typpi								
Hietamaat	2	3	—	22.3	18.3	18.5	23.5	ei m.
Hiesu- ja savimaat	1	1	15.4	13.3	13.1	14.6	15.7	
Keskimäärin (1) 3 (1) 4			15.4	17.5	17.0	17.5	21.5	ei m.
Fosforihappo								
Hietamaat	2	3	—	6.5	6.6	7.1	6.7	ei m.
Hiesu- ja savimaat	1	1	4.9	4.6	4.5	5.0	4.6	
Keskimäärin (1) 3 (1) 4			4.9	6.0	6.1	6.6	6.2	ei m.
Kali								
Hietamaat	2	3	—	30.6	30.0	31.9	28.1	ei m.
Hiesu- ja savimaat	1	1	20.2	21.5	19.2	18.6	17.9	
Keskimäärin (1) 3 (1) 4			20.2	28.4	27.3	28.6	25.6	ei m.
Kalkki								
Hietamaat	2	3	—	11.1	8.0	6.7	6.8	2.66
Hiesu- ja savimaat	1	1	4.3	4.1	3.8	4.3	4.3	
Keskimäärin (1) 3 (1) 4			4.3	9.4	7.0	6.1	6.2	ei m.
Magneesia								
Hietamaat	2	3	—	3.5	3.5	3.4	3.6	ei m.
Hiesu- ja savimaat	1	1	2.3	2.0	1.8	2.3	2.6	
Keskimäärin (1) 3 (1) 4			2.3	3.2	3.1	3.1	3.4	ei m.

2. Ruis

Ruis esiintyy tässä koesarjassa koekasvina vain kerran, nim. kokeessa 57, hietamaa, Uusikirkko —31. Tärkeimmät tiedot tämän kokeen tuloksista ovat taulukossa 12. Satotaso on ollut alhainen ja typpilannoituksen vaikutus pieni.

3. Kevätvehnä

Kevätvehnäkin on ollut koekasvina vain kolmasti. Saadut tulokset esitetään taulukossa 13. Kahdessa kokeessa on pienien kalkkisalpietarimäärien vaikutus ollut hyvä, mutta typen lisääminen ei ole enää lisännyt satoja. Kokeessa, jossa on ollut oulunsalpietari, on satotaso ilman typpilannoitusta ollut hyvä, mutta typen vaikutus on ollut pelkästään vahingollinen. Määrät ovat olleet kovin suuret, kun kesä on ollut sateinen. Lisäksi juolavehnä on rasittanut koetta. Sen runsaus selittänee olkisatojen korkeat typpipitoisuudet.

Taulukko 11. Nurmisatojen ravinnepitoisuuksia, g/kg ka. Analyysit erikseen apilasta ja erikseen nurminadasta.

Koetyyppi 8, oulunsalpietari.

	Koe- kenttiä	Koe- satoja	Kotlannoitus			Pienin merkittävä ero	
			PK	oulunsalpietaria			
				200	400		600
A p i l a:							
			Typpi				
Hietamaat	5	8	24.3	23.9	24.4	24.8	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	5	21.4	22.7	22.3	23.2	»
Keskimäärin	8	13	23.2	23.5	23.6	24.2	»
			Fosforihappo				
Hietamaat	5	8	4.8	5.0	5.0	5.0	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	5	4.4	4.5	4.7	4.7	»
Keskimäärin	8	13	4.7	4.8	4.9	4.9	»
			Kali				
Hietamaat	5	8	32.2	31.5	31.1	30.5	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	5	29.8	28.2	28.7	29.0	»
Keskimäärin	8	13	31.2	30.2	30.2	30.0	»
			Kalkki				
Hietamaat	5	8	20.7	20.1	19.1	19.9	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	5	16.4	17.7	17.9	17.2	»
Keskimäärin	8	13	19.1	19.2	18.6	18.9	»
			Magneesia				
Hietamaat	5	8	7.7	7.5	7.8	7.5	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	5	6.2	6.7	8.0	7.1	»
Keskimäärin	8	13	7.1	7.2	7.9	7.4	»
N u r m i n a d a:							
			Typpi				
Hietamaat	5	11	13.0	15.0	17.5	18.4	2.05
Hiesu- ja savimaat	3	5	14.5	16.6	17.2	19.0	2.17
Keskimäärin	8	16	13.5	15.5	17.4	18.6	1.52
			Fosforihappo				
Hietamaat	5	11	5.3	5.4	5.5	5.4	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	5	6.0	6.0	5.5	5.7	»
Keskimäärin	8	16	5.5	5.6	5.5	5.5	»
			Kali				
Hietamaat	5	11	30.1	32.9	34.3	34.2	2.59
Hiesu- ja savimaat	3	5	34.3	34.6	33.7	34.5	ei m.
Keskimäärin	8	16	31.4	33.5	34.1	34.3	2.09
			Kalkki				
Hietamaat	5	11	5.2	5.8	6.2	6.5	0.42
Hiesu- ja savimaat	3	5	5.9	6.4	6.3	6.6	ei m.
Keskimäärin	8	16	5.4	6.0	6.3	6.5	0.36
			Magneesia				
Hietamaat	5	11	2.6	2.9	3.3	3.5	0.20
Hiesu- ja savimaat	3	5	3.4	3.6	3.7	3.9	ei m.
Keskimäärin	8	16	2.8	3.1	3.5	3.7	0.21

Taulukko 12. Rukiista saadut jyväsadot ja sadonlisäykset sekä jyvä- ja olkisatojen kasvinravinnepitoisuudet.

	Sato		Sadonlisäys kalkkisalpietaria kg/ha			
	0	PK	100	200	300	400
Jyväsadot kg/ha						
Hietamaa, koe 57 (31)	700	1180	50	70	200	200
ry/kg tyypeä			3.2	2.3	4.3	3.2
Kasvinravinnepitoisuudet g/kg kuiva-ainetta						
J y v ä t:						
Typpi	23.2	22.9	23.0	23.9	25.1	25.3
Fosforihappo	9.1	9.4	9.0	8.7	8.7	8.5
Kali	6.7	6.5	6.4	6.4	6.5	6.4
O l j e t:						
Typpi	11.5	7.4	8.0	8.7	9.2	10.1
Fosforihappo	2.7	2.0	2.2	2.0	2.0	2.2
Kali	19.4	13.5	17.1	16.7	18.4	19.5

Taulukko 13. Kevätvehnämästä saadut jyväsadot ja sadonlisäykset sekä jyvä- ja olkisatojen kasvinravinnepitoisuudet.

	Sato		Sadonlisäys kalkkisalpietaria kg/ha			
	0	PK	100	200	300	400
Jyväsadot kg/ha						
Hietamaa, koe 61 (32)	2080	2160	200	160	140	280
ry/kg tyypeä			12.9	5.2	3.0	4.5
Kalkkisalpietaria kg/ha						
			100	225	350	
Hietamaa, koe 136 (32)	1680	1840	220	220	240	
ry/kg tyypeä			14.2	6.3	4.4	
Oulunsalpietaria kg/ha						
			200	400	600	
Hietamaa, koe 139 (57)		2410	—70	—380	—360	
Kasvinravinnepitoisuudet g/kg kuiva-ainetta, koe 139 (57)						
J y v ä t:						
Typpi		18.8	18.1	17.9	18.1	
Fosforihappo		8.5	9.1	9.0	8.7	
Kali		11.8	11.5	11.5	11.4	
Kalkki		0.9	0.9	1.0	0.9	
Magneesia		2.0	2.2	2.1	2.2	
O l j e t:						
Typpi		9.1	6.8	7.6	10.6	
Fosforihappo		3.2	2.9	2.6	2.8	
Kali		21.8	17.1	14.8	16.7	
Kalkki		3.8	4.9	4.0	4.3	
Magneesia		1.6	1.3	1.2	1.4	

Taulukko 14. Ohrasta saadut jyväsadot ja sadonlisäykset eri maalajiryhmissä kg/ha ja ry/kg typpeä.

	Sadot PK	Sadonlisäykset			
		kalkkisalpietaria kg/ha			
		100	200	300	400
Hietamaat	(2) 2425	(2) 130	(2) 190	(2) 95	(1) 550
Sadonlis. 1 kg N		8.4	6.1	2.0	8.9
Hiesu- ja savimaat	(6) 2160	(6) 175	(6) 205	(6) 303	(6) 328
Sadonlis. 1 kg N		11.3	6.6	6.5	5.3
Multamaat	(5) 1128	(5) 196	(5) 416	(5) 404	(3) 517
Sadonlis. 1 kg N		12.6	13.4	8.7	8.3
Turvemaat	(3) 1443	(3) 117	(3) 377	(3) 357	(1) 480
Sadonlis. 1 kg N		7.5	12.2	7.7	7.7
Kaikki maalajit	(16) 1737	(16) 164	(16) 301	(16) 318	(11) 414
Sadonlis. 1 kg N		10.6	9.7	6.8	6.7
		oulunsalpietaria kg/ha			
		100	200	400	600
Hietamaat	(2) 1610	(2) 930	(2) 1380	(2) 1760	
Sadonlis. 1 kg N		37.2	27.6	17.6	
Hiesu- ja savimaat	(4) 1293	(2) 520	(4) 940	(4) 1277	(2) 1970
Sadonlis. 1 kg N		20.8	18.8	12.8	13.1
Kaikki maalajit	(6) 1398	(4) 725	(6) 1087	(6) 1439	(2) 1970
Sadonlis. 1 kg N		29.0	21.7	14.4	13.1

4. Ohra

Ohrasta on aineistossa 22 koesatoa, joista taulukossa 14 nähdään jyväsadot ja eri typpimäärien vaikutukset. Kun aineisto on näin suppea, saatu eri puolilta maata ja hajaantuu eri maalajiryhmiin sekä vielä pitkälle ajalle, on yhtenäisten piirteiden löytäminen ja esittäminen vaikeaa. Voidaan kuitenkin panna merkille, että vielä suurimmillakin käytetyillä typpimäärillä on saatu hyvänpuoleisia tuloksia. Huomiota herättää, että oulunsalpietarikokeissa on saatu kokonaan toista luokkaa olevia sadonlisäyksiä kuin kalkkisalpietarikokeissa. Aineisto ei kuitenkaan mitenkään sovi näiden eri lannoitelajien vertailuun, sillä ensimmäinen ehto siihen olisi, että vertailtavat aineet olisivat olleet kokeissa rinnan samoissa olosuhteissa. Varsinaisissa vertailukokeissa ovat kalkkisalpietari ja oulunsalpietari korsiviljojen typpilannoitteina tulleet joko samanarvoisiksi tai kalkkisalpietari hieman paremmaksi (SALONEN 1958, s. 10).

Muutamista ohrasta saaduista koesadoista on tehty kasvinravinnepitoisuusmäärityksiä, joiden tulokset nähdään taulukosta 15. Varsinkin typpipitoisuudet ovat korkeita sekä jyvissä että oljissa, ja typpilannoitus näyttää niitä vielä nostavan. Muiden aineiden pitoisuuksiin eivät koelannoitukset näytä paljon vaikuttaneen. Aineiston vähäisyyden vuoksi on varminta luopua yleistysten yrittämisestä.

5. Kaura

Sellaisia tuleentuneesta kaurasta saatuja koetuloksia, joista on jyväsadot tiedossa, sisältyy aineistoon vain 13. Vihantakaurasta enempää kuin muustakaan vihanta-

rehusta saatuja tuloksia ei esitetä erikseen, vaan viitataan liitetaulukoihin I—X. Taulukossa 16 esitetään kaurasta saadut jyväsadot maalajiryhmittäin. Tulokset muistuttavat suuresti vastaavia ohrasta saatuja.

Taulukko 15. Ohran jyvien ja olkien kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.

	Kokeentia Kocsatoja	Koelannoitus					
		0	PK	kalkkisalpietaria			
				100	200	300	400
Jyvät:		Typpi					
Hietamaat, koe 62 (32)	1 1	19.6	19.0	20.1	20.7	21.4	21.9
Hiesu- ja savimaat, koe 71 (32) ...	1 1	17.9	17.6	16.7	16.9	17.3	17.6
		Fosforihappo					
Hietamaat	1 1	10.3	10.2	10.1	9.8	9.9	9.5
Hiesu- ja savimaat	1 1	8.8	8.9	10.8	10.3	10.2	10.1
		Kali					
Hietamaat	1 1	8.9	8.3	8.2	8.1	8.1	8.1
Hiesu- ja savimaat	1 1	7.3	7.7	8.6	8.8	8.5	8.3
Oljet:		Typpi					
Hietamaat, koe 62 (32)	1 1	10.9	9.0	9.8	9.9	9.1	10.3
Hiesu- ja savimaat, kokeet 71 (32), 77 (34)	2 2	7.3	5.6	6.1	6.1	5.8	6.2
Multamaat, koe 82 (33)	1 1	17.7	13.4	13.4	14.6	14.4	17.4
		Fosforihappo					
Hietamaat	1 1	4.6	4.0	4.4	3.7	3.3	3.4
Hiesu- ja savimaat	2 2	3.4	2.9	3.9	3.3	3.1	3.3
Multamaat	1 1	2.9	4.4	4.4	4.8	4.8	4.7
		Kali					
Hietamaat	1 1	17.2	21.1	18.8	19.5	17.6	20.2
Hiesu- ja savimaat	2 2	18.9	24.3	22.2	24.8	26.7	25.9
Multamaat	1 1	11.1	14.4	14.3	15.0	16.6	14.6
		Kalkki					
Hiesu- ja savimaat, koe 77 (34) ..	1 1	—	2.2	2.5	2.8	2.5	2.8
		Magneesia					
Hiesu- ja savimaat	1 1	—	1.8	1.9	1.8	1.6	1.8

Taulukko 16. Kaurasta saadut jyväsadot ja sadonlisäykset eri maalajiryhmissä, ry/ha ja ry/kg tyypeä

	Sadot PK	Sadonlisäykset			
		kalkkisalpietaria kg/ha			
		100	200	300	400
Hietamaat	(5) 1523	(5) 209	(5) 317	(3) 380	(5) 585
Sadonlis. 1 kg N		13.5	10.2	8.2	9.4
Hiesu- ja savimaat	(7) 1664	(7) 163	(7) 362	(7) 369	(7) 416
Sadonlis. 1 kg N		10.5	11.7	7.9	6.7
Multamaat	(1) 2583	(1) 275	(1) 234	(1) 334	(1) 375
Sadonlis. 1 kg N		17.7	7.5	7.2	6.0
Kaikki maalajit	(13) 1681	(13) 189	(13) 334	(11) 369	(13) 477
Sadonlis. 1 kg N		12.2	10.8	7.9	7.7

Taulukko 17. Kauran jyvien ja olkien ravinnepitoisuuksia, g/kg ka.

	Kokeentia	Kosatoja	Koclannoitus						Pienin merkitsevä cro
			0	PK	kalkkisalpietaria				
					100	200	300	400	
J y v ä t:									
			Typpi						
Hietamaat, kokeet 55 (31), 56 (31)	2	2	19.4	19.2	19.6	20.8	21.7	22.7	1.24
Hiesu- ja savimaat, kokeet 69 (31), 70 (32), 74 (34)	3	3	19.7	19.6	20.9	21.8	22.4	22.6	0.55
Keskimäärin	5	5	19.6	19.4	20.4	21.4	22.1	22.6	0.57
			Fosforihappo						
Hietamaat	2	2	8.9	9.2	9.1	9.1	9.1	9.1	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	3	9.1	9.6	9.5	9.9	9.0	9.1	0.53
Keskimäärin	5	5	9.0	9.4	9.3	9.6	9.0	9.1	ei m.
			Kali						
Hietamaat	2	2	6.2	6.5	6.3	6.3	6.4	6.2	ei m.
Hiesu- ja savimaat	3	3	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	»
Keskimäärin	5	5	6.1	6.2	6.1	6.1	6.1	6.0	»
			Kalkki						
Hiesu- ja savimaat, koe 74 (34) ..	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
			Magneesia						
Hiesu- ja savimaat	1	1	2.6	2.5	2.6	2.5	2.5	2.5	
O l j e t:									
			Typpi						
Hietamaat, kokeet kuin yllä	2	2	5.9	4.9	5.0	5.1	5.7	6.2	ei m.
Hiesu- ja savimaat, kok. kuin yllä	3	3	5.8	5.1	6.5	6.6	7.5	8.2	1.78
Keskimäärin	5	5	5.8	5.0	5.9	6.0	6.8	7.4	1.08
			Fosforihappo						
Hietamaat	2	2	2.6	2.9	2.4	2.2	2.1	2.0	0.44
Hiesu- ja savimaat	3	3	2.9	3.2	3.2	3.2	2.8	2.7	0.80
Keskimäärin	5	5	2.8	3.1	2.9	2.8	2.5	2.4	0.45
			Kali						
Hietamaat	2	2	12.8	18.2	16.1	16.9	14.3	12.6	4.83
Hiesu- ja savimaat	3	3	20.4	21.4	22.5	25.0	25.3	27.1	2.45
Keskimäärin	5	5	17.3	20.1	19.9	21.7	20.9	21.3	ei m.
			Kalkki						
Hiesu ja savimaat, koe kuten yllä	1	1	2.4	2.2	2.4	2.5	2.3	3.0	
			Magneesia						
Hiesu- ja savimaat	1	1	1.8	1.7	1.8	2.0	2.0	2.4	

Kauran sadoista on kasvinravinnepitoisuusmäärityksiä hieman enemmän kuin ohran sadoista. Taulukossa 17 esitetyistä luvuista nähdään, että typpilannoitus on nostanut sekä jyvien että olkien typpipitoisuuksia. Olkien fosfori- ja kalipitoisuudet sen sijaan näyttävät laskevan typpilannoituksen johdosta, mikä onkin odotettavissa.

6. Peruna, lanttu ja turnipsi

Tarkasteltavana olevassa eri typpimäärien kokeiden sarjassa on koetyyppi 3 erityisesti perunaa ja juurikasveja varten suunniteltu. Niinpä siinä fosfori-kalialuslan-

Taulukko 18. Perunasta, lantusta ja turnipsista saadut sadot ja sadonlisäykset ry/ha ja ry/kg tyypeä.

	Sato		Sadonlisäys		
			kalkkisalpietaria kg/ha		
	0	PK	200	400	600
Peruna, mukuloita, hietamaat, kokeet 92 (29), 93 (29), 100 (31), 106 (33), 108 (33)					
keskim. 5 koesatoa	3322	4046	79	321	304
ry/kg tyypeä			2.5	5.2	3.3
Peruna, hiesu- ja savimaat, koe 112 (31)					
1 koesato	4470	4900	570	750	1060
ry/kg tyypeä			18.3	12.1	11.4
Lanttu, juuria, hietamaat, kokeet 97 (30), 103 (32)					
keskim. 2 koesatoa	3148	4028	914	1107	1524
ry/kg tyypeä			29.5	17.9	16.4
Turnipsi, juuria, hietamaat, kokeet 89 (29), 90 (29), 91 (29), 94 (30), 95 (30), 96 (30), 98 (31), 99 (31), 101 (31), 102 (31), 104 (32), 105 (32), 107 (33)					
keskim. 13 koesatoa	2379	3307	434	746	961
ry/kg tyypeä			14.0	12.0	10.3
Turnipsi, juuria, hiesu- ja savimaat, kokeet 109 (28), 110 (29), 111 (30), 113 (31), 114 (31), 115 (31), 116 (32), 117 (33)					
keskim. 8 koesatoa	2563	3231	359	612	735
ry/kg tyypeä			11.6	9.9	7.9

noituskin on ollut runsaampi kuin muissa, nim. 600 kg/ha superfosfaattia ja 300 kg/ha 40 % kalisuolaa. Näiden kokeiden yksityiskohtaiset tulokset nähdään liitetaulukosta III. Lisäksi taulukossa 18 esitetään suppea yhteenveto eri kasvilajeista saaduista tuloksista.

Peruna on ollut koekasvina 5 kokeessa hieta- ja 1 kokeessa savimaalla. Ilman tyypeä saadut sadot ovat olleet kohtalaiset. Tyypellä saadut tulokset ovat hietamaiden ryhmässä vaatimattomat, mutta savimaan ainoassa kokeessa erittäin hyvät.

Lanttu on antanut typpilannoituksesta hyvin hyvän korvauksen niissä parissa kokeessa, jotka aineistoon sisältyvät.

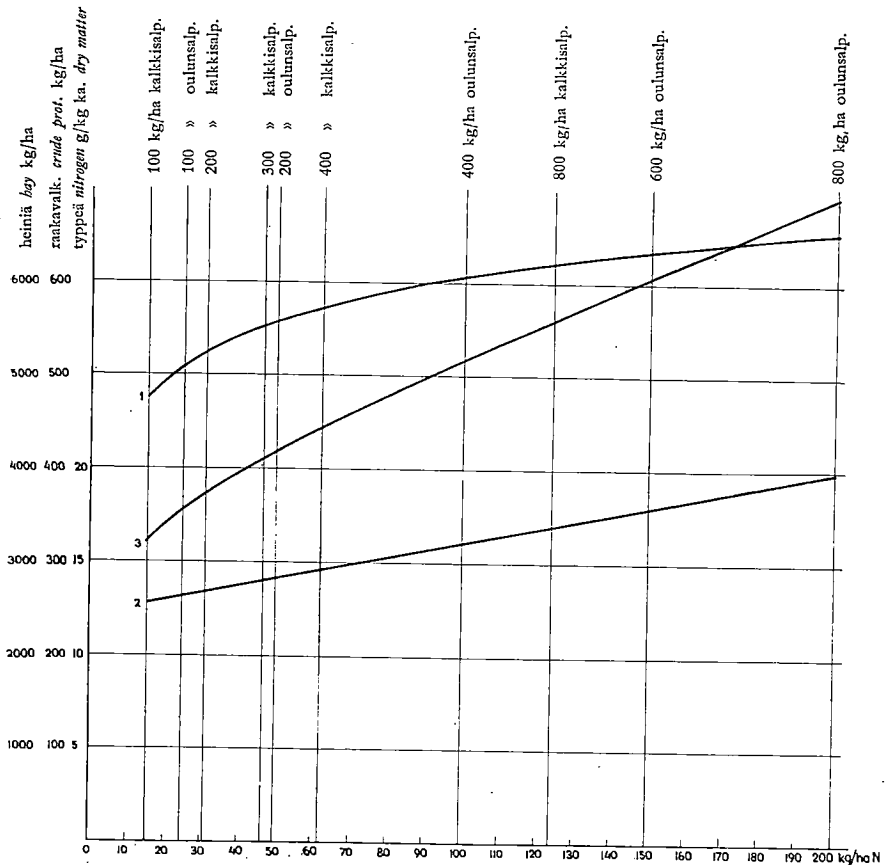
Turnipsi on ollut hietamaiden ryhmässä koekasvina 13 ja hiesu- ja savimaiden ryhmässä 8 eri koekentällä. Se on antanut kaiken kaikkiaan alempia ry-satoja kuin peruna ja lanttu, mutta typpilannoituksen käyttäjänä se näyttää olevan tehokas. Maalajien välisiä eroja tuskin voi sanoa olevan.

III. Yhteenvetoja nurmikokeista saatujen tulosten pohjalla

Vain nurmista on koetuloksia niin lukuisasti, että niiden pohjalla voidaan tehdä laajempia yleistyksiä ja selvittää yhtenäisiä piirteitä. Aineiston jakautuminen useihin eri koetyyppeihin sekä pitkälle ajanjaksolle vaikeuttaa jossain määrin yhdistelmien laatimista.

A. Nurmista eri typpimäärillä saadut keinäsadot ja raakavalkuissadot

Tärkein tavoite käsillä olevan tyypin kokeissa on saada selvitystä siitä, minkälaisia tuloksia eri määristä ko. ravinnetta voi odottaa. Tällaiset tiedot ovat arvokkaana lähtökohtana selvitettäessä erilaisen lannoitusintensiiteetin kannattavuutta.



Kuva 3. Typpilannoituksen (kg/ha typpeä) vaikutus heinäsadon määrään ja laatuun. 1) heinäsaato kg/ha, 2) heinien typpipitoisuus g/kg kuiva-ainetta ja 3) raakavalkuaissato kg/ha.

Fig. 3. The effect of nitrogen fertilization (kg/ha N) on the amount and quality of hay yield. 1) yield (kg/ha), 2) nitrogen content g/kg of dry matter, 3) crude protein yield (kg/ha).

Kuten voidaan todeta tarkasteltaessa lukuja liitetaulukoista I—X ja taulukosta 2 sekä sadonlisäysten graafista esitystä kuvasta 1, on saaduissa sadonlisäyksissä kylläkin paljon vaihtelua, mutta yhteisenä piirteenä on se, että typpimääriä portaittain lisättäessä vaikutus ravinnekiloa kohti on aluksi suuri, mutta vähenee sitten kaiken aikaa siirryttäessä runsaampiin määriin. Lisääntyvien typpimäärien vaikutuksen graafinen kuvaaja on siten käyrä, jonka nousu aluksi on jyrkkä, mutta loivenee jatkuvasti siirryttäessä yhä runsaampiin määriin. Kokeissa olleet runsaimmatkaan typpimäärät eivät ole aiheuttaneet satojen vähenemistä (= satoja kuvaavan käyrän alaspäin taipumista) muutamaa aivan lievää poikkeustapausta lukuunottamatta. Kaikkien nurmikokeitten tulosten perusteella laskettiin typpilannoituksella ($X = \text{kg/ha typpeä, N}$) keskimäärin saatu sadonlisäys ($Y = \text{kg/ha heiniä}$) käyttäen typpimäärää logaritmisena muuttujana. Saatu regressioyhtälö on muotoa

$$Y = 1613.629 \log X - 955.3$$

Kun kulloinkin saatavan sadonlisäyksen suuruuteen vaikuttavat hyvin monet erilaatuiset tekijät (vrt. s. 156), jää yhtälön tilastomatemattinen merkitsevyys hyvin alhaiseksi. Yksityisten kokeiden tulosten ja erilaisten koeryhmien keskiarvojen perusteella tiedetään kuitenkin, että käyrän muoto on kokeissa käytettyjen lannoitemäärien alueella oikea. Mainittakoon, että myöhemmin (s. 156) selostettavalla tavalla saadussa ns. yhdenmukaistetussa aineistossa tulee typpilannoituksen määrällä 46.5 kg/ha tyyppiä saaduksi sadonlisäykseksi 1 766 kg/ha heiniä ja edellä esitetyn regressioyhtälön mukaan laskien saadaan vastaavaksi luvuksi 1 735 kg/ha heiniä. Näin ollen katsotaan, että regressioyhtälö muodollisesta epävarmuudestaan huolimatta sopii jatkolaskelmien pohjaksi.

Yhtälön kuvaaja esitetään kuvassa 3 akselistossa siinä korkeudessa, johon se tulee, kun otetaan huomioon fosfori-kalialuslannoituksella saatu keskimääräinen satotaso.

Samassa kuvassa 3 on esitetty myös typpilannoituksen määrän X (kg/ha tyyppiä) ja heinien typpipitoisuuden Y (grammaa kilossa kuiva-ainetta) välisen regressioyhtälön (s. 144) kuvaaja.

Taulukko 19. Eri typpimäärillä keskimäärin saadut lasketut sadonlisäykset heiniä ry/ha ja raakavalkuaista kg/ha.

Lannoituksessa tyyppiä kg/ha	Rehuyksiköitä					Raakavalkuaista kg/ha		
	hehtaarilta			kilolla tyyppiä		ilman typpi- lannoitusta	lisäys typpilannoit- uksella yht.	yli edellisen lisätyn määrän vaikutus
	ilman typpi- lannoitusta	lisäys typpi- lannoit- uksella	yli edellisen lisätyn määrän vaikutus	kaik- kiaan	lisätyn määrän vaikutus			
0 (= ilman tyyppiä)	1517					246		
15.5 100 kalkkis. ...		386		24.9			77	
20		458	72	22.9	16.0		94	17
25 100 ouluns. ...		520	62	20.8	12.4		110	16
30		571	51	19.0	10.2		124	14
31 200 kalkkis. ...		580	9	18.7	0.9		127	3
40		652	72	16.3	8.0		150	23
46.5 300 kalkkis. ...		694	42	14.9	6.5		165	15
50 200 ouluns. ...		714	20	14.3	5.7		172	7
60		765	51	12.8	5.1		194	22
62 400 kalkkis. ...		775	10	12.5	5.0		198	4
70		809	34	11.6	4.3		214	16
80		846	37	10.6	3.7		233	19
90		879	33	9.8	3.3		252	19
100 400 ouluns. ...		909	30	9.1	3.0		271	19
110		935	26	8.5	2.6		289	18
120		960	25	8.0	2.5		307	18
124 800 kalkkis. ...		969	9	7.8	2.3		314	7
130		982	13	7.6	2.2		325	11
140		1003	21	7.2	2.1		343	18
150 600 ouluns. ...		1022	19	6.8	1.9		360	17
160		1040	18	6.5	1.8		378	18
170		1057	17	6.2	1.7		395	17
180		1073	16	6.0	1.6		412	17
190		1089	16	5.7	1.6		430	18
200 800 ouluns. ...		1103	14	5.5	1.4		447	17

Kun tunnetaan heinäsadot ja niiden typpipitoisuudet, voidaan laskea raakavalkuaissadot (on käytetty kertointa $6.25 \times N$), joita esittävä käyrä on myös merkitty kuvaan 3. Kun typpilannoituksen aikaansaama sadon typpipitoisuuden (ja siten raakavalkuaispitoisuuden) lisääntyminen koskee koko satoa, nousee raakavalkuaissatoja esittävä käyrä jyrkemmin kuin heinäsatoina esittävä. Raakavalkuaissatojen riippuvaisuutta typpilannoituksen määrästä kuvaa yhtälö

$$Y = 104.47 \log X + 0.331 \cdot X \cdot \log X + 0.582 X + 183.72$$

jossa Y = raakavalk.-sato kg/ha ja X = kg/ha tyyppiä lannoituksessa. Lisätystä typpilannoituksesta johtuva koko heinäsadon raakavalkuaispitoisuuden nousu merkitsee siten huomattavaa raakavalkuaissatojen lisääntymistä.

Asiat, jotka on esitetty graafisesti kuvassa 3, esitetään luvuin taulukossa 19. Sadot ilmoitetaan rehuyksikköinä samoin kuin eri typpimäärillä saadut sadonlisäykset sekä yli edellisen määrän annettujen typpimäärien vaikutukset. Numerot esitetään välein 10 kg/ha tyyppiä, ja niiden lisäksi esitetään typpimäärät, jotka ovat olleet edustettuina aineiston pohjana olevissa kenttäkokeissa. Esitetyt sadonlisäysluvat ja lisättyjen määrien vaikutusta esittävät luvut voivat antaa pohjaa käytettävien typpilannoitemäärien kannattavuuden ja muun suositeltavuuden arvioimiseen.

B. Nurmista saatujen sadonlisäysten riippuvaisuus erilaisista tekijöistä

1. Koetusaineiston muuntaminen yhdenmukaiseksi

Kuten aikaisemmassa esityksessä monista eri kohdista näkyy, typpilannoituksen vaikutuksessa on paljon vaihtelua, joka voi johtua mitä erilaisimmista syistä. On sitä parempi, mitä laajemman ja tasalaatuisemman aineiston pohjalla voidaan selvittää vaihtelua aiheuttavia tekijöitä ja arvioida niiden vaikutuksen suuruutta. Sinänsä kirjava aineisto saadaan typpilannoituksen määrän puolesta tasalaatuisiksi sillä tavalla, että otetaan kaikista kokeista yhdellä ja samalla määrällä saatu vaikutus, ja mikäli joissakin kokeissa ei ole juuri tuota valittua typpimäärää edustettuna, arvioidaan sillä todennäköisesti saatava tulos käyttäen väliarvolaskua.

Käsillä olevassa koeaineistossa on käytetty hyvin erilaisia typpimääriä, mutta suurimmassa osassa kokeita on ollut mukana 300 kg/ha kalkkisalpietaria (= 46.5 kg/ha tyyppiä), ja milloin ei ole ollut juuri sitä määrää, on ollut määrät sen molemmin puolin. Osa kokeista on suoritettu käyttäen oulunsalpietaria typpilannoitteena. On tietoja siitä, että varsinkin nurmilla voidaan kalkkisalpietaria ja oulunsalpietaria pitää typpivaikutukseltaan samanarvoisina (SALONEN 1958, s. 12). Oulunsalpietarikokeissa on aina ollut määrä 50 kg/ha tyyppiä (= 200 ouluns.), joten sadonlisäys voidaan redusoida 46.5 kg/ha tyyppiä vastaavaksi melkoisen varmasti käyttäen yksinkertaista väliarvolaskua. Sadonlisäyksen kuvaaja on kylläkin käyrä (kuva 3), mutta tienoilla 40—60 kg/ha tyyppiä kaartuminen on niin lievää, ettei tule sanottavaa eroa, vaikka kuvaajan kulku oletettaisiin suoraksi. Siten koko nurmikoeaineisto on voitu saattaa sellaiseen muotoon, että määrällä 46.5 kg/ha tyyppiä saatu sadonlisäysluku on käytettävissä, suurimmasta osasta kokeita suoraan ja osasta väliarvolaskua käyttäen.

2. Typpilannoituksen vaikutus eri osissa Suomea

Kuten voidaan todeta liitetaulukoista I—X, on eri typpimäärien kokeita ollut hyvin eri puolilla Suomea. Kiintoisa olisi tieto siitä, onko typen vaikutuksessa maantieteellisistä seikoista johtuvia eroja, joista tärkein on tietenkin paikan sijainti leveyspiirin mukaan. Kun käsillä oleva aineisto ei voi tehdä kovinkaan yksityiskohtaista tarkastelua mahdolliseksi, on se jaettu vain kolmeen ryhmään, joissa saadaan keskiarvoiksi:

Kenttien sijainti leveyspiirien mukaan	Koesatojen lukumäärä	Fosf.-kalialuslann. saatu sato	Sadonlisäys 46.5 kg:lla typpeä kg/ha	ry/kg typpeä
60°—62°	24	5 091	924	8.0
62°—64°	29	3 153	1 466	12.6
64°—	229	3 738	1 891	16.3

Kahteen eteläisimpään ryhmään tulee paljon pienemmät kokeiden lukumäärät, kuin pohjoisimpaan ryhmään, ja lisäksi on vaikuttamassa hyvin monia muitakin seikkoja, jotka huonontavat näin saatavan vertailun arvoa. Kuten näkyy, fosfori-kalialuslannoituksella saatu keskim. sato laskee pohjoiseen päin, mutta typpilannoituksella saatu sadonlisäys nousee tuntuvasti.

3. Typpilannoituksen vaikutus eri maalajiryhmissä

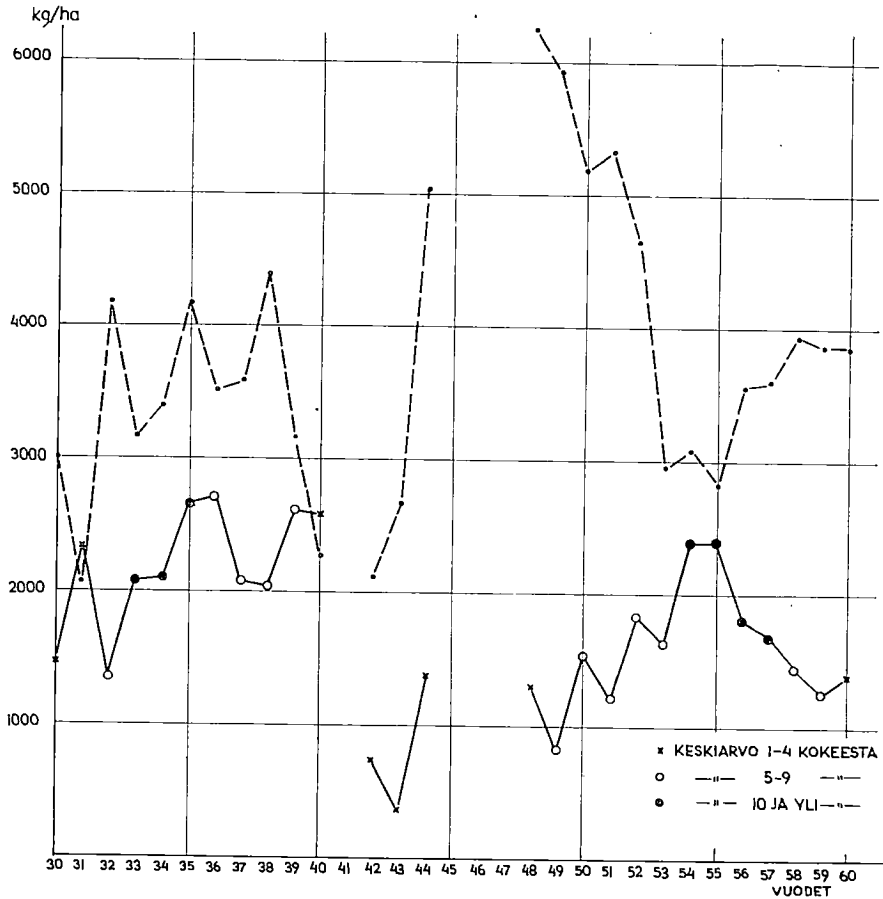
Aikaisemmin (s. 137) on todettu, että kun tarkastellaan koetuloksia siten, että kaikilla eri typpimäärillä saadut sadonlisäykset ovat esillä, on hyvin vaikeaa nähdä maalajiryhmien välisiä eroja. Yhdenmukaistetun aineiston perusteella lasketut typen vaikutusluvut esitetään taulukossa 20. Niiden mukaan typpi on antanut suurimmat sadonlisäykset multamaiden ja pienimmät savimaiden ryhmässä, mikä on suunnilleen päinvastoin kuin on yleinen, vakiintunut käsitys. Keskiarvoihin ovat vaikuttaneet hyvinkin monenlaiset tekijät. Yksi niistä näkyy samassa taulukossa 20, nim. se, että typpellä saatu sadonlisäys on suurin niissä tapauksissa, joissa ilman typpeä on saatu pienimmät sadot. Hietamaiden ryhmä kuitenkin rikkoo tämän säännönmukaisuuden.

4. Satotaso ja typpilannoituksen vaikutus eri vuosina

Nurmilla on näitä eri typpimäärien kokeita ollut käynnissä aikana 1930—60, lukuunottamatta vuosia 1941 sekä 1945—47. Siten nurmikokeiden tuloksia on kaik-

Taulukko 20. Fosfori-kali aluslannoituksella saadut sadot ja 46.5 kg/ha typpellä saatu sadonlisäys kg/ha ja ry/kg typpeä eri maalajiryhmissä.

	Koe- satoja	PK-lann. saatu sato	46.5 kg:lla typpeä saatu sadonlisäys	Sadon- lisäys ry/kg N
Hietamaat	52	4 127	1 553	13.4
Hiesu- ja savimaat	25	3 894	1 043	9.0
Multamaat	37	2 819	2 515	21.6
Turvemaat	168	3 888	1 775	15.3
Kaikki maalajit keskimäärin	282	3 793	1 766	15.2



Kuva 4. Fosfori-kali aluslannoituksella saadut sadot, katkoviiva ylempänä, ja typpimäärällä 46,5 kg/ha saadut sadonlisäykset, yhtenäinen viiva alempana, kg/ha heinä eri vuosina aikana 1930—60. Sadonlisäyskäyrän taitekohdat on merkitty keskiarvoihin sisältyvien koesatojen lukumäärien mukaan: risti 1—4, avoympyrä 5—9 ja umpiympyrä yli 10 koesatoa.

kiaan 27:ltä eri kasvukaudelta, mutta eräinä vuosina on kokeiden lukumäärä ollut kovin pieni. Kuvassa 4 esitetään katsaus eri vuosina fosfori-kalialuslannoituksella saatuihin satoihin ja typpimäärällä 46,5 kg/ha saatuihin sadonlisäyksiin. Päähuomio on tietenkin kiinnitettävä niihin keskiarvoihin, jotka on laskettu suurimmista kokeiden lukumääristä. Varsinkin aikana 1949—60 ovat toisaalta fosfori-kalialuslannoituksella saatuja satoja ja toisaalta typpilannoituksella saatuja sadonlisäyksiä kuvaavat käyrät lähes toistensa peilikuvia. Tämä voidaan käsittää siten, että milloin sato on pelkällä fosfori-kalialuslannoituksella syystä tai toisesta alhainen, voi typpilannoituksen vaikutus muodostua suureksi, ja päinvastoin.

Taulukko 21. Typpimäärän 46.5 kg/ha antamat keskimääräiset sadonlisäykset eri ikäisillä nurmilla.

Nurmen ikä v.	Kokeiden lukumäärä	Fosfori-kali aluslannoituksella saatu sato kg/ha	Typellä saatu sadonlisäys kg/ha
1	70	4 141	1 567
2	70	4 104	1 651
3	62	3 728	1 880
4	34	3 370	2 001
5	26	3 318	1 927
6 ja yli	20	3 024	1 903

5. Typpilannoituksen vaikutus eri ikäisillä nurmilla

Eri typpimäärien kokeita on ollut kaikenikäisillä nurmilla. Voidaan ajatella, että nurmen iällä on osuutta typpilannoituksen vaikutuksen suuruuteen. Kun aineistosta laskettiin typpimäärällä 46.5 kg/ha saadut sadonlisäykset eri ikäisillä nurmilla, saatiin taulukossa 21 esitetyt luvut. Niiden mukaan typen vaikutus on parantunut nurmen iän mukana neljännen vuoden nurmiin asti, mutta sitä vanhempien nurmien kohdalla vaikutus näyttää taas hieman vähenevän. Voidaan todeta, että nuorimmat nurmet ovat pelkällä fosfori-kalialuslannoituksella antaneet suurempia satoja kuin vanhemmat.

6. Typpilannoituksen vaikutuksen riippuvaisuus ilman typpilannoitusta saatavan sadon tasosta ja eräistä viljelysmaan ominaisuuksista

Nurmikokeista saatua yhdenmukaistettua aineistoa voidaan jossain määrin käyttää korrelaatiolaskelmiin, jotka mahdollisesti voivat antaa täsmällisempiä tietoja eräiden tekijöiden osuudesta typpilannoituksen vaikutuksen muodostumiseen. Näihin laskelmiin otettiin vain ne nurmikokeet, joista on maa-analyyysitiedot, yhteensä 241 koesatoa.

Laskettiin typellä saadun sadonlisäyksen ja eräiden siihen mahdollisesti vaikuttavien tekijöiden väliset parittaiset korrelaatiokertoimet. Tulokset nähdään taulukossa 22. Korkeimmat korrelaatiot tulevat typen vaikutuksen ja ilman typpeä saadun sato-tason välille. Vain multamaiden ryhmä on tässä kohden omituisena poikkeuksena. Typpilannoituksen vaikutus korreloi myös maan pH:n, tai vielä selvemmin maan kalkkipitoisuuden kanssa. Onkin tunnettua, että maan kalkkipitoisuus ilmaisee monessa suhteessa samaa asiaa kuin pH-luku, mutta täsmällisemmin (vrt. esim. TUORILA, TAINIO ja TERÄSVUORI 1939, s. 136). Typpilannoituksen vaikutus korreloi maan humuspitoisuuteen vain hiesu- ja savimaiden ryhmässä, mikä tuntuukin odotuksen mukaiselta. Maan kokonaistyyppipitoisuuden kanssa ei typpilannoituksen vaikutuksella näytä olevan paljoakaan tekemistä, mutta sen sijaan kylläkin humuksen tyyppipitoisuutta osoittavan hiili:typpisuhteen kanssa multa- ja turvemaiden ryhmissä. Tämä viittaa sellaiseen mahdollisuuteen, että typpilannoituksen vaikutuksella on tekemistä maan orgaanisen aineen laadun kanssa. Tämän sinänsä kiintoisan, luonteeltaan enemmän teoreettisen seikan tutkimiseen ei käsillä oleva aineisto kuitenkaan anna mahdollisuuksia, vaan siihen tarvittaisiin erikoiskokeita.

Taulukko 22. Typpimäärällä 46.5 kg/ha saadun heinäsadon lisäyksen (kg/ha) ja eräiden siihen vaikuttavien tekijöiden välisiä parittaisia korrelaatiokertoimia eri maalajiryhmissä.

Table 22. Correlation coefficients between the yield increases (kg/ha of hay) obtained with 46.5 kg/ha nitrogen and some factors influencing them on different soil types.

Maalajiryhmä <i>Soil type</i>	Koesatojen lukum. <i>No. of trial harvests</i>	Fosf.-kali aluslann. saatu sato <i>Yield from PK basal dressing (kg/ha)</i>	pH <i>pH</i>	Koemaan <i>Qualities of the trial soil</i>			Suhde hiilityyppi <i>C:N ratio</i>
				Vaihtuva kalkki <i>(tn/ha)</i> <i>Exch. calcium (tn/ha)</i>	Humus-pitoisuus <i>(%)</i> <i>Humus content (%)</i>	Typpi-pitoisuus <i>(‰)</i> <i>Nitrogen content ‰</i>	
Hietamaat <i>Sandy</i>	38	-0.653***	-0.553***	-0.561***	-0.119	+0.022	+0.269
Hiesu- ja savimaat <i>Silt and loam</i>	19	-0.269	-0.030	-0.079	-0.591***	-0.247	-0.058
Multamaat <i>Humus</i>	37	+0.031	-0.047	-0.195	-0.168	-0.305	+0.428**
Turvemaat <i>Peat</i>	147	-0.449***	-0.114	-0.224***	+0.107	-0.144	+0.244**

Taulukko 23. Fosfori-kali aluslannoituksella saadun sadon (kg/ha heiniä) ja eräiden maan ominaisuuksien välisiä parittaisia korrelaatiokertoimia eri maalajiryhmissä.

Table 23. Correlation coefficients between the yields (kg/ha of hay) obtained from phosphorus-potassium basal dressing on different soil types and certain qualities of the soil.

Maalajiryhmä <i>Soil type</i>	Koesatojen lukumäärä <i>No. of trial harvests</i>	pH <i>pH</i>	Koemaan <i>Qualities of the trial soil</i>			Suhde hiilityyppi <i>C:N ratio</i>
			Vaihtuva kalkki <i>(tn/ha)</i> <i>Exch. calcium (tn/ha)</i>	Humus-pitoisuus <i>(%)</i> <i>Humus content (%)</i>	Typpi-pitoisuus <i>(‰)</i> <i>Nitrogen content (‰)</i>	
Hietamaat <i>Sandy</i>	38	+0.318	+0.337*	-0.019	+0.032	-0.504**
Hiesu- ja savimaat <i>Silt and loam</i>	19	-0.048	+0.548*	+0.445	+0.272	+0.029
Multamaat <i>Humus</i>	37	-0.199	+0.045	+0.256	+0.151	-0.066
Turvemaat <i>Peat</i>	147	+0.151	+0.569**	-0.363	-0.064	-0.275**

Sellainen asia kuin ilman tyypeä saatavan sadon suuruus riippuu tietenkin monista erilaatuisista seikoista. Fosforin ja kalin saanti on näissä kokeissa pyritty saattamaan riittäväksi aluslannoituksella, ja todennäköisesti ei siitä johdukaan eroja. Fosfori-kalialuslannoituksella saatujen satojen suhteesta eräisiin maaperätekijöihin laskettiin parittaisia korrelaatioita samaan tapaan kuin edellä typpilannoituksen vaikutuksen suhteesta. Tulokset esitetään taulukossa 23. Korrelaatiokertoimet muistuttavat paljon taulukon 22 vastaavia kertoimia, mutta erona on vastakkaiset etumerkit. Tyypellä saatavaa sadonlisäystä koskevat korrelaatiokertoimet ovat hiili:typpisuhdetta lukuun ottamatta negatiivisia, kun taas ilman tyypeä saatavaa satotasoa koskevat vastaavat kertoimet ovat positiivisia. Asia voidaan käsittää siten, että tekijät, jotka edistävät suurien satojen muodostumista ilman typpilannoitusta, ovat omiaan vähentämään

annetun typpilannoituksen vaikutusta. On selvää, että epämääräinen, mutta hyvin vaikuttava tekijä, satotaso ilman typpilannoitusta, sisältää paitsi nurmen iän ja koekentän maantieteellisen sijainnin, tavallaan myös erilaiset maaperätekijät. — Kokonaan näiden vertailujen ulkopuolelle jäävät säätekijät, joista tiedetään, että juuri niillä on ratkaisevin vaikutus sadon määrään, esim. fosfori-kalialuslannoituksella saatavaan satotasoon, ja varmasti hyvin paljon myös lannoitteiden antamiin sadonlisäyksiin. Kun kuitenkin tässä tehtävien vertailujen pohjana oleva aineisto on kerätty yli 30 vuotta kestäneen ajanjakson kuluessa, voidaan ajatella, että vuosittaisten sääsuhteiden aiheuttamat vaihtelut ovat keskiarvoissa suureksi osaksi tasoittuneet.

Tiivistelmä

Tutkimusaineiston muodostavat aikana 1928—60 kiinteillä koekentillä eri puolilla Suomea järjestetyissä eri typpimäärien kokeissa saadut tulokset. Mukaan on otettu tiedot kaikkiaan 188 eri koekentältä, joilta on koesatoja (koevuosia) kaikkiaan 387. Osa kokeista on nim. ollut useita vuosia samalla kentällä jatkuvia uusintalannoituskokeita. Koekasveina ovat olleet useimmat meillä esiintyvät viljelyskasvit, mutta nurmi esiintyy ylivoimaisesti lukuisimmin. Niinpä nurmesta saatuja koesatoja on kaikkiaan 283; loppu jakautuu eri korsiviljojen (osa korjattu vihantana) ja perunan sekä juurikasvien kesken.

Eri typpimäärien vaikutuksessa on ollut hyvin paljon vaihtelua, mutta yleisenä piirteenä on voitu todeta, että sadonlisäykset typpikiloa kohti ovat pieniä lannoitemääriä käytettäessä huomattavasti suuremmat kuin suuria lannoitemääriä käytettäessä. Varmimmin on nämä suhteet voitu selvittää nurmien kohdalla, koska koesatojen valtaosa on juuri niiltä, mutta sama säännönmukaisuus näyttää koskevan muitakin kokeissa olleita kasveja.

Nurmilla on typpikilolla saatu sadonlisäyksiä pienempiä lannoitemääriä (15.5 kg/ha tyypeä) käytettäessä keskim. yli 20 ry, mutta typpikiloa kohti tuleva sadonlisäys vähenee kaiken aikaa siirryttäessä runsaampiin lannoitemääriin, kunnes kaikkein suurimmilla kokeissa esiintyneillä määrillä (200 kg/ha tyypeä) typpikiloa kohti saatu sadonlisäys on ollut enää 5 ry tienoilla.

Typpilannoitus on nurmilla eniten edistänyt viljeltyjen heinäkasvien (timotei, eräissä kokeissa nata) menestymistä. Apilaa on näillä kentillä esiintynyt kaiken kaikkiaan vähän. Typpilannoitus on vielä vaikuttanut sen määriä vähentävästi. Luonnonvaraisten kasvien (lauha, rölli, eril. rikkaruohot) kilomäärät ovat pysyneet suunnilleen samoina, mutta prosenttinen osuus on typpilannoituksen johdosta alentunut.

Typpilannoituksella on ollut joko aivan vähän tai ei lainkaan vaikutusta heinien useimpien kasvinravinteiden pitoisuuksiin, mutta typpipitoisuus on noussut lähes suoraviivaisesti verrattuna annettuun typpilannoitusmäärään. Tämä merkitsee sitä, että heinästä saatava raakavalkuaissato nousee typpilannoituksen vaikutuksesta paljon jyrkemmin kuin rehuyksikkösato. Rehuyksikkösadon noustessa typpilannoituksella esim. 1.7-kertaiseksi on raakavalkuaissato noussut keskim. 2.7-kertaiseksi. Siten run-

saalla typpilannoituksella voidaan heinäkasvinurmista saada paitsi runsaampia myös raakavalkuaisrikkaampia satoja.

Tutkittaessa nurmikokeiden tulosten pohjalla typen vaikutuksen vaihtelujen syitä on saatu esille mm. seuraavaa:

Typpilannoituksella saatava sadonlisäys on riippunut hyvin selvästi siitä, minkäläinen sato on saatu ilman typpilannoitusta. Jos ilman typpeä saatu sato on ollut pieni, on typen vaikutus keskimäärin muodostunut suuremmaksi kuin sellaisissa tapauksissa, joissa ilman typpeä saatu sato on ollut suuri. Tämä säännönmukaisuus on ollut yhtenä tekijänä siinä, että typpi on antanut pohjoisosissa maata suurempia sadonlisäyksiä kuin eteläosissa, että typen vaikutus on muodostunut suurimmaksi vuosina, jolloin ilman typpeä saatu satotaso on ollut alhaisin ja että typen vaikutus vanhemmilla nurmilla on muodostunut suuremmaksi kuin nuoremmilla.

Vertailtaessa typpilannoituksen vaikutusta eri maalajeilla, on tultu sellaiseen yleisestä käsityksestä poikkeavaan tulokseen, että typen vaikutus on ollut savimailla pienempi kuin muilla maalajeilla. On mahdollista, että aineiston suppeus vaikuttaa asiaan, mutta näyttää ilmeiseltä, että tässäkin on mukana äsken mainittu sääntö, nim. että typen vaikutus on sitä suurempi, mitä pienempi sato on ollut ilman typpeä.

Kun on vertailtu typen vaikutuksen suuruutta ja ilman typpilannoitusta saatavaa satoa erilaisiin maaperätehtäjiin, on tullut melkoisen selvästi esille sellainen säännönmukaisuus, että samat tekijät, jotka edistävät hyvien satojen saamista (maan korkea pH, korkea kalkkipitoisuus, runsas humuspitoisuus savimaissa) ilman typpeä, pienentävät typpilannoituksen vaikutusta.

KIRJALLISUUTTA

- BARKOFF, E. 1954. Beiträge zur kolorimetrischen Humusbestimmung im Boden. Maatal.tiet. aikak. 26: 198—210.
- LÄHDE, V. 1930. Heinänurmille vuosittain tai harvemmin annetun lannoituksen vaikutuksesta. Kenttäkoetuloksia vuosilta 1925—29 ja lannoituksen kannattavuusvertailuja. Referat: Über die Wirkung und Rentabilität einer alljährlich oder seltener bewerkstelligten Düngung der Grasäcker. Valt. maatal.koetoim. julk. 31.
- POHJAKALLIO, O. 1934. Peltojemme typpilannoituksesta kotimaisten kokeiden valossa. Valt. maatal.koetoim. tied. 77.
- SALONEN, M. 1958. Erilaisten typpilannoitteiden vaikutuksen vertailua. Kenttäkokeiden tuloksia vuosilta 1952—56. Referat: Vergleich der Wirkung verschiedenen Stickstoffdüngemittel. Ergebnisse von Feldversuchen aus den Jahren 1952—56. Valt. maatal.koetoim. julk. 169.
- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1956. Savimaan lannoitusta koskevia tutkimuksia, pääasiassa pitkäaikaisen Mustialan koulutilalla suoritetun lannoituskokeen perusteella. Summary: Investigations concerning the manuring and fertilizing of clay soil, based principally on the results of a long-term experiment at Mustiala school farm. Valt. maatal.koetoim. julk. 146.
- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1957. Fosforilannoitusta koskevia tutkimuksia. Selostus kiinteillä koe-kentillä vuosina 1931—54 suoritetuista lisättyjen fosforimäärien kokeista. Summary: Results of field experiments with different amounts of phosphate fertilizers. Valt. maatal. koetoim. julk. 164.

- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1961. Kalilannoitusta koskevia tutkimuksia. Selostus kiinteillä koekentillä vuosina 1932—59 suoritetuissa eri kalimäärien kokeissa saaduista tuloksista. 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.
- TAINIO, A. 1952. Niittonurmien lannoitus- ja kalkituskysymyksistä koetulosten valossa. Maatalous 1952, 7—9: 142—146.
- TUORILA, P., TAINIO, A. & TERÄSVUORI, A. 1939. Suomen viljelysmaiden kalkitustarpeesta. Valtion maatalouskoetöiminnan tuloksia vuosilta 1928—38. I osa. Referat: Über den Kalkdüngungsbedarf der finnischen Böden. Ergebnisse der staatlichen landwirtschaftlichen Versuchstätigkeit von den Jahren 1928—38. Erster Teil. Valt. maatal.koetoim. julk. 104.
- VUORINEN, J. 1952. Koetilojen peltojen viljavuudesta. Summary: On the fertility of soils on experimental farms in Finland. Agrogeol. julk. 59.

SUMMARY

Investigations on nitrogen fertilization

Results of field trials with different rates of nitrogen carried out in the years 1928—1960

MARTTI SALONEN, AARNE TAINIO and HILKKA TÄHTINEN

Agricultural Research Centre, Department of Agricultural Chemistry and Physics,
Tikkurila, Finland

The present paper describes the results of trials with different rates of nitrogen which were carried out at the permanent experiment fields in various parts of Finland. These trials were made in a total of 188 different fields, but the total number of annual harvests was 387, since some of the trials were renewal fertilization trials carried out for several years in the same field. All of the annual harvests are considered to be of equal value regardless of whether they were obtained from one-year or many-year trials, since in every case sufficient phosphorus-potassium basal dressing was applied and the effect of nitrogen fertilization generally only lasts for one year.

Since these trials have been in progress for over 30 years, it goes without saying that changes have occurred in the type and amount of nitrogen fertilizers used. For instance, the rates of nitrogen used in the trials have in general been larger in recent years than they were 30 years ago. Also, before the year 1956 the nitrogen source was exclusively nitrate of lime, but from that year onwards the trials were made with Oulu saltpetre or nitrochalk (manufactured in Finland). From the results of other trials, it is known that these two types of nitrogen fertilizer are very similar, especially on sandy, humus and peat soils and when used on leys (SALONEN 1958). Hence, in the present investigations, the two nitrogen fertilizers have been considered to be of equal value.

The plants used in these trials included many of the common field crops cultivated in Finland, but leys made up by far the largest part. A total of 283 of the annual harvests (73 %) were from leys, which is considerably higher than the proportion of leys under cultivation in Finland (50 %). Only in the case of the trials on leys has there been a sufficient number of harvests to render the results suitable for studying the influences of other factors on the effect of nitrogen fertilization. In certain respects the results from leys appear to be similar to those found with the other trial crops.

Since the majority of these investigations are only of local interest, English legends have been supplied only to Figure 3 and to Tables 22 and 23.

The effects of different rates of nitrogen fertilization varied widely, but one general feature was that the yield increases per kilogram of nitrogen were considerably greater when small rates of nitrogen were applied than when large rates were used. The diagram showing the yield increases thus has the form of a logarithmic curve (Fig. 3, curve 1). When the smallest rate of nitrogen was applied to leys (15.5 kg/ha N), the yield increase per kilogram of nitrogen was on the average slightly over 20 Scandinavian fodder units (ry). The increases declined, however, with an increase in the amount of nitrogen applied, so that in the case of the highest rate (200 kg/ha N) the average yield increase was only about 5 ry.

Nitrogen fertilizer applied to leys had the greatest stimulating effect on the growth of cultivated grasses, such as timothy and in some trials fescue. On the other hand, nitrogen treatment resulted in a decrease in the clover content of the leys. The main species of wild grass found in the trial harvests was tufted hair grass while common bent grass was also frequent. In addition, various species of broadleaved weeds were also found. The total amounts of these wild grasses and weeds did not change under the influence of nitrogen but their percentages showed a decrease, since the over-all yield increased.

Nitrogen fertilization had only a very slight effect, or none whatsoever, on the content of most plant nutrients in the hay harvest. An exception was nitrogen; its content in the hay increased in linear relation to the amounts of nitrogen applied as fertilizer (Fig. 3, curve 2). The same result was naturally found for the content of crude protein, which is calculated on the basis of the nitrogen content. Since this change in quality of the harvest affects the entire yield and not merely the yield increase, the crude protein yield in kilograms per hectare rises much more steeply than the fodder unit yield, as is seen in Figure 3, curve 3. This fact may be of great significance in fodder production.

On the basis of the results from the trials on leys, attempts have been made to explain the reasons for the wide variations in the effect of nitrogen fertilization. The variations due to weather conditions, however, have not been taken into consideration in the present discussion.

On comparing the results of the different trials, it is evident that the magnitude of the yield increase from nitrogen applications depends largely on the yield obtained with the phosphorus-potassium basal dressing alone without the addition of nitrogen (Table 22). If the yield without nitrogen is small, it is probable that nitrogen application may have a beneficial effect; on the other hand, if the ley gives a satisfactory yield with phosphorus-potassium treatment alone, then the addition of nitrogen is only likely to have a slight stimulating influence. This relationship has been regularly observed in studying the effect of nitrogen in different parts of Finland, in different years, on leys of different ages, and on various soil types,

When the correlation coefficients for two variables in Tables 22 (the effect of nitrogen) and 23 (the yields from PK basal dressing) are compared, it is seen that these coefficients generally have opposite signs. This indicates that those factors which promote good yields without nitrogen (high pH, high content of exchangeable calcium, as well as a high humus content in silt and loam soils) tend to reduce the beneficial effect of nitrogen fertilization.

The nitrogen content of the soil was not significantly correlated with the yield increase produced by nitrogen fertilization nor with the yield obtained without fertilization. On the other hand, it appeared that the C:N ratio, which gives an indication of the quality of the humus in the soil, showed some correlation with both the yield without nitrogen and with the increase obtained with nitrogen fertilization. The present experimental material, however, was not extensive enough for a detailed study of these relationships.

LIITETAULUKOT I—X, yksityisissä kokeissa saadut tulokset. Sadot ilman lannoitusta (merk. 0) ja fosfori-kali aluslannoituksella (merk. PK) sekä eri typpilannoitemäärillä saadut sadonlisäykset, kaikki ilmaistu ry/ha.

KOEKASVILAJIT on merkitty:

r. = ruis

v. = kevätvehnä

o. = ohra, vih.o. = ohra korjattu vihantana

k. = kaura, vih.k. = kaura korjattu vihantana

1., 2., 3. jne n. = 1., 2., 3. v:n nurmi

p. = peruna

l. = lanttu

t. = turnipsi

Merkintä (j) korsiviljojen kohdalla = jyväsato, (j + o) = jyviä + olkia, (j) juurikasvien kohdalla = juuria, (j + n) = juuria + naatteja, (m) = mukuloita.

Liitetaulukko I. Koetyyppi 1, kalkkisalpietari.

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä cro
				0	PK	100	200	300	
Hietamaat:									
1	31	Veteli, Tunkkari, o. (j + o) ..	1	3 950	4 070	300	150	400	—
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	—150	250	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä				19.3	4.8	8.6	—
Hiesu- ja savimaat:									
2	30	Karunki, Jylhä, 1.n	1	1 220	1 200	260	420	580	—
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	160	160	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	16.7	13.5	12.5	—
Multamaat:									
3	32—34	Kemijärvi, Jylhä, 3., 4., 5.n ..	3	860	997	230	380	623	401
4	32	Salla, Tammela, vih.k.	1	270	280	770	1 350	1 910	—
5	33—36	» Lähde, 2., 3., 4., 5.n ...	4	435	628	322	920	1 387	142
6	33	» Harjula, vih.k.	1	1 110	1 900	510	880	1 180	—
7	33—34	Inari, NNKY:n lastenkoti, vih.k., 1.n	2	960	1 220	605	925	1 145	845
8	34	Suomussalmi, Betania, 4.n	1	930	950	600	680	770	—
9	34—39	Salla, Seppänen, 1., 2., 3., 4., 5., 6.n	6	17	1 400	450	800	938	331
10	36	Ylitornio, Yrjönheikki, p.(j) ..	1	1 060	1 320	240	420	160	—
11	36—39	Salla, Särkelä, vih.o., 1., 2., 3:n	4	1 038	1 730	575	700	860	413
12	37—38	Ylitornio, Yrjönheikki, o., 1.n	2	1 415	1 520	325	660	695	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	25	668	1 230	438	757	968	141
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	319	211	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	28.2	24.4	20.8	—
Turvemaat:									
13	32	Sodankylä, Moberg, vih.k. ...	1	570	960	520	1 200	1 520	—
14	32	» Onnela, 2.n	1	1 880	2 050	250	520	610	—
15	33—35	Alatornio, Mommo, 1., 2., 3.n	3	616	1 449	133	226	279	139
16	33—35	Kuusamo, Mäkelä, 3., 4., 5.n ..	3	1 449	2 244	410	623	886	147
17	33—35	» Pulkkanen, 2., 3., 4.n	3	1 342	1 828	330	480	646	171
18	33	» Aho, 1.n	1	1 420	1 930	550	1 030	1 460	—
19	33—35	Salla, Jänkälä, 3., 4., 5.n	3	1 026	1 948	140	250	480	231
20	33—34	» Suomalainen, 1., 2.n ...	2	575	955	393	740	705	346
21	33	» Virkkula, vih.k.	1	1 400	1 520	530	730	980	—
22	33—40	Sodankylä, Paarman, 1., 2., 3., 4., 5., 6.n, vih.k.	8	763	1 729	376	695	911	177
23	33—39	Sodankylä, Takala, vih.k. 1., 2., 3., 4., 5., 6.n	7	326	577	400	794	1 177	248
24	33—40	Inari, Mattila, vih.k. 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7.n	8	913	1 328	353	683	936	134
25	34—36	Salla, Ruokonen, 3., 4., 5.n ...	3	563	1 562	489	922	1 069	427
26	34—35	» Uutela, 1., 2.n	2	1 230	2 025	310	795	970	169
27	34	» . 5.n	1	430	520	420	760	1 320	—
28	36—38	Alatornio, Ylianunti, o.(j + o), 1., 2.n	3	1 090	2 266	214	244	367	221
29	36—44	Kuusamo, Alatalo, 5., 6., 7.n, o.(j + o), 1., 3., 4., 5.n	8	1 146	1 596	354	565	640	177
30	36	Salla, Harju, 2.n	1	2 660	2 740	570	880	1 120	—
31	37—39	» Lahti, vih.k, vih.o, vih.k	3	300	1 103	300	653	837	205
32	38—40	Kuusamo, Tikkanen, 1., 2., 3.n	3	1 913	2 223	340	393	677	—
33	39	Salla, Jänkälä, 1.n	1	1 350	1 620	740	880	1 280	—
34	39	» Mustonen, vih.k	1	1 290	2 450	400	880	750	—

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	100	200	300	
35	44	Kuusamo, Leskelä, 1.n	1	1 970	2 320	140	150	380	—
36	48—54	» Hentilä, vih.k, 1., 2. 3., 4., 5., 6.n	7	994	1 944	279	473	626	120
37	48—52	» Peltoniemi, 2., 3., 4., 5., 6.n	5	986	2 618	152	204	350	192
38	49—54	» Käkelä, 1., 2., 3., 4., 5., 6.n	6	1 180	1 785	58	265	387	126
39	49—57	Sodankylä, Poikela, 1., 2., 3., 4. 5., 6., 7., 1., 2.n . .	9	1 737	2 306	207	342	546	200
40	49—52	» Takala, vih.k, 1., 2. 3.n	4	1 313	1 408	352	707	837	201
41	49—50	» Paarmann, 2., 3.n . .	2	1 275	1 490	565	760	820	235
42	50—57	» Arajärvi, 1., 2., 3., 4., 5., 6., 1., 2.n . .	8	656	1 214	314	625	856	229
43	50	» Hyttinen, 1.n	1	2 070	2 100	250	410	430	—
44	51—53	» Neitola, vih.k, 1., 2.n	3	940	1 427	513	559	636	392
45	51	» Moberg, 2.n	1	1 500	1 730	130	210	180	—
46	52—53	» Moberg, 1., 2.n . . .	2	125	540	180	305	325	—
47	53—59	Kuusamo, Peltoniemi, 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7.n	7	606	1 547	349	654	826	127
48	54—56	» Pitkänen, 2., 3., 4.n	3	—	930	230	663	843	127
49	54—57	Sodankylä, Korvanen, 2., 3., 4., 5.n	4	—	685	635	818	1 038	355
50	54	» Heikkinen, 1.n	1	40	900	690	1 390	1 980	—
51	55—58	Kuusamo, Käkelä, vih.o, 1., 2., 3.n	4	595	1 153	137	342	510	115
52	55—57	Sodankylä, Kilpimaa, 3., 4., 5.n	3	623	1 147	366	693	880	283
53	55—56	» Mattila, 3., 4.n	2	—	820	835	1 380	1 625	579
54	56—58	Kuusamo, Hentilä, 1., 2., 3.n . .	3	1 293	1 450	163	420	705	92
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	143	993	1 568	325	577	766	45
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	252	189	—
		Sadonlisäys ry/kg tyyppiä				21.0	18.6	16.5	—

Liitetaulukko II. Koetyyppi 2, kalkkisalpietari.

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK				Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	100	200	300	400	
		Hietamaat:								
55	31	Uusikirkko, Juusti, k.(j+o)	1	2 120	2 720	390	330	620	720	—
56	31	» Kokko, k.(j+o)	1	3 000	3 750	130	260	250	280	—
57	31	» Logunoff, r.(j+o)	1	1 170	1 910	70	200	330	350	—
58	31	Salla, Särkelä, vih.o	1	1 180	1 160	410	510	680	890	—
59	31	» Törmänen, 7.n	1	890	830	320	720	940	1 430	—
60	31	» Uutela, vih.o	1	1 320	1 550	240	290	460	530	—
61	32	Uusikirkko, Kokko, v.(j+o)	1	2 630	2 700	300	350	360	520	—
62	32	Puhtipudas, Ylinen, o.(j+o)	1	2 510	2 910	230	560	490	840	—
63	32	Kuusamo, Leskelä, vih.k . .	1	940	1 680	540	1 200	1 540	1 750	—
64	32	Salla, Salla, 4.n	1	2 080	2 120	400	500	630	570	—
65	33—34	» Saariniemi, 3., 4.n . .	2	835	930	805	675	1 055	1 350	533
66	34	Uusikirkko, Anttalainen, k.(j+o)	1	1 800	2 020	450	710	910	1 050	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	13	1 639	1 939	392	537	717	895	163
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	145	180	178	—
		Sadonlisäys ry/kg tyyppiä		—	—	25.2	17.3	15.4	14.4	—

N:o	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK				Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	100	200	300	400	
Hiesu- ja savimaat:										
67	30	Kurkijoki, Koulutila, k.(j+o)	1	1 280	1 480	130	220	210	450	—
68	30	Kajaanin mlk., Sivonen, o.(j.)	1	3 380	3 630	220	-30	-100	-380	—
69	31	Loimaa, Maamieskoulu, k. (j+o)	1	1 720	1 870	30	430	650	820	—
70	32	Loimaa, Maamieskoulu, k. (j+o)	1	2 340	2 450	280	760	1 140	1 060	—
71	32	Pihtipudas, Paananen, o. (j+o)	1	1 490	2 020	360	600	630	810	—
72	32	Valtimo, Nevalainen, o.(j+o)	1	2 080	2 420	380	300	330	250	—
73	32	Alatornio, Kunnari, o.(j+o)	1	1 230	2 310	40	300	1 020	1 120	—
74	34	Anjala, Kymenlaakson maa- mieskoulu, k.(j+o)	1	1 810	1 950	300	630	770	780	—
75	34	Kurkijoki, Koulutila, k.(j+o)	1	3 390	3 540	400	490	430	600	—
76	34	Loimaa, Maamieskoulu, k. (j+o)	1	3 000	3 140	380	940	960	1 140	—
77	34	Pihtipudas, Hyytiäinen, o. (j+o)	1	2 330	2 560	190	560	720	880	—
78	34	Pihtipudas, Kananen, o. (j+o)	1	2 400	3 190	440	430	700	930	—
79	34	Nurmes, Kunnalliskoti, k. (j+o)	1	1 180	1 740	230	430	60	-10	—
Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. ...			13	2 125	2 485	260	466	579	650	183
Lisätyn määrän vaikutus				—	—	—	206	113	71	—
Sadonlisäys ry/kg tyypeä						16.8	15.0	12.4	10.5	—
Multamaat:										
80	31	Karunki, Rautiokangas, o. (j+o)	1	90	390	380	940	1 250	1 340	—
81	33—35	Ylitornio, Aro, 1., 2., 3.n ..	3	610	977	336	726	913	1 220	724
82	33—35	Ylitornio, Syväniemi, o.(j+o), 1., 2.n	3	503	1 190	330	677	857	1 040	448
83	34	Hartola, Itä-Hämeen koe- tila, k.(j+o)	1	2 380	3 780	600	580	700	820	—
84	34	Kannus, Keski-Pohj. maa- mieskoulu, o.(j+o)	1	3 440	4 360	-760	-320	-210	-190	—
Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. ...			9	1 028	1 670	247	601	783	972	289
Lisätyn määrän vaikutus				—	—	—	354	182	189	—
Sadonlisäys ry/kg tyypeä				—	—	16.0	19.4	16.8	15.7	—
Turvemaat:										
85	31	Alatornio, Pelttari, vih.k ..	1	1 000	1 340	670	1 730	2 120	2 320	—
86	32	Kuusamo, Haataja, vih.k ..	1	550	1 440	620	740	1 010	1 170	—
87	32	» Kempainen, 1.n	1	1 660	2 080	340	440	620	740	—
88	32	» Mäkelä, o.(j+o)	1	310	2 240	270	560	590	820	—
Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. ...			4	880	1 775	475	868	1 085	1 263	526
Lisätyn määrän vaikutus				—	—	—	393	217	178	—
Sadonlisäys ry/kg tyypeä				—	—	30.6	28.0	23.3	20.4	—

Liitetaulukko III. Koetyyppi 3, kalkkisalpietari.

N:o	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	200	400	600	
Hietamaat:									
89	29	Uusikirkko, Santavuori, t.(j+n) ..	1	3 590	3 800	1 110	1 260	2 050	—
90	29	Kajaanin mlk., Sivonen, t.(j+n) ..	1	5 040	5 970	410	780	830	—
91	29	Karunki, Husa, t.(j+n)	1	3 650	4 000	630	1 230	2 480	—
92	29	Ylitornio, Puranen, p.(m)	1	5 170	5 470	—10	230	—10	—
93	29	» Vanhainen, p.(m)	1	3 780	4 710	—40	120	—20	—
94	30	Uusikirkko, Kokko, t.(j)	1	2 950	3 840	150	190	270	—
95	30	» Nikkanen, t.(j)	1	1 140	1 370	610	1 260	1 420	—
96	30	Kuolemajärvi, Kunta, t.(j)	1	3 320	4 320	530	650	780	—
97	30	Pihtipudas, Ylinen, l.(j+n)	1	5 450	6 310	1 240	1 700	2 690	—
98	31	Uusikirkko, Hantunen, t.(j)	1	2 500	3 310	160	390	540	—
99	31	» Liljeström, t.(j)	1	1 200	1 560	610	980	920	—
100	31	Veteli, Tunkkari, p.(m)	1	1 530	1 850	410	660	710	—
101	31	Pihtipudas, Hyytiäinen, t.(j+n) ..	1	2 000	2 450	540	1 270	2 350	—
102	31	» Kinnunen, t.(j+n) ..	1	2 990	5 280	430	1 250	1 330	—
103	32	Kuolemajärvi, Tamminen, l.(j) ..	1	2 060	3 380	430	520	740	—
104	32	Pihtipudas, Kinnunen, t.(j)	1	2 140	4 160	660	780	690	—
105	32	» Kovanen, t.(j)	1	780	3 200	410	520	650	—
106	33	Hartola, Itä-Hämeen koetila, p.(m)	1	2 170	3 520	30	260	360	—
107	33	Pihtipudas, Kinnunen, t.(j)	1	3 020	3 910	400	810	1 030	—
108	33	» Ylinen, p.(j)	1	3 960	4 670	10	350	500	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	20	2 922	3 854	436	761	1 016	224
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	325	255	—
		Sadonlisäys ry/kg tyyppä		—	—	14.0	12.3	10.9	—
Hiesu- ja savimaat:									
109	28	Pihtipudas, Paananen, t.(j+n)	1	4 870	5 340	280	630	670	—
110	29	Veteli, Torppa, t.(j)	1	4 260	4 930	240	590	460	—
111	30	Pihtipudas, Puranen, t.(j+n)	1	2 970	3 570	970	1 180	1 440	—
112	31	Anjala, Kymenlaakson maamiesk., p.(m)	1	4 470	4 900	570	750	1 060	—
113	31	Pihtipudas, Kananen, t.(j+n)	1	1 860	3 050	720	1 300	1 550	—
114	31	» Paananen, t.(j+n)	1	1 540	2 050	880	1 010	2 070	—
115	31	» Siekkinen, t.(j+n)	1	810	2 950	440	820	990	—
116	32	» Turunen, t.(j)	1	4 910	5 080	110	510	790	—
117	33	» » t.(j)	1	1 710	2 040	130	570	670	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	9	3 044	3 768	482	818	1 078	245
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	336	260	—
		Sadonlisäys ry/kg tyyppä		—	—	15.5	13.2	11.6	—

Liitetaulukko IV. Koetyyppi 4, kalkkisalpietari.

N:o	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	100	200	400	
Hietamaat:									
118	54—56	Himanka, Tuorila, 2., 3.n,							
		k.(j+o) ...	3	—	687	573	820	1 280	360
119	57—60	» » k.(j+),							
		1., 2., 3.n ..	4	—	885	395	738	1 578	248
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	7	—	800	471	773	1 450	123
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	302	677	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	30.4	25.0	23.4	—
Multamaat:									
120	54—60	Pihtipudas, Anttila, 2., 3., 4.n, vih.o, vih.o, 1., 2.n	7	—	1 150	231	640	1 293	179
121	54—59	Pihtipudas, Niemi, 2., 3.n, vih.k, 1., 2., 3.n	6	—	905	283	793	1 018	276
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	13	—	1 037	255	711	1 166	127
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	456	455	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	16.4	22.9	18.8	—
Turvemaat:									
122	58—59	Kuusamo, Kurtti, vih.o, 1.n ..	2	1 205	1 470	135	355	915	171
123	58	» Säkkinen, 1.n	1	1 810	1 970	180	480	660	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	3	1 407	1 637	150	396	830	199
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	246	434	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	9.7	12.8	13.4	—

Liitetaulukko V. Koetyyppi 5, kalkkisalpietari.

N:o	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	200	400	800	
Hietamaat:									
124	55—57	Hartola, Itä-Hämeen koetila, 1., 2., 3.n	3	—	1 710	620	946	1 206	467
125	55	Himanka, Kallio, 1.n	1	—	1 720	810	940	1 380	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	4	—	1 713	667	945	1 250	317
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	278	305	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	21.5	15.2	10.0	—
Hiesu- ja savimaat:									
126	55	Pihtipudas, Ranta, 1.n	1	360	600	570	890	1 220	—
127	56—57	Loimaa, Tuomola, 3., 4.n	2	—	1 700	590	920	1 040	483
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	3	360	1 333	584	910	1 100	243
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	326	190	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	18.8	14.6	8.9	—
Turvemaat:									
128	55	Alatornio, Alaperä, 4.n	1	—	1 130	550	1 090	1 270	—
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	540	180	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	17.7	17.6	10.0	—

Liitetaulukko VI. Koetyyppi 6, kalkkisalpietari.

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	125	250	375	
Hietamaat:									
129	29	Kannus, Keski-Pohjanmaan maamieskoulu, o.(j+o)	1	2 620	3 240	120	100	520	—
130	30	Kuusamo, Kokko, vih.k	1	1 420	1 310	470	670	1 060	—
131	30	Muonio, Hirvonen, k.(j+o) . .	1	2 120	2 870	280	380	500	—
132	30	» Lajunen, k.(j+o) . . .	1	1 210	1 670	520	1 100	1 510	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. . . .	4	1 843	2 273	347	562	897	371
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	215	335	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	17.9	14.4	15.5	—
Hiesu- ja savimaat:									
133	29	Loimaa, Maamieskoulu, k.(j+o)	1	1 990	2 230	580	890	1 060	—
134	29	Valtimo, Nevalainen, o.(j+o)	1	3 870	4 880	590	480	1 010	—
135	30	Pihtipudas, Hyytiäinen, o.(j+o)	1	2 500	3 220	240	400	370	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. . . .	3	2 787	3 443	470	590	813	373
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	120	223	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	24.3	15.1	14.0	—

Liitetaulukko VII. Koetyyppi 7, kalkkisalpietari.

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	100	225	350	
Hietamaat:									
136	32	Hartola, Itä-Hämeen koetila, v.(j)	1	1 680	1 840	220	220	240	—
137	32	» » » » » » 1.n	1	1 310	1 870	190	360	460	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. . . .	2	1 495	1 855	205	290	350	—
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	85	60	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	13.2	8.3	6.4	—

Liitetaulukko VIII. Koetyyppi 8, oulunsalpictari.

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	200	400	600	
Hietamaat:									
138	56	Karunki, Ylikitti, 1.n	1	—	2 070	560	760	1 190	—
139	57—58	Ilomantsi, Pienvilj.koulu, v., 1.n	2	—	1 635	435	455	580	—
140	57—60	Karunki, Wahlström, 1., 2., 3., 4.n	4	—	1 765	603	733	925	281
141	57	Sodankylä, Uusitalo, 2.n	1	900	820	1 280	1 960	1 970	—
142	58—60	Hartola, Itä-Hämeen koetila, 1., 2., 3.n	3	—	2 016	—113	234	217	—
143	58—60	» » 1., 2., 3.n	3	—	2 133	630	860	863	358
144	58—60	Nakkila, Nissilä, 1., 2., 3.n . . .	3	—	2 806	194	427	340	—
145	58—60	Himanka, Tuorila, 1., 2., 3.n . .	3	—	2 173	360	637	690	—
146	58—59	» Honkanen, 1., 2.n	2	—	1 725	1 085	1 520	1 660	587
147	58—60	Muhos, Huovinen, 1., 2., 3.n . .	3	—	1 953	520	837	853	283
148	58—60	Kuusamo, Luukkonen, 1., 2., 3.n	3	—	1 743	260	443	637	188
149	58—60	Sodankylä, Uusitalo, 3., 4., 5.n	3	353	403	1 130	1 830	2 350	497
150	59—60	» Huotari, vih.o, 1.n	2	1 190	1 290	540	1 005	910	561
151	60	Järvenpää, Maatal. norm.koulu, 2.n	1	—	1 780	350	300	270	—
152	60	Ilomantsi, Pienvilj.koulu, 1.n . .	1	—	1 520	340	810	630	—
153	60	Himanka, Himanka, 1.n	1	—	1 180	1 040	1 450	1 550	—
Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. (0- koej. 6)			36	723	1 762	529	832	929	159
Lisätyn määrän vaikutus Sadonlisäys ry/kg tyyppiä				—	—	—	303	97	—
				—	—	10.6	8.3	6.2	—
Hiesu- ja savimaat:									
154	57—60	Pihtipudas, Ranta, 1., 2., 3.n o.(j+o)	4	785	978	1 002	1 310	2 005	528
155	58	Järvenpää, Maatal. norm.koulu, 3.n	1	—	1 840	420	780	720	—
156	58—60	Tammela, Mustialan koulutila, 1., 2., 3.n	3	—	2 666	167	137	230	—
157	58—59	Loimaa, Tuomola, 2., 3.n	2	—	1 630	385	610	810	294
158	58—60	Laukaa, Hänninen, 1., 2., 3.n . .	3	—	1 836	417	630	770	—
159	58—60	Pihtipudas, Laitämäki, 1., 2.n, o.(j+o)	3	—	1 290	386	1 396	1 386	—
160	58 ja 60	Nurmes, Hovilan koulutila, 1., 3.n	2	—	1 870	140	335	550	—
161	59	Järvenpää, Maatal. norm.koulu, 3.n	1	—	970	250	370	480	—
162	60	Loimaa, Maamieskoulu, 3.n . . .	1	—	1 760	530	640	640	—
Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. (0- koej. 4)			20	785	1 643	459	771	987	—
Lisätyn määrän vaikutus Sadonlisäys ry/kg tyyppiä				—	—	—	312	216	—
				—	—	9.2	7.7	6.6	—

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	200	400	600	
Multamaat:									
163	58—60	Karunki, Wahlström, 1., 2., 3.n	3	—	1 253	930	1 243	1 463	770
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	313	220	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	18.6	12.4	9.7	—
Turvemaat:									
164	55—57	Alajärvi, Harju, 1., 2., 3.n	3	—	2 183	440	593	743	—
165	56	Alatornio, Alaperä, 5.n	1	—	1 950	570	1 110	1 190	—
166	57—60	» » 1., 2., 3., 4.n	4	—	1 850	518	760	803	—
167	57—60	Kuusamo, Palosaari, 1., 2., 3., 4.n	4	—	2 235	360	608	790	103
168	56—60	Alatornio, Yliniemi, 2., 3.n . . .	2	—	1 535	375	500	615	—
169	59	Sodankylä, Mäkitalo, 2.n	1	580	660	910	1 600	1 880	—
170	60	Kuusamo, Kurtti, 2.n	1	1 300	1 480	210	430	1 030	—
171	60	» Peltoniemi, 2.n	1	1 610	2 130	210	460	690	—
172	60	Sodankylä, Arajärvi, 9.n	1	1 300	1 340	520	630	790	—
173	60	» Takala, 3.n	1	1 180	1 170	1 410	1 560	1 630	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. (0-koej. 5)	19	1 194	1 826	495	739	897	481
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	244	158	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	9.9	7.4	6.0	—

Liitetaulukko IX. Koetyyppi 9, oulunsalpietari.

No	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	100	200	400	
Hietamaat:									
174	59—60	Tammela, Mustialan koulutila, o.(j), o.(j+o)	2	—	1 955	945	1 420	1 905	698
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	475	485	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	37.8	28.4	19.1	—
Hiesu- ja savimaat:									
175	58—60	Karunki, Kangas, o.(j+o), 1., 2.n	3	—	1 317	379	723	963	422
176	60	Pihtipudas, Ruuska, o.(j+o) . .	1	—	3 390	930	910	1 140	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	4	—	1 835	518	770	1 010	105
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	252	240	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	20.7	15.4	10.1	—
Turvemaat:									
177	58—60	Sodankylä, Arajärvi, 3., 4., 5.n	3	697	890	547	1 033	1 340	327
178	58—60	» Korvanen, 6., 7., 8.n	3	—	600	487	817	1 203	295
179	58—60	» Poikela, 3., 4., 5.n . .	3	1 740	1 853	190	267	517	—
180	58—59	» Kilpimaa, 1., 2.n . .	2	390	1 415	355	475	645	—
181	58—59	» Takala, 1., 2.n	2	700	760	650	1 010	1 375	587
182	59—60	Kuusamo, Hentilä, 4., 5.n . . .	2	1 045	1 125	490	735	965	274
183	59—60	» Käkälä, 4.n, rapsi . .	2	685	915	305	455	605	133
184	59—60	» Säkkinen, 2., 3.n . .	2	1 455	2 005	165	350	585	202
185	59	Karunki, Konstenius, sekav. . .	1	—	1 580	180	460	1 090	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis. (0-koej. 16)	20	991	1 203	389	647	931	128
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	258	284	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	15.5	12.9	9.3	—

Liitetaulukko X. Koetyyppi 10, oulunsalpietari.

N:o	Aika	Koepaikka ja -kasvit	Koe- satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys verratt. PK			Pienin merkit- sevä ero
				0	PK	200	400	800	
Hietamaat:									
186	56—57	Himanka, Kallio, 2., 3.n	2	—	2 230	490	1 065	1 470	591
187	58—59	Veteli, Toivola, 1., 2.n	2	—	1 555	325	515	585	—
		Koevuosia yht., keskim. sadot ja sadonlis.	4	—	1 893	407	790	1 027	433
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	383	237	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	8.2	7.9	5.1	—
Hiesu- ja savimaat:									
188	56	Pihtipudas, Ranta, 2.n	1	300	510	650	1 330	1 620	—
		Lisätyn määrän vaikutus		—	—	—	680	290	—
		Sadonlisäys ry/kg tyypeä		—	—	23.2	18.4	10.6	—

SYYSVILJOJEN PEITTAUSKOKEET SUOMESSA

Summary: Trials on seed treatment of winter cereals in Finland

E. A. JAMALAINEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Saapunut 6. 7. 1962

Lumihome [*Fusarium nivale* (Fr.) Ces.] aiheuttaa maassamme suuria vahinkoja syysviljoille. Sitä osoittavat osaltaan peittauskokeissa saatujen jyväsatojen lisäykset; näitä kokeita on suoritettu 1930-luvulta lähtien.

Jo aikaisemmin oli Maatalouskoelaitoksen kasvitautiliosastolla Tikkurilassa järjestetty syysrukiilla peittauskokeita, joissa lumihomeen aiheuttamat vahingot ja peittausaineiden vaikutus lumihomeeseen määritettiin keväällä oraista. Talvehtimiskaudella 1925/26 lumihome esiintyi sangen vahingollisena ja kokeiltavana olleet elohopeapitoiset kuiva- ja märkäpeittausaineet suojasivat tehokkaasti oraita taudilta (RAINIO 1926).

ELOMAA selostaa julkaisussaan v:ltä 1952 syysviljoilla v. 1930—1950 maassamme suoritettujen peittauskokeiden tulokset. Kokeita oli syysrukiilla 126 ja syysvehnällä 35. Ne oli järjestetty osittain paikalliskokeina (58 koetta syysrukiilla ja 11 koetta syysvehnällä), osittain Maatalouskoelaitoksen eri osastoilla, kasvinviljelyskoeasemilla, Tammiston kasvinjalostuslaitoksella sekä Suoviljelysyhdistyksen koeasemilla. Syysviljojen peittauskokeita jatkettiin 1950-luvulla nykyisen Maatalouden tutkimuskeskuksen eri laitoksilla, paikallisilla koeasemilla sekä Suoviljelysyhdistyksen Karjalan koeasemalla.

1950-luvulla suoritettujen peittauskokeiden tulokset on esitetty oheisissa taulukoissa 1 ja 3. Huomattavalta osalta tulokset ovat koeasemien syysviljojen lajikekokeista, joissa yhdellä tai useammalla lajikkeella oli sekä peittaamattomalla että peitatulla siemenellä kylvetty koejäsen. Peittauksessa oli kaikissa kokeissa käytetty org. elohopeaa tehoaineena sisältäviä kauppavalmisteita, 2 g kuivapeittausainetta yhdelle

siemenkiloille. Koeruudut olivat keskimäärin 20 m²:n suuruisia, ja kerranteita oli tavallisimmin neljä.

Kun syysviljojen peittäuskokeita ei kuluvalle vuosikymmenellä ole enää jatkettu entisenlaajuisina, katsottiin tarpeelliseksi esittää yhteenveto tähänastisten kokeiden tuloksista.

Tässä yhteydessä Kasvitautilien tutkimuslaitos esittää parhaat kiitokset eri koelimille, jotka luovuttivat kokeiden tulokset julkaisussamme käytettäväksi. Hyvin arvokkaat ovat laajojen syysruislajikekokeiden tulokset Karjalan Suoviljelyskoeasemalta Tohmajärveltä (kokeet järjesti koemasen johtaja fil.kand. LAURI SALOHEIMO), Pohjois-Savon koemasemalta Maaningalta (kokeet järjesti koemasen johtaja maat. ja metsät. kand. MARTTI SALMINEN) sekä Etelä-Savon koemasemalta Mikkelistä (kokeista huolehti vuoteen 1959 koemasen johtaja maanviljelysneuvos Y. K. KOSKINEN ja hänen jälkeensä nykyinen koemasen johtaja maat. ja metsät. lis. ERKKI HUOKUNA). Keski-Suomen koemasen kokeet olivat siinä suhteessa merkittävät, että ne suoritettiin eri koepaikoissa. Kokeista huolehti koemasen johtaja maat. ja metsät. tohtori PENTTI HÄNNINEN.

Syysruiskokeet

Peittauksen vaikutus lumihomeeseen

Suomessa suoritettujen kokeiden mukaan org. elohopeapeittausaineet suojelevat tehokkaasti oraita talvehtimisen kuluessa lumihomeen tuhoja vastaan (vrt. JAMALAINEN 1958 b). Sitä osoittavat myös seuraavassa esitettyjen kokeiden tulokset. Kylvössä käytetty siemen oli kokeissa useimmissa tapauksessa vapaata *Fusarium*-homeista (vrt. taulukko seur. siv.). Mikäli itävyys on ollut vajavaista, ei vajavaisuus yleensä ole johtunut homesienistä, vaan muista tekijöistä. Orastuminen on ollut syksyllä pellossa yleensä normaalin tiheätä (vrt. taulukko 2). Peittaamattomissa koejäsenissä oras on todettu keväällä usein pahasti lumihomeen turmelemaksi. Sen sijaan peitatuissa koeruuduissa oraat ovat säilyneet huomattavasti paremmin taudin vaurioilta ja tämän johdosta ovat antaneet runsaamman sadon kuin peittaamattomat. Monesti peittaus on suojannut oraat lähes kokonaan lumihomeen vahingoilta. Näin ollen sillä vähäisellä määrällä org. elohopeayhdistettä, joka joutuu siemenen mukana peltoon, on merkittävän tehokas vaikutus lumihomeeseen talvehtimisen aikana.

Kylvösiemenen peittaus ei suinkaan aina riitä torjumaan lumihomeen vahinkoja pellossa talvehtimisen kuluessa. Jos olosuhteet ovat suotuisat taudin tuhoille, voi käydä niin, ettei peittaus lainkaan johda sadonlisäyksiin, vaan voi peitatulla siemenellä kylvetyissä oraisa esiintyä keväällä yhtä runsaasti lumihometta kuin peittaamattomalla kylvetyissä. Tämä voidaan todeta useissa taulukossa 1 esitetyissä kokeissa.

Toisinaan peittaus voi vaikuttaa sen, että oras ollessaan suojattu lumihomeen tuhoja vastaan kehittyy liian reheväksi, jolloin käsitellyn siemenen sato saattaa jäädä peittaamattoman satoa heikommaksi. Sitä osoittavat s. 182—183 selostetut kokeet.

Taulukko 1. Syysrukiin peittauskokeet v. 1951—1961¹⁾.
 Table 1. Seed treatment trials with winter rye, 1951—1961¹⁾.

Peittauksessa käytetty org. elohopeavalmistetta 2 g 1:lle siemenkilolle; oraiden käsittelyssä syys-talvella käytetty 20 % PCNB:tä pölytteenä 25 kg/halle ja 50 %:sta PCNB:tä ruiskutteena 10 kg/halle.
 0 = siemen peittaamaton. + = sporadisesti.

The seed was treated with organic mercury compounds at the rate of 2 g per kg seed; seedlings were treated in the late fall using either 20 % PCNB dust at 25 kg/ha or 50 % PCNB spray at 10 kg/ha. 0 = seed not treated. + = sporadic.

Vuosi Year	Lajike, peittausaineet, oraiden käsittelyaineet Variety, disinfectant, treatment of seedlings	Siemen ennen kylvöä Seed before sowing		Jyväsato — Grain yield			Oraiden talvehti- minen Over- wintering of stands	Lumi- talvehti- home keväällä Snow mold in the spring
		Itävyys Germina- tion	Fusarium- homeisia Fusarium- infected	Peittaa- matta kg/ha Un- treated	Lisäys (+) tai vähennys (—) peittaamattomaan verrattuna Decrease (+) or increase (—) in yield compared with untreated			
		%	%	kg/ha	kg/ha	%	10—0	10—0
Kasvitautilien tutkimuslaitos Department of Plant Pathology Tikkurila								
1950/51	Pekka, 0	90	0	2 200	—	—	7.2	4.4
	» Ceresan	92	0	—	— 70	— 3	8.1	1.0
1951/52	Pekka, 0	87	0	2 940	—	—	6.9	6.2
	» Täyssato	84	0	—	+ 760	+ 26	9.9	1.4
1952/53	Pekka, 0	94	0	2 030	—	—	9.1	0.8
	» Täyssato	94	0	—	+ 120	+ 6	9.2	0.8
1953/54	Pekka, 0	90	0	2 330	—	—	10.0	0.1
	» Täyssato	85	0	—	+ 210	+ 9	9.9	+
1954/55	Pekka, 0	91	1	1 290	—	—	5.2	7.0
	» Täyssato	89	2	—	+ 650	+ 50	9.7	0.7
1955/56	Visa, 0	79	1	850	—	—	5.0	5.0
	» Panogen 1.5 ml/1 kg	81	0.5	—	+ 1 190	+ 140	9.0	1.0
	» Täyssato	75	0	—	+ 1 200	+ 141	9.0	1.0
1956/57	Vesivauriot tuhonneet oraat Stand killed by water damage							
1957/58	Tetra, 0	97	1	400	—	—	4.3	5.7
	» Täyssato	96	0	—	± 0	+ 0	4.4	5.6
	» 0+PCNB, 25 kg/ha	—	—	—	+ 290	+ 73	8.1	1.8
	» Täyssato+PCNB, 25 kg/ha	—	—	—	+ 500	+ 125	8.8	1.2
1958/59	Pekka, 0	76	0	2 470	—	—	7.5	3.1
	» Täyssato	76	0	—	+ 570	+ 23	10.0	+
	» PCNB, 25 kg/ha	—	—	—	+ 570	+ 23	10.0	0
1959/60	Pekka	85	2	2 130	—	—	3.5	9.5
	» Täyssato	86	0.5	—	+ 2 070	+ 97	8.4	4.1
	» PCNB, 25 kg/ha	—	—	—	+ 1 300	+ 61	9.3	0.6
1960/61	Kuningas II, 0	86	2	2 020	—	—	6.5	3.5
	» Täyssato	83	2.5	—	— 160	— 8	4.5	5.4
	» PCNB, 10 kg/ha	—	—	—	+ 360	+ 18	9.0	0.2

¹⁾ Ennen vuotta 1951 suorittettujen syysrukiin peittauskokeiden tulokset on selostettu ELO-MAAN (1952) julkaisussa.

¹⁾ The results of winter wheat seed dressing trials made before 1951 are described in the publication ELO-MAA (1952).

Vuosi Year	Koepaikka, lajike Locality, variety	Jyväsato peittaamatta Grain yield untreated kg/ha	Jyväsatojen lisäys (+) tai vähennys (—) peittaamat- tomaan verrattuna Increase (+) or decrease (—) compared with untreated kg/ha %		Talvehtiminen Overwintering	
					Peittaamaton Untreated 10—0	Peitattu Treated 10—0
Kasvinviljelylaitos <i>Department of Plant Husbandry</i> Tikkurila						
1950/51	Toivo	3 150	+ 100	+ 3	8.0	9.0
1951/52	»	2 400	+ 290	+ 12	4.4	4.8
1952/53	»	2 360	+ 350	+ 15	5.4	5.6
Karjalan koeasema <i>Carelia Agr. Exp. Sta.</i> Anjala						
1951/52	Toivo	3 960	+ 40	+ 1	8.7	9.7
1952/53	»	1 490	+ 920	+ 62	2.3	4.9
1953/54	»	3 670	+ 150	+ 4	9.9	9.9
1954/55	»	670	+ 1 560	+ 233	4.2	8.8
1955/56	»	380	+ 480	+ 125	1.6	5.2
1956/57	»	2 880	+ 350	+ 12	8.1	9.3
Hämeen koeasema <i>Häme Agr. Exp. Sta.</i> Pälkäne						
1950/51	Pekka	3 970	+ 80	+ 2	9.4	9.6
1951/52	»	2 960	+ 180	+ 6	9.6	9.4
1952/53	»	2 350	+ 140	+ 6	5.9	6.0
1953/54	Myttäälä	3 170	— 30	— 1	9.9	9.9
1954/55	Pekka	2 450	+ 2 380	+ 97	3.0	8.4
1955/56	»	1 690	— 680	— 40	2.1	1.3
1956/57	»	2 910	± 0	± 0	8.8	8.9
1957/58	»	3 330	+ 330	+ 10	5.5	7.5
Etelä-Savon koeasema <i>South Savo Agr. Exp. Sta.</i> Mikkeli						
1950/51	Toivo	3 250	+ 260	+ 8	7.2	7.8
1951/52	»	2 600	+ 210	+ 8	7.3	7.3
1952/53	»	2 680	+ 210	+ 8	7.2	8.2
1953/54	»	1 880	+ 110	+ 6	10.0	10.0
1954/55	Ensi	3 310	+ 990	+ 30	8.1	9.8
	Pekka	4 190	+ 710	+ 17	7.8	9.5
	Toivo	4 180	— 80	— 2	9.8	10.0
	Visa	4 200	+ 590	+ 14	8.4	9.8
1955/56	Ensi	1 910	— 70	— 4	6.4	6.8
	Pekka	200	+ 360	+ 182	1.0	2.2
	Toivo	960	+ 650	+ 68	3.2	4.6
	Visa	110	+ 4 090	+ 282	0.5	1.5
1956/57	Ensi	2 280	+ 180	+ 8	8.3	8.5
	Pekka	2 410	+ 70	+ 3	8.8	8.7
	Toivo	1 920	+ 420	+ 22	7.6	8.2
	Visa	2 750	+ 30	+ 1	8.9	8.9
1957/58	Toivo	2 980	— 90	— 3	10.0	10.0
1958/59	Ensi	3 500	+ 490	+ 14	6.0	8.0
	Pekka	2 720	+ 540	+ 20	3.0	4.2
	Toivo	4 690	— 610	— 13	8.2	8.2
	Visa	2 820	+ 370	+ 13	2.0	4.2

Vuosi Year	Koeaiikka, lajike Locality, variety	Jyväsato peittaamatta Grain yield untreated kg/ha	Jyväsatojen lisäys (+) tai vähennys (—) peittaamat- tomaan verrattuna Increase (+) or decrease (—) compared with untreated kg/ha %		Talvehtiminen Overwintering	
					Peittaamaton Untreated 10—0	Peitattu Treated 10—0
1959/60	Ensi	1 880	+1 020	+ 54	3.0	6.5
	Pekka	2 290	+ 850	+ 37	4.5	7.5
	Toivo	2 680	+ 620	+ 23	5.0	8.0
	Visa	2 450	+ 540	+ 22	3.5	6.5
1960/61	Ensi	2 670	+ 240	+ 9	8.0	9.0
	Pekka	2 610	— 30	— 1	8.0	8.0
	Toivo	1 870	+ 190	+ 10	6.0	9.0
Etelä-Pohjanmaan koeasema <i>South Ostrobothnia Agr. Exp. Sta.</i> Ylistaro						
1950/51	Onni	3 610	± 0	± 0	9.5	9.5
	Pekka	3 730	+ 110	+ 3	9.5	9.5
1951/52	Onni	2 040	+ 160	+ 8	8.2	8.4
	Pekka	1 750	— 50	— 3	7.9	7.8
1952/53	Onni	630	+ 910	+145	1.7	5.2
	Pekka	700	+ 160	+ 23	1.9	3.1
1953/54	Onni	2 725	+ 0	± 0	9.8	10.0
	Pekka	2 640	+ 160	+ 6	10.0	9.8
1955/56	Korhosen ruis	2 300	— 20	— 1	6.8	7.0
	Onni	1 880	+ 110	+ 6	3.5	3.5
	Pekka	1 690	+ 270	+ 16	2.8	3.3
	Toivo	2 750	— 140	— 5	6.1	6.1
	Visa	1 740	+ 470	+ 27	3.0	3.3
Keski-Suomen koeasema <i>Central Finland Agr. Exp. Sta.</i> Laukaa						
1953/54	Pernasaaaren tila, Pekka	1 590	+ 180	+ 11	7.3	8.0
1954/55	» » Pekka	480	+1 920	+400	2.0	7.6
1955/56	» » Pekka	540	+ 690	+128	2.2	6.6
1956/57	» » Pekka	1 970	— 60	— 3	8.4	8.4
1957/58	Pekkalän tila, Pekka	1 330	+ 430	+ 32	4.5	5.8
1957/58	Pohjoisahon tila, Pekka	1 450	+ 220	+ 15	5.8	7.4
1957/58	Kärkkään tila, Pekka	2 000	+ 260	+ 13	6.5	7.3
1958/59	Saarikon tila, Pekka	2 390	+ 70	+ 3	3.3	5.1
1958/59	Varjolan tila, Pekka	1 790	+ 820	+ 46	1.3	5.7
1959/60	Harjun tila, Toivo	770	+1 420	+184	0.3	6.4
1959/60	Varjolan tila, Toivo	600	+1 610	+268	0.4	7.2
1960/61	Harjun tila, Toivo	2 340	+ 40	+ 2	7.5	7.5
1960/61	Varjolan tila, Toivo	1 620	+ 50	+ 3	7.6	8.2
Pohjois-Savon koeasema <i>North Savo Agr. Exp. Sta.</i> Maaninka						
1950/51	Vjatka	2 670	+ 150	+ 5	8.1	8.5
1951/52	»	1 220	± 0	± 0	4.1	4.8
1952/53	»	2 580	+ 590	+ 23	6.4	8.4
1952/53	»	2 890	+ 690	+ 24	7.1	9.3
1953/54	Toivo	2 450	— 20	— 1	9.8	9.5
	Vjatka	2 390	— 170	— 7	9.9	9.9
1954/55	Toivo	4 290	+ 90	+ 2	10—	10—
	Vjatka	4 240	— 140	— 2	10—	10—
1955/56	Toivo	3 400	+ 30	+ 1	6.0	6.1
	Vjatka	3 650	+ 70	+ 2	8.6	8.7

Vuosi Year	Koepaikka, lajike Locality, variety	Jyväsatot peittaamatta Grain yield untreated kg/ha	Jyväsatojen lisäys (+) tai vähennys (–) peittaamat- tomaan verrattuna Increase (+) or decrease (–) compared with untreated		Talvehtiminen Overwintering	
			kg/ha	%	Peittaamaton Untreated 10–0	Peitattu Treated 10–0
1956/57	Toivo	—	—	—	6.3	7.0
	Vjatka	—	—	—	7.8	8.5
1957/58	Toivo	3 580	— 140	— 4	9.1	9.5
	Vjatka	3 160	+ 60	+ 2	7.0	8.5
1958/59	Toivo	3 850	— 190	— 3	7.8	8.1
	Vjatka	4 080	— 310	— 8	8.9	9.3
1959/60	Toivo	3 370	+ 100	+ 3	8.1	9.2
	Vjatka	3 700	— 300	— 8	8.4	9.5
1960/61	Toivo	2 530	+ 150	+ 6	6.8	8.3
Karjalan Suoviljelyskoeasema Carelia Peat Cult. Exp. Sta. Tohmajärvi						
1947/48	Mutasuo — Peat soil					
	Ensi	1 530	+ 660	+ 43	8.4	9.4
	Greus	1 830	+ 20	+ 1	9.6	9.4
	Onni	870	+ 660	+ 76	2.8	6.3
	Toivo	1 990	— 60	— 3	8.6	9.1
1948/49	Mutasuo — Peat soil					
	Ensi	2 540	± 0	± 0	9.8	9.6
	Greus	2 500	± 0	± 0	9.5	9.1
	Oiva	1 910	+ 860	+ 45	5.0	7.8
	Onni	2 510	+ 350	+ 14	8.1	8.4
	Pekka	1 950	+ 700	+ 36	6.4	7.5
	Toivo	2 290	+ 250	+ 11	7.9	9.0
	Vjatka	2 390	+ 360	+ 15	7.8	8.8
1949/50	Mutasuo — Peat soil					
	Ensi	1 160	+ 280	+ 24	8.0	9.5
	Greus	1 300	+ 104	+ 8	7.5	8.8
	Onni	1 160	— 70	— 6	3.8	6.5
	Pekka	1 000	+ 10	+ 1	4.0	5.4
	Toivo	1 290	— 10	— 1	8.3	8.8
	Vjatka	1 230	+ 200	+ 16	7.3	8.3
1949/50	Hiekkamaa — Sandy soil					
	Ensi	1 780	+ 200	+ 11	7.5	9.5
	Greus	1 680	+ 70	+ 4	7.5	9.0
	Oiva	1 000	— 50	— 5	2.0	2.0
	Onni	650	+ 350	+ 54	2.0	3.5
	Pekka	980	+ 670	+ 68	4.0	6.5
	Toivo	1 180	+ 1 070	+ 91	3.5	9.0
	Visa	980	+ 470	+ 48	4.0	5.5
	Vjatka	1 750	+ 120	+ 7	5.0	7.5
1952/53	Mutasuo — Peat soil					
	Ensi	1 480	+ 640	+ 43	6.8	8.0
	Oiva	830	+ 250	+ 30	4.3	4.5
	Onni	1 570	+ 80	+ 5	7.0	7.3
	Pekka	1 150	+ 200	+ 17	7.0	7.5
	Visa	1 600	+ 100	+ 6	6.3	6.3
	Toivo	1 430	+ 130	+ 9	6.0	6.3
1954/55	Mutasuo — Peat soil					
	Ensi	630	+ 60	+ 10	1.8	5.5
	Onni	940	+ 20	+ 2	1.8	2.6
	Pekka	600	+ 310	+ 52	3.0	5.5
	Toivo	1 180	+ 150	+ 13	4.3	5.8
	Visa	980	+ 230	+ 23	3.5	4.8

Vuosi Year	Kocpaikka, lajike Locality, variety	Jyväsato peittaamatta Grain yield untreated kg/ha	Jyväsatojen lisäys (+) tai vähennys (—) peittaamat- tomaan verrattuna Increase (+) or decrease (—) compared with untreated		Talvehtiminen Overwintering	
			kg/ha	%	Peittaamaton Untreated 10—0	Peitattu Treated 10—0
1955/56	Hiekkamaa — <i>Sandy soil</i>					
	Ensi	2 350	+ 380	+ 16	2.5	2.5
	Onni	1 240	+ 190	+ 15	2.0	2.5
	Pekka	730	+ 220	+ 31	1.0	2.0
	Toivo	1 610	+ 270	+ 17	3.0	2.5
	Visa	450	+ 100	+ 22	2.0	2.0
1956/57	Multamaa — <i>Humus soil</i>					
	Ensi	1 730	+ 40	+ 2	6.0	6.8
	Onni	1 780	+ 70	+ 4	6.3	7.0
	Pekka	1 450	+ 40	+ 3	6.3	6.5
	Toivo	1 560	+ 160	+ 10	6.0	6.5
	Visa	1 840	— 440	— 24	6.5	6.3
1957/58	Hietamaa — <i>Fine sand soil</i>					
	Ensi	980	+ 88	+ 9	7.0	7.5
	Onni	1 130	+ 160	+ 14	7.5	7.8
	Pekka	1 050	+ 220	+ 21	7.3	7.7
	Toivo	1 280	+ 60	+ 5	8.0	8.3
	Visa	680	+ 400	+ 59	7.0	7.3
1958/59	Hietamaa — <i>Fine sand soil</i>					
	Ensi	2 915	± 0	± 0	6.8	6.8
	Onni	2 500	+ 450	+ 18	4.3	4.5
	Pekka	1 260	+ 370	+ 29	1.3	1.3
	Toivo	2 150	+ 430	+ 20	2.8	2.8
	Visa	2 360	+ 210	+ 9	3.0	3.0
	Keski-Pohjanmaan koeasema <i>Central Ostrobothnia Agr. Exp. Sta., Toholampi</i>					
1953/54	Pekka	2 050	+ 20	+ 1	6.1	6.4
1954/55	Kalajoki, Pekka	2 460	+ 220	+ 9	9.4	9.4
1954/55	Kannus, Pekka	2 720	— 250	— 9	8.3	9.3
1955/56	Kalajoki, Pekka	2 720	— 440	— 16	6.7	6.0
1955/56	Kannus, Pekka	2 770	— 530	— 19	9.0	8.0
	Pohjois-Pohjanmaan koeasema <i>North-Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. Ruukki</i>					
1950/51	Onni	2 200	+ 260	+ 12	9.3	9.5
1951/52	»	2 370	+ 100	+ 4	8.5	8.6
1952/53	»	2 840	+ 170	+ 6	10.0	10.0
1954/55	»	2 920	— 30	— 1	7.2	7.8
1955/56	»	2 440	+ 50	+ 2	6.0	8.2
1956/57	»	2 480	+ 70	+ 3	8.8	9.0
1957/58	»	2 980	+ 240	+ 8	9.6	9.8
	Hallakoeasema <i>Frost Research Sta. Pelso</i>					
1953/54	Toivo	2 010	+ 100	+ 5	7.9	9.0
	Perä-Pohjolan koeasema <i>Polar Circle Agr. Exp. Sta. Rovaniemen mlk.</i>					
1950/51	Greus	850	+ 810	+ 95	2.9	3.6
1951/52	»	1 730	+ 100	+ 6	—	—
1953/54	»	1 280	+ 500	+ 39	—	—
1955/56	»	1 620	— 160	— 10	—	—

Perä-Pohjolan koeasemalla Apukassa oli keväällä v. 1956 Greus-rukiilla suoritettussa peittäuskokeessa todettavissa, että lumihometta oli huomattavasti runsaammin peitatusella kuin peittämättömällä siemenellä kylvetyissä koeruuduissa. Tämä johtui siitä, että peitatusella siemenellä kylvetyt oras kasvoi hyvin reheväksi ja lumihometta turmeli sitä talvehtimisen aikana pahemmin kuin kontrolliruutujen oraita. Seuraus lumihometaan vahingoista on nähtävissä koetuloksissa (taulukko 1), joissa peitatusen koejäsenen jyväsato oli 10 % pienempi kuin peittämättömän.

Pohjois-Savon koeasemalla Maaningalla 1958/59 peittäus vaikutti selvästi satoa alentavasti (taulukko 1). Koeaseman johtaja, maisteri M. SALMINEN selostaa koeaseman v:n 1959 vuosikertomuksessa näitä kokeita seuraavasti: »Kokeessa oli Toivosta ja Vjatkasta kylvetyt myös peittämättömät koejäsenet ja todettiin, että nämä olivat antaneet suuremmat jyväsadot kuin peitatuset koejäsenet. Tämä johtui siitä, että talvehtimisen ollessa kaikilla koejäsenillä varsin hyvän, kevätkeisan edullisten säiden virkistäessä lumihometsetkin oraat eloon, kasvustoista muodostui yleensä liian tiheitä. Peittämättömällä siemenellä kylvetyt ruudut olivat vain sopivasti harventuneet.»

Taulukko 2. Syysruukiin oraiden tiheys syksyllä ja keväällä sekä lumihomeisuus keväällä.
Table 2. Density of winter wheat stands in the fall and spring and snow mold in the spring.

Vuosi Year	Koeaika ja lajike Locality and variety	Oraiden tiheys syksyllä Density of stands in fall	Talvehtimi- nen Over- wintering	Lumihomei- sia oraita kevällä Snow mold in spring	Jyväsato kg/ha	sl. Grain yield rel.
		10—0	10—0	10—0	kg/ha	rel.
Kasvitautilien tutkimuslaitos Department of Plant Pathology Tikkurila						
1951/52	Pekka, 0	9.8	6.9	6.2	2 940	100
	» peitattu — treated	9.8	9.9	1.4	3 700	126
1959/60	Pekka, 0	10.0	3.5	9.5	2 130	100
	» peitattu — treated	10.0	8.4	4.1	4 200	197
1960/61 ¹	Kuningas II, 0	10.0	6.5	3.5	2 020	100
	» peitattu — treated	10.0	4.5	5.4	1 860	92
Hämeen koeasema Häme Agr. Exp. Sta. Pälkäne						
1954/55	Pekka, 0	10.0	3.0	7.0	2 450	100
	» peitattu — treated	10.0	8.4	1.6	4 820	197
Etelä-Savon koeasema South Savo Agr. Exp. Sta. Mikkeli						
1960/61	Ensi, 0	8.8	8.0		2 670	100
	» peitattu — treated	9.0	9.0		2 910	109
	Pekka, 0	8.8	8.0		2 610	100
	» peitattu — treated	9.0	8.0		2 570	99
	Toivo, 0	8.8	6.0		1 870	100
	» peitattu — treated	9.0	9.0		2 060	110

¹) Oraiden rehevyys syksyllä käyttäen asteikkoa 10—8: peittämättömässä koejäsenessä 8 ja peitatussa 10.

¹) Vigorousness of stand in the fall based on a scale of 10—8: untreated plots 8, treated plots 10.

Kasvitautilien tutkimuslaitoksen v. 1957—1961 järjestämien kokeiden tuloksista esitetään taulukossa 1 myös niitä, jotka selvittävät oraiden käsittelyaineiden vaikutusta lumihomeeseen. Näissä kokeissa oli yhden koejäsenen oraat käsitelty syystalvella PCNB- (pentaklornitrobenseeni-) valmisteella. Talven 1957/58 kokeessa peittäminen ei ollut tehonnut lumihomeeseen, mutta PCNB-käsittelyllä oli hyvä, sadonlisäykseen johtava vaikutus. Seuraavina talvehtimiskausina 1958/59 ja 1959/60 oli peittauksen teho vastaavasti samankaltainen kuin PCNB-käsittelyn. Talven 1960/61 kokeessa oli peitattujen ruutujen kasvusto syksyllä huomattavasti rehevämpää kuin peittaamattomien, ja tästä syystä oli keväällä peitatulla siemenellä kylvetyssä koejäsenessä runsaammin lumihometta kuin peittaamattomassa ja PCNB:llä käsitellyssä. Jyväsatoli oli tämän johdosta peittäuskoejäsenessä 8 % huonompi kuin kontrollikoejäsenessä.

Kokeet peittauksen negatiivisesta vaikutuksesta satotuloksiin osoittavat osaltaan, kuinka suuri merkitys lumihomeella on oloissamme syysrukiin talvehtimiselle.

Peittauksen merkitys maan eri osissa

Lumihomeen aiheuttamat vahingot ovat suurimmat runsaslumisilla seuduilla keski-, itä- ja pohjoisosissa maataamme (vrt. JAMALAINEN 1956, 1958 a). Havaintojen mukaan lumihometta on yleensä esiintynyt vähän maan lounais- ja länsiosien rannikkoseuduilla, kuten Lounais-Suomen koeasemalla Mietoisissa ja Satakunnan koeasemalla Harjavallassa. Lumihomevauriot ovat olleet vähäiset myös Kasvinjalostuslaitoksella Jokioisissa. Uudellamaalla on lumihomeen esiintymisessä todettu suuria paikallisia vaihteluja. Niinpä Tammiston kasvinjalostuslaitoksella Malmilla ei lumihomeesta ole kokeissa ollut suurta haittaa. Sen sijaan muutaman kilometrin päässä Tikkurilassa lumihome tekee usein sängen suuria vahinkoja, kuten peittäuskokeiden tulokset osoittavat (taulukko 1).

1950-luvulla suoritetuissa syysrukiin peittäuskokeissa saatiin peittäuksella useina vuosina runsaita jyväsatoliä lisäyksiä Tikkurilassa, Karjalan koeasemalla Anjalassa, Etelä-Savon koeasemalla Mikkelissä, Perä-Pohjolan koeasemalla Rovaniemen mlk:ssa, Keski-Suomen koeaseman kokeissa sekä Karjalan suoviljelyskoeasemalla Tohmajärvellä. Vähäisemmiksi jäivät sadonlisäykset sen sijaan Pohjois-Savon koeasemalla Maaningalla, Keski-Pohjanmaan koeaseman kokeissa sekä Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla Ruukissa.

Sadonlisäykset eri vuosina

ELOMAA (1952) osoittaa peittäuskokeiden tuloksia selostavassa tutkimuksessaan, että sääsuhteilla on ratkaiseva vaikutus lumihomevaurioihin ja sen vuoksi peittäuksella syysrukiille saataviin sadonlisäyksiin. Niinpä talvella 1946/47 lumipeite jäi normaalia ohuemmaksi. Talvehtiminen oli hyvä ja tästä syystä oli sadonlisäys syysrukiin paikalliskokeissa v. 1946 keskimäärin vain 3 %. Talvehtimiskaudella 1944/45 oraat kehittyivät syksyllä reheviksi, lumi tuli aikaisin ja pysyi kauan kevättalvella. Sadonlisäys oli peittauksen vuoksi paikalliskokeissa keskimäärin 25 %. Samantapainen

talvi oli 1947/48, jolloin syysrukiin paikalliskokeissa saatiin peittauksella keskimäärin 38 %:n sadonlisäykset.

1950-luvun peittauskokeissa sadonlisäykset jäivät vähäisiksi talvehtimiskaudella 1956/57, joka oli poikkeuksellisen vähäluminen. Oraat talvehtivat useissa koepaikoissa hyvin myös 1950/51, 1951/52 ja 1953/54, minkä johdosta peittauksesta saata-
vat sadonlisäykset jäivät vaatimattomiksi. Sen sijaan saatiin peittauksen ansiosta useissa kokeissa runsaita sadonlisäyksiä 1952/53, 1954/55, 1955/56 ja 1959/60, jotka talvet olivat runsaslumisia.

Peittauksen vaikutus eri syysruislajikkeiden satoihin

Etelä-Savon ja Pohjois-Savon koeasemilla sekä Karjalan suoviljelyskoeasemalla Tohmajärvellä oli pitkähkön aikaa useita syysruislajikkeita kokeissa, joissa oli sekä peittaamaton että peittattu koejäsen (taulukko 1). Toivo- ja Ensi-rukiin sadonlisäykset olivat peittauskoejäsenissä vähäisemmät kuin Pekka- ja Visa-rukiin. Silloin kun olosuhteet ovat olleet suotuisat lumihomeelle, voi kuitenkin myös näissä lumihometta vastaan kestäviksi tunnetuissa syysruislajikkeissa esiintyä suuria lumihomevahinkoja, jolloin näillekin lajikkeille peittauksella saatiin suuria sadonlisäyksiä.

Syysvehnäkokeet

Syysvehnällä oli kokeita huomattavasti vähemmän kuin syysrukiilla. Kokeiden tulokset on esitetty taulukossa 3; kokeiden järjestely oli sama kuin syysrukiilla. Huomio kiintyy kokeissa tapauksiin, joissa peittaus oli parantanut runsaasti jyväsatoja, kuten Kasvinviljelylaitoksen kokeessa Tikkurilassa 1950/51 (sadonlisäys 78 %), samana talvehtimiskautena Hämeen koeasemalla Pälkäneellä (sadonlisäys 33 %) sekä Puutarhantutkimuslaitoksella Piikkiössä 1954/55 (sadonlisäys 32 %).

Peittauksen satojaparantava vaikutus johtuu syysvehnällä kuten syysrukiillakin org. elohopea-ainesten tehosta lumihomesienen¹⁾. Kylvössä käytetty siemen oli yleensä normaalisti itävää sekä homeetonta ja orastuminen syksyllä tavallisesti tasaisen tiheätä. Näin ollen myös syysvehnällä, kuten syysrukiilla, se vähäinen määrä org. elohopeaa, joka joutuu siemenen mukana peltoon, vaikutti talvehtimisen aikana lumihometta torjuvasti.

Syysvehnällä suoritettujen peittauskokeiden lukumäärän vähäisyyden vuoksi ei voida tehdä pitemmälle meneviä johtopäätöksiä lumihomeen vahinkojen vaihteluista eri paikkakunnilla, eri vuosina eikä eri lajikkeissa.

Syysviljojen siemenen peittauksen merkitys maassamme

Oheisessa asetelmassa on yhteenveto kaikista syysrukiilla ja syysvehnällä v. 1930—1961 suoritetuista peittauskokeista. Syysrukiin lajikekokeista (taulukko 1) on ase-

¹⁾ Koelaitoksilla ja koeasemilla kokeissa käytetty siemen on ollut yleensä vapaata haisunoesta *Tilletia tritici*, joten tällä taudilla ei ole ollut vaikutusta peittauskokeiden satotuloksiin.

Taulukko 3. Syysvehnän peittauskokeet v. 1951—1969¹⁾.
Table 3. Seed treatment trials with winter wheat 1951—1959¹⁾.
 Peittauksessa käytetty org. elohopeavalmistetta 2 g 1:lle siemenkilolle.
The seed was treated with organic mercury compounds at the rate of 2 g per kg seed.

Vuosi Year	Kocapaikka, lajike Locality, variety	Jyväsato peittaamatta Grain yield untreated kg/ha	Jyväsatojen lisäys (+) tai vähennys (–) peittaamat- tomaan verrattuna Increase (+) or decrease (–) compared with untreated kg/ha %		Talvehtiminen Overwintering	
					Peittaamaton Untreated 10–0	Peitattu Treated 10–0
Puutarhantutkimuslaitos <i>Department of Horticulture</i>						
Piikkiö						
1950/51	Varma	4 060	+ 380	+ 9	7.1	8.1
1951/52	»	2 490	+ 440	+18	5.2	5.8
1952/53	»	3 240	+ 370	+11	7.3	7.8
1953/54	»	3 380	– 80	– 2	9.6	9.4
1954/55	»	2 540	+ 820	+32	6.9	7.9
Kasvinviljelylaitos <i>Department of Plant Husbandry</i>						
Tikkurila						
1950/51	Varma	1 810	+1 410	+78	4.2	7.2
1951/52	»	1 820	– 20	– 1	1.8	2.0
1952/53	»	4 030	+ 40	+ 1	9.9	9.8
Kasvitautilien tutkimuslaitos <i>Department of Plant Pathology</i>						
Tikkurila						
1950/51	Virtus	3 500	+ 250	+ 7	8.5	9.7
1951/52	Varma	3 190	– 60	– 2	9.1	9.1
1952/53	»	1 780	+ 160	+ 9	9.3	10.0
1953/54	»	3 330	– 70	– 2	10.0	10.0
1954/55	»	1 620	+ 320	+19	6.2	7.8
1955/56	Ertus	1 530	+ 290	+19	3.0	5.0
1957/58	»	3 130	+ 190	+ 6	7.8	8.9
1958/59	»	2 340	+ 350	+15	0.8	4.3
Karjalan kocasema <i>Carelia Agr. Exp. Sta.</i>						
Anjala						
1951/52	Varma	4 450	– 90	– 2	9.9	9.8
1952/53	»	3 440	+ 590	+17	5.9	6.8
1953/54	»	2 740	+ 30	+ 1	8.5	8.5
Hämeen kocasema <i>Häme Agr. Exp. Sta.</i>						
Pälkäne						
1950/51	Varma	2 810	+ 720	+33	6.7	8.0
1951/52	»	4 210	– 170	– 4	8.3	8.4
1952/53	»	2 150	+ 70	+ 3	6.0	6.5
1953/54	»	1 990	– 180	– 9	6.3	6.4
1954/55	»	4 900	+ 200	+ 4	6.9	7.7
Etelä-Pohjanmaan kocasema <i>South Ostrobothnia Agr. Exp. Sta.</i>						
Ylistaro						
1951/52	Varma	3 750	+ 40	+ 1	9.0	9.0
1952/53	»	1 710	+ 460	+27	4.8	5.9
1953/54	»	2 490	+ 130	+ 5	9.6	9.6
1954/55	»	3 550	+ 70	+ 2	9.3	9.3
1955/56	»	2 850	+ 450	+28	3.9	6.0
1956/57	»	3 110	+ 220	+ 7	9.1	9.2
1957/58	»	4 790	+ 290	+ 6	7.2	7.6

¹⁾ Ennen vuotta 1951 suoritettujen syysvehnän peittauskokeiden tulokset on selostettu ELOMAAN (1952) julkaisussa.

¹⁾ The results of winter rye seed dressing trials made before 1951 are described in the publication ELOMAA (1952).

Peittauksella saatujen sadonlisäysprosenttien jakaantuminen suuruuden mukaisiin ryhmiin v. 1930—1961 kokeissa.

Classification of winter cereals trials according to percentage increases in yield due to seed treatment, 1930—1961.

Sadonlisäys- prosenttiluvut Percentage increase	Syysruiskokeita		Syysvehnäkoikeita	
	kpl Winter rye trials No.	%	kpl Winter wheat trials No.	%
50 <	20	9.7	1	1.6
31—50	14	6.8	4	6.2
21—30	16	7.7	3	4.7
11—20	28	13.5	10	15.6
6—10	40	19.3	14	21.9
1—5	39	18.8	19	29.7
≤ 0	50	24.2	13	20.3
Yhteensä — Total	207	100	64	100

Peittauksella saatujen sadonlisäyksiä jakaantuminen suuruuden mukaisiin ryhmiin v. 1930—1961 kokeissa.

Classification of winter cereal trials according to increase in yield due to seed treatment, 1930—1961.

Sadonlisäykset kg/ha Increase in yield kg/ha	Syysruiskokeet		Syysvehnäkoikeet	
	kpl Winter rye trials No.	%	kpl Winter wheat trials No.	%
1000	11	5.3	1	1.6
501—1000	25	12.1	6	9.4
101—500	89	43.0	31	48.4
1—100	32	15.4	13	20.3
≤ 0	50	24.2	13	20.3
Yhteensä — Total	207	100	64	100

telmaan otettu Toivo-rukiin tai sen puuttuessa muun yleisesti viljellyn lajikkeen satotulos.

Syysruiskokeista, yhteensä 207 koetta, oli 33 %:ssa peittauksesta johtuva jyväsatojen lisäys 6—20 %. Neljännessä osassa kokeita olivat sadonlisäykset yli 20 %. Vajaassa viidennessä osassa kokeita sadonlisäykset jäivät alhaisiksi (1—5 %). Neljäsosa kokeista ei antanut sadonlisäyksiä.

Syysvehnäkoikeista, yhteensä 64 koetta, oli 37.5 %:ssa peittauksella saatu jyväsatojen lisäys 6—20 %. Kokeista 12.5 %:ssa jyväsatojen lisäys nousi yli 20 %:n. Sadonlisäykset jäivät alhaisiksi (1—5 %) vajaassa kolmannessa osassa kokeita, eikä sadonlisäyksiä saatu 20 %:ssa kokeita.

Kaikkien syysruiskokeiden jyväsatojen lisäyksen keskiarvo ja virhe, laskettuna 207 kokeesta, oli $19.6^{***} \pm 3.7\%$. Vastaavasti syysvehnäkoikeiden sadonlisäysten keskiarvo ja virhe, laskettuna 64 kokeesta, oli $8.8^{***} \pm 1.7\%$. Sadonlisäykset olivat siis t-testiä käyttäen erittäin merkitsevät.

Kun peittauksella saatavat sadonlisäykset vaihtelevat suuresti eri osissa maamme, samoin kuin ne vaihtelevat eri vuosina riippuen lumihomeen tuhoista, eivät edellä esitetyt sadonlisäysten keskiarvot voi osoittaa, kuinka suureksi on arvioitava peittauksesta johtuva vuosittainen keskimääräinen prosentuaalinen sadonlisäys koko maassa. Sen sijaan kokeet osoittavat, mikä merkitys syysviljan peittauksella on eri osissa maamme. Peittauksella voidaan odottaa saatavan sadonlisäyksiä syysviljoille useimpina vuosina maamme keski-, itä- ja pohjoisosissa. Huomattavia sadonlisäyksiä saadaan myös maan länsi- ja eteläosissa. Täällä on ratkaiseva merkitys paikallisilla olosuhteilla kuten edellä sillä 183 osoitettiin; metsättömillä, aukeilla alueilla jäävät lumihomeen vahingot yleensä vähäisiksi, kun taas muissa paikoissa voi esiintyä suuria lumihomeen tuhoja.

Sekä syysrukiilla että syysvehnällä suoritetuista kokeista 60 %:ssa jyväsatojen lisäykset olivat yli 100 kiloa hehtaaria kohti. Kun peittausainekustannukset ovat vähäiset, 150—200 markkaa yhden hehtaarin siemenmäärää kohti, on peittaus sangen kannattava toimenpide, ja maassamme olisi päästävä siihen, että kaikki syysrukiin ja syysvehnän siemen vuosittain peitettäisiin. Tähän ei oloissamme ole vielä kuitenkaan päästy. Tarkkoja tietoja siitä, kuinka suuri osa syysviljojen siemenestä meillä vuosittain peitataan, ei ole ollut saatavissa. Likimääräisesti arvioiden maassamme nykyisin peitataan lähes $\frac{3}{4}$ leipäviljan siemenestä. Peittauksen nykyisestäään yleistymisen esteenä eivät ole ainekustannukset vaan se, että peittauksen koneellistamista ei ole vielä saatu järjestetyksi kuten monissa muissa maissa, joissa siemenen käsittely tapahtuu yleisimmin koneellisesti. Meillä tapahtuu siemenen peittaus vielä tavallisimmin kotioloissa peittautystynnyreissä, joilla työn suorittaminen on hidasta. Viime aikoina on kuitenkin ryhdytty hankkimaan myllyihin ja siemenliikkeisiin suurtehoisia peittauskoneita käytettäväksi ympäristön viljelijöille. Tämäntapaista toimintaa olisi maassamme pyrittävä kaikin tavoin edistämään perustamalla »peittausasemia», joissa viljan käsittely suoritettaisiin koneellisesti yhteisesti paikkakunnan viljelijöille.

Johtopäätökset

Eri koepaikoissa v. 1930—1961 suoritetuissa 207:ssä syysrukiin peittauskokeessa, joissa käytettiin org. elohopeavalmisteita, oli 33 %:ssa peittauksesta johtuva jyväsatojen lisäys 6—20 %. Yli 20 %:n jyväsatojen lisäykset saatiin 24 %:ssa kokeita. 19%:ssa kokeita olivat jyväsatojen lisäykset alle 6 % ja neljännessä osassa kokeita ei ollut jyväsatojen lisäyksiä.

Eri koepaikoissa v. 1934—1960 suoritetuissa 64:ssä syysvehnän peittauskokeessa, joissa käytettiin org. elohopeavalmisteita, oli 37.5 %:ssa kokeita peittauksesta johtuva jyväsatojen lisäys 6—20 %. Yli 20 %:n jyväsatojen lisäyksen antaneita kokeita oli 12.5 %. 30 %:ssa kokeita olivat jyväsatojen lisäykset alle 6 %, ja viidennessä osassa kokeita ei ollut jyväsatojen lisäyksiä.

Kaikkien syysruiskokeiden jyväsatojen lisäyksen keskiarvo ja virhe, laskettuna 207 kokeesta, oli $19.6^{***} \pm 3.7\%$. Vastaavasti syysvehnäkokeiden sadonlisäysten keskiarvo ja virhe, laskettuna 64 kokeesta, oli $8.8^{***} \pm 1.7\%$.

Peittauksen satoja parantava vaikutus johtui sekä syysruis- että syysvehnäkokeissa etupäässä org. elohopeavalmisteiden tehosta lumihomeeseen talvehtimisen aikana.

Eräissä syysrukiin peittauskokeissa oli todettu peittauksen jonkin verran alentaneen satoja, mikä johtui joko siitä, että oras kasvoi liian reheväksi ja oli siten alttiimpaa lumihomeen tuhoille kuin heikommin kasvanut peittaamattoman siemenen oras, tai siitä, että peitatuissa koejäsenissä kasvusto kehittyi kasvukauden aikana liian tiheäksi.

Peittauksella voidaan odottaa saatavan sadonlisäyksiä syysviljoille useimpina vuosina maan keski-, itä- ja pohjoisosissa runsaan lumihomeen esiintymisen vuoksi. Huomattavia sadonlisäyksiä saadaan myös maan länsi- ja eteläosissa. Ratkaiseva merkitys lumihomeen esiintymisessä on tällöin paikallisilla olosuhteilla. Luoteis- ja Länsi-Suomen rannikkoalueilla samoin kuin muuallakin metsättömissä, aukeissa paikoissa lumihomevahingot jäävät yleensä vähäisiksi, kun taas lumisissa paikoissa on odotettavissa runsaita lumihometuhoja.

Lajikekokeissa jäivät jyväsatojen lisäykset Toivo- ja Ensi-rukiilla pienemmiksi kuin Pekka- ja Visa-rukiilla, mikä osoittaa ensin mainittujen lajikkeiden olevan muita paremmin lumihometta kestäviä. Jos kuitenkin olosuhteet ovat suotuisat taudin esiintymiselle, voi näissäkin lajikkeissa esiintyä suuria lumihomevaurioita, jolloin peittauksella saadaan huomattavia sadonlisäyksiä.

Vähälumisina talvina on peittauksen satojaparantava vaikutus ollut vähäistä, mikä johtuu lumihomeen niukkuudesta.

Syysviljojen siementen peittäus on Suomessa erittäin kannattava toimenpide lumihomeen aiheuttamien runsaiden vahinkojen torjumiseksi, minkä vuoksi kaikki syysrukiin ja syysvehnän siemen kannattaa vuosittain peitata.

KIRJALLISUUTTA

- ELOMAA, ANTTI 1952. Viljan peittauskokeiden tuloksia vuosilta 1928—1950. Summary: Results of cereal treatment experiments with disinfectants during the years 1928—1950. Valt. maatal. koetöim. tied. 226: 1—43.
- JAMALAINEN, E. A. 1956. Overwintering of plants in Finland with respect to damage caused by low-temperature pathogens. Selostus: Kasvien talvehtimiskysymys Suomessa tuhosiendien vahinkoja silmälläpitäen. Valt. maatal.koetöim. julk. 148: 5—30.
- »— 1958 a. Kasvien talvehtimisestä ja sen parantamismahdollisuuksista. Kasvinsuojeluseur. julk. 13: 1—40.
- »— 1958 b. The effect of seed dressing of winter cereals on low-temperature parasitic fungi. Maatal.tiet. aikak. 30: 200—201.
- RAINIO, A. J. 1926. Lumihome ja sen vastustaminen. Maatalous 19: 199—201.

SUMMARY

Trials on seed treatment of winter cereals in Finland

E. A. JAMALAINEN

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

Snow mold [*Fusarium nivale* (Fr.) Ces.] causes great damage to winter cereals in Finland (cf. JAMALAINEN 1956). This is confirmed by the increase in grain yield obtained in seed dressing trials carried out in Finland since the 1930's. ELOMAA in his publication of 1952 describes the results of seed dressing trials performed in various parts of the country during the years 1930—1950. Of these trials 126 were on winter rye and 35 on winter wheat.

Trials on seed treatment of winter cereals were continued in the 1950's at the Agricultural Research Centre and at various experimental stations throughout the country, including the Carelia Peat Cultivation Experiment Station. The results of these tests shown in Tables 1 and 3 are mostly taken from variety trials carried out at the experiment stations; in these trials one or more varieties of both treated and untreated seed were sown.

The fungicides employed in all the trials were commercial products containing organic mercury compounds as their active ingredient. The rate of dressing was 2 grams of compound per kilogram of seed. The trial plots averaged 20 m² in size and there were generally 4 replicates.

Trials on winter rye

Trials carried out in Finland have shown that in this country seed dressing with organic mercury compounds gives effective protection to the seedlings against snow mold during the winter (cf. JAMALAINEN 1958 b). In most cases the seed used in these trials was free of fungi (cf. Table 1). In those cases where germination was poor, this was not due to fungal infection but to other causes. Emergence in the autumn was usually normal (Table 2). In the spring the stands in the untreated plots were often found to be badly damaged by snow mold. The treated plots, on the other hand, showed much less damage, a fact which was confirmed by the increase in grain yield obtained. In many cases seed dressing gave almost complete protection against *Fusarium nivale* infection. Thus the small amount of organic mercury compound which was introduced into the soil along with the seed was very efficacious in controlling snow mold.

Seed treatment, however, does not always protect the seedlings from fungal infection during the course of the winter. If conditions are favorable for fungal growth, it may often happen that the treated seedlings are as badly infected by snow mold as the untreated ones. This can be seen in the trials shown in Table 1.

Sometimes the effect of seed treatment is to make the seedlings, when protected from snow mold, grow too vigorously and as a result the final grain yield may be lower than that from untreated seed. For example, in trials with Greus rye carried out at the Polar Circle Experiment Station at Apukka (Table 1), it was found in spring 1956 that there was considerably more snow mold in the plots sown with treated seed than in the plots sown with untreated seed. This was due to the fact that the seedlings from dressed seed grew very vigorously and were thus more readily damaged by the fungus during the winter than the slower-growing control seedlings, and as a result the treated plots yielded 10 % less grain than the untreated ones. At the North Savo Experiment Station at Maaninka seed dressing in 1958/59 clearly reduced the yield of the treated plots of winter rye (Table 1). This was due to the fact that the growth of the treated plots was spared from snow mold damage and in the following spring and early summer favourable weather conditions stimulated the growth of the plants to such an extent that the treated stands grew too densely. In trials carried out in 1960/61 at the Department of Plant Pathology, Tikkurila, the

stands in the treated plots were much more vigorous in the autumn than the untreated plots. In the following spring, however, the treated plots showed more fungal infection than the control plots, and as a result the grain yield of the treated plots was 8 % lower than that of the untreated ones (Table 1).

The damage caused by snow mold is greatest in the regions with a thick cover of snow in central, eastern and northern Finland. This is seen from the results of trials carried out at various localities in the region of the Central Finland Experiment Station as well as at the South Savo Experiment Station, the Polar Circle Experiment Station and the Carelia Peat Cultivation Station. On the other hand, yield increases were relatively small at the North Savo Experiment Station (Table 1). Both general observations and experimental trials indicate that snow mold usually occurs only to a small extent in the cleared, unforested regions of southwestern and western Finland, such as the experimental stations located at Mietoinen and Harjavalta. Also, at the Central Ostrobothnia and North Ostrobothnia Experiment Stations yield increases in response to seed dressing have been generally slight (Table 1). In the coastal regions of Uusimaa province in South Finland the occurrence of *Fusarium nivale* shows great variations. For example, at the Tammisto Plant Breeding Station snow mold has very little damaging effect in trials on winter cereals, whereas at Tikkurila, located only a few miles distant, this disease often causes extensive injury (Table 1).

Weather conditions have an important effect on the extent of damage caused by *Fusarium* and consequently on the yield increases obtained by seed dressing. In winters when there is little snow and the ground is frozen to a great depth (such as 1956/57), seed dressing does not give much increases in yield, since in such winters snow mold does not occur to any great extent. On the other hand, in winters with a heavy snow cover when the ground is generally only slightly frozen, snow mold causes severe damage and thus seed dressing improves the grain yield of winter rye. In Finland winters of the latter type are in the majority and are the rule in most parts of the country.

At the South Savo and North Savo Experiment Stations as well as at the Peat Cultivation Station at Tohmajärvi, trials with both treated and untreated seed of several winter rye varieties have been carried out for many years (Table 1). According to the results of these trials, the yield increases from treated seed were smaller in the varieties Toivo and Ensi than in Pekka and Visa. In years when conditions favored the growth of low-temperature parasitic fungi, these first-mentioned resistant varieties also suffered great damage due to snow mold and thus seed treatment resulted in large yield increases.

Trials on winter wheat

There have been considerably fewer trials on winter wheat than on winter rye. In Table 3 are presented the results of seed dressing trials with winter wheat. These trials were performed in the same manner as those on rye. It is seen that in some cases seed treatment led to very great increases in grain yield.

The effect of seed dressing in producing yield increases in winter wheat is due, as in the case of rye, to the control of snow mold by the organic mercury compound in the fungicide. The seed in these trials generally germinated normally and was free of disease. Emergence of the seedlings in the autumn was satisfactory and there was a healthy, dense stand before the onset of winter. Thus the small amount of organic mercury compound which was introduced into the soil along with the seed effectively controlled snow mold during the course of the winter.

The significance of seed treatment of winter cereals

In the table on page 186 are summarized all the seed dressing trials carried out on winter rye and winter wheat during the years 1930—61. In this table the results of the winter rye variety

trials (Table 1) refer to the variety Toivo or, if this variety was lacking, to the most generally cultivated variety.

W i n t e r r y e. In 33 % of the trials on winter rye seed dressing gave increases in grain yield of between 6 and 20 %. In nearly one-fourth of the trials the yield increase was over 20 % and in one-tenth of the trials an increase of over 50 % was obtained. About one-fourth of the trials showed no increase in yield. In more than 60 % of the trials the increase in grain yield was 100 kg per hectare or higher. The average grain yield increase in 207 rye trials due to seed dressing was $19.6^{***} \pm 3.7\%$.

W i n t e r w h e a t. Seed treatment of winter wheat also proved to give considerable increases in grain yield. In 37.5 % of the trials the yield increase was 6—20 % and in 12.5 % the increase was over 20 %. About 30 % of the trials gave increases of less than 6 % and in one-fifth no yield increases at all were obtained. In about 60 % of the trials the yield increase was over 100 kilograms per hectare. The average grain yield increase in all of the 64 winter wheat trials was $8.8^{***} \pm 1.7\%$.

Seed dressing can be expected to result in yield increases in most years in the central, eastern and northern parts of Finland. In the western and southern regions of the country, too, considerable increases in yield are often obtained. The increases in these latter regions depend to a great extent on local geographic conditions: in cleared, open areas damage caused by snow mold is generally quite limited, whereas in other areas, especially where the snow cover is heavy, there may be extensive injury by this fungus.

Seed dressing of winter cereals is an effective and economically profitable measure to prevent damage caused by snow mold, and therefore it is recommended that all seed of winter rye and wheat be regularly treated before sowing.

THE EFFECT OF SNOW COVER ON TEMPERATURE CONDITIONS IN THE SOIL AND OVERWINTERING OF FIELD CROPS

AARREYLIMÄKI

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

Received July 28, 1962

The success of ley crops, winter cereals and winter turnip rape depends to a great extent upon their overwintering, and therefore yields of these field crops vary considerably from year to year. During the winter such crops are exposed to the injurious effects of both climatic and related abiotic factors, such as freezing, soil frost heaving, standing water and ice layers, as well as low-temperature parasitic fungi (*Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp., *Typhula* spp.), which are themselves dependent in large part upon weather conditions during the winter.

One important characteristic of winter weather conditions in Finland is the fact that both the thermal winter and the period when the ground is covered with snow are very long (Fig. 1). With the exception of the coastal regions, the snow cover is usually very thick. Generally the snow cover is at its maximum around the middle of March, when its depth in southern Finland is 20—40 cm, central Finland 50—70 cm, western Finland 40—60 cm, and in the eastern and northern parts of the country 50—90 cm (KERÄNEN and KORHONEN 1952). The depth of the snow cover in the southern part of Finland is primarily dependent upon the coldness of the winter, while in the north, where the winter temperature is generally low, it depends mainly on the amount of snowfall.

Investigations on the effect of the snow cover on the temperature conditions in the soil have been made by KERÄNEN (1920), SIMOLA (1926), JUUSELA (1945) and PESSI (1956), among others. The protective effect of a snow layer on overwintering plants has been mentioned in both Finnish and foreign publications (KERÄNEN 1923, SIMOLA 1926, AGERBERG 1935, EKSTRAND 1938, SANDBERG 1941, SALMON 1941, KOKKONEN 1942, JAMALAINEN 1954, 1956, 1958, VALLE 1958). On the other hand, certain research workers have pointed out that the snow cover increases the injuries

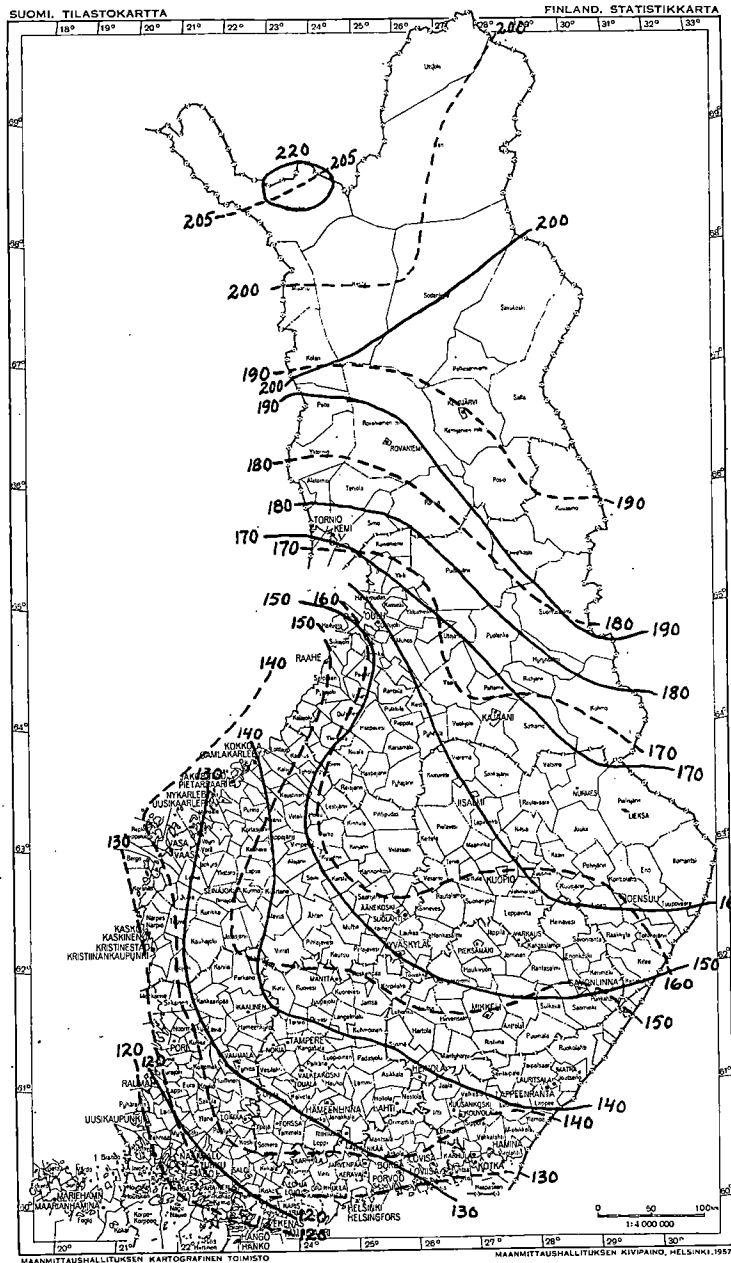


Fig. 1. Average number of snow cover days (—) and length of thermal winter in days (---) according to SIMOJOKI (1947) and KOLKKI (1950).
 Kuva 1. Lumipeitepäivien keskimääräinen lukumäärä (—) ja termisen talven pituus (---) vuorokautta SIMOJOEN (1947) ja KOLKIN (1950) mukaan.

caused by low-temperature parasitic fungi (TUMANOV, BORODINA and OLEINIKOVA 1935, EKSTRAND 1938, PICHLER 1952, JAMALAINEN 1954, 1956, POHJAKALLIO and SALONEN 1956). Such data on the temperature under the snow and on the overwintering of plants are based upon observations and measurements made during many winters under varying snow conditions. Results of specially arranged snow cover trials have apparently not previously been published in this country.

At the Department of Plant Pathology, in addition to the usual overwintering studies on field crops, special field trials were carried out during the winters of 1951—54 in order to investigate the effect of the snow cover on the overwintering of certain crops. In connection with these trials, and also in the winters of 1955—60, regular measurements were made of the temperatures at the surface of the ground and at various depths in the soil and the snow cover. The chief purpose of these measurements was to determine the low-temperature influences to which plants are exposed under differing snow conditions.

Experimental methods

In the snow cover trials, which had been arranged in order to investigate the effect of the snow cover on overwintering plants, certain plots of the field were kept free of snow for varying periods during the winter. When snow was falling they were covered for a short period, but immediately afterwards the snow was removed to the adjoining plots, which consequently had a thicker snow cover than normal. In the winter of 1953/54 snow was maintained on one plot until May 15 by means of a 20 cm thick layer of sawdust applied on March 24.

Temperature measurements were made with a thermocouple instrument. The thermocouple elements were placed in such a manner as to give the most accurate readings possible; for instance, the element was placed in the soil in a horizontal position in a small hole dug for the purpose. The elements on the surface of the ground were covered with a layer of soil about 0.5 cm thick. The elements which were in the air, on the surface of the ground during periods without snow, as well as those on the plots kept free of snow, were protected by radiation shields. These were made of glossy aluminum sheeting and were either the Budig model (1951—55) or cylinders 3 cm in diameter and 15 cm long (1956—60). PESSI (1954) showed that when the latter type of shield is used, slightly lower temperatures are obtained than with the Budig model, but since in these investigations attention was primarily given to the relative temperatures occurring during the same period, such a difference between the two shield types has no great significance.

In the snow cover trials the thermocouple elements were placed on the surface of the ground in the plots with a normal snow cover (normal cover during the winter in question), with a thick snow cover, and those kept free of snow. In addition, temperature measurements were made in the winter of 1951/52 at a depth of 10 cm in the soil and at a height of 10 cm above the ground surface; in the winter of 1952/53



a



b

Fig. 2. Snow cover trial during the winter of 1952/53; a March 1953, b April 1953.

Kuva 2. Lumipeitekoee talvella 1952/53; a maaliskuussa 1953, b huhtikuussa 1953.

measurements were made in the soil at depths of 10, 20 and 50 cm. During the five winters of 1956—60 the temperature was measured at the same spot in a red clover ley with a normal snow cover; measurements were made at the ground surface, at a height of 5 cm, and at depths of 5, 10, 20 and 50 cm in the soil.

Table 1. Weather conditions at Tikkurila
Taulukko 1. Sääolot Tikkurilassa

Winter <i>Talvi</i>	Mean temperature °C, deviation from normal <i>Keskilämpötila, poikkeama norm. arvosta °C</i>						Minimum temperature °C <i>Alin lämpötila °C</i>					
	XI	XII	I	II	III	IV	XI	XII	I	II	III	IV
Normal ¹⁾ <i>Norm. arvo¹⁾</i>	0.8	-3.1	-6.2	-6.8	-3.4	2.6	—	—	—	—	—	—
1951—52	-0.5	3.1	3.6	2.8	-6.5	1.4	11.7	-13.8	-15.5	-18.0	-27.7	-13.7
1952—53	-1.2	0.4	0.4	-1.7	2.3	2.1	-15.2	-22.1	-21.2	-23.4	-20.4	-9.6
1953—54	0.8	1.9	-0.3	-5.7	2.5	-0.9	-9.7	-16.3	-23.2	-30.0	-16.4	-7.0
1954—55	-0.5	2.8	0.6	-2.1	-2.3	-1.4	-7.5	-17.8	-24.7	-27.3	-19.9	-18.6
1955—56	-0.7	-7.3	-1.6	-7.5	-1.3	-2.5	-22.7	-30.3	-31.5	-34.8	-24.9	-21.0
1956—57	-3.4	0.9	3.6	4.2	-3.6	-1.0	-13.9	-14.3	-16.0	-13.3	-30.2	-15.7
1957—58	0.2	0.9	-2.9	-2.9	-4.0	-1.4	-19.5	-23.1	-31.7	-29.5	-27.8	-12.5
1958—59	2.5	-3.2	1.2	4.3	3.3	1.4	-12.7	-26.0	-27.2	-22.5	-12.3	-9.8
1959—60	0.8	-1.8	-3.4	-2.8	-1.5	-0.8	-7.9	-17.0	-28.8	-27.7	-28.3	-17.1

¹⁾ Normal temperature = mean for the years 1921—50; soil frost, and snow cover figures = means

²⁾ *Keskilämpötila vuosina 1921—50; routa, lumen vahvuus ja lumipeitepäivien lukumäärä keskimäärin vuosina*

Since the main purpose of these studies was to compare the minimum temperatures measured at the various levels under differing snow conditions, only the minimum readings taken daily at 8.30 a. m. during the winter months are presented.

The thickness of the snow cover was gauged by means of graduated stakes placed vertically in the soil adjacent to the places where the temperature measurements were made.

For the sake of comparison, the official meteorologic data for the corresponding months are presented, showing the monthly minimum and mean temperatures as well as depth of ground frost and information on snow cover (Table 1, Figures 3, 4, 5, 6).

The winter survival of the plants was evaluated on a scale of 10—0, using the formula $\text{winter survival} = 10 \times \frac{\text{density in spring}}{\text{density in autumn}}$. The density values (10—0) were determined by counting the number of individual plants per plot.

The effect of snow cover on soil temperature

Since the heat conductivity of snow averages less than 1/10 of that of compact soil and since snow transmits radiation from the sun only to a limited degree, and since, in addition, the albedo of snow is very great (FRANSSILA 1949), a cover of snow during the winter protects the soil to a great extent from excessive heat loss. Indeed, the temperature of the soil in the winter is considerably higher than that of the air and is dependent upon the thickness and nature of the snow cover. According to KERÄNEN (1920) and SIMOLA (1926), a layer of snow 25—30 cm thick in early and mid-winter is able to maintain the temperature of the ground surface at about -7°C when the air temperature is -25°C. PESSI (1956) found a temperature difference

during the winter months 1951—60.
talvikunkausina 1951—60.

Depth of soil frost, cm 15th day of the month <i>Routaa 15. päivänä cm</i>						Depth of snow cover cm <i>Lumen vävyys cm</i>						Days of snow cover <i>Lumipeitepäiviä</i>						
XI	XII	I	II	III	IV	XI	XII	I	II	III	IV	XI	XII	I	II	III	IV	X—V
2	10	18	25	28	19	6	10	21	33	39	21	9	18	28	28	30	13	127
8	0	0	9	12	5	1	1	9	23	42	33	6	4	15	29	31	13	98
2	1	6	25	31	0	20	19	15	30	18	1	7	31	31	28	28	1	126
4	3	15	30	36	14	0	2	12	18	19	4	0	4	30	28	30	2	94
0	0	5	0	7	4	9	7	21	37	46	35	14	15	31	28	31	28	147
0	6	10	11	11	7	8	23	29	61	76	61	17	31	31	29	31	30	171
0	23	35	41	43	32	6	12	5	22	45	17	26	16	25	28	31	24	154
4	12	15	21	23	20	3	11	22	36	50	35	7	18	31	28	31	21	132
0	27	27	20	8	0	5	12	37	45	25	3	1	26	31	28	31	5	122
8	26	30	37	41	24	8	9	35	44	50	27	10	25	31	29	31	16	146

for the years 1946—60.
 1946—60.

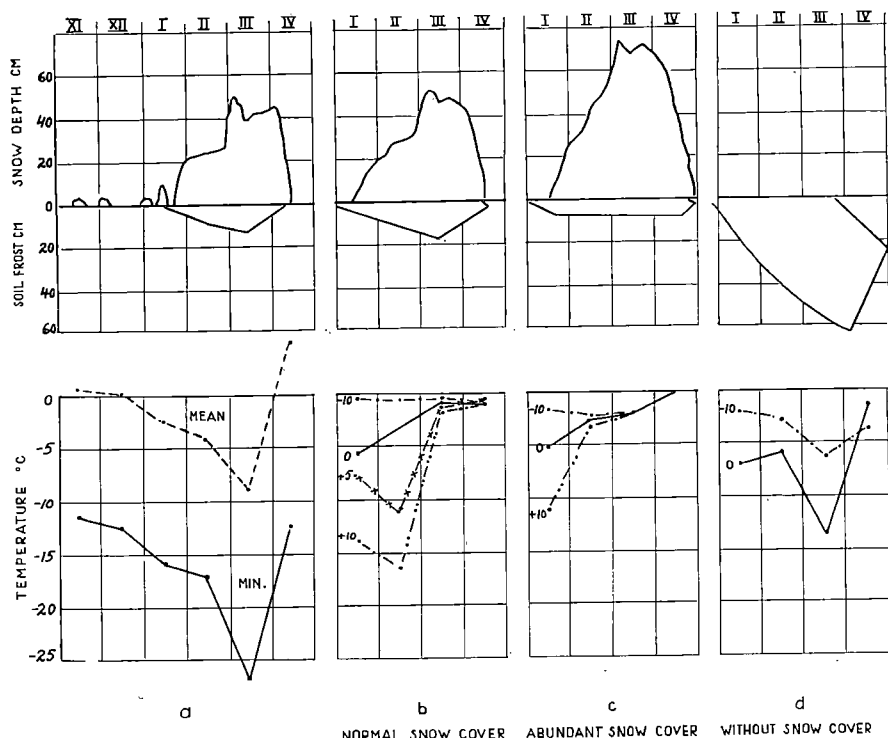


Fig. 3. Weather conditions (a) and monthly minimum temperatures (b—d) in snow cover trials at Tikkurila during the winter of 1951/52; 0 = ground surface, +5 = 5 cm above the ground surface, -10 = 10 cm below the ground surface.

Kuva 3. Sääolot Tikkurilassa talvella 1951/52 (a) ja kuukausien alimmat lämpötilat lumipeitekokeessa (b—d); 0 = maan pinta, +5 = 5 cm maan pinnan yläpuolella, -10 = 10 cm maan pinnan alapuolella.

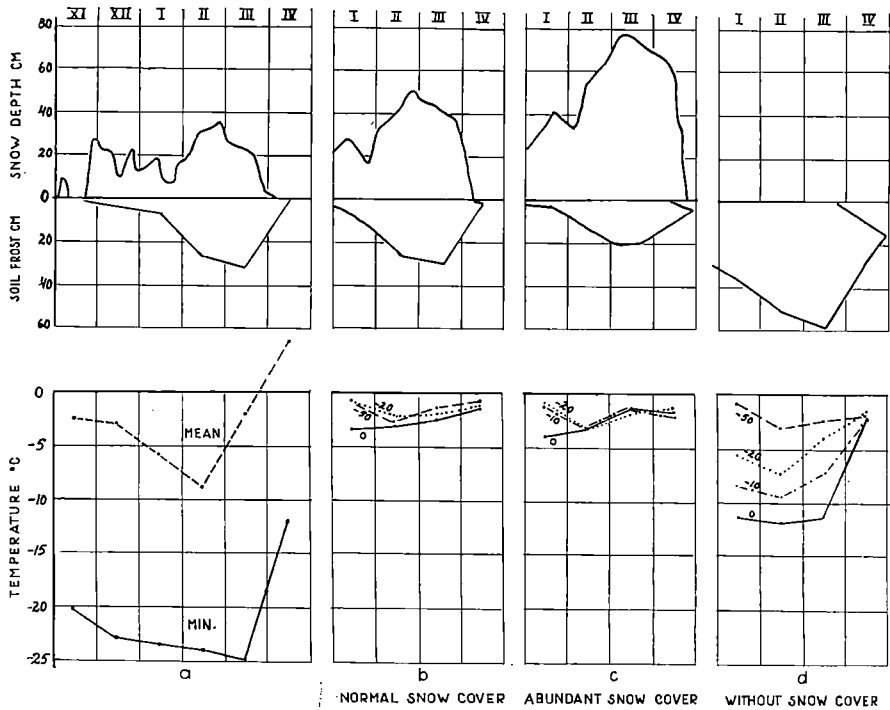


Fig. 4. Weather conditions (a) and monthly minimum temperatures (b—d) in snow cover trials at Tikkurila during the winter of 1952/53.
 Kuva 4. Sääolot Tikkurilassa talvella 1952/53 (a) ja kuukausien alimmat lämpötilat lumipeitekoikeessa (b—d).

of 11°C between the soil surface and the upper surface of a 13 cm thick layer of newly fallen snow. As the snow becomes more compacted during the latter part of the winter, its heat-insulating effect decreases (KERÄNEN 1920).

Observations on the effect of the snow cover in preventing soil from freezing have been made by KERÄNEN (1923), SIMOLA (1926), AGERBERG (1935, 1948) and JUUSELA (1945). Since water in the soil only freezes below 0°C, a layer of snow as little as 15—20 cm thick can, according to KOKKONEN (1942), prevent the occurrence of soil frost.

Temperature measurements in the snow cover trials of 1951—54. In the winters of 1951/52, 1952/53, and 1953/54 the weather conditions were typical of winters occurring in southern Finland. The temperature measurements made during these winters in normal snow cover conditions give a many-sided picture of the effect of the snow cover on the temperature of the surface and interior of the soil. Further enlightening information, however, is provided by the measurements of both temperature and ground frost made on the snow-free plots and on those with a thick snow cover. (Figures 3, 4, and 5). As soon as 10—20 cm of snow had accumulated, the temperature at the surface of the ground began to

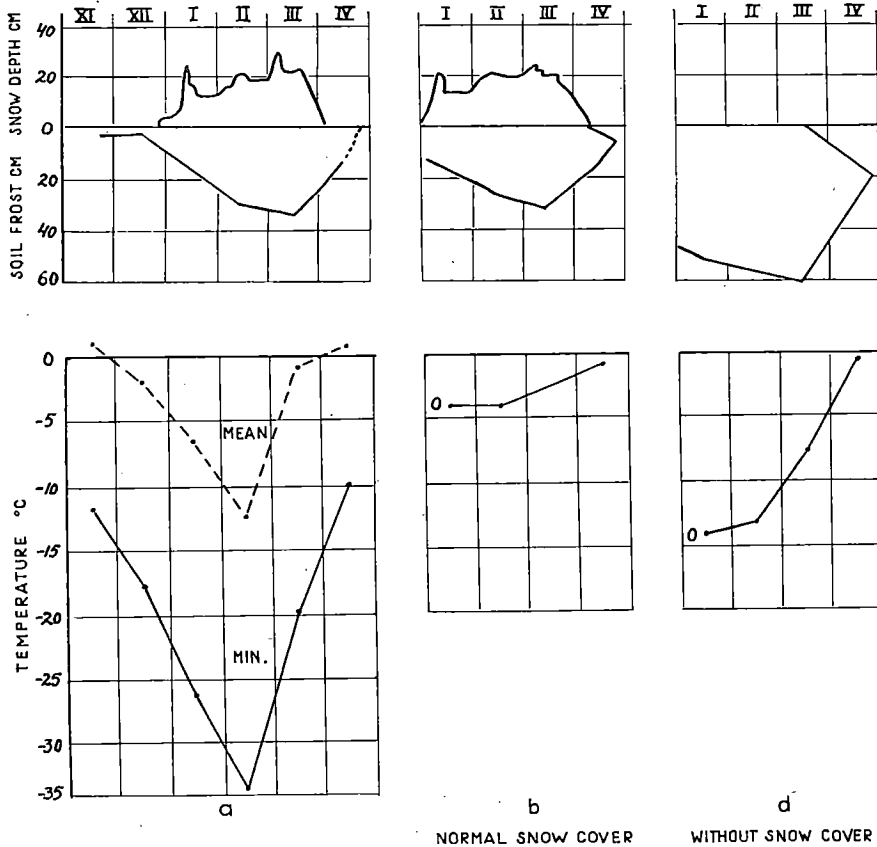


Fig. 5. Weather conditions (a) and monthly minimum temperatures (b, d) in snow cover trials at Tikkurila during the winter of 1953/54.

Kuva 5. Sääolot Tikkurilassa talvella 1953/54 (a) ja kuukausien alimmat lämpötilat lumipeitekoikeessa (b, d).

remain above -5°C even though the air temperature dropped to between -16° and -34°C (February 1952, January 1953, January—March 1954, December 1954). As the snow cover increased in thickness, its temperature-insulating effect correspondingly increased.

The minimum temperatures at the ground surface were approximately the same on the plots with a normal and with a thick snow cover. On the plots which were kept free of snow the surface temperature varied according to the air temperature but was, nevertheless, $8\text{--}20^{\circ}\text{C}$ higher than the latter. This difference was due to the fact that even on the snow-free plots there was a small amount of hardened snow or ice which prevented the fluctuations in air temperature from having an immediate effect on the thermocouple elements. In addition, it also prevented loss of heat from the ground to the air.

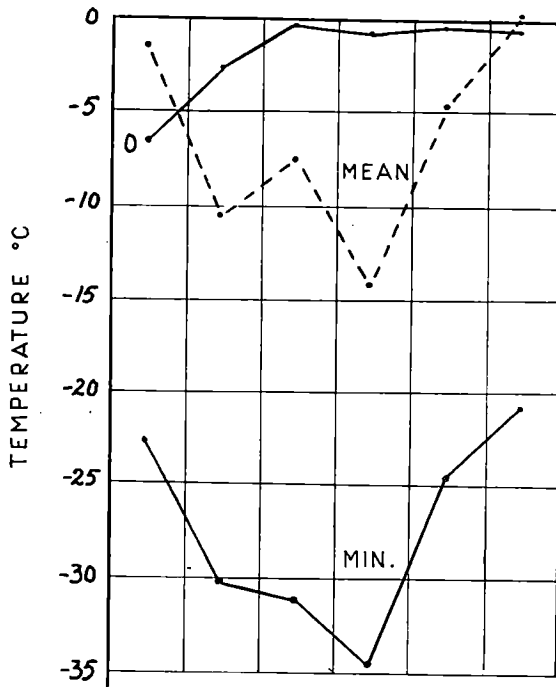
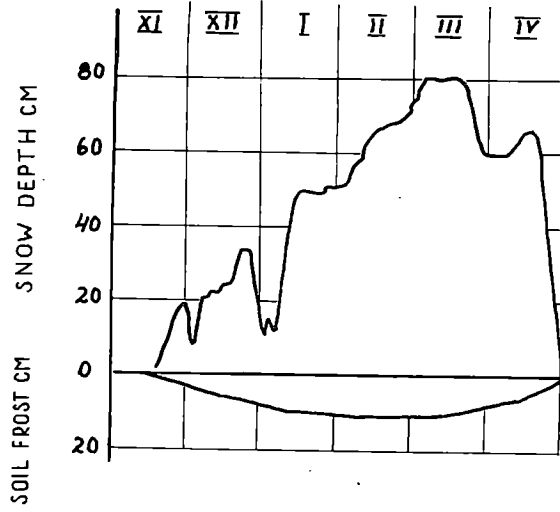


Fig. 6. Weather conditions and monthly minimum temperatures at the ground surface (0) at Tikkurila in the winter of 1955/56.

Kuva 6. Sääolot Tikkurilassa talvella 1955/56 ja kuukausien alimmat lämpötilat maan pinnassa (0).

In these trials the snow cover was found to have a definite effect on the depth of the ground frost (Figures 3, 4, 5). In these years the maximum depth of the ground frost in the month of March under a normal snow cover varied from 12 to 22 cm, whereas in the snow-free areas it was as great as 55—64 cm. Under a thick snow cover the ground frost was about one-fourth less deep than under a normal snow cover. Ground frost may thaw to a small extent while there is still snow on the ground, but the real thawing does not occur until the snow has disappeared, since only then is there sufficient heat in the soil (KOKKONEN 1942). Since the heat required to melt the snow is greater when there is abundant snow, a thick snow cover which remains long on the ground will tend to delay the start of the growing season (compare Fig. 12). Such a delaying effect is partly compensated, however, by the fact that the layer of ground frost is thinner under a thick snow cover than under a normal snow cover.

Temperature measurements in the years 1955—60. In the winter of 1955/56 the temperature at the surface of the ground was measured in a red clover field (Fig. 6). This was a winter with exceptionally abundant snow for southern Finnish conditions. A lasting snow cover was formed on unfrozen ground as early as mid-November and remained until the end of April. The total number of snow cover days was 171. Although all the winter months were colder than normal, the thick snow cover prevented the freezing of the soil throughout the winter. Likewise the minimum temperature at the surface of the soil remained around 0°C from the month of December. Such temperature conditions were ideal

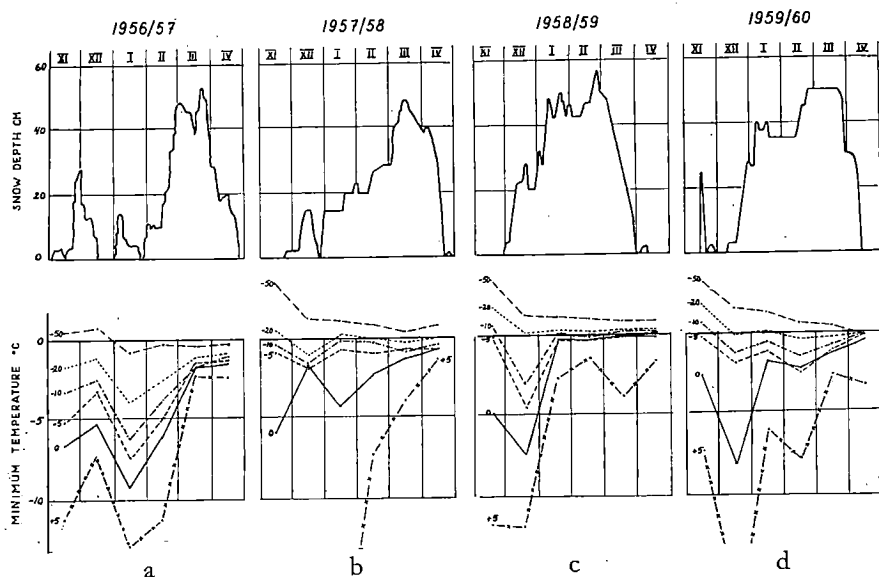


Fig. 7. Temperature measurements in the winters of 1956—60; 0 = ground surface, +5 = 5 cm above the ground, -5 = 5 cm below the ground surface, etc.

Kuva 7. Lämpötilamittaukset talvina 1956—60; 0 = maan pinta, +5 = 5 cm maan pinnan yläpuolella, -5 = 5 cm:n syvyydessä maassa jne.

for low-temperature parasitic fungi, and in the spring extremely great damage was found in all overwintering plants.

The variations in winter weather conditions during the years 1956—60 are typical of the winters in southern Finland, although no winter of exceptionally light snow occurred during this period (Table 1, Fig. 7).

In the winter of 1956/57 snow fell on unfrozen ground, but since the snow layer was only about 6 cm thick during November and since this month was about 5°C colder than normal, the ground froze during this period. Between November and mid-February freezing and thawing alternated, and the snow cover remained thin. Under such conditions the melt-water was unable to penetrate the soil, and as a result an ice layer formed on the surface of the ground. This layer was further augmented by the abundant rains which fell in February and then froze. In the spring, after the snow had melted, the fields, including the trial area, were covered by a layer of ice several centimeters thick. This was a common occurrence throughout southern Finland and caused considerable »ice scorch» injuries to overwintering plants (HUOKUNA 1958, TEITTTINEN 1958, JAMALAINEN 1958, RAVANTTI 1960).

Because of the small amount of snow in the early part of the winter, the minimum temperatures from November to February at the surface of the soil and in its upper layers were quite low and clearly lower than those in March and April. On the other hand, at a depth of 50 cm, below the layer of ground frost, the temperature remained close to 0°C during the entire winter (Fig. 7a).

Winter 1957/58. The ground had not frozen when a lasting snow cover came, but since the snow cover was thin, the soil gradually froze. From the middle of December onwards, the soil was continuously covered by a layer of snow at least 15 cm deep, and as a result the depth of the ground frost remained small in spite of occasional spells of extremely cold weather in the latter part of the winter. The effect of this snow cover was also clearly seen in the minimum temperatures measured at the surface of the soil and in its superficial layers (Fig. 7b).

The winter of 1958/59 was milder than usual, with the exception of December. When a lasting snow cover was established, there was only a thin layer of ground frost, but it increased during the month of December to a depth of 27 cm. Later the thick snow cover prevented it from increasing further. As a result of rainfall in January, an ice layer formed under the snow on the surface of the ground. The scanty snow cover in November and December and the cold weather in December are confirmed by the minimum temperatures measured during these months (Fig. 7c).

Winter 1959/60. The ground was frozen to a depth of over 10 cm by the time a lasting snow cover was formed, and because of the thin snow cover during most of December the depth of the ground frost increased to 30 cm in January and as much as 40 cm in March. In the period January-March there was abundant snow.

The temperatures at the ground surface and in its vicinity were to some extent similar to those of the preceding winter of 1958/59, even though the air temperatures in these two winters were quite different. Evidently the temperature prevailing

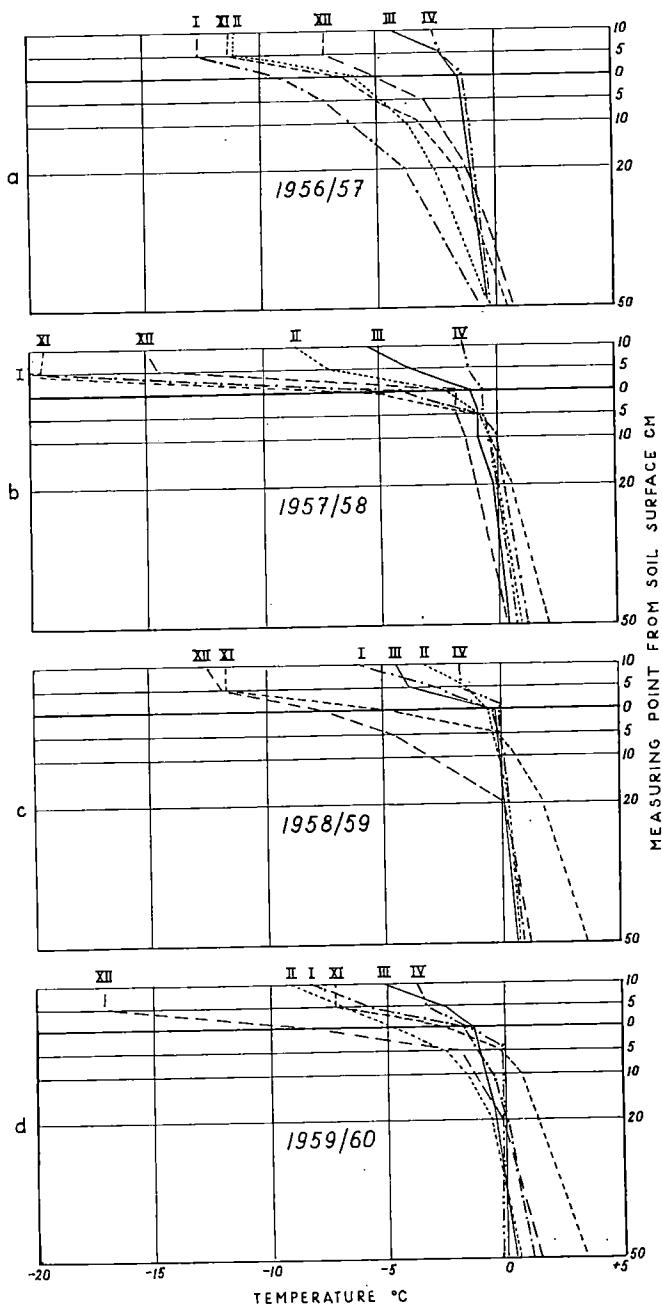


Fig. 8. Vertical distribution of temperature in the soil for each month in the winters of 1956—60.

Kuva 8. Lämpötilan pystysuora jakaantuminen maassa kuukausittain talvina 1956—60.

before the establishment of a lasting snow cover with its effect on soil freezing, together with the depth of the snow and the period which it remained on the ground, had a greater influence on the minimum temperatures at the surface of the ground than the air temperature as such (Fig. 7d).

Comparison of temperatures. From figures 7 and 8 it can be seen that the minimum temperatures 5 cm above the surface of the ground varied closely with the air temperature measured at a height of 2 m and were generally 1–2°C lower than the latter (cf. KERÄNEN 1920, JUUSELA 1945, PESSI 1956). The temperatures at the surface of the soil were also sensitive to changes in air temperature during the time when the ground was free of snow. They considerably higher, however, than the air temperature, a result due to warmth coming from the soil. The lowest minimum temperature at the ground surface, $-9,2^{\circ}\text{C}$, was measured in the January of the »ice scorch» winter 1956/57, at which time the minimum air temperature was -16°C . As soon as a lasting snow cover of at least 15–20 cm came, the soil surface temperature rose to about $-2,5^{\circ}$ and fell below this value only during extremely cold weather (-25 to -30°C), and then only slightly. If the snow cover was thicker than 20 cm during such periods of cold weather, there was no effect on the temperature at the surface of the ground.

Temperature measurements made within the soil showed that the temperature increased with depth, and that the fluctuations in temperature in accordance with the air temperature were less at the deeper observation points than at those closer to the surface of the soil. During the winter of 1956/57, when there was little snow and an ice layer on the ground, the minimum temperatures found at all the observation points differed distinctly from those obtained in other winters.

The fluctuations in temperature at the surface of the ground under snow covers of different depths are seen in the temperature curves for the two winters 1957/58 and 1958/59 (Fig. 9). During the period November 19 to December 7, 1957, the ground at the measuring place was covered by about 2 cm of snow, which scarcely had any effect on the temperature at the surface of the ground. As soon as the snow cover increased to 10 cm on December 9, however, a distinct difference in temperature between the ground surface and the air was noted. When the snow cover was 15 cm thick and at the same time the air temperature dropped to -20°C , this difference amounted to about 18°C . On January 9, when there was still 15 cm of snow, the air temperature was as low as -30°C . This was reflected in the temperature at the surface of the soil, but it decreased only by about 2° , so that the total difference in temperature between the air and the ground surface was as much as 26°C .

The winter of 1958/59, in comparison to normal conditions in southern Finland, was characterized by the early arrival of the snow and the persistence of a thick snow cover during most of the winter. On December 7, a lasting snow cover was formed, which increased to a depth of 20 cm by December 10. The temperature at the ground surface quickly rose to a higher value than that of the air temperature, remaining around -1 to 0°C . These measurements show that a snow cover as thin

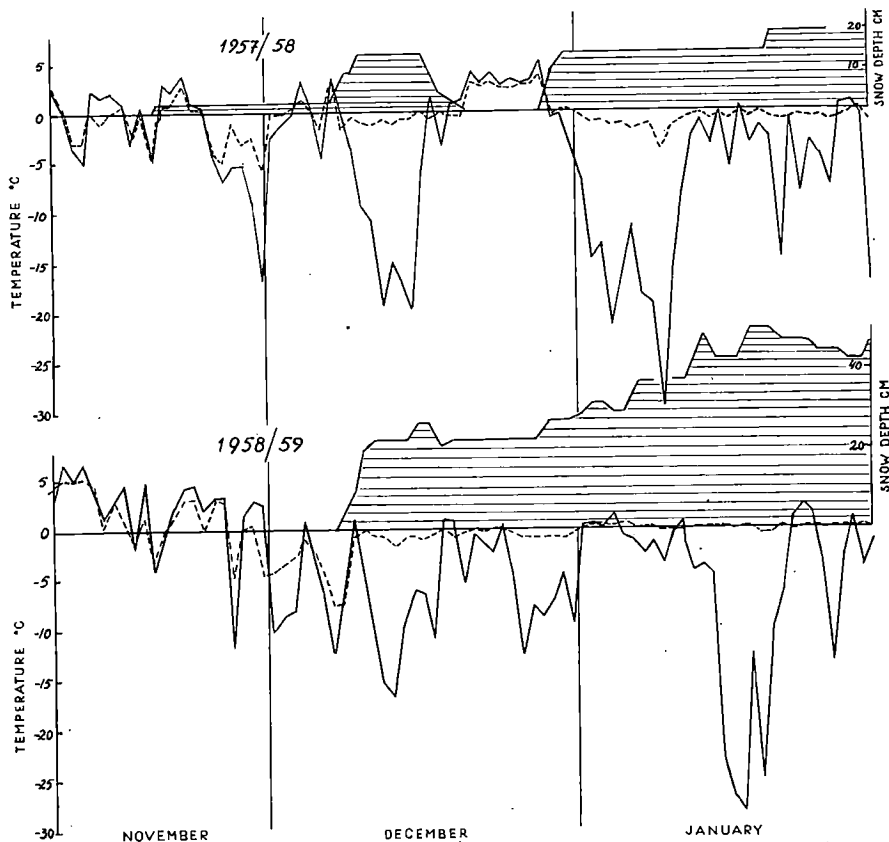


Fig. 9. The effect of snow depth on the temperature at the ground surface in two winters of differing snow conditions, 1957 and 1958; — minimum air temperature, - - - minimum temperature at the ground.

Kuva 9. Lumipeitteen paksuuden vaikutus maan pinnan lämpötilaan kahtena lumioloiltaan erilaisena syystalvena 1957 ja 1958; — alin lämpötila ilmassa, - - - alin lämpötila maan pinnassa.

as 15—20 cm is sufficient to prevent the temperature at the surface of the soil from descending below $-1,5^{\circ}\text{C}$ although the air temperature may be as low as -20°C . This has a very great significance both in protecting plants from frost damage and in hindering the formation of ground frost.

The effect of the snow cover on the overwintering of field crops

In periods when the ground is free of snow, both during the fall and the spring, plants are exposed to great fluctuations in temperature between day and night. Under such conditions they can be killed either directly by freezing or through the action of ground frost heaving. In other cases, rain or water from melting snow accumulates in low places in the fields and, if it remains for a long time, may kill the plants by depriving them of oxygen («smothering»). The same occurs when

the plants are covered by a layer of ice formed by the freezing of the water. Since ice is a good conductor of heat, it also promotes frost damage to the plants under conditions of cold air temperature. The injuries caused by an ice layer are termed »ice scorch» (JAMALAINEN 1958). When ground frost thaws late in the spring, the growing season is often delayed (SIMOLA 1926, AGERBERG 1935, SANDBERG 1941, KOKKONEN 1942, ANTTINEN 1950, TEITTINEN 1960). Failure of the soil to freeze in the fall before the formation of a lasting snow cover may also prove injurious to overwintering plants, since conditions are then favorable for low-temperature parasitic fungi (TUMANOV, BORODINA and OLENIKOVA 1935, EKSTRAND 1938, PICHLER 1952, JAMALAINEN 1954, 1956).

Snow cover trial 1951—1953. The trial plants consisted of one Swedish, three Danish and four Finnish strains of red clover. They were sown in spring 1951 without a nurse crop. The trial area was divided into three plots perpendicular to the rows: 1) normal snow cover, 2) thick snow cover, and 3) free of snow.

Although the early part of winter 1951 was warmer than normal, the temperature at times dropped very low. Since the ground was mostly free of snow until mid-January, it froze and thawed many times with the result that considerable injury to the plants was caused by frost heaving. When a lasting snow cover was finally established on January 18, the ground was only slightly frozen, and during the rest of the winter the depth of the ground frost was never more than about 10—15 cm (Fig. 3).

During the winter of 1951/52 there was no significant difference in the winter survival of red clover in the plots with normal and with thick snow cover, but in the plots without a snow cover the winter survival of the clover was very poor (Table 2). In such snow-free plots all the Finnish clover strains survived better than the foreign ones. The overwintering of Tammisto and Kesko commercial seed was better than that of Fiskars and the commercial seed X. Only one-half of the Swedish Medelsen clover survived, and the Danish strains showed even poorer survival,

Table 2. Overwintering of red clover in snow cover trials 1951—53.

Taulukko 2. Puna-apilan talvehtiminen lumipeittekokeessa 1951—53.

Red clover strains <i>Puna-apilalajike</i>	Density May 14, 1952 <i>Tiheys 14. 5. 52</i>			Density May 6, 1953 <i>Tiheys 6. 5. 53</i>		
	Normal snow cover <i>norm. lumip.</i>	Thick snow cover <i>runkas lumip.</i>	Free of snow <i>lumeton</i>	Normal snow cover <i>norm. lumip.</i>	Thick snow cover <i>runkas lumip.</i>	Free of snow <i>lumeton</i>
Tammisto	9.9	9.8	8.2	7.2	8.8	0.4
Kesko Oy	9.8	9.8	8.0	7.0	8.2	0.2
Fiskars	9.9	9.9	6.4	6.5	8.0	0.2
Commercial X						0.1
<i>Kotim. kauppar. X</i>	9.9	9.8	6.6	6.4	7.7	0.2
Medelsen	8.0	7.8	5.0	0.3	7.1	0.1
DLF 958	9.4	9.2	2.0	3.0	6.9	0.0
DLF 953	9.6	9.4	1.2	1.0	6.6	0.0
DLF 872	9.4	9.5	1.0	0.6	6.4	0.0

10—20 %. The fresh yields of each of the three snow cover plots (9,2 m² in area) were determined on June 27. These results showed that the fresh yield of the clover on the plot with a normal snow cover was 38,7 kg, whereas on the snow-free plot it was only about one-fifth, or 8,2 kg. The main causes of damage to clover were freezing and frost heaving which had occurred during the early part of the winter.

This trial was continued during the following winter, when the weather conditions (Fig. 4) were favorable for all low-temperature fungi, including clover rot (*Sclerotinia trifoliorum* Eriks.). In spite of this, however, damage due to clover rot was very small this winter.

In the plots kept free of snow, all but a few clover plants had succumbed by the following spring. All the different clovers under the thick snow cover survived better than those under the normal cover, although the Finnish strains overwintered relatively well on the normal plots also. The better overwintering results on the plots with a heavy snow cover were due to the fact that it remained for a longer period on the ground and thus protected the clover plants from the freezing and frost-heaving damage occurring in early April. In the normal plots, on the other hand, the snow had disappeared by this time and consequently the plants suffered from the cold weather conditions.

Snow cover trial 1952/53. This trial comprised 20 red clovers, 4 alsike clovers, 1 white clover, and 4 alfalfas, as well as trefoil, winter rye, winter wheat, timothy, cocksfoot, meadow fescue, and perennial and Italian ryegrasses. The trial area was divided into three plots perpendicular to the rows, as in the previous trial (Fig. 2).

Since autumn 1952 was cooler than normal (Table 1, Fig. 4) and rainy, the plants were in weak condition by the time the snow fell in the latter part of November.

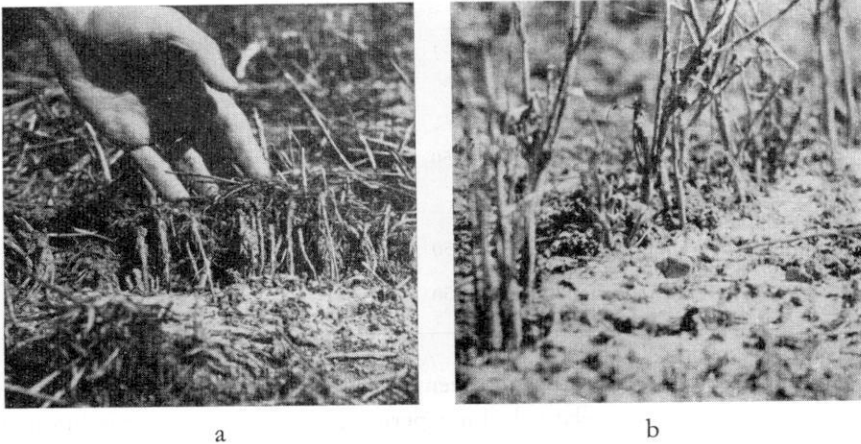


Fig. 10. Snow cover trial during the winter of 1952/53. Plants heaved by soil frost, a = red clover, b = alfalfa.

Kuva 10. Lumipeitekoe talvella 1952/53. Rousteen kobbottamia kasveja, a puna-apiloita, b sinimailasia.

Table 3. Overwintering of field legumes in snow cover trial 1952/53 under a normal snow cover.
 Taulukko 3. Nurmipalkokasvien talvehtiminen lumipeitekokeessa 1952/53 normaalin lumipeitteen alla.

Species and variety <i>Laji ja lajike</i>	Winter survival <i>Talveht.</i> 10—0	Sclerotinia trifoliorum 0—3	Species and variety <i>Laji ja lajike</i>	Winter survival <i>Talveht.</i> 10—0	Sclerotinia trifoliorum 0—3
Red clover:			Alsike clover:		
<i>Puna-apila:</i>			<i>Alsikeapila:</i>		
Tammisto	9.7	+	Tetra Weibull I	8.0	0
Laatta, Vihti	9.9	0	Jo TAA 1	7.0	0
Jutila, Sääksmäki	9.5	0	Tetra	6.5	+
Tenhola, Parola	9.5	+	Tetra Weibull II	6.0	+
Ypyä, Kannus	9.4	+	White clover:		
Porola, Lapua	9.3	+	<i>Valkoapila:</i>		
Hirtolahti, Eräjärvi	9.0	+	Tammisto	4.0	+
Tasanko, Närpiö	8.9	+	Alfalfa:		
Leppäniemi, Häuho	8.8	1	<i>Sinimailanen:</i>		
Hautahuhta, Hyvinkää	8.0	+	Jokioinen	8.0	0
Vikkilä, Lappila	8.0	+	Grimm	7.0	0
Lindeberg, Siuntio	8.0	2	Flamande	6.0	+
Arojärvi, Loimaa	7.0	3	Commercial No. 8503/50		
Swedish commercial			<i>Kauppaerä</i>	6.0	+
<i>Ruotsal. kauppasienem</i> ..	7.0	2	Trefoil:		
Mäkinen, Koski T. 1. ..	6.5	2	<i>Rantamaite:</i>		
Hiekka, Ikaalinen	6.0	2	Commercial No. 332 ..		
Altaswede	5.0	3	<i>Kauppaerä</i>	0.2	+
Hersnap. tetrapl.	5.0	3			
Resistenta	4.5	3			

Table 4. Overwintering of winter cereals and ley grasses in snow cover trial 1952/53.
 Taulukko 4. Syysviljojen ja nurmibeinien talvehtiminen lumipeitekokeessa 1952/53.

Species and variety <i>Kasvilaji ja -lajike</i>	Winter survival 10—0 <i>Talvehtiminen 10—0</i>	
	Snow cover <i>lumipeite</i>	Free of snow <i>lumeton</i>
Winter rye, Toivo		
<i>Syysruis</i>	9.0	6.7
Winter wheat, Varma		
<i>Syysvehnä</i>	6.6	1.3
Timothy, Ta 01		
<i>Timotei</i>	5.3	4.7
Meadow fescue, comm. No. 601/50		
<i>Nurminata</i>	8.5	2.0
Cocksfoot, comm. No. 365/50		
<i>Koiranheinä</i>	7.3	0.1
Perennial ryegrass, comm. No. 644/50		
<i>Engl. raibeinä</i>	3.1	0.1
Italian ryegrass, comm. No. 408/50		
<i>Italial. raibeinä</i>	0.3	0.0

The ground remained practically unfrozen until the end of January, and the snow cover then persisted for a relatively long period (126 days). Such conditions were favorable to low-temperature parasitic fungi. Since the snow cover disappeared as early as April 2 and night frosts then occurred, frost heaving of the soil caused heavy damage to overwintering plants (Fig. 10).

In the spring it was found that the leguminous plants in the plots kept free of snow had disappeared almost entirely. Under the normal and heavy snow covers Tammisto as well as most of the domestic Finnish red clovers survived the winter well, whereas the foreign varieties and strains of red clover were definitely weaker in their winter survival (Table 3). Alsike clover and alfalfa overwintered less well than red clover, and white clover was even poorer in this respect. All of the plants suffered from soil frost heaving in the spring. In some of the red clover plants which had overwintered poorly, clover rot was found. The other legume species were destroyed principally by abiotic factors, although a small amount of clover rot occurred in them.

In winter cereals and ley grasses which were covered with snow (Table 4), both snow mold (*Fusarium nivale* (Fr.) Ces) and *Typhula* spp. were observed in the spring, but only in Italian ryegrass was the damage significant (Fig. 11). The plots without a snow cover suffered much damage from freezing during the course of the winter. This damage was further increased by frost heaving in the spring, which also caused considerable injuries in the other plots, from which the snow cover had disappeared. Although rye had suffered extensive damage, its overwintering was better than that of the other plants. In this trial timothy remained under an ice layer for a longer time than the other plants, and thus its winter survival was poor in both the covered and the uncovered plots.

Snow cover trial 1953/54. The trial plants consisted of 3 red clovers, 2 alsike clovers, and 2 winter wheats, as well as a red clover-timothy mixture, white clover, alfalfa and winter turnip rape.

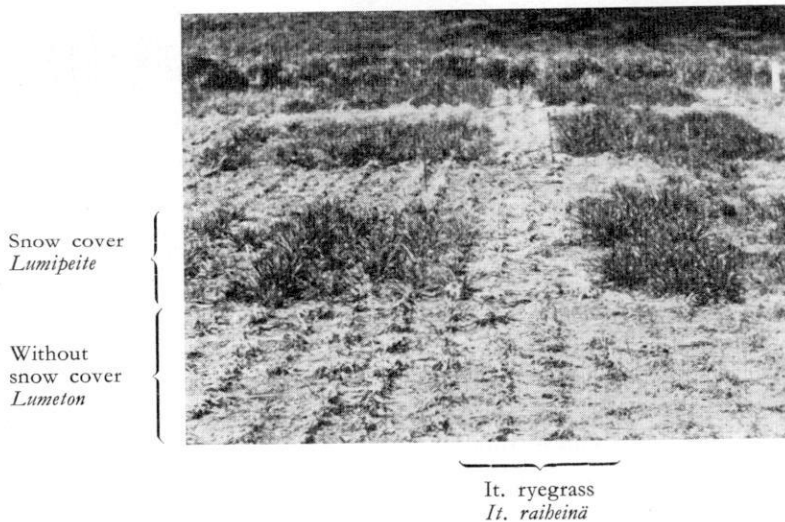


Fig. 11. Snow cover trial during the winter of 1952/53. In the center Italian ryegrass was destroyed by *Fusarium nivale* and *Typhula* spp.; in the foreground is the plot kept free of snow.
 Kuva 11. Lumipeitekoee talvella 1952/53. Italialaisen raiheinän (keskellä) tubosivat lumibome ja pakkulabomeet, etualalla lumetonta kaistaa.

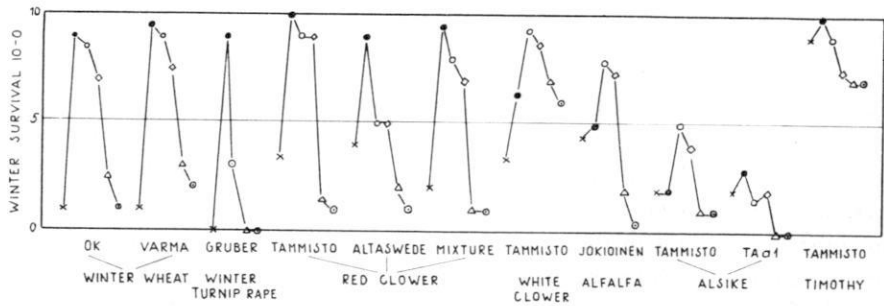


Fig. 12. Overwintering of plants in snow cover trial during the winter of 1953/54

- × snow cover until May 15
- normal snow cover (until April 9)
- snow-free after March 24
- ◇ snow-free after Feb. 22
- △ snow-free after Feb. 10
- ⊙ snow-free after Jan. 10

Kuva 12. Kasvien talvehtiminen lumipeitekoikeessa talvella 1953/54

- × lumipeite 15. 5 saakka
- normaali lumipeite (9. 4 saakka)
- lumeton 24. 3 alkaen
- ◇ lumeton 22. 2 alkaen
- △ lumeton 10. 2 alkaen
- ⊙ lumeton 10. 1 alkaen

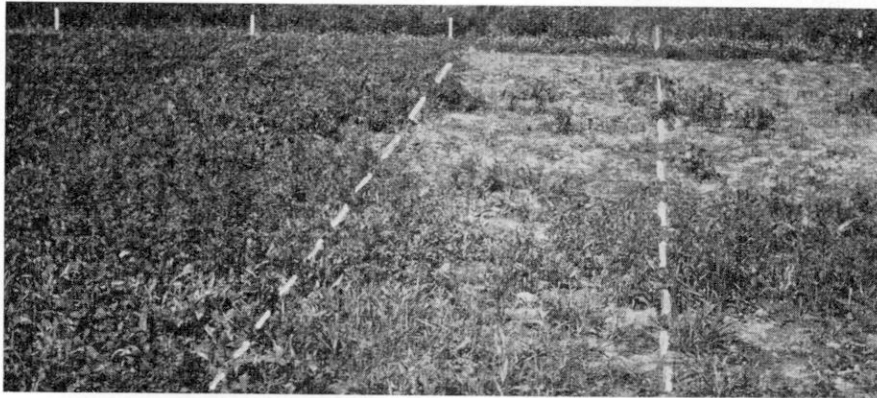


Fig. 13. Snow cover trial during the winter of 1953/54. Red clovers survived poorly when the plots were kept free of snow after Feb. 10 (b) and Jan. 24 (c), but fairly well after Feb. 22 (a).

Kuva 13. Lumipeitekoee talvella 1953/54. Puna-apilat eivät kestäneet lumettomuutta 10. 2 ja 24. 1 alkaen (b, c), mutta verraten hyvin jo 22. 2 alkaen (a).

The various snow cover treatments were as follows: 1) normal cover, 2) snow cover until May 15, 3) snow-free after March 24, 4) snow-free after February 22, 5) snow-free after February 10, and 6) snow-free after January 20.

In the autumn of 1953 the ground froze in mid-November, and the lasting snow cover, which formed at the end of December, remained thin (15–20 cm) and did not persist long (total number of snow cover days only 94). Under such conditions the overwintering of plants at Tikkurila was relatively favorable, in spite of occasional spells of extremely cold weather. In the month of April, however, frequent night frosts proved fatal to many plants.

In this snow cover trial it was found (Figures 12—14), that in the plot covered with snow until May 15 all of the plants overwintered less well than in any of the other treatments. In all the plant species except timothy fungal damage was observed, but this was not the main cause of the destruction of the plants. The snow cover in this plot was approximately 20 cm thick during the entire winter, so that it provided good protection against freezing. In April and May this snow cover had become very dense and compact, but since those plants in the plots free of snow after March survived quite well, freezing cannot have been the cause of the damage to the plants under the long-lasting snow cover. The most probable reason for the poor survival of these plants is that they succumbed under the dense layer of snow owing to lack of oxygen.

Discussion of results. The effect of a snow cover in protecting plants from injuries due to freezing, soil frost heaving, and an ice layer («ice scorch») was distinctly seen in all of the trials. In the plots which were kept free of snow during the whole winter most of the plant species were destroyed almost completely by such causes in all the winters concerned. On the other hand, even a very thin snow cover (10—20 cm) gave satisfactory protection to plants against such cold weather damage; this is seen in the winters of 1951/52 and 1953/54. In addition to the depth of the snow cover, the length of time during which the ground was covered by snow had a great influence on the occurrence of freezing and frost-heaving injuries. This effect was seen in all of the trials, but it was especially clear in the trial which was arranged for this very purpose in the winter of 1953/54 (Fig. 12). In the plots kept free of snow from January and from February onward, only timothy managed to survive with slight damage. In the plots cleared of snow from March onward, winter rye and wheat, as well as ley grasses, survived rather well, but winter turnip rape was badly damaged. This damage was caused partly by direct freezing and partly by the effect of soil frost heaving.

Of the plant species investigated, timothy and winter rye proved to be the hardiest when exposed to winter conditions without a protective snow cover. The other plant species, such as winter wheat, all of the legumes, meadow fescue, cocksfoot, ryegrass and winter turnip rape, were clearly much less resistant to cold. Considerable differences were also seen between varieties and strains of the same plant species. Domestic Finnish varieties and strains were more winter hardy under snow-free conditions than the corresponding foreign varieties.

A snow cover which forms early and disappears late offers good protection to plants against frost injuries. However, if the soil has not been able to freeze before a lasting snow cover is established, the microclimate under the snow cover is favorable to low-temperature parasitic fungi and they tend to cause great damage, especially when the period of snow cover is long.

The extremely poor winter survival of all the plants when they were covered with snow for a very long period, up to May 15 (Fig. 12), was due partly to parasitic fungi, but this was not the only cause. Since there could have been no freezing damage

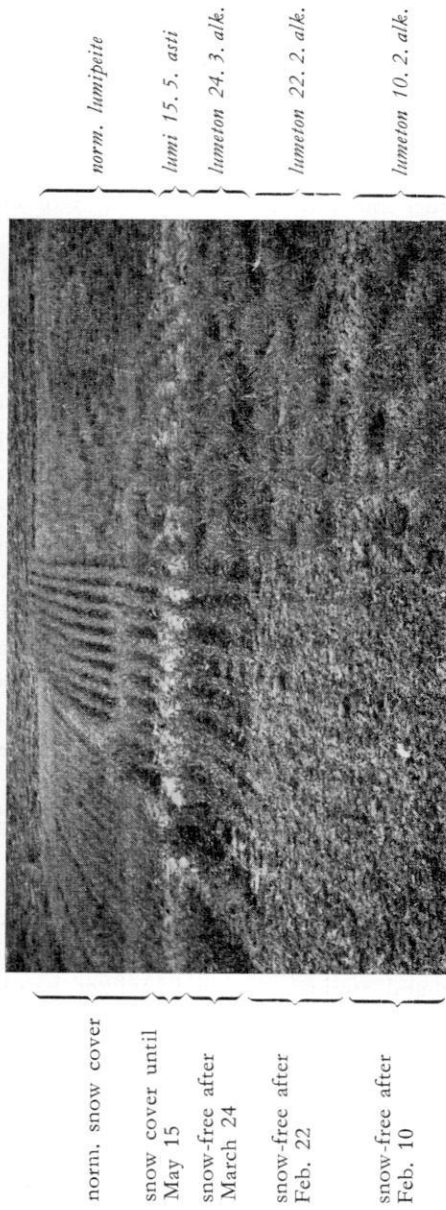


Fig. 14. Snow cover trial 1953/54. Winter turnip rape (on left) survived poorly on exposed ground, but timothy (on right) very well.
Kuva 14. Lumipeitekoee 1953/54. Syysrypsi (vas.) keski lumettommuuden beikosti, timotei (oik.) narsin byvin.

under the protective snow cover, the death of the plants was due to suffocation. Although plants respire only to a very slight extent during winter dormancy, they can nevertheless suffocate when oxygen is lacking for a long period of time, as has been shown by TUMANOV, BORODINA and OLEINIKOVA (1935) and GABRAN (1939). According to the investigations of these research workers, during early and mid-winter there is sufficient oxygen even under thick layers of snow to meet the respiration needs of dormant plants. On the other hand, toward the latter part of the winter when the snow layer becomes compacted and at the same time the respiration rate of the plants increases, a serious lack of oxygen may arise under the snow. The principal reason for the death of plants at this season, according to TUMANOV, BORODINA and OLEINIKOVA (1935), is the exhaustion of the carbohydrate reserves and the breakdown of protein substances in the plants, which increases their susceptibility to parasitic fungi. SMITH (1949, 1952) as well as BULA and SMITH (1954) arrived at the same conclusions in their trials. In addition, they found that, as a result of the respiration of plants, the carbon dioxide concentration under the ice may increase to such an extent as to be injurious.

Summary

At the Department of Plant Pathology snow cover trials on overwintering field crops were carried out during the winters of 1951—54. In these years, as well as in the winters of 1955—60 temperature measurements were made with a thermocouple instrument at the surface of the ground and also at various depths in the soil, the air and the snow cover. The purpose of these measurements was to determine the low-temperature influences to which plants are exposed under differing snow conditions.

The temperature at the soil surface in the snow-free plots fluctuated during the whole winter in response to the air temperature, but it was always higher than the air temperature. In the snow-covered plots the temperature at the soil surface began to remain close to 0°C soon after a snow layer of over 10 cm accumulated. A snow cover 15—20 cm thick kept the temperature under the snow above -5°C even when the air temperature was as low as -30°C. In this case the difference in temperature between the upper and lower surfaces of the snow layer was over 20°C. As the snow cover increased, its insulating effect also increased, with the result that the soil surface under a layer of snow 25 cm thick remained at a temperature of -2°C or above although the air temperature was -30°C.

The insulating effect of ice or of old, compacted snow was less than that of light, freshly-fallen new snow.

In the plots that were kept free of snow from January or February onward, the plants were either completely destroyed or suffered great damage due to the cold. The plants survived considerably better in the plots which were not cleared of snow until the end of February or March, even though they suffered to some extent after this from freezing or frost heaving.

A snow cover which forms early in the fall and disappears late in the spring offers good protection to plants against cold injuries. If the soil is not frozen before the establishment of a lasting snow cover, however, the microclimate under the snow cover is very favorable for low-temperature parasitic fungi, (*Fusarium*, *Sclerotinia* and *Typhula*), and they tend to cause great damage to overwintering plants. In the latter part of the winter the snow cover becomes compact and the hardiness of the plants declines. In these circumstances it was assumed — as found in some foreign investigations — that as a result of oxygen deficiency and excess of carbon dioxide due to the increased respiration of the plants, their physiologic condition was weakened and they became very susceptible to infection by low-temperature parasitic fungi. Another effect of a long-lasting snow cover is that it slows the thawing of the ground frost and thus delays the start of the growing season.

Of the plant species tested winter rye and timothy were found to survive the winter best when the ground was free of snow. Much less winter-resistant were winter wheat, all the legumes, meadow fescue, cocksfoot, Italian ryegrass and winter turnip rape. Considerable differences in resistance were also found between the different varieties and strains. Domestic Finnish plant varieties and strains were better able to survive winter conditions in the absence of a snow cover than the corresponding foreign plants.

Acknowledgment. In the planning and carrying out of the snow cover trials during the winters 1951—54, the writer was ably assisted by Mr. Matti H a a v i s t o, B. Agr. († 1958).

REFERENCES

- AGERBERG, L. S. 1935. Några observationer av snötäcke och tjäldjup samt dessa faktorers inverkan på vallskörden. Särtr. Kem.-växtbiol. anst. i Luleå berätt. 1935. 9 s.
—»— 1948. Snö och tjäle. Några resultat från tjugo års observationer vid statens försöksgårdar Sunderbyn och Brännberg i Norrbotten. Grundförbättring 2: 235—246.
- ANTTINEN, O. 1950. Apilan säilymiseen vaikuttavista tekijöistä Pohjois-Pohjanmaan olosuhteissa. Koetoim. ja käyt. 7,5: 5.
- BULA, R. J. & SMITH, D. 1954. Cold resistance and chemical composition in overwintering alfalfa, red clover, and sweetclover. Agron. J. 46: 397—401.
- EKSTRAND, H. 1938. Några ekonomiskt viktiga sjukdomar på höstsäd och vallväxter. Stat. Växtskyddsanst. Medd. 25: 1—23.
- FRANSSILA, M. 1949. Mikroilmasto-oppi. 257 s., Helsinki.
- GABRAN, O. 1939. Die Luftdurchlässigkeit einer Schneedecke und deren Einfluss auf die Überwinterung der Pflanzen. Meteor. Z. 56: 354—356.
- HUOKUNA, E. 1958. Jääpolteen tuhot Viikin laidunnurmilla talvikautena 1956/57. (Summary: The losses caused by ice cover on the Viik pasture experiment in 1956/57). Maatal. ja koetoim. 12: 305—311.
- JAMALAINEN, E. A. 1954. Overwintering of cultivated plants under snow. FAO Pl. Prot. Bull. 11: 102—105.

- JAMALAINEN, E. A. 1956. Overwintering of plants in Finland with respect to damage caused by low-temperature pathogens. Valt. maatal.koetoim. julk. 148: 5—30.
- »— 1958. Kasvien talvehtimisesta ja sen parantamismahdollisuuksista. Kasvinsuoj.seur. julk. 13. 40 s. Helsinki.
- JUUSELA, T. 1945. Untersuchungen über den Einfluss des Entwässerungsverfahrens auf den Wassergehalt des Bodens, den Bodenfrost und die Bodentemperatur. Acta agr. fenn. 59: 1—212.
- KERÄNEN, J. 1920. Über die Temperatur des Bodens und der Schneedecke in Sodankylä nach Beobachtungen mit Thermoelementen. 197 S., Helsingfors.
- »— 1923. Über den Bodenfrost in Finnland. S. valt. meteor. keskuslait. toim. 12. 57 S., Helsinki.
- KERÄNEN, J. & KORHONEN, V. V. 1952. Climate. Suomi. A general handbook on the geography of Finland. Chapt. 9, Helsingfors.
- KOKKONEN, P. 1942. Maanmuokkaus. 180 s., Helsinki.
- KOLKKI, O. 1950. Lämpötilakarttoja ja taulukoita Suomesta kaudelta 1921—50. Liite S. meteorol. vuosik. L-osa I.
- PESSI, Y. 1954. Ilman lämpötilan mittaamisesta erilaisia säteilysuojuksia käyttäen. (Summary: Measuring the temperature of air with different radiation shields). Maatal. tiet. aikak. 26: 195—197.
- »— 1956. Studies on the effect of the admixture of mineral soil upon the thermal conditions of cultivated peat land. Valt. maatal.koetoim. julk. 147: 1—89.
- PICHLER, F. 1952. Über die Prüfung von Roggensorten auf ihre Anfälligkeit für Schneeschimmel (Fusarium). Pfl.schutz ber. 8: 33—43.
- POHJAKALLIO, O. & SALONEN, A. 1956. Orientoitumisvaiheen tulokset Muddusniemen koetilan nurmikasvitutkimuksissa. (Referat: Ergebnisse der Orientierungsphase in Wiesenpflanzenversuchen auf den Versuchsgut Muddusniemi). Maatal.tiet. aikak. 28: 1—17.
- RAVANTTI, S. 1960. Jääpoltteen tuhoista nurmikasvikokeilla talvikautena 1956/57 Tammistossa ja Anttilassa. (Summary: Ice scorch damage on herbage plants in the winter season 1956/57). Siemenjulkaisu 1960: 253—262, Helsinki.
- SALMON, S. C. 1941. Climate and small grains. Climate and Man. Yearbook of Agric. 1941. U. S. Dep. Agric. Washington: 321—342.
- SANDBERG, G. 1941. Rödklöver och snöskyddet. Sv. Vall- o. Mossk. för. Kv. skr. 3: 233—242.
- SIMOJOKI, H. 1947. Über den Zeitpunkt des Entstehens und des Verschwindens der dauernden Schneedecke in Finnland. Fennia 70, 3: 1—31.
- SIMOLA, E. F. 1926. Tutkimuksia viljelysmaiden jäätymisestä ja kirren sulamisesta Maatalouskoe-laitoksella vuosina 1924, 1925 ja 1926. (Referat: Untersuchungen der Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt über das Erfrieren des Kulturlandes und das Auftauen des Bodenfrostes in den Jahren 1924, 1925 und 1926). Valt. maatal.koetoim. julk. 5. 53 s.
- SMITH, D. 1949. Differential survival of ladino and common white clover encased in ice. Agron. J. 41: 230—234.
- »— 1952. The survival of winter-hardened legumes encased in ice. Ibid. 44: 469—473.
- TEITTINEN, P. 1958. Nurminadan ja koiranheinän jääpoltetuhot Tikkurilassa talvikautena 1956/57. (Summary: Damage caused by ice cover in meadow fescue and cocksfoot at Tikkurila in 1956/57). Maatal. ja koetoim. 12: 312—317.
- »— 1960. Routa ja kasvipeite. Koetoim. ja käyt. 17: 30.
- TUMANOV, I. I., BORODINA, I. N. & OLEINIKOVA, I. V. 1935. [The role of snow cover in the wintering of crops]. Trudy Prikl. Bot. Genet., i Selekt (Bul. appl. bot., genet. and plant breeding) 3, 6: 3—57.
- VALLE, O. 1958. Sääolot ja niiden vaikutus kasvintuotantomme Etelä-Suomessa 1946—57. (Summary: Weather conditions and their influence on plant production in southern Finland in the years 1946—57). Maatal. ja koetoim. 12: 18—36.

SELOSTUS

Lumipeitteen vaikutus maan lämpöoloihin ja peltokasviemme talvehtimiseen

AARRE YLIMÄKI

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilen tutkimuslaitos, Tikkurila

Lumen merkityksen tutkimiseksi suoritettiin Kasvitautilen tutkimuslaitoksella talvina 1951—54 lumipeitekokeita useilla talvehtivilla peltokasveilla pitämällä tiettyjä aloja pellosto eri pitkiä aikoja lumettomana (kuva 2). Näissä kokeissa sekä lisäksi talvina 1955—56 suoritettiin termoelementtejä käyttäen lämpötilanmittauksia maan pinnassa sekä sen läheisissä maa-, ilma- ja lumikerroksissa. Lämpötilanmittauksissa pyrittiin selvittämään, miten alhaisten lämpötilojen vaikutuksille kasvit joutuvat olemaan alttiina erilaisten lumiolojen vallitessa. Maan sisässä lumipeitteen vaikutus lämpötilojen pystysuoraan jakaantumiseen oli hyvin selvä (kuvat 3—5). Lumettoman ja lumen peittämän maan alimpien lämpötilojen ero oli sitä suurempi, mitä lähempänä maan pintaa mittausta kohti sijaitti.

Maan pinnassa lämpötila vaihteli lumettomana pidetyillä koeruuduilla kaiken talvea ilman lämpötilojen mukaan ollen kuitenkin säännöllisesti niitä ylempänä (kuvat 3—6). Lumen peittämällä ruuduilla lämpötila alkoi maan pinnassa pysytellä lähellä 0° C:ta pian sen jälkeen kun lunta kertyi yli 10 cm, ja 15—20 cm:n vahvuinen lumipeite kykeni säilyttämään lämpötilan —5° C:n yläpuolella —16°— —30° C:n pakkasillakin (kuvat 3—7, 9). 20 cm:n paksuisen lumipeitteen ala- ja yläpuolen lämpötilaero saattoi tällöin olla yli 20° C. Lumipeitteen edelleen vahvetessa sen eristävä vaikutus yhä tehostui niin, että vähintään 25 cm:n paksuisen lumen alla maan pinnan lämpötila pysyi —2° C:n yläpuolella jopa —30° C:n pakkasilla (kuvat 7 b ja d sekä 9).

Jään samoin kuin vanhan, tiiviiksi painuneen lumen lämpöä eristävä kyky oli pienempi kuin alkutalven löyhän lumen.

Lumipeitekokeissa ilmeni selvästi lumen kasveja suojaava vaikutus pakkasta, roustetta sekä vesi- ja jäävaurioita vastaan (taulukot 2, 3, 4; kuvat 12 ja 13). Tammikuusta tai helmikuun alusta lähtien lumettomana pidetyiltä koeruuduilta kasvit joko tuhoutuivat kokonaan tai ainakin harvenivat vähiin mainittujen haitallisten säätekijöiden vuoksi. Huomattavasti paremmin useat kasvit säilyivät, kun lumettomuus alkoi vasta helmikuun lopulla tai maaliskuussa, vaikka joutuivat tällöinkin kärsimään yöpakkasista ja rousteesta.

Aikaisin tuleva ja myöhään viipyvä lumi suojaaa kasvustot näiltä vaurioilta. Ellei maa kuitenkaan ole ennen lumen tuloa ennättänyt routaantua, muodostuu mikroilmasto runsaan lumen alla erittäin suotuisaksi talvituhosienille (*Fusarium* spp., *Sclerotinia* spp., *Typhula* spp.) ja ne pääsevät valtaan. Lumen tiheyden kasvaessa kevättä kohti ja kasvien karaistuneisuuden samalla vähentyessä ne hapen puutteessa ja vilkastuneen hengityksen sivutuloksena syntyneen hiilidioksiidin ylimäärästä kärsien heikentyvät ja tulevat erityisen alttiiksi talvituhosienille. Hyvin pitkään viipyvä lumi hidastaa myös roudan sulamista ja viivästyttää siten kasvukauden alkamista.

Kokeilluista kasvilajeista kestivät lumettomuuden parhaiten timotei ja syysruis (kuva 12). Niitä huomattavasti arempia olivat syysvehnä, kaikki nurmipalkokasvit, nurminata, koiranheinä, raiheinät ja syysrypsi.

Huomattavia kestävyyseroja oli myös kasvilajikkeiden ja -kantojen välillä. Kotimaiset jalosteet ja kannat selviytyivät lumettomuuden rasituksista paremmin kuin alkuperältään ulkomaiset kasvit.

AIKAKAUSKIRJAN KIRJOITTAJILLE

Käsikirjoitukset kirjoitetaan koneella vain liuskan toiselle puolelle käyttäen A4-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 1/2—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.

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

Kirjallisuusluettelon laadinnassa ja lyhennysmerkinnöissä noudatetaan Maatalouden koetoiminnan keskusvaliokunnan 1956 julkaisemaan kirjaseen »Maataloustieteellisten julkaisujen kirjallisuusluetteloiden laatiminen» sisältyviä 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.

SISÄLLYS—CONTENTS

SALONEN, M. & TAINIO, A. & TÄHTINEN, H. Typpilannoitusta koskevia tutkimuksia	133
Summary: Investigations on nitrogen fertilization	163
JAMALAINEN, E. A. Syysviljojen peittäuskokeet Suomessa	175
Summary: Trials on seed treatment of winter cereals in Finland	189
YLIMÄKI, A. The effect of snow cover on temperature conditions in the soil and overwintering of field crops	192
Selostus: Lumipeitteen vaikutus maan lämpöoloihin ja peltokasvienne talvehtimiseen	216