

**ANNALES  
AGRICULTURAE FENNIAE**

1962

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja  
Journal of the Agricultural Research Centre

Vol. 1, 2

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

## KAURAN, OHRAN JA KEVÄTVEHNÄN SATOISUUSVERTAILUA

Summary: Comparison of yields of oats, barley and spring wheat

LEO YLLÖ

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos, Tikkurila

Saapunut 3. 4. 1962

### SISÄLLYS

	Sivu
Alkusanat .....	74
I. Aikaisemmin julkaistuja lajivertailukokeiden tuloksia .....	74
II. Kevätviljojen lajivertailukoe kasvinviljelylaitoksella .....	78
A. Kokeen järjestely .....	78
B. Sääolot .....	80
C. Koetulokset .....	81
1. Jyväsato .....	81
2. Jyväsadon laatu .....	85
3. Olkisato .....	86
4. Rehuyksikkö- ja viljayksikkösato .....	87
III. Satoisuusvertailua koeasemien lajikekokeissa .....	88
IV. Satoisuusvertailua kiinteitten koeenttien lajikekokeissa .....	94
V. Kevätviljojen sadot maataloustilaston mukaan .....	95
VI. Tulosten tarkastelua .....	99
VII. Tiivistelmä .....	102
Kirjallisuutta .....	104
Summary .....	106

## Alkusanat

Kaura, ohra ja kevätvehnä ovat Suomen tärkeimpiä viljakasveja. Maataloustilaston mukaan niiden keskimääräiset viljelyalat olivat vuosina 1951—60 seuraavat: kaura 461 170 ha, ohra 186 880 ha ja kevätvehnä 118 700 ha eli yhteensä 766 750 ha, mikä on 29,9 % pelto- ja 84,5 % viljan viljelyalasta. Tämän lisäksi viljeltiin kauraa ja ohraa seosviljan ja vihantarehun joukossa.

Vaikka kokemuksesta tiedetään, että eri kevätiljoista saadaan hyvin erilaisia satoja, on niiden välisiä satoisuussuhteita tutkittu verrattain vähän. Niiden selvittely edellyttää sellaisia pitkäaikaisia kokeita, joissa eri kevätiljoja viljellään samassa kokeessa samanlaisissa olosuhteissa. Tällainen lajivertailukoe on ollut käynnissä Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinviljelylaitoksella Tikkurilassa vuodesta 1937. Seuraavassa otetaan mainitun kokeen tulokset yksityiskohtaisen tarkastelun alaiseksi.

Kun Tikkurilan tulokset ovat sovellettavissa lähinnä Etelä-Suomen oloihin, käsitellään kevätiljojen satoisuussuhteita myös eri koeasemien ja kiinteitten koekenttien lajikekokeiden tulosten valossa. Lopuksi tehdään yhteenveto kauran, ohran ja kevätvehnän hehtaarisadoista Suomessa.

### I. Aikaisemmin julkaistuja lajivertailukokeiden tuloksia

Suomessa ja sen naapurimaissa julkaistujen kevätiljojen lajivertailukokeiden tärkeimmät tulokset on koottu taulukkoon 1. Taulukossa ja myöhemmässä kirjoituksessa käytetään samaa esitysjärjestystä. Ensiksi mainitaan kauran jyväsato kg/ha, sen jälkeen ohran ja kevätvehnän suhteelliset sadot kauraan verrattuna (kaura = 100).

Taulukon selitykseksi mainittakoon seuraavaa:

*Tammiston* kasvinjalostuslaitoksen (60° 17' p.l.) kokeet oli järjestetty erilaatuisille savimaille, joiden pH oli keskimäärin 5,5. Koekasveina olivat Kultasade II-kaura, Binder-ohra ja Timantti- (v. 1932—34 Ruskea-) kevätvehnä. Kauran jyväsato oli keskimäärin 4 070 kg/ha, ohran suhteellinen sato 85 ja kevätvehnän 67 (HUHTUNEN 1938, LÄHDE 1950).

*Kasvinviljelylaitoksen* lajivertailukokeen tuloksista Tikkurilassa (60° 18' p.l.) on aikaisemmin julkaistu yhteenvetoja eri kausilta (VALLE 1946, LÄHDE 1950, YLLÖ 1961 a). Koetulosten yksityiskohtaiseen tarkasteluun palataan tässä kirjoituksessa myöhemmin.

Taulukko 1. Kevätviljojen lajivertailukokeiden tuloksia Suomessa, Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Eestissä.

Table 1. Results of comparative trials on spring cereals in Finland, Sweden, Norway, Denmark and Estonia.

Koepaikka Trial location	Vuodet Years	Kok. luku- määrä No of trials	Jyväsato — Grain yield		
			Kaura Oats kg/ha (= 100)	Ohra Barley sl. rel.	Kevätvehnä Spring wheat sl. rel.
1. Suomi, Tammisto .....	1932—46	37	4 070	85	67
2. » Tikkurila .....	1937—46	9	3 440	102	71
» » .....	1943—59	16	4 460	93	69
3. » Leteensuo a .....	1936—41	5	3 240	68	66
» » b .....	»	5	2 570	83	64
4. Ruotsi, Ultuna .....	1907—16	7	2 740	104	60
5. » Flahult a .....	1940—52	12	2 150	133	88
» » b .....	1941—52	11	1 980	116	74
6. » Bohuslääni .....	1929—32	4	3 150	91	84
7. Etelä- ja Keski-Ruotsi .....	1926—28	57	3 160	90	81
» » .....	1929—45	489	2 760	98	—
» » .....	»	357	2 750	—	81
» » .....	»	387	—	<sup>1)</sup> 100	81
» » .....	1947—51	70	3 030	118	81
8. Pohjois-Ruotsi .....	1938—45	104	2 330	111	—
» a .....	1950—57	41	2 380	101	—
» b .....	»	41	1 550	125	—
9. Norja, Vollebekk, a .....	1942—48	7	2 680	84	69
» » b .....	»	7	3 130	90	72
» » c .....	»	7	3 360	95	75
10. » Forus .....	1912—28	36	3 030	—	84
» » .....	1934—41	31	3 120	—	90
11. » Lunner, Toten .....	1955—60	10	3 430	97	82
12. » Voll .....	1913—26	20	2 700	90	83
» » .....	1926—36	48	2 670	103	86
» » .....	1936—48	22	3 340	94	81
13. » Vågønes a .....	1925—42	18	2 450	88	—
» » b .....	»	18	2 270	90	—
» » c .....	»	18	1 830	108	—
14. Tanska, Jylland .....	1940—61	269	3 340	108	—
» » .....	1937—61	183	—	<sup>2)</sup> 100	80
15. Eesti, Jõgeva .....	1927—38	12	2 430	109	69

<sup>1)</sup> = 2 810 kg/ha. <sup>2)</sup> = 3 660 kg/ha.

Leteensuon suoviljelykoecasemalla (61° 04' p.l.) oli Kultasade-kauran sato aikaisessa kylvössä (a, keskim. 5/5) 3 240 kg/ha, Binder-ohran suhteellinen sato 68 ja Timantti-(v. 1941 Soppu-) kevätvehnän 66. Kolmannessa kylvössä (b, keskim. 23/5) olivat vastaavat luvut: kaura 2 570 kg/ha, ohra 83 ja kevätvehnä 64. Kylvön myöhästyminen alensi kauran ja kevätvehnän satoa, ohran sato pysyi suunnilleen samana. Kaura oli näissä, pääasiallisesti mutasuolle järjestetyissä kokeissa selvästi satoisin kevätvilja (VESIKIVI 1938—1942).

Ultunassa (59° 49' p.l.), Ruotsin kylvösiemenyhdistyksen Svalöfin jo ennen ensimmäistä maailmansotaa järjestämässä kokeissa, oli useita lajikkeita. Kauran keskimääräinen sato oli 2 740 kg/ha, ohran suhteellinen sato 104 ja kevätvehnän vain 60 (NILSSON 1917). Kevätvehnän heikko sato on osittain selitettävissä sillä, että sen viljely oli silloin uutta eikä sopivia lajikkeita ollut.

*Flahultin* koeaseman (Ruotsissa, 57° 42' p.l.) kokeista muta- ja rahkasuolla on tähän vertailuun otettu Kultasade II-kauran, Asplund-ohran ja Timantti II-kevätevehnän sadot. Koalueiden keskimääräinen pH oli 5,5. Kasvukauden sääolot ovat Flahultissa koeaseman suhteellisen korkean sijainnin vuoksi viljan viljelylle sangen epäsuotuisat. Kauran sato oli mutasuon kokeissa (a) ilman typpilannoitusta 2 150 kg/ha, ohran suhteellinen sato 133 ja kevätevehnän 88. Rahkasuolla (b), jossa koe- kasveille annettiin 150—200 kg/ha kalkkisalpietaria, oli kauran sato 1 980 kg/ha, ohran suhteellinen sato 116 ja kevätevehnän 74. Ohra oli siis ylivoimainen kauraan ja kevätevehnään verrattuna. (WINKLER ja LUSTIG 1959).

*Bobusläänissä*, Svalöfin Länsi-Götan filiaalın kokeissa, (n. 58°—59° p.l.) oli Voitto- kauran sato 3 150 kg/ha, Voitto-ohran ja Timantti-kevätevehnän suhdeluvut 91 ja 84 (WALLER 1933).

*Etelä- ja Keski-Ruotsissa* (n. 56°—60° p.l.) on vuodesta 1926 lähtien ollut runsaasti lajivertailukokeita paikalliskokeina. Näissä kokeissa vertailtiin useita, yleisesti viljeltyjä lajikkeita. Esimerkiksi vuosien 1947—51 kokeissa olivat Kultasade II- kaura, Maija-ohra ja Timantti II-kevätevehnä (ELIASSON ja DANELL 1956). Kuten taulukosta 1 havaitaan, vaihteli kauran hehtaarisato eri koesarjoissa 2 750:stä 3 160 kg:aan, ohran suhteellinen sato oli 90—118. Kevätevehnän suhteellinen sato oli kaikissa koesarjoissa 81. Vuosien 1929—45 laaja koetulosaineisto on ryhmitelty myös maan happamuuden mukaan. Tällöin todettiin, että kaura menestyi hyvin happamillakin (pH alle 5,5) mailla, kun sitä vastoin ohra ja osittain myös kevätevehnä eivät sietäneet kovin happamia alueita. Kokeet osoittivat lisäksi, että ohra ja kevätevehnä käyttivät juurikasvien, perunan ja palkokasvien hyvää esikasvivaikutusta hyväkseen paremmin kuin kaura (ELIASSON 1947).

*Pohjois-Ruotsissa*, Norrlandissa (60°:n p.l. pohjoispuolella), jossa lajivertailu aloitettiin myöhemmin kuin etelässä, on vertailtu pääasiallisesti vain kauraa ja ohraa. Lähinnä paikalliskokeina järjestetyissä kokeissa oli Norrlandissa yleisimmin viljeltyjä lajikkeita. Vuosien 1938—45 kokeissa oli kauran sato 2 330 kg/ha ja ohran suhteellinen sato 111. Vuosien 1950—57 kokeet olivat yhdistettyjä lajivertailu- ja kylvö- aikakokeita. Aikaisessa kylvössä (a) kauran sato oli keskimäärin 2 380 kg/ha ja ohran suhteellinen sato 101. Myöhäisessä kylvössä (b) jäivät sadot heikoiksi. Ohra kärsi kylvön myöhäisyydestä vähemmän kuin kaura (ELIASSON 1947, 1958).

*Vollebekkissa* (59° 40' p.l.), Norjan maatalouskorkeakoululla, järjestetyissä kokeissa tutkittiin eri kevätiljoiden suojaviljavaikutusta nurmen satoon. Näissä kevyellä savi- maalla (pH 5,9—6,5) järjestetyissä kokeissa, jotka samalla olivat typpilannoitus- kokeita, käytettiin kolmea erilaista kylvösiemenmäärää. Koe- kasveina olivat Örn, Jøtul ja Kultasade II-kaura, Asplund- ja Maija-ohra sekä Fram II-kevätevehnä ja kevätevehnän linja 0617—26. Huomioon ottaen keskimääräiset kylvömäärät (140—160 kg/ha) oli kauran sato ilman typpilannoitusta (a) keskimäärin 2 680 kg/ha, ohran suhteellinen sato 84 ja kevätevehnän vastaavasti 69. Kalkkisalpietarilannoitus (b — 150 kg/ha, c—300 kg/ha) lisäsi kaikkien kevätiljoiden satoa, ohran ja kevätevehnän satoa kuitenkin enemmän kuin kauran. Ohran ja osittain myös kevätevehnän suoja-

viljavaikutus oli ensimmäisen vuoden nurmissa parempi kuin kauran. Erot tasaantuivat toisen vuoden nurmissa. Nurmen apilapitoisuuden eri kevätiljajien suoja-  
viljavaikutus oli suunnilleen sama (VIK 1953).

*Foruksen* koasemalla (58° 55' p.l.) ja sen ympäristössä Etelä-Norjassa järjestetyissä kokeissa oli Kultasade-kauran sato vuosina 1912—28 keskimäärin 3 030 kg/ha ja Børsum-kevätehnän suhteellinen sato 84. Kun kokeita myöhemmin jatkettiin, pysyi kauran satotaso suunnilleen ennallaan. Kevätehnästä saatiin satoisamman Timanttilajikkeen ansiosta parempi sato kuin aikaisemmassa koesarjassa (LINLAND 1928, 1942).

*Lunnerissa ja Itä-Totenissa*, Oslosta pohjoiseen (n. 60°30' p.l.), järjestetyissä kokeissa oli Blenda-kaura satoisin, jyväsato 3 430 kg/ha. Ohran (Varde, Domen, Herta) suhteellinen sato oli keskimäärin 97 ja kevätehnän (Norröna, Svenno) vastaavasti 82. Koepaikkojen sijainti oli 270—400 m merenpinnan yläpuolella, maalaji moreenia ja keskimääräinen kylvöaika 18/5 (FROGNER 1961).

*Vollin* koasemalla Norjassa ja sen ympäristössä (n. 63° 30' p.l.) järjestetyissä kokeissa oli Kultasade-kauran sato vuosina 1913—26 keskimäärin 2 700 kg/ha, Asplund-ohran suhteellinen sato 90 ja Børsum-kevätehnän 83 (LØVO 1927). Vuosien 1926—36 kokeissa saatiin Kultasade-kaurasta jyviä keskimäärin 2 670 kg/ha. Kun koejakson aikana oli useita viileitä ja sateisia kasvukausia, menestyi ohra suhteellisesti paremmin kuin kaura ja kevätehnä. Ohran suhteellinen sato oli 103 ja kevätehnän (lajike Ås) 86. Kolmena vuonna ei kaurasta eikä kevätehnästä saatu tulennutunutta satoa. Suurin osa kokeista sijaitsi multavilla hiekkamailla (EIKELAND 1937). Kokeita jatkettiin vuosina 1936—48. Näissä kokeissa oli Kultasade II-kauran sato 3 340 kg/ha, kuusitahaisen Herse-ohran suhteellinen sato 94 ja Ås-kevätehnän 81. Kaurasta saatiin siis suurin sato kuten ensimmäisessä koesarjassakin (BRUN 1951).

*Vägonneksen* koaseman (n. 67° p.l.) kylvöaikakokeissa Pohjois-Norjassa vuosina 1925—42 oli Nidar-kauran (v. 1930—42 Perle) sato aikaisessa kylvössä (keskim. 6/5) 2 450 kg/ha ja Dønnes-ohran (v. 1930—41 Maskin) suhteellinen sato 88. Kauran sato väheni sitä mukaa kuin kylvöä siirrettiin. Myös ohra kärsi kylvön myöhäisyydestä, kuitenkin vähemmän kuin kaura. Myöhäisimmässä kylvössä (keskim. 28/5) ohran suhteellinen sato oli 108. Kokeet sijaitsivat hiekka- ja multamailla. Kevätehnän kylvöaikakokeita oli koasemalla vain vuosina 1937—42. Satotaso jäi heikoksi, suhteellinen sato oli vain 55 verrattuna kauran satoon samoilta vuosilta (HANSEN 1943).

*Tanskassa* on kevätiljajien lajivertailukokeita järjestetty lähinnä paikalliskokeina, joista taulukkoon 1 on otettu esimerkki Jyllannista. Vuosina 1940—61 oli kauran sato keskimäärin 3 340 kg/ha ja ohran suhteellinen sato 108. Mainittu aineisto on jaoteltu myös maalajin ja maan happamuuden mukaan. Kaura menestyi suhteellisesti parhaiten humuspitoisilla, happamilla (pH alle 6,0) mailla, joilla sen sato oli melkein yhtä suuri kuin ohran. Ohran ja kevätehnän vertailukokeissa kevätehnän suhdeluku oli vuosina 1937—61 keskimäärin 80 (Beretning om Planteavlssarbejd). PEDERSENIN (1950) mukaan on kevätehnän satoisuus Tanskassa 20—25 % pienempi kuin

ohran. Sama tekijä esittää eräitä tanskalaisia lajivertailukokeiden tuloksia, joista käy selville, että ohra on hyväkuntoisilla savimulta- ja hiekkamailla satoisampi kuin kaura, mutta ei pysty kilpailemaan kauran kanssa heikossa kasvukunnossa olevilla mailla. Ohran hyvää satoisuutta osoittavat myös eräiden koeasemien (KNUDSEN 1948) ja Sjællandissa järjestettyjen paikalliskokeiden tulokset (Beretning om landboforeningernes virksomhed).

*Jõgevan* kasvinjalostuslaitoksella (58° 45' p.l.) Eestissä sijaitsi kevätiljojen lajivertailukoe vuosina 1927—38 lievästi happamalla (pH 6,5—7,0) hietasavimaalla. Voitto-kauran jyväsato oli keskimäärin 2 430 kg/ha, Kulta-ohran suhteellinen sato 109 ja Rubin-kevätehnän 69. Neljätahoisen Rathlef-ohran sato jäi pienemmäksi kuin kauran. (PILL 1939).

**Yhteenvetona**, mainittakoon, että kevätiljojen satotaso vaihteli edellä selostetuilla koepaikoilla erittäin paljon, kuten kauran sadot taulukossa 1 havainnollisesti osoittavat. Myös satoisuussuhteissa esiintyi melkoista vaihtelua. Vuosivaihtelu, jota ei taulukosta näy, oli niin ikään useimmissa kokeissa suuri. Tästä huolimatta havaitaan koetuloksissa tiettyä säännönmukaisuutta. Kaura oli useimmissa kokeissa satoisin kevätilja. Ohrasta saatiin lähes yhtä suuri tai eräissä tapauksissa suurempi sato kuin kaurasta. Varsinkin sellaisissa kokeissa, joiden aikana kasvukausi oli lyhyt ja viileä, ohra monasti voitti kauran. Tanskassa ohra on yleensä ollut satoisin kevätilja. Kevätehnän sato jäi kaikilla koepaikoilla selvästi pienemmäksi kuin kauran ja ohran.

## II. Kevätiljojen lajivertailukoe kasvinviljelylaitoksella

Kaura, ohra ja kevätehnä olivat lajivertailukokeessa Tikkurilassa vuodesta 1937 lähtien kaikkina vuosina lukuun ottamatta vuosia 1942 ja 1957. Vuoden 1954 kokeesta ei 5/8 sattuneen raekuuron takia saatu tuloksia. Kun vuonna 1948 kokeita oli kaksi, kertyi aineistoa kaikkiaan 23:sta kokeesta.

### A. Kokeen järjestely

Koe järjestettiin rivimenetelmän mukaan. Koeruutujen koko vaihteli eri vuosina välillä 15,1—25,2 m<sup>2</sup> ja oli keskimäärin 19,1 m<sup>2</sup>. Kertauksia oli 4—7, useimmiten 5.

**M a a l a j i** vaihteli eri vuosina melkoisesti. Vuosina 1937—51 kokeet sijaitsivat suhteellisen vähämultaisilla hietasavimailla (A-lohkot), joissa oli humusta 3—10 %. Vuoden 1948 b-koe oli kuitenkin järjestetty multavammalle D-II-lohkolle, jossa oli humusta n. 15 %. Vuosien 1952—61 kokeet olivat sitä vastoin multavilla hietasavimailla (J-lohkot), joiden humuspitoisuus oli 10—40 %. Myös jankon laatu vaihteli eri lohkoilla huomattavasti, A- ja D-lohkoilla aitosavesta hietasaveen ja J-lohkoilla liejusavesta liejuhietaan. Koemaiden happamuus oli vuosina 1947—48 suoritetun viljavuustutkimuksen mukaan pH 5,0—6,5. Kyntökerroksen fosfori- ja kalipitoisuus oli A- ja D-lohkoilla välttävä tai tyydyttävä, multavilla J-lohkoilla sitä vastoin huono.



E s i k a s v e i n a olivat useimpina vuosina kevätilja, syysrypsi tai nurmi.

L a n n o i t u s vaihteli eri vuosina jonkin verran, riippuen maan kasvukunnosta. Koekasveille annettiin NPK-lannoitus kaikkina vuosina lukuun ottamatta vuotta 1940, jolloin ei kaliala käytetty ja vuotta 1945, jolloin koe sai yksinomaan tyypeä. Vuotuislannoitus vastasi keskimäärin seuraavia lannoitemääriä: kalkkialpietaria 160 kg/ha, superfosfaattia 330 kg/ha ja 50-%:sta kalisuolaa 130 kg/ha. Multavilla J-lohkoilla käytettiin runsaampia PK-määriä kuin A- ja D-lohkoilla vuosina 1937—51. Kalkkia annettiin vuosina 1944 ja 1955.

Taulukko 2. Kevätviljojen lajivertailukoe kasvinviljelylaitoksella Tikkurilassa v. 1937—61.  
Table 2. Comparative trial of spring cereals at the Department of Plant Husbandry, Tikkurila, 1937—61.

Vuosi Year	Kylvöpäivä Date of sowing	Jyväsatot — Grain yield kg/ha <sup>1)</sup>			Olkisatot — Straw yield kg/ha <sup>2)</sup>		
		Kaura Oats	Ohra Barley	Kevätvehnä Spring wheat	Kaura Oats	Ohra Barley	Kevätvehnä Spring wheat
1937	10/5	3 130	2 830	2 100	2 980	2 860	2 470
1938	13/5	3 960	3 940	2 380	5 310	4 770	4 770
1939	13/5	3 620	3 530	2 640	4 510	4 120	3 690
1940	23/5	3 250	3 690	2 010	3 840	4 530	2 460
1941	23/5	2 480	3 110	1 600	2 900	3 200	2 520
1943	20/5	3 320	4 470	3 130	7 410	5 510	6 110
1944	19/5	4 070	3 470	2 760	5 720	4 800	5 980
1945	9/5	4 020	3 760	3 080	5 020	4 060	4 850
1946	26/5	3 120	2 780	2 140	4 640	3 960	5 120
1947	17/5	5 000	4 400	4 160	5 610	5 740	6 370
1948a	5/5	5 120	5 180	2 490	3 890	3 980	2 870
1948b	20/5	4 280	3 640	2 610	4 870	3 340	3 840
1949	11/5	5 110	4 550	2 910	5 500	5 490	4 600
1950	11/5	4 090	4 440	3 860	6 360	6 110	6 930
1951	18/5	4 440	4 320	3 180	4 850	4 610	5 130
1952	8/5	4 620	3 040	2 600	4 380	4 160	4 560
1953	4/5	5 550	5 380	3 790	6 520	6 190	6 780
1955	25/5	6 110	5 460	4 200	6 170	5 250	6 060
1956	15/5	3 700	3 660	2 400	5 530	5 920	5 690
1958	12/5	5 670	4 980	3 480	6 140	5 420	5 950
1959	25/4	3 140	2 790	2 000	3 550	2 970	3 570
1960	12/5	4 850	4 140	3 650	5 460	5 760	5 460
1961	28/4	5 800	4 640	3 950	5 090	4 930	6 080
Keskim. Average	13/5	4 280	4 010	2 920	5 050	4 680	4 860
Suhdel. rel.		100	94*	68***	100	93*	96
F-arvo (viljat — viljat × vuodet) F-value (species — species × years)				70,33***			3,22*
»varma ero» (P = 5 %) kg/ha ..				243			295
Sign. Diff (P = 5 %) kg/ha							
m %. St. Error %				2,3			2,1

1) 15 %:n kosteana — moist. cont. 15 %.

2) Ilmakuivana — airdried

3) Olkisatota ei punnittu, sato laskettu — Straw yield not weighed, yield calculated.

Lajikkeina olivat vuosina 1937—41 Kultasade II-, Tähti- ja Simo-kaura, Binder-, Vankkuri- (v. 1937 Kultra-) ja Maija-ohra sekä Timantti-, Hopea- (v. 1937 Sopus-) ja Tammi-kevätheinä. Tässä tutkimuksessa on käytetty edellä mainittujen lajikkeiden keskisatoja.

Vuosina 1943—49 olivat vertailtavina Kultasade II-kaura, Binder-ohra (v. 1943 Maija, jonka sato muunnettu lajikekokeiden tulosten perusteella Binderin sadoksi) ja Timantti-kevätheinä. Näissä kokeissa oli kevätiljojen lisäksi myös erilaisia seosviljoja (VALLE 1946).

Vuosina 1950—61 koekasveina olivat Sisu-kaura (v. 1960—61 Sisu L), Balder-ohra ja Svenno-kevätheinä (v. 1950—53 ja v. 1956 Kärni II).

Kylvöaika oli eri vuosina vaihdellen 25/4—26/5. Se oli keskimäärin 13/5 (taul. 2). Siementä kylvettiin seuraavat määrät: kauraa 220 kg/ha, ohraa 220 kg/ha (vuodesta 1950 lähtien kuitenkin 270 kg/ha) ja kevätheinää 280 kg/ha (vuodesta 1950 300 kg/ha). Edellä mainitut kylvömäärät tarkoittavat sellaisen kylvösiemenen määrää, jonka käyttöarvo 100 % ja 1 000 jyvän paino kauralla 30 g, ohralla 45 g ja kevätheinällä 35 g. Kokeet kylvettiin 12 cm:n riviväleihin. Ennen kylvöä siemen yleensä peitattiin elohopeapitoisella peittäusaineella. Vuodesta 1956 lähtien kokeessa on suoritettu rikkaruohoruiskutus MCPA-aineilla.

Koetulosten tilastollinen tarkastelu suoritettiin pääasiallisesti MUDRAN (1958) esittämällä tavalla.

### B. Sääolot

Yleispiirteinä koekauden aikana vallinneista sääoloista mainittakoon, että kasvukaudet olivat useimpina vuosina normaalia lämpimämpiä. Touko—elokuun keskilämpötila oli normaalia alempi vain vuosina 1952 ja 1953. Ottaen huomioon kaikki koevuodet touko—elokuun lämpötila oli 0,5° C normaalia korkeampi (normaali v. 1921—50 13,5° C). Eri kuukausien lämpötiloissa oli eri vuosina suuria eroja. Varsinkin toukokuun lämpötilan vuosivaihtelu oli huomattava. Kasvukauden alku oli normaalia viileämpi erityisesti vuosina 1941, 1951—52 ja 1955. Normaalia aikaisemmin saapui kevät sitä vastoin vuosina 1937, 1940, 1943, 1947—48 ja 1959—61.

Keväthalloja esiintyi melkein kaikkina vuosina vielä orastumisen jälkeen, mutta oraitten vioitusta havaittiin vain vuoden 1959 poikkeuksellisen aikaisessa (25/4) kylvössä. Tällöin oraat kärsivät toukokuun loppupuolella sattuneessa hallassa (maan pinnalla —10° C), ohra pahemmin kuin muut.

Kasvukaudet olivat yleensä normaalia kuivempia. Runsassateisia kasvukausia esiintyi kuitenkin vuosina 1943—44, 1953, 1956 ja 1960—61. Kaikki vuodet huomioon ottaen satoi touko—elokuun aikana keskimäärin 233 mm eli 12 mm (5 %) normaalia vähemmän (normaali v. 1921—50 245 mm). Sademäärän jakautumisessa eri kuukausien kesken oli eri vuosina hyvin suuria eroja. Kasvukauden alku oli usein kuiva, syyskesä sitä vastoin runsassateinen. Yksityiskohtaisesti on Tikkurilan vuoden 1946 jälkeisiä sääoloja käsitellyt VALLE (1958, 1962).

### C. Koetulokset

Kokeet onnistuivat yleensä hyvin. Kaikki kokeet huomioon ottaen oli jyväsadon koevirhe 2,3 % (taul. 2). Tähän lukuun sisältyy myös koejäsenten ja vuosien välistä vuorovaikutuksesta johtuva virhe. Eri vuosina virhe oli niin ikään pieni, lukuun ottamatta vuosia 1945 ja 1946, jolloin se oli 4,7 % ja 4,4 %.

Kasvua häiritsevistä tekijöistä mainittakoon useina vuosina esiintyneitä poutakausia ja hallan vioitusta v. 1959. Kasvitaudeista voidaan mainita kätkönoen esiintyminen ohrassa, runsaimmin sitä havaittiin v. 1951.

Viljojen t ä h k ä l l e t u l o s s a oli suuria vaihteluja. Esimerkiksi v. 1950—61 Sisu-kaura tuli röyhylle 40—67 (keskimäärin 61) päivässä kylvöstä. Balder-ohran vastaavat luvut olivat 42—68 (keskim. 59) päivää ja Svenno- (Kärni II-) kevätehnän 34—66 (55) päivää.

K a s v u a j a n p i t u u s vaihteli myös erittäin paljon. Esimerkiksi v. 1950—61 oli Sisu-kauran kasvuaika (aika kylvöstä keltatuleentumisasteelle) 94—112, keskimäärin 104 päivää. Balder-ohran vastaavat luvut olivat 91—107, keskimäärin 101 päivää ja Svenno- (Kärni II-) kevätehnän 98—125, keskimäärin 111 päivää. Kevätviljojen kasvuaika oli yleensä pisin 1950-luvun kokeissa, mikä johtui viileistä kasvukausista ja ohran sekä kevätehnän suhteellisen myöhäisistä lajikkeista (YLLÖ 1961 a). Kesän lämpötila vaikutti ratkaisevasti kasvuajan pituuteen. Kevätviljat tuleutuivat nopeimmin lämpiminä kesinä vuosina 1937, 1946—47, 1955 ja 1960.

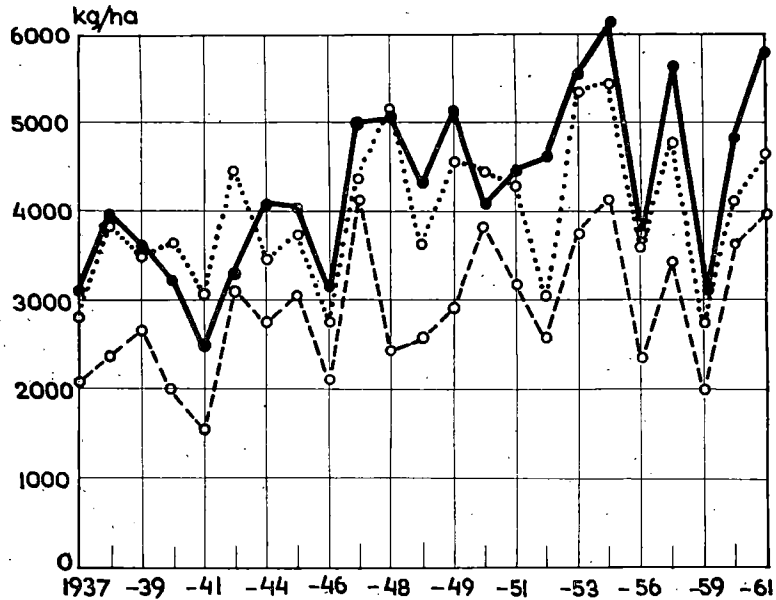
K o r r e n l u j u u s oli v. 1943—61 keskimäärin: kaura 7,3, ohra 7,0 ja kevätehnä 8,1 (10 täysin pystyssä, 0 maata myöten laossa). Vertailuun otettiin vain sellaiset vuodet (yht. 13), joina eroja havaittiin. Kevätehnä oli siis luja- ja ohra heikkokortisin.

#### 1. Jyväsato

K a u r a n jyväsato oli keskimäärin 4 280 kg/ha. Sato oli heikoin (2 480 kg/ha) v. 1941, mikä johtui lähinnä myöhäisestä kylvöstä ja viileästä sekä kuivasta alkukesästä. Paras sato (6 110 kg/ha) kaurasta saatiin v. 1955. Tällöinkin kylvö myöhästyi, mutta sääolot olivat varsinkin loppukesällä kauralle edulliset. Satovaihtelu oli eri vuosina suuri (kuva 1).

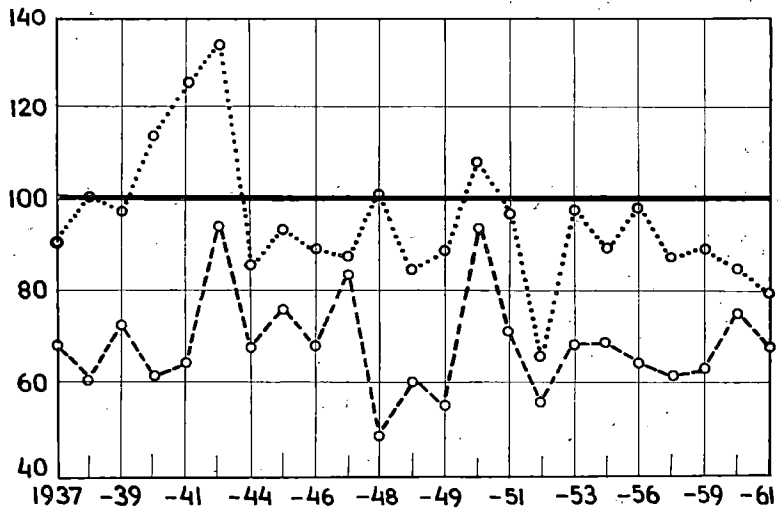
O h r a n jyväsato oli keskimäärin 4 010 kg/ha eli 270 kg/ha pienempi kuin kauran. Sato oli heikoin (2 780—2 830 kg/ha) vuosina 1937, 1946 ja 1959. Syyt olivat erilaisia, kuten v. 1937 lähinnä kuivuus, v. 1946 alkukesän viileys ja sateisuus ja v. 1959 keväthalla sekä ankara kuivuus. Parhaita (5 380—5 460 kg/ha) olivat ohran sadot, kuten kaurankin, sääoloiltaan suotuisina vuosina 1953 ja 1955.

Ohran suhteellinen jyväsato oli keskimäärin 94 (kaura = 100). Vaihtelut olivat hyvin suuria (kuva 2). Suhteellinen sato oli pienin (suhdel. 66) viileänä kasvukautena v. 1952, jolloin aikaisin (8/5) kylvetyssä kokeessa ohra ei pystynyt kilpailemaan kauran kanssa. Tähän oli todennäköisesti syynä maan happamuus (pH 5,4). Muina



Kuva 1. Kevätviljojen jyväsadot kasvinviljelylaitoksen lajivertailukokeessa Tikkurilassa v. 1937—61. — kaura, ..... ohra, - - - - kevätvehnä (vrt. taul. 2).

Fig. 1. Grain yields of spring cereals in comparative trial at the Department of Plant Husbandry, Tikkurila, 1937—61. — oats, ..... barley, - - - - spring wheat (see Table 2).



Kuva 2. Kevätviljojen suhteelliset jyväsadot kasvinviljelylaitoksen lajivertailukokeessa. — kaura (= 100), ..... ohra, - - - - kevätvehnä (vrt. kuvaa 1).

Fig. 2. The relative yields of spring cereals in comparative trial at the Department of Plant Husbandry, Tikkurila. — oats (= 100), ..... barley, - - - - spring wheat (see Fig. 1).

vuosina ohra menestyi suhteellisesti paljon paremmin lukuun ottamatta vuotta 1961, jolloin sen suhdeluku oli 80. Mainittuna vuonna alkukesän kuivuus haittasi ohran kasvua pahemmin kuin kauran. Parhaita olivat ohran suhteelliset sadot (suhdel. 114—135) vuosina 1940—41 ja 1943. Yhteistä näille vuosille oli myöhäinen kylvä (20—23/5), josta ohra kärsi vähemmän kuin kaura. Vuonna 1943 kasvukausi oli lisäksi varsinkin syyskesästä viileä ja sateinen.

Kevätvehnän jyväsato oli keskimäärin 2 920 kg/ha eli 1 360 kg/ha pienempi kuin kauran. Heikoin sato (1 600 kg/ha) saatiin v. 1941, jolloin myös muitten kevätviljojen sadot jäivät verrattain pieniksi. Kasvukauden alku oli mainittuna vuonna normaalia huomattavasti viileämpi ja kuivempi. Satoa alensi myös kylvön myöhäisyys. Parhaita olivat kevätvehnän sadot (4 160—4 200 kg/ha) vuosina 1947 ja 1955, jolloin myös kauran ja ohran sadot olivat hyviä.

Kevätvehnän suhteellinen sato oli keskimäärin 68 (kaura = 100). Sen sato jäi kaikkina vuosina heikommaksi kuin kauran ja ohran (kuvat 1—2). Vuonna 1943 satoero kauraan verrattuna oli kuitenkin tilastollisesti epävarma. Heikoin oli kevätvehnän suhteellinen sato (suhdel. 49) vuoden 1948 kokeessa verrattain jäykällä savimaalla, jossa kevätvehnä kärsi alkukesän kuivuudesta enemmän kuin muut. Myös eräinä muina vuosina (1949 ja 1952) alkukesän kuivuus haittasi kevätvehnää enemmän kuin kauraa. Suhteellisesti parhaita satoja saatiin kevätvehnästä vuosina 1943 ja 1950, jolloin suhdeluvut olivat 94.

Kuten edellä selvisi, vaihtelivat jyväsadot eri vuosina hyvin voimakkaasti. Satovaihtelukertoimet (hajonta %:na keskisadosta) olivat kauralla 23, ohralla 20 ja kevätvehnällä 29. Näihin lukuihin sisältyy satunnaisen vuosivaihtelun ja systemaattisen muuntelun eli trendin vaikutus. Ohran kokonaisvaihtelu oli pienin ja kevätvehnän suurin.

Tarkasteltaessa satotason kehitystä havaitaan tason paranemista vuosien kuluessa. Jyväsadon ja ajan (vuosien) välinen riippuvuussuhde oli kaikilla viljoilla sangen huomattava, korrelaatiokertoimet: kaura  $r = 0,61^{**}$ , ohra  $r = 0,39$  ja kevätvehnä  $r = 0,51^*$ . Korrelaatioita laskettaessa otettiin huomioon myös välivuodet (1942, 1954 ja 1957), jolloin kokeita ei ollut. Vuoden 1948 osalta käytettiin kokeiden a ja b keskiarvoja. Saman periaatteen mukaan suoritetussa regressiolaskussa saatiin, käyttämällä ensimmäisen asteen yhtälöä, keskimääräiseksi sadonlisäyksi vuotta kohden: kaura 83,2<sup>\*\*</sup> kg/ha eli 2,0 % keskisadosta, ohra 42,4 kg/ha eli 1,1 % ja kevätvehnä 53,2<sup>\*</sup> kg/ha eli 1,8 %. Kauran ja kevätvehnän sadonlisäys oli voimakas, ohran sitä vastoin heikoin ja tilastollisesti epävarma ( $P = 8\%$ ). Edellä mainittua satotason paranemista tehostivat mm. lajikkeiden vaihto v. 1950 ja kokeen siirtäminen multavammalle maale v. 1952, jolloin myös PK-lannoitusta huomattavasti lisättiin.

Muista satovaihteluun ja satoisuussuhteisiin vaikuttavista tekijöistä mainittiin jo ohran jyväsatojen käsittelyn yhteydessä kylvöaika. Koko aineiston puitteissa jyväsadon ja kylvöajan välinen vuorosuhde jäi kuitenkin heikoksi, korrelaatiokertoimet: kaura  $r = -0,27$ , ohra  $r = -0,22$  ja kevätvehnä  $r = -0,12$ . Kertoimet olivat



kaikilla kevätiljoilla negatiivisia ja tilastollisesti epävarmoja (P esimerkiksi kauralla 21 %). Ne viittaavat siihen, että aikainen kylvö oli yleensä edullisempi kuin myöhäinen.

Kuten jo edellä selvisi, oli sääolojen vaikutus useina vuosina varsin merkittävä. Koko aineiston puitteissa jäi säätekijöiden ja jyväsadon välinen riippuvuus-suhde kuitenkin heikoksi. Touko-elokuun keskilämpötilan ja jyväsadon korrelaatiokertoimet olivat: kaura  $r = -0,31$ , ohra  $r = -0,27$  ja kevätvehnä  $r = -0,13$ . Kertoimet olivat kaikilla kevätiljoilla negatiivisia, ja tilastollisesti epävarmoja (P esimerkiksi kauralla 16 %). Voimakkain oli lämpötilan muutosten vaikutus heinäkuussa. Edellä esitetyt korrelaatiokertoimet viittaavat siihen, että lämpöä oli koekasveille yleensä riittävästi ja että keskimääräistä korkeammat lämpötilat jopa alensivat satoa. Tällainen tulos on selitettävissä mm. sillä, että koevuosien touko-elokuun keskilämpötila oli jo sinänsä sängen korkea eli  $0,5^{\circ}\text{C}$  normaalia korkeampi.

Touko-elokuun sademäärän ja jyväsadon väliset korrelaatiokertoimet olivat: kaura  $r = 0,23$ , ohra  $r = 0,25$  ja kevätvehnä  $r = 0,25$ . Vuorosuhde oli siis heikko. Kertoimet olivat positiivisia, mikä viittää siihen, että keskimääräistä suuremmalla sademäärällä oli edullinen vaikutus satoon. Selvimmin mainittu vaikutus tuli esiin touko-heinäkuussa. Kuten jo aikaisemmin on mainittu, koekaudet olivat keskimäärin normaalia hieman (5 %) vähäateisempia. Lopuksi on syytä mainita, että lämpötilan ja sademäärän välillä ei ollut mainittavaa vuorosuhdetta, lukuun ottamatta elokuuta, jolloin vuorosuhde oli  $r = -0,65^*$ . Viimeksi mainittu seikka ei kuitenkaan olennaisesti muuta edellä esitettyä kuvaa, vaikka aineistosta suoritettaisiin osittaiskorrelaatiolasku.

Näyttää siis siltä, että kevätiljat sopeutuivat varsin hyvin ja suunnilleen samalla tavalla sääolojen muutoksiin.

Jyvä- ja olkisadon välillä oli positiivinen, melko selvä vuorosuhde, kaura  $r = 0,43$ , ohra  $r = 0,67^{**}$  ja kevätvehnä  $r = 0,72^{***}$ . Suuria olkisatoja seurasi siis yleensä hyvä jyväsato, varsinkin kevätvehnällä ja ohralla. Kauran kohdalla vuorosuhde oli heikompi ja tilastollisesti epävarma ( $P = 15\%$ ). Vuorosuhteet eivät kuitenkaan olleet täydellisiä, mikä osoittaa, että jyväsato oli osittain muista tekijöistä riippuvainen kuin olkisato.

Lopuksi on syytä tarkastella satotason vaikutusta satoisuussuhteisiin. Tarkastelu voidaan suorittaa monella eri tavalla. Yksinkertaisinta on seurata edellä mainittuja trendiarvoja. Ne osoittivat, että sadon lisäys oli suurin kauralla ja pienin ohralla. Kauran ja ohran välinen satoero suureni siis vuosien kuluessa, ts. ohran satotaso laski suhteessa kauran satoon. Kevätvehnän suhteellinen satotaso pysyi sitä vastoin joksinkin muuttumattomana, sillä keskimääräinen sadonlisäys oli kauralla ja kevätvehnällä melkein sama eli 2,0 % kauralla ja 1,8 % kevätvehnällä. Satotason vaikutus jäi siis varsin vähäiseksi.

Samaan tulokseen päästään, jos keskimääräiset suhteelliset sadot lasketaan vuosittaisten suhdelukujen keskiarvoina ja näin saatuja lukuja verrataan satomäärien perusteella laskettuihin suhteellisiin satoihin, joita tähän mennessä on käytetty (taul. 2).

Eri vuosien suhdelukujen keskiarvot olivat (suluisissa luvut taulukosta 2 ilmaistuna 0,1 %:n tarkkuudella): ohra 95,2 (93,7) ja kevätvehnä 68,5 (68,2). Ensiksi mainitut suhteellisten satojen keskiarvot, joista oli poistettu vuosivaihtelun vaikutus, olivat jonkin verran suurempia kuin satomäärien perusteella lasketut sadot. Tämä osoittaa, että vuosina, jolloin kaikkien viljojen sadot olivat huonoja, ohrasta saatiin suhteellisesti hieman parempi tulos kuin kaurasta. Kevätvehnällä mainittu ero oli hyvin pieni.

Satotasolla ei siten ollut kovin suurta vaikutusta satoisuussuhteisiin. Tämä on varsin luonnollista, sillä satotaso ei sellaisenaan voi vaikuttaa satoisuussuhteisiin, vaan ne eri tekijät, joista taso riippuu ja jotka vaikuttavat eri kasveihin eri tavalla. Kun nämä tekijät, kuten esimerkiksi kylvöaika, maalaji, happamuus, sääolot jne. olivat vaikuttamassa satotulokseen, muodostui yhteisvaikutus eri kevätviljoille keskimäärin suunnilleen samaksi.

Yhteenvetona mainittakoon, että kasvinviljelylaitoksen lajivertailukokeessa saatiin suurin jyväsato kaurasta, keskimäärin 4280 kg/ha. Ohran sato oli hieman (suhdel. 94), kevätvehnän sato sitä vastoin huomattavasti (suhdel. 68) pienempi kuin kauran.

## 2. Jyväsadon laatu

Jyväsadosta tehtiin eräinä vuosina raakaproteiinin, 1 000 jyvän painon ja hehtolitrainpainon määrityksiä.

Raakaproteiinipitoisuus oli vuosina 1943—49 ja 1961 (9 koetta) keskimäärin: kaura 12,6 %, ohra 12,0 % ja kevätvehnä 15,0 % kuiva-aineesta. Mainittuja lukuja laskettaessa käytettiin kaikille viljoille kerrointa 6,25 (x N %). Tämä on otettava huomioon tuloksia arvosteltaessa, sillä kerroin on kevätvehnälle ja jossakin määrin myös kauralle hieman liian suuri.

Proteiinipitoisuus vaihteli eri vuosina melkoisesti, esimerkiksi kauralla 10,2—14,0 %. Vaihtelut olivat eri viljoilla yleensä samansuuntaisia. Vähiten sisälsivät jyvät raakaproteiinia sateisena kasvukautena 1944. Kuten edellä mainittiin, oli kauran proteiinipitoisuus hieman suurempi kuin ohran, mutta ero ei ollut tilastollisesti varma ( $P = 20\%$ ). Kevätvehnä sisälsi sitä vastoin kaikkina vuosina proteiinia selvästi runsaammin kuin muut kevätviljat. Mainitut tulokset käyvät varsin hyvin yhteen sen kanssa, mitä vastaavanlaisissa kokeissa on aikaisemmin todettu (WINKLER ja LUSTIG 1959, ELIASSON ja DANELL 1956, VIK 1953, PILL 1939).

Raakaproteiinisadot olivat keskimäärin: kaura 474 kg/ha, ohran suhteellinen sato 88 ja kevätvehnän 81. Lähinnä runsaan jyväsadon ansiosta kaurasta saatiin proteiinia eniten.

1 000 jyvän painot olivat v. 1937—49 (12 koetta) keskimäärin: Kultasade II-kaura 32,5 g, Binder-ohra 40,0 g ja Timantti-kevätvehnä 33,1 g. Vuosina 1950—61 (10 koetta) olivat vastaavat luvut: Sisu 33,9 g, Balder 41,5 g ja Svenno (Kärni II) 37,4 g. Vaihtelut olivat eri vuosina suuria, esimerkiksi Kultasade II -kauralla 26,0—37,0 g ja Sisu-kauralla 31,1—38,8 g.

Kauran jyvä oli, huomioon ottaen kaikki kokeet, selvästi kevyin, 1 000 j. p. keskimäärin 33,9 g. Ohran jyvä oli kaikkina vuosina huomattavasti painavampi kuin kauran ja kevätvehnän. Kevätvehnän jyvä oli keskimäärin painavampi kuin kauran, ero oli tilastollisesti varma ( $P = 2,1 \%$ ).

H e h t o l i t r a n p a i n o t olivat v. 1937—41 (5 koetta): Kultasade II 54,1 kg, Binder 69,2 kg ja Timantti 81,4 kg. Vuosina 1950—61 (10 koetta) vastaavat luvut olivat: Sisu 51,1 kg, Balder 70,0 kg ja Svenno (Kärni II) 81,3 kg. Lajikevaihdosta ymsyistä johtunut muutos oli suurin kauralla. Eri kevätviljojen väliset erot tulivat hlpainoissa huomattavasti selvemmin ja tasaisemmin esiin kuin 1 000 jyvän painoissa, joissa suhteet vaihtelivat enemmän. Eri vuosina esiintyi sängen suuria vaihteluja, jotka olivat kuitenkin eri viljoilla yleensä samansuuntaisia. Parhaita olivat hlpainot sellaisina vuosina, jolloin jyväsadotkin olivat hyviä.

### 3. Olkisato

K a u r a n olkisato oli keskimäärin 5 050 kg/ha (2 900—7 410 kg/ha, taul. 2). O h r a n olkisato oli pienempi eli 4 680 kg/ha (2 860—6 190 kg/ha) ja suhteellinen sato keskimäärin 93 (69—118). K e v ä t v e h n ä n olkisato oli 4 860 kg/ha (2 460—6 930 kg/ha) ja suhteellinen sato keskimäärin 96 (64—119). Kauran ja kevätvehnän välinen satoero ei ollut tilastollisesti varma ( $P = 20 \%$ ).

Olkisatojen vaihtelu oli hieman suurempi kuin jyväsatojen. V a i h t e l u k e r t o i m e t olivat: kaura 26, ohra 22 ja kevätvehnä 29. Jyväsatojen käsittelyn yhteydessä selvisi, että olki- ja jyväsadon välillä oli melko selvä, joskaan ei täydellinen vuorosuhde. Kasvutekijöistä, jotka vaikuttivat enemmän olki- kuin jyväsatoihin, mainittakoon sademäärä. Olkisadon ja touko—elokuun s a d e m ä ä r ä n välinen vuorosuhde oli: kaura  $r = 0,53^*$ , ohra  $r = 0,50^*$  ja kevätvehnä  $r = 0,46^*$ . Korrelaatiokertoimet olivat selvästi suuremmat kuin jyväsatojen kohdalla. Ne olivat eri kevätviljoilla melkein samat. Sateisina kesinä saatiin siis yleensä runsaita olkisatoja. Lämpötilan muutoksiin suhtautuivat olkisadot suunnilleen samalla tavalla kuin jyväsadotkin. Olkisadon ja touko—elokuun keskilämpötilan välinen vuorosuhde oli: kaura  $r = -0,32$ , ohra  $r = -0,33$  ja kevätvehnä  $r = -0,36$ . Korrelaatiokertoimet viittaavat siihen, että keskimääräistä korkeampi lämpötila alensi myös olkisatoja. Kuten korrelaatiokertoimista nähdään, eri kevätviljat suhtautuvat jokseenkin s a m a l l a t a v a l l a sademäärän ja lämpötilan muutoksiin.

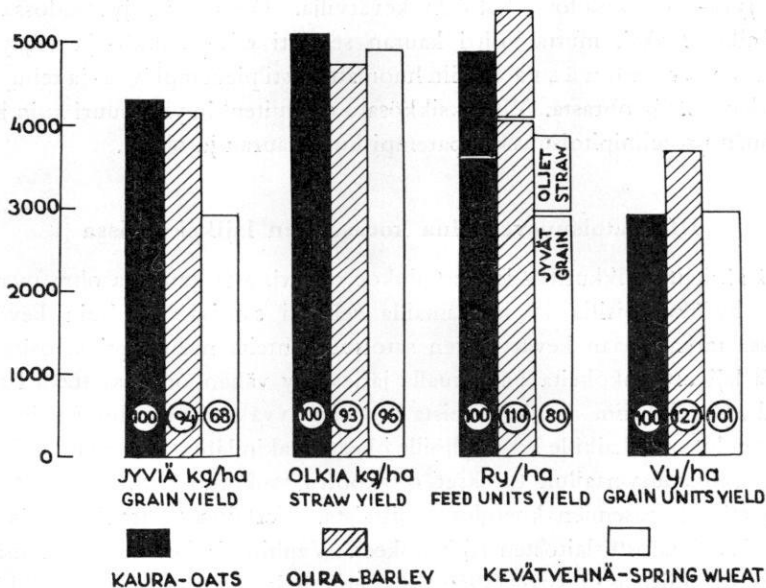
O l k i - j a j y v ä s a d o n s u h d e oli kauralla 1,18, ohralla 1,17 ja kevätvehnällä 1,66. Vaihtelut olivat eri vuosina hyvin suuria, esimerkiksi Sisu-kauralla 0,88—1,56. Vaikka edellä mainitut luvut poikkeavat aikaisemmin julkaistuista lajivertailukokeen tuloksista (vrt. esim. HUTTUNEN 1938) ja siitä, mitä käytännössä yleensä on todettu (Pellervon kalenteri 1962) on niiden järjestys eri kevätviljoihin nähden sama.

#### 4. Rehuyksikkö- ja viljayksikkösato

Satoisuusvertailussa on kiinnitettävä huomio myös sadon laatuun. Laadun merkitys riippuu taas suurelta osalta siitä, mihin tarkoitukseen sato käytetään. Mikäli sato käytetään eläinrehuksi, on rehuyksikkö sopivin vertailuperuste.

Huomioon ottaen edellämainitut keskimääräiset jyvä- ja olkisadot rehuyksikkösato oli: kaura 4 830 ry/ha, ohran suhteellinen rehuyksikkösato 110 ja kevätevehnän sato 80 (kaura = 100). Satoja laskettaessa käytettiin rehutaulukossa mainittuja korvauslukuja, ts. yhteen rehuyksikköön laskettiin jyviä: kauraa 1,2 kg, ohraa 1,0 kg, kevätevehnää 1,0 kg, ja olkia: kauraa 4,0 kg, ohraa 3,9 kg, kevätevehnää 5,3 kg (Pellervon kalenteri 1962). Olkisadon osuus rehuyksikkösadosta oli sangen pieni eli eri kevätiljoilla 24,5—26,2 % (kuva 3). Satoisuussuhteisiin olkien rehuyksikkösadolla oli vain pieni merkitys.

Ohrasta saatiin suurin rehuyksikkösato. Tämä on varsin luonnollista, jos otetaan huomioon esimerkiksi kauran ja ohran erilainen kuoripitoisuus. Mainittua laatuominaisuutta ei tässä kokeessa tutkittu, mutta eräissä kasvinviljelylaitoksen aikaisemmissa lajikekokeiden tuloksissa on vertailukelpoisia lukuja. Niinpä oli v. 1921 Kultasade-kauran kuoripitoisuus 23,3 % ja kaksitahoisten ohrien 10,1 % jyvien kokonaispainosta. PESOLAN (1942) mukaan kauran kuoripitoisuus on 23—30 % ja ohran yleensä 8—10 %. Kun kevätevehnän jyvä on kuoreton, se on siinä suhteessa kauraa ja ohraa arvokkaampi.



Kuva 3. Kauran, ohran ja kevätevehnän sadot kasvinviljelylaitoksen lajiver-tailukokeessa Tikkurilassa v. 1937—61.

Fig. 3. Yields of oats, barley and spring wheat in comparative trial at the Department of Plant Husbandry, Tikkurila, 1937—61.

Mainittakoon lisäksi, että eri kevätiljojen rehuyksiköt eivät ole joka suhteessa samanarvoisia. Esimerkiksi proteiinia, on keväthehnan ja kauran rehuyksikössä enemmän kuin ohran. Rasvaa sisältää kaura enemmän kuin muut.

Jos kevätiljoja arvostellaan sen mukaan, miten suuri osuus sadosta voidaan käyttää ihmisravintona, on viljaysikö sopivin vertailuperuste. Viljaysikkö on käsitteenä suhteellisen vähän tunnettu ja jossakin määrin vaihteleva, riippuen siitä, millaista tuotetta kulloinkin tarkoitetaan.

Kauran käyttö ruokataloudessa on vähäistä. Sitä käytetään pääasiallisesti ryyneinä, joita saadaan keskimäärin n. 60 % kauran jyväsadosta. Vaihtelu on, riippuen kauran laadusta, melko suuri. Ohrasta tulee jauhoja n. 90 %, ryynejä ja lestyjauhoja vähemmän. Keväthehnan jyväsato voidaan käyttää 100-%:sesti, koko- eli grahamjauhoina.

Tämän lisäksi on otettava huomioon tuotteiden erilainen ravintoarvo. Jos vehnä-jauhojen ravintoarvo merkitään 100:ksi, on kauraryynien ravintoarvo PALOHEIMON mukaan 112 ja ohrajauhojen 101 (Pellervon kalenteri 1949).

Kun edellä mainittuja lukuja sovelletaan Tikkurilan lajivertailukokeeseen, saadaan kauran viljaysikkösadoksi 2 880 vy/ha, ohran suhteelliseksi vy-sadoksi 127 ja keväthehnan 101 (kaura = 100). Ohrasta saatiin siis selvästi suurin viljaysikkösato (kuva 3). Kauran ja keväthehnan vy-sadot olivat melkein yhtä suuria. Arvosteltaessa kevätiljoja viljaysikkösadon mukaan on kiinnitettävä huomiota myös jauhatuksen sivutuotteisiin, joilla on käyttöä kotieläintaloudessa.

Yhteenvetona mainittakoon, että Tikkurilan lajivertailukokeessa oli kaura jyvä- ja olkisadossa satoisin kevätilja. Ohra jäi jyväsadossa kauraa hieman heikommaksi, mutta voitti kauran selvästi rehuyksikkö- ja viljaysikkösadossa. Keväthehänstä saatiin huomattavasti pienempi jyvä- ja rehuyksikkösato kuin kaurasta ja ohrasta. Viljaysikkösato oli kuitenkin yhtä suuri kuin kauralla. Keväthehnan proteiinipitoisuus oli parempi kuin kauran ja ohran.

### III. Satoisuusvertailua koecasemien lajikekokeissa

Edellä käsitelty Tikkurilan lajivertailukoe osoitti, että kaura ja ohra ovat Etelä-Suomessa hyväkuntoisilla kivennäismailla selvästi satoisampia kuin keväthehnanä. Seuraavassa tarkastellaan kevätiljojen satoisuussuhteita maan muissa osissa. Kun varsinaisia lajivertailukokeita on muualla järjestetty vähän, on tyydyttävä lajikekokeiden tuloksiin. Lajikekokeista voidaan hyväksyä vertailuun vain sellaiset, joissa kasvuolot ovat kaikille kevätiljoille olleet ainakin lähimain samat. Tällä tavoin suoritettujen satoisuusvertailun tulokset on koottu taulukkoon 3. Siihen tarvittava aineisto saatiin koecasemien koetulosmonisteista. Vertailuun otettiin myös kasvinviljely- ja kasvinjalostuslaitosten lajikekokeet. Vanhimpia kokeita ei yleensä otettu huomioon, sillä niistä on LÄHDE (1950) aikaisemmin laatinut vertailun. Kaikki kokeet sijaitsivat kivennäismailla.

Ennen aineiston käsittelyä tehtiin tarkistusvertailu Tikkurilan lajivertailu- ja lajikekokeiden kesken. Vertailu osoitti, että lajikekokeita voidaan eräin



Taulukko 3. Kevätviljojen satoisuusvertailua maatalouden tutkimuskeskuksen laitosten ja koemasien lajikekokeissa.

Table 3. Comparison of yields of spring cereals in variety trials at Departments and Experimentalstations of the Agricultural Research Centre.

Koepaikka <sup>1)</sup> Trial location	Leveysaste p. l. N. lat.	Vuodet Years	Koevuosien lukum. No of trial years	Jyväsato — Grain yield			»varma cro» % (P=5 %) Sign. Diff. %	Vaihtelukerroin Coef. of variation		
				Kaura Oats kg/ha (=100)	Ohra Barley sl. rel.	Kevät- vehnä Spring wheat sl. rel.		Kaura Oats s%	Ohra Barley s%	Kevät- vehnä Spring wheat s%
1. Kasvinviljely- laitos . . . . .	60°18'	1942—61	18	4 980	94	69***	8,1	17	17	25
2. Kasvinjalos- tuslaitos . . . . .	60°49'	1946—60	15	4 860	93	71***	13,5	32	30	35
3. Karjalan koas.	60°42'	1949—60	12	4 620	102	73***	9,1	25	17	30
4. Satakunnan»	61°17'	1945—59	12	3 350	93	78***	9,4	28	24	39
5. Hämeen »	61°20'	1946—60	19	4 870	98	73***	9,4	24	11	16
6. Et.-Savon »	61°40'	1944—60	17	3 600	99	77**	12,9	29	25	25
7. Et.-Pohj.m.»	62°57'	1941—60	20	3 640	95	68***	6,8	28	35	38
8. P.-Savon »	63°09'	1937—60	22	3 280	104	87**	7,3	27	25	21
9. Perä-Pohj. »	66°35'	1939—60	16	2 720	112	77*	19,0	31	26	65
Keskimäärin — Average				3 990	99	75***	7)3,0	27	23	33

1) vrt. kuvaa 4 — see Fig. 4.

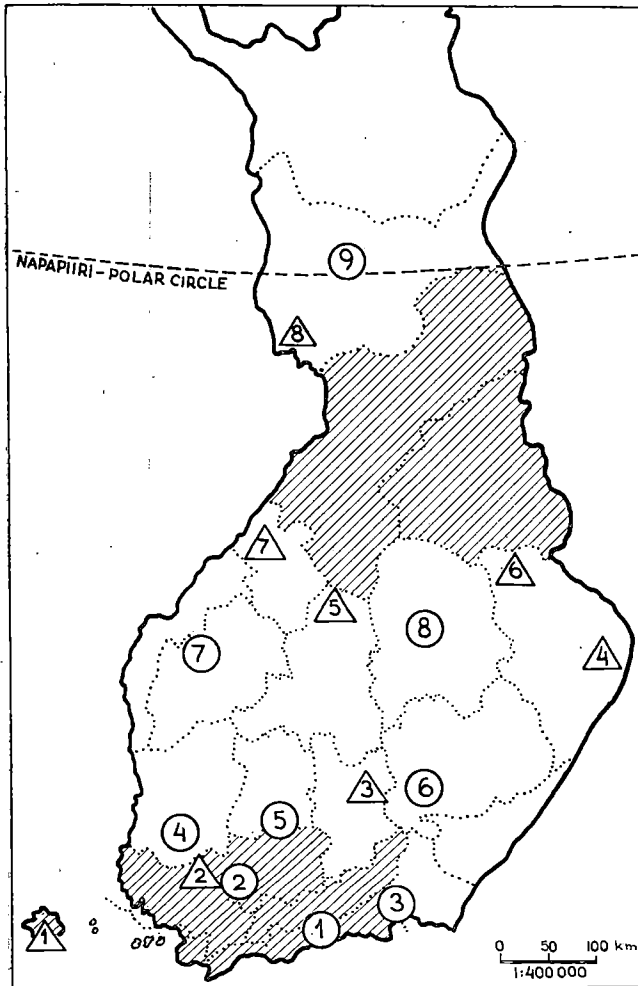
2) F-testi: viljat — viljat × vuodet — F Test: species — species × years.

3) F-testi: viljat — viljat × koepaikat — F Test: species — species × locations.

edellytyksin käyttää hyväksi myös lajivertailussa. Tarkastelun yhteydessä pyrittiin selvittämään lajikkeen vaikutusta satoisuussuhteisiin. Vertailuun otettiin: a) mittarilajikkeet b) kunakin vuonna satoisin lajike tai linja ja c) kunakin vuonna kaksi satoisinta lajiketta tai linjaa. Mittarilajikkeiden käytöstä luovuttiin, sillä niiden suhteen esiintyi eri koepaikoilla melkoista kirjavuutta. Etelä-Pohjanmaan ja Pohjois-Savon koemasien kokeista otettiin vertailuun mittarit, sillä mainitut kokeet olivat samalla lajivertailukokeita. Kokeet oli järjestetty siten, että esimerkiksi kauran lajikekokeeseen oli otettu sekä ohran että kevätvehnän lajikekokeiden mittarilajikkeet.

Yhden ja kahden satoisimman lajikkeen vertailu osoitti, että hajonta oli kummasakin tapauksessa melkein sama. Satoisuusvertailu suoritettiin sen vuoksi kunakin vuonna satoisimman lajikkeen tai linjan mukaan, lukuun ottamatta kahta edellä mainittua koemasiaa (taul. 3). Tämän lisäksi on tekstissä vertailtu myös mittarilajikkeiden satoja.

Tarkastelu osoitti, että lajikkeella on hyvin suuri vaikutus satoisuussuhteisiin, kuten seuraava esimerkki Tikkurilan kokeista osoittaa. Vuosina 1945—52 ja 1957—61 (yht. 13 vuotta) oli vertailukelpoisissa lajikekokeissa mm. seuraavat lajikkeet (suluissa keskim. jyväsato): kaurat Kultasade II (4 660 kg/ha) ja Sisu tai Sisu L (5 050 kg/ha), ohrat Binder (3 900 kg/ha) ja Balder (4 410 kg/ha). Ohran suhteellinen sato oli — riippuen siitä vertailtiin Binderia vai Balderia — Kultasade II -kauraan verrattuna 84—95, Sisu-kauraan verrattuna



Kuva 4.

○ — Maatalouden tutkimuskeskuksen laitoksia ja koeasemia:

1. Kasvinylijeläytilaitos
2. Kasvinjalostuslaitos
3. Karjalan koeasema
4. Satakunnan koeasema
5. Hämeen koeasema
6. Etelä-Savon koeasema
7. Etelä-Pohjanmaan koeas.
8. Pohjois-Savon koeasema
9. Perä-Pohjolan koeasema (taul. 3).

△ — Kiinteitä koekenttiä:

1. Jomala
2. Loimaa
3. Hartola
4. Ilomantsi
5. Pihtipudas
6. Nurmes
7. Kannus
8. Alatornio (taul. 4).

Fig. 4.

○ — Departments and Experimental Stations of the Agricultural Research Centre:

1. Dep. of Plant Husbandry
2. Dep. of Plant Breeding
- Agricultural Experimental Stations:
3. Karjala
4. Satakuntia
5. Häme
6. South Savo
7. South Pohjanmaa
8. North Savo
9. Perä-Pohjola (Table 3).

△ — Permanent Experimental Fields (Table 4).

Viivoitettuna eteläinen ja pohjoinen alue (taul. 5), ..... maanviljelys- tai talousseuran alueen raja. The shaded areas indicate the southern and the northern regions (Table 5), ..... boundaries of the Agricultural Societies.

kuitenkin vain 77—87. On siis erittäin tärkeätä, että vertailuun otetaan vain samaan satoisuusluokkaan kuuluvia lajikkeita. Kokeiden mittarit eivät kuitenkaan kaikissa olosuhteissa edusta tasapuolisesti eri viljalajeja.

Taulukkoon 3 on jyväsatojen lisäksi merkitty varianssianalyysin tuloksista »varma ero» %-lukuna, jotta sen soveltaminen ohran ja kevätvehnän suhteellisiin satoihin olisi helppoa. Taulukossa on mainittu myös satovaihtelun voimakkuutta osoittavat vaihtelukertoimet. Niiden keskiarvot, samoin kuin keskimääräiset jyväsadot, ovat aritmeettisia keskiarvoja. Koepaikat on merkitty järjestyksessä etelästä pohjoiseen (kuva 4). Taulukon selitykseksi mainittakoon seuraavaa:

Kasvinviljelylaitoksen vuosien 1942—61 (ei 1944, 1954) lajikekokeissa kauran jyväsato (satoisin lajike) oli 4 980 kg/ha, ohran suhteellinen sato 94 ja kevätevehnän 69 (kaura = 100). Kauran ja ohran satoero ei ollut tilastollisesti varma ( $P = 21\%$ ). Satoisuussuhteet olivat melkein samat kuin lajivertailukokeessa. Tämä on varsin luonnollista, sillä lajikekokeet oli useimpina vuosina järjestetty samoille lohkoille kuin lajivertailukoekin. Lajikekokeiden korkeampi satotaso johtuu satoisimman lajikkeen käytöstä vertailussa, mutta myös siitä, että heikot satovuodet (1937—41) jäivät tästä vertailusta pois. Mainituista syistä satovaihtelu oli lajikekokeissa pienempi kuin lajivertailukokeessa.

Kasvinjalostuslaitoksella Jokioisissa lajikekokeet olivat aitosavimaalla, jossa oli humusta 4—7 % ja pH 5,2—6,4. Kevätviljat seurasivat samaa esikasvia aina vuoteen 1951 (POHJANHEIMO 1959). Myös lannoitus on ollut eri viljoilla keskimäärin jokseenkin sama. Kauran sato (satoisin lajike) oli vuosina 1946—60 keskimäärin 4 860 kg/ha, ohran suhteellinen sato 93 ja kevätevehnän 71. Satoisuussuhteet olivat melkein samat kuin Tikkurilassa, satovaihtelu sitä vastoin selvästi suurempi. Suuri vaihtelu johtui lähinnä Jokioisten savimaiden poudanalttiudesta.

Mielenkiintoista on tarkastella myös mittarilajikkeiden satoisuussuhteita. Keskimääräiset jyväsadot olivat vuosina 1946—60 (suluissa vastaavat luvut vuosilta 1930—45 LÄHTEEN mukaan): Kultasade II 4 310 kg/ha (3 250 kg/ha), Binderin suhteellinen sato 81 (77) ja Timantin sato vastaavasti 66 (74). Satotasossa oli siis vuosina 1946—60 tapahtunut sangen huomattavaa nousua ja samalla olivat myös satoisuussuhteet jonkin verran muuttuneet. Vertailu osoittaa edelleen, että Binder (suhdel. 81) ja Timantti (suhdel. 66) eivät anna vuosien 1946—60 vertailussa täysin oikeata kuvaa ohran ja kevätevehnän mahdollisuuksista kilpailla kauran kanssa (vrt. yllämainittuja suhdelukuja 93 ja 71). Sama ilmiö on todettavissa myös Tikkurilan kokeissa.

Karjalan koeasemalla Anjalassa kevätiljjojen lajikekokeet sijaitsivat hiesusavimaalla, jonka humuspitoisuus oli 3—7 % ja pH 5,5—6,4. Eri kevätiljjojen esikasvi ja lannoitus poikkesivat joinakin vuosina toisistaan. Vaihtelut olivat kuitenkin varsin vähäisiä ja senlaatuksia, että keskimääräiset kasvuolot muodostuivat eri viljoille melkein samoiksi. Kauran jyväsato (satoisin lajike) oli v. 1949—60 keskimäärin 4 620 kg/ha, ohran suhteellinen sato 102 ja kevätevehnän 73. Ohra ja kevätevehnä menestyivät Anjalassa suhteellisesti hieman paremmin kuin Tikkurilassa. Ohran satovaihtelu oli huomattavasti pienempi kuin kauran ja kevätevehnän.

Jos vertailuun otetaan mittarilajikkeet, oli Kultasade II:n sato samoina vuosina 4 150 kg/ha, Balderin suhteellinen sato 108 ja Timantin vastaavasti 72. Ohran korkea suhdeluku osoittaa Balderin hyvää satoisuutta koeaseman oloissa.

Koeaseman aikaisemmissa kokeissa ohra on kuitenkin menestynyt heikommin. LÄHTEEN (1950) laatimassa vertailussa, joka käsitti tuloksia kuudelta vuodelta, kauran sato (kaksi satoisinta lajiketta) oli 3 130 kg/ha, ohran suhteellinen sato vain 84 ja kevätevehnän 78. Kuten jo erilainen satotasoa osoittaa, olivat kasvuolot silloin toiset, mm. maan happamuus (pH 5,1) ohralle epäedullisempi kuin myöhäisempinä vuosina.

Poikkeavaan tulokseen saattavat vaikuttaa myös satunnaiset tekijät, sillä vuosien lukumäärä oli pieni.

Satakunnan koeasemalla Peipohjassa kevätiljojen lajikekokeet sijaitsivat pääasiallisesti hietamaalla (pH 5,5—6,0). Kauran keskimääräinen jyväsato (satoisin lajike) oli v. 1945—58 (ei 1951, 1956) 3 350 kg/ha, ohran suhteellinen sato 93 ja kevätehnän 78. Satotaso oli huomattavasti heikempi kuin edellä mainituilla koepaikoilla. Ohran suhteellinen sato oli suunnilleen sama kuin Tikkurilassa ja Jokioisissa, kevätehnän sato hieman parempi. Satovaihtelu oli suhteessa satotasoon selvästi suurempi kuin Tikkurilassa, vaihtelukertoimet 24—39.

Mittarilajikkeiden vertailun mukaan oli Kultasade II:n sato samoina vuosina keskimäärin 3 100 kg/ha, Balderin suhteellinen sato 94 ja Timantin 74. Ohran suhteellinen sato oli siis lähes sama kuin ensiksi mainitussa vertailussa, kevätehnän suhdeluku sitä vastoin hieman pienempi.

Hämmeenkoeasemalla Pälkäneellä lajikekokeet olivat useimpina vuosina hietasavimaalla, jonka pH oli 5,8—6,6. Eräitä vuosia lukuun ottamatta kauran esikasvina oli herne, ohran esikasvina kesantoon kylvetty syysvehnä ja kevätehnän esikasvina juurikasvit, peruna tai apila. Esikasvit olivat siis kaikille viljoille edullisia. Kun vuotuislannoitus oli runsas ja eri kasveilla keskimäärin suunnilleen sama, otettiin vuosien 1946—60 kokeet vertailuun.

Kauran (satoisin lajike) sato oli keskimäärin 4 870 kg/ha, ohran suhteellinen sato 98 ja kevätehnän 73. Satotaso oli melkein yhtä korkea kuin Tikkurilassa, ohran ja kevätehnän suhteelliset sadot jopa parempia. Satovaihtelu oli sängen pieni, vaihtelukerroin 11—16.

Mittarilajikkeiden vertailun mukaan oli Kultasade II:n sato samoina vuosina 4 380 kg/ha, Balderin (v. 1942—45 Binder) suhteellinen sato 100 ja Timantin 68. Kevätehnän suhdeluku jäi siis hieman pienemmäksi kuin se oli ensiksi mainitussa vertailussa.

Etelä-Savon koeasemalla Karilassa kevätiljojen lajikekokeet olivat hietamaalla, jonka pH oli 5,3—6,3. Useimpina vuosina kokeet olivat samalla loholla. Myös lannoitus oli eri viljoilla jokseenkin sama.

Kauran (satoisin lajike) keskimääräinen jyväsato oli v. 1944—60 3 600 kg/ha, ohran suhteellinen sato 99 ja kevätehnän 77. Kauran satotaso oli huomattavasti heikempi kuin esimerkiksi Tikkurilassa, ohran ja kevätehnän sato suhteellisesti parempi. Satovaihtelu oli suurin kauralla, vaihtelukerroin 29.

Mittarilajikkeiden kesken tehdyssä vertailussa saatiin Kultasade II:n sadoksi 3 320 kg/ha, Binderin (v. 1957—60 Balder) suhteelliseksi sadoksi 95 ja Timantin vastaavasti 74. Binder ja Timantti olivat siis alentaneet ohran ja kevätehnän suhteellisiä satoja verrattuna siihen, mitä ne olivat ensiksi mainitussa vertailussa.

Mainittakoon, että ohra menestyi Karilassa hyvin myös v. 1944—46 järjestetyssä lyhytaikaisessa lajivertailukokeessa, jossa sen suhdeluku oli 105. Kevätehnän suhteellinen sato oli 77 eli sama kuin tässä vertailussa (LÄHDE 1950).

Etelä-Pohjanmaan koeasema, Ylistaro. Monipuolisista lajikekokeista osa oli samalla lajivertailukokeita, kuten jo aikaisemmin mainittiin. Koetulokset ovat sen vuoksi satoisuusvertailun kannalta hyvin arvokkaita.

Savimaan kokeissa, joissa maan pH oli 5,3—5,8, oli Kultasade II:n sato v. 1941—60 3 640 kg/ha, Binderin (v. 1948—60 Balder) suhteellinen sato 95 ja Timantin (v. 1941—48 Tammi) vastaavasti 68. Satotaso oli selvästi heikompi kuin Tikkurilassa, kevätiljajien satoisuussuhteet kuitenkin melkein samat. Satovaihtelu oli sangen suuri. Siinä kiintyy huomio ohran suureen vaihtelukertoimeen, joka oli 35. Myös kevätehnän kerroin oli suuri eli 38.

Kauran lajikekokeessa happamalla multamaalla (pH 4,7—4,9) oli myös kevätehnä mukana. Kaurasta saatiin tässä kokeessa hieman suurempi sato kuin savimaan kokeissa, kevätehnästä sitä vastoin selvästi pienempi. Koetulokset osoittavat, että kaura kestää happamuutta paremmin kuin kevätehnä.

Pohjois-Savon koeasemalla Maaningalla lajikekokeet olivat samalla lajivertailukokeita. Kokeet sijaitsivat hietamailla (pH 5,6—6,2). Runsaasta ja monipuolisesta aineistosta otettiin tähän vertailuun sellaiset kokeet, joissa olivat kaikki kolme kevätiljaa. Kun tällaisia kokeita oli useimpina vuosina kaksi, laskettiin tuloksista keskiarvot. Vertailuaineistoa kertyi sangen pitkältä ajalta eli vuosilta 1937—60 (ei 1940, 1942).

Kultasade II:n sato oli keskimäärin 3 280 kg/ha, Binderin (v. 1953—60 Balder) suhteellinen sato 104 ja Timantin (v. 1937—38 Pika II, v. 1939—46 Tammi) vastaavasti 87. Ohra ja varsinkin kevätehnä ovat menestyneet Maaningalla suhteellisesti paremmin kuin useimmilla muilla koepaikoilla. Huomio kiintyy kevätehnän suhteellisen pieneen satovaihteluun, sillä vaihtelukerroin on vain 21. Tämä johtuu edullisesta maalajista ja siitä, että vertailussa käytettiin kahden koesarjan keskiarvoja.

Perä-Pohjolan koeasemalla Apukassa kevätiljajien lajikekokeet olivat hietaisella moreenimaalla (pH 5,6—6,0). Kokeissa oli pääasiallisesti vain aikaisia lajikkeita. Keskimääräinen jyväsato (satoisin lajike) oli vuosina 1939—60 (ei 1941—42, 1944—45, 1948): kaura 2 720 kg/ha, ohran suhteellinen sato 112 ja kevätehnän 77. Mittarilajikkeiden keskeisessä vertailussa sadot olivat: Orion II -kaura (v. 1951—60 Tammi) 2 440 kg/ha, Tammi-ohran suhteellinen sato 111 ja Pika II- ja Tammi-kevätehnän (v. 1951—60 Apu) vastaavasti 80. Satoisuussuhteet olivat siis kummassakin vertailussa jokseenkin samat lähinnä siitä syystä, että lajikkeiden lukumäärä oli suhteellisen pieni.

Ohrasta saatiin Apukassa suurin jyväsato, satoero kauraan verrattuna ei kuitenkaan ollut tilastollisesti varma. Kuten vaihtelukertoimet osoittavat, satovaihtelu oli suuri varsinkin kauralla ja erityisesti kevätehnällä. Kevätehnän huomattavan suuri satovaihtelukerroin (65) johtuu siitä, että kolmena vuonna ei pitkän kasvuajan vaativasta kevätehnästä saatu hallan takia jyväsatoa lainkaan. Kevätehnän sangen tyydyttävä suhdeluku johtuu lähinnä siitä, että kauran sato oli yleensä heikko. Tyydyttäviä kauran ja kevätehnän satoja saatiinkin vain sääoloiltaan normaaleina tai sitä suotuisampina vuosina. Lyhyen kasvukauden haitallista vaikutusta on näillä leveys-



asteilla lisäämässä se, että kevätiljojen kasvu aika on alhaisen lämpötilan vuoksi n. 10 päivää pitempi kuin Etelä-Suomessa (ISOTALO 1959, PAAVELA ja SUOMELA 1959). Tällaisissa oloissa on nopeakasvuinen ohra satoisin ja varmin kevätilja.

Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla Ruukissa lajikekokeet ovat sijainneet erilaatuisilla mailla, joten tulokset eivät ole vertailukelpoisia. Koeaseman lyhytaikaisessa lajivertailukokeessa multavalla hiekkamaalla v. 1935—41 kauran sato oli 2 190 kg/ha, ohran suhteellinen sato 99 ja kevävehnän vastaava sato normaalia edullisimpien olosuhteiden ansiosta 94 (LÄHDE 1950).

Yhteenvetona mainittakoon, että kevätiljojen satoisuussuhteet olivat koeasemien lajikekokeissa pääpiirteissään samat kuin Tikkurilan lajivertailukokeessa. Kaurasta ja ohrasta saatiin selvästi suurempi jyväsato kuin kevävehnästä. Huomioon ottaen kaikki koepaikat (yht. 151 vertailua) kauran sato oli 3 990 kg/ha, ohran suhteellinen sato 99 ja kevävehnän 75 (taul. 3). Kun vertailu suoritettiin mittarilajikkeiden kesken, jäi ohran ja kevävehnän suhdeluku monessa tapauksessa hieman pienemmäksi kuin silloin, kun vertailuun otettiin kunakin vuonna satoisin lajike tai linja.

Vuosittaiset satovaihtelut olivat suuria. Kauran ja ohran satoero ei ollut yhdelläkään koepaikalla tilastollisesti varma. Leveyspiirillä ei näytä olevan mainittavaa vaikutusta satoisuussuhteisiin, vaan ne määräytyivät lähinnä paikallisten olosuhteiden mukaan. Viljanviljelyn kaikkein pohjoisimmilla alueilla ohra on kuitenkin satoisin vilja, sillä kaura ja kevävehnä eivät ehdi siellä kunnolla tuleentua. Leveyspiirin vaikutus tuli selvemmin esiin satotasossa, joka oli etelässä selvästi korkeampi kuin pohjoisessa.

Satotason vaikutus satoisuussuhteisiin jäi pieneksi, kuten seuraava vertailu osoittaa. Taulukon 3 alaosassa mainitut suhdelukujen keskiarvot ja satomäärien perusteella lasketut suhteelliset sadot (suluissa) olivat, ilmaistuna 0,1 %:n tarkkuudella: ohra 98,8 (98,2) ja kevävehnä 74,8 (74,2). Kahdella eri tavalla lasketut keskisadot olivat siis melkein samat, kuten Tikkurilan lajivertailukokeessakin (vrt. s. 85).

Satovaihtelun voimakkuus oli eri koepaikoilla hyvin vaihteleva. Ohra oli yleensä viljelyvarmuudeltaan paras kevätilja, sen satovaihtelukerroin oli keskimäärin 23.

#### IV. Satoisuusvertailua kiinteitten koekenttien lajikekokeissa

Kiinteitten koekenttien tulosten vertailussa käytettiin samaa tapaa kuin koeasemien lajikekokeissakin. Vertailuun otettiin kunkin vuoden satoisin lajike. Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen valvonnan alaisina toimivien koekenttien lisäksi vertailuun otettiin myös Jomalalan maamieskoulun koekenttä Ahvenanmaalta. Aineistoa kertyi vuosilta 1946—60 yhteensä 96 vertailua. Kaikki kokeet sijaitsivat kivennäismailla (pH 5,1—6,5). Tulokset on koottu taulukkoon 4.

Yhteispiirteenä mainittakoon, että satotaso oli useimmilla koepaikoilla alhaisempi kuin Tikkurilan ja koeasemien kokeissa. Eteläisillä koepaikoilla sadot olivat yleensä suurempia kuin pohjoisilla.

Taulukko 4. Kevätviljojen satoisuusvertailua kiinteitten koekenttien lajikekokeissa v. 1946—60.  
Table 4. Comparison of yields of spring cereals in variety trials at permanent experimental fields 1946—60.

Koepaikka <sup>1)</sup> Trial location	Maalaji Soil	Maan pH of soil	Koevu- sien lukum. No of trial years	Jyväsato — Grain yield			»varma- ero» % (P=5%) Sign. Diff. %	Vaihtelukerroin Coef. of variation		
				Kaura Oats kg/ha (=100)	Ohra Barley sl. rel.	Kevät- vehnä Spring wheat sl. rel.		Kaura Oats s%	Ohra Barley s%	Kevät- vehnä Spring wheat s%
1. Jomala . . . . .	Ht. savi	6,3	8	5 030	103	75***	12,2	24	24	35
2. Loimaa . . . . .	Savi	5,1	15	3 430	92	75***	9,6	37	36	29
3. Hartola . . . . .	Hietä	5,5	11	2 850	112	108	—	29	30	23
4. Ilomantsi . . . . .	Ht. mor.	5,8	14	3 200	97	76***	11,2	26	30	23
5. Pihtipudas . . . . .	Ht. savi	5,6	11	3 340	91	80**	12,9	25	11	21
6. Nurmes . . . . .	Hiesu	5,4	11	2 940	84*	74**	14,7	37	30	45
7. Kannus . . . . .	Hk. ht.	6,5	15	2 770	107	82**	10,3	30	22	29
8. Alatornio . . . . .	Hiekka	6,3	11	2 320	103	81	—	28	28	54
Keskimäärin Average				3 240	99	81***	17,3	30	26	32

<sup>1)</sup> vrt. kuvaa 4. Koekenttä 1 on Jomalan maamieskoulun, muut Maatalouden tutkimuskeskuksen maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen alaisia kiinteitä koekenttiä — see Fig. 4. *Experimental field 1 belongs to the Jomala agricult. school, the others to the Department of Agricultural Chemistry and Physics of the Agricultural Research Centre.*

<sup>2)</sup> F-testi: viljat — viljat × vuodet — *F Test: species — species × years.*

<sup>3)</sup> F-testi: viljat — viljat × koepaikat — *F Test: species — species × locations.*

Kauran sato oli keskimäärin 3 240 kg/ha (2 320—5 030 kg/ha) ja ohran suhteellinen sato 99 eli sama kuin koemasien kokeissakin. Ohran ja kauran satoero oli tilastollisesti varma vain Nurmeksen kokeissa. Kevätvehnän suhteellinen sato oli keskimäärin 81 eli suurempi kuin koemasilla. Korkea suhdeluku johtuu osittain Hartolan poikkeuksellisista koetuloksista, joissa ei todettu tilastollisesti varmoja satoeroja. Epävarmoja olivat satoerot myös Alatornion kokeissa.

Satovaihtelu oli hieman suurempi kuin koemasilla. Ohran vaihtelukerroin oli näissäkin kokeissa pienin ja kevätvehnän suurin, keskimääräiset luvut 26 ja 32.

Leveyspiirillä ei ollut mainittavaa vaikutusta satoisuussuhteisiin eikä satovaihtelukertoimiin, vaan ne määräytyivät lähinnä paikallisten olosuhteiden mukaan. Satotason merkitys jäi pieneksi kuten koemasienkin kokeissa. Maalajin ja maan happamuuden vaihteluilla ei ollut selvää vaikutusta satoisuussuhteisiin.

Yhteenvetona mainittakoon, että kevätiljojen satoisuussuhteet olivat kiinteitten koekenttien lajikekokeissa keskimäärin jokseenkin samat kuin koemasien kokeissa. Ohra ja kevätvehnä menestyivät suhteellisesti paremmin näissä kuin Tikkurilan lajivertailukokeessa.

## V. Kevätviljojen sadot maataloustilaston mukaan

Seuraavassa vertaillaan edellä selostettuja koetuloksia käytännön viljelyssä saattuihin satoihin. Tarkastelun pohjana on maataloustilasto vuosilta 1931—60. Tilaston keruu ja käsittely on kokenut mainittuna aikana monia vaihteita, joista esimerkkeinä mainittakoon sota- ja säännöstelyvuosien vaikeudet, alueluovutuksesta johtuvat muutokset jne. Sen vuoksi on apuna käytetty myös kirjanpito- ja viljelmien satotilastoa.

Taulukko 5. Kauran, ohran ja kevätkuvehnän sadot maataloustilaston mukaan Suomessa v. 1931—60.  
 Table 5. Yields of oats, barley and spring wheat in Finland 1931—60, according to the Agricultural Census.

Alue — Region	Vuodet Years	Jyväsato — Grain yield			Vaihtelukerroin — Coef. of variation		
		Kaura Oats kg/ha (=100)	Ohra Barley sl. rel.	Kevätkuvehnä Spring wheat sl. rel.	Kaura Oats s%	Ohra Barley s%	Kevätkuvehnä Spring wheat s%
Koko maa ..... Entire country	1931—40	1 500	97	109	12	10	10
	1941—50	1 330	96	101	17	17	14
	1951—60	1 690	98	96	15	13	14
	1931—60	1 510	97	101	18	17	15
Etel. alue <sup>1)</sup> ..... Southern region	1931—40	1 560	99	110	11	14	9
	1941—50	1 440	103	97	20	20	15
	1951—60	1 870	104	90	14	13	16
	1931—60	1 620	102	99	19	19	16
Pohj. alue <sup>1)</sup> ..... Northern region	1931—40	1 340	109	114	17	9	15
	1941—50	960	105	97	21	21	26
	1951—60	1 390	100	107	27	24	28
	1931—60	1 230	105	107	27	24	28

<sup>1)</sup> vrt. kuvaa 4 — see Fig. 4.

Taulukkoon 5 on koottu koko maata ja sen etelä- sekä pohjoisosia koskeva aineisto maataloustilaston mukaan. Satotason kehityksen ja sen vaikutuksen kuvaamiseksi aineisto on ryhmitelty kymmenvuosiluvuittain. Taulukkoon merkityt hehtaarisadot ovat punnittuja keskilukuja. Aikaisempaa tapaa noudattaen satovaihtelun voimakkuus on ilmaistu vaihtelukertoimilla.

Eteläiseen alueeseen otettiin Uudenmaanlänin mvs:n, Uudenmaanlänin ruotsinkielisen mvs:n, Suomen Talousseuran, Varsinais-Suomen mvs:n ja Hämeen länin mvs:n alueet ja pohjoiseen alueeseen Oulun länin Talousseuran sekä Kajaanin mvs:n alueet (kuva 4).

Olosuhteet ovat näillä alueilla huomattavasti toisistaan poikkeavat. Kasvukauden pituus, sääolot ja maalajisuhteet ovat pohjoisella alueella viljanviljelylle selvästi epäedullisemmat kuin etelässä. Vaikka eteläinen alue on pienempi kuin pohjoinen, on siellä peltoala n. kolme ja kevätkviljojen viljelyala n. kuusi kertaa suurempi. Etelässä viljellään kaikkia kolmea kevätkviljaa runsaasti, ohraa kuitenkin vähemmän kuin kauraa ja kevätkuvehnää. Pohjoisella alueella viljely rajoittuu pääasiassa kauraan ja ohraan, kevätkuvehnän viljely on hyvin vähäistä. Myös lajikkeissa on suuria eroja. Pohjoisella alueella viljellään lähinnä vain aikaisia lajikkeita (VALLE, PAATELA ja SAKSA 1958).

Koko maassa oli kauran sato v. 1931—60 maataloustilaston mukaan keskimäärin 1 510 kg/ha (Suomen virall. tilasto). Kauran kuten muittenkin kevätkviljojen satotason kehitykselle olivat 1940-luvun alhaiset sadot luonteenomaisia (taul. 5). Ohran suhteellinen sato oli keskimäärin 97, vaihtelu eri vuosina 85—107. Kevätkuvehnän suhteellinen sato oli 101, vaihtelu oli 76—117 eli suurempi kuin ohran. Parhaita satoja saatiin kevätkuvehnästä edellä mainitun tilaston mukaan 1930-

luvulla, jolloin sato oli kaikkina vuosina parempi kuin kauran. Seuraavina vuosikymmeninä kevätehnä jäi satotason kehityksessä kaurasta ja ohrasta jälkeen, kuten suhdelukujen lasku osoittaa. Kaikki vuodet huomioon ottaen eri kevätiljojen sadot olivat melkein samat.

Kirjanpito viljelmiltä on kauran, ohran ja kevätehnän satotilastoa julkaistu vuosilta 1932—59 (Tutkimuksia Suomen maatalouden kannattavuudesta). Kauran sato oli mainittuina vuosina keskimäärin 1 770 kg/ha eli suurempi kuin yleisen maataloustilaston mukaan koko maassa. Vertailua haittaa kuitenkin se, että vuosien lukumäärä on erilainen ja varsinkin se, että kirjanpitotilastossa hehtaarisadot ovat aritmeettisiä keskiarvoja, yleisessä maataloustilastossa sitä vastoin punnittuja keskiarvoja. Ohran suhteellinen sato oli kirjanpito viljelmillä edellä mainittuina vuosina keskimäärin 98 eli jokseenkin sama kuin yleisen tilaston mukaan koko maassa ja lähes sama kuin keskimäärin aikaisemmin selostetuissa kokeissa. Ohran suhdeluvut eri tilastoissa käyvät siten varsin hyvin yhteen koetulosten kanssa.

Kevätehnän suhteellinen sato kauraan verrattuna oli kirjanpito viljelmillä vain 94, kun se yleisen tilaston mukaan oli koko maassa 101. Vaikka ero on varsin huomattava, se ei muuta olennaisesti kuvaa kevätehnän suhteellisen hyvistä satoisuudesta käytännön viljelyssä.

Sama ilmiö on havaittavissa myös Ruotsissa, jossa esimerkiksi v. 1951—60 kauran sato oli koko maassa keskimäärin 1 720 kg/ha, ohran suhteellinen sato 132 ja kevätehnän 115 (Statistisk årsbok). Kun viimeksi mainittuja ja vanhempia tilastoja verrataan ruotsalaisiin koetuloksiin (taul. 1), nähdään, miten erot käytännön ja koetulosten välillä ovat vieläkin suurempia kuin Suomessa.

Kevätiljojen satotason kehitys on ollut Suomessa viime vuosikymmeninä yleisen maataloustilaston ja kirjanpitotilaston mukaan pääpiirteissään samanlainen. Ohran satotaso seurasi melko tarkkaan kauran satotaso, kun sitä vastoin kevätehnän suhteellinen sato osoitti laskua. Kevätehnä ei siis pystynyt satotason kehityksessä seuraamaan kauraa ja ohraa (vrt. YLLÖ 1961b). Tämä on sitäkin merkittävämpää, kun kevätehnän viljelyn pohjoisraja on 1950-luvulla siirtynyt etelämmäksi, mutta kauran ja ohran viljely on pysytellyt siinä suhteessa suurin piirtein ennallaan. VALLEN (1961) mukaan kauran yleisen viljelyn pohjoisraja on pysynyt v. 1930—58 jokseenkin muuttumattomana 64—66° leveyspiirin välillä ja ohran vastaava raja on ollut suunnilleen 68° leveyspiirin tienoilla. Kevätehnän viljelyn yleisen viljelyn pohjoisraja ylettyi sitä vastoin v. 1958 enää vain n. 63° leveyspiiriin saakka. Suurilla kevätehnän viljelyn laajuuden ja sen viljelyalan muutoksilla on epäilemättä ollut hajontaa lisäävä vaikutus satotilastoissa.

Eteläisellä alueella (taul. 5) oli kauran sato maataloustilaston mukaan v. 1931—60 keskimäärin 1 620 kg/ha eli 8 % suurempi kuin vastaavana aikana koko maassa. Satotason lasku ei 1940-luvulla ollut niin jyrkkä kuin koko maassa. Ohran suhteellinen sato oli 102 eli hieman suurempi kuin koko maassa. Kevätehnän satotason kehitys oli samansuuntaista kuin koko maassa, suh-

teellinen sato keskimäärin 99. Kevätviljojen keskimääräiset sadot olivat siten myös eteläisellä alueella jökseenkin samat.

Pohjoisella alueella oli kauran sato v. 1931—60 keskimäärin 1 230 kg/ha eli 18 % pienempi kuin koko maassa ja 24 % pienempi kuin eteläisellä alueella. Hehtaarisatojen kehitys oli sikäli poikkeava, että sotavuosina tapahtunut lasku oli jyrkempi ja sitä seurannut nousu selvästi heikompi kuin etelässä. Ohran suhteellinen sato oli keskimäärin 105. Suhdeluku oli hieman suurempi kuin etelässä, jossa se oli 102. Mainittu ero ei ole tilastollisesti varma ( $P = 17\%$ ). Kevätvehnän suhteellinen sato oli keskimäärin 107 eli selvästi suurempi kuin etelässä, jossa se oli 99. Ero oli tilastollisesti varma ( $P = 4\%$ ). Tästä huolimatta on pohjoiselta alueelta saatuun kevätvehnän korkeaan suhdelukuun suhtauduttava varauksin. Hyvä sato perustuu kevätvehnän poikkeuksellisen korkeisiin suhdelukuihin (148—154, kaura = 100) vuosina 1935, 1956 ja 1959. Mainittuina vuosina jäi kauran sato Pohjois-Suomessa hallavahinkojen ym. vuoksi erittäin alhaiseksi. Vähäiset ja ilmeisesti vähemmän hallanaroilla alueilla sijaitsevat kevätvehnän viljelykset säästyivät silloin paremmin kuin kaura. Syyshallojen tuhot olivat suhteellisen pieniä myös aikaisin tuleentuvassa ohrassa.

Kirjanpito viljelmien tilastossa maa on jaettu viiteen alueeseen. Satotaso huononee tässäkin tilastossa etelästä pohjoiseen, mutta satoisuussuhteissa ei ole kovin suuria eroja, kun otetaan huomioon suuri vuosivaihtelu. Ohran suhdeluku oli v. 1932—59 eri alueilla 98—104 lukuun ottamatta Koillis-Suomea, jossa se oli 110. Kevätvehnän suhteellinen sato oli pienin Etelä-Pohjanmaalla (suhdel. 91) ja Etelä-Suomessa (suhdel. 92). Sisä-Suomessa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Koillis-Suomessa kevätvehnän suhdeluku oli 99—108. Kevätvehnän suhteellinen sato on siis pohjoisilla viljelyalueilla ollut vähintään yhtä suuri kuin etelässä, kuten myös edellä esitetty maataloustilasto osoitti.

Satovaihtelu oli pohjoisella alueella selvästi suurempi kuin etelässä (taul. 5). Huomioon ottaen vuodet 1931—60 vaihtelukertoimet olivat pohjoisella alueella 24—28, eteläisellä sitä vastoin vain 16—19 (vrt. SUOMELA ja PAATELA 1961). Satovaihtelua lisäävinä tekijöinä olivat Pohjois-Suomessa erityisesti hallat ja etelässä alkukesän kuivuus.

Koko maata käsittävät vaihtelukertoimet olivat keskimäärin pienempiä kuin eri havaintoalueiden vastaavat kertoimet. Tämä on luonnollista, sillä kysymyksessä on laajempi alue, joten maan eri osien vaihtelut jossain määrin tasoittuivat. Viimeksi mainittu seikka selittää myös sen, miksi vaihtelukertoimet ovat kokeissa yleensä suurempia kuin koko maassa.

Huomio kiintyy lisäksi siihen, että kevätvehnän satovaihtelu oli, koko maan huomioon ottaen, pienempi kuin kauran ja ohran, kun se sitä vastoin kokeissa oli useimmissa tapauksissa suurin. Ero on selitettävissä sillä, että kevätvehnän viljely on keskittynyt maan eteläosiin, jossa satovaihtelu on pienempi kuin pohjoisessa. Yhtenä syynä on myös kevätviljojen erilainen satotason kehitys. Kevätvehnän satotason paraneminen on ollut hitaampaa kuin kauran ja ohran. Trendin kokonaisvaihtelua

lisäävä vaikutus on siis kevätvehnällä pienin. Näin varsinkin eteläisellä alueella. Jos mainittu seikka otetaan huomioon, oli haitallinen vuosivaihtelu kevätvehnällä ainakin yhtä suuri kuin muilla kevätiljoilla.

Yhteen vetona mainittakoon, että kauran ja ohran hehtaarisadot ovat Suomessa jokseenkin yhtä suuria. Kevätvehnän sato oli 1930-luvulla huomattavasti suurempi kuin kauran ja ohran. Seuraavilla kymmenvuosiluvuilla satotason kehitys jäi kuitenkin heikommaksi kuin muilla kevätiljoilla. Huomioon ottaen vuodet 1931—60 kevätvehnän sato oli suunnilleen sama kuin kauran ja ohran. Kevätvehnästä on siis käytännössä saatu suhteellisesti huomattavasti parempi sato kuin mitä lajivertailukokeiden tulokset edellyttävät.

Satotasoa oli pohjoisella alueella huomattavasti alhaisempi ja satovaihtelu selvästi suurempi kuin eteläisellä alueella ja koko maassa. Satoisuussuhteet olivat eri alueilla keskimäärin jokseenkin samat.

## VI. Tulosten tarkastelua

Suoritetuissa lajivertailukokeissa päädyttiin lähes samanlaisiin keskimääräisiin satoisuussuhteisiin. Tikkurilan kokeessa ohran suhdeluku oli 94 (taul. 2) ja lajikekokeissa eri puolilla maata 99 (taul. 3—4). Kevätvehnän suhteellinen sato oli Tikkurilan kokeessa 68 ja lajikekokeissa keskimäärin 75 ja 81. Vaihtelut olivat eri vuosina ja eri koepaikoilla suuria. Myös satotasoa vaihteli huomattavasti. Yleisenä piirteenä oli satotason paraneminen vuosien kuluessa. Siitä aiheutuva systemaattinen muuntelu lisäsi jo sinänsä suurta satovaihtelua ja häyttasi vertailua ja vaihtelun syiden selvittelyä. Tutkimuksen kannalta olivat vaihtelut satoisuussuhteissa kuitenkin erittäin mielenkiintoisia, sillä ne osoittivat, että kevätiljat suhtautuvat kasvuoloihin eri tavoin (vrt. kuvaa 2).

Satovaihtelun syitä pyrittiin Tikkurilan kokeessa selvittämään korrelaatiolaskun avulla. Selvimmin tuli esiin ajan kulumisen eli vuosien vaikutus. Kasvukauden sademäärän ja olkisadon välinen vuorosuhde oli myös sangen selvä. Sademäärän muutosten vaikutus jyväsattoon jäi Tikkurilan hyväkuntoisilla mailla pienemmäksi kuin mitä esimerkiksi Jokioisissa on todettu (POHJAKALLIO 1943, POHJANHEIMO 1959).

Kun aineistosta eliminoitiin pienimmän neliösumman menetelmällä (regressiolaskulla) satunnaiset vaihtelut, saatiin eri kevätiljojen satotason kehitys ja siitä johtuvat satoisuussuhteiden muutokset selvemmin esiin. Kaura ja kevätvehnä olivat suhtautuneet kasvuolojen muutoksiin ja lajikevaihtoon suunnilleen samalla tavalla. Ohra poikkesi kaurasta ja kevätvehnästä sikäli, että sen suhteellinen sato huononi vuosien kuluessa. Tämä johtui lähinnä alkuvuosien (1937—43) poikkeuksellisista tuloksista. Ohran suhdeluku oli silloin keskimäärin 109. Mainitusta syystä ovat ohran suhteelliset sadot Tikkurilan lajivertailukokeesta aikaisemmin tehdyissä vertailuissa suurempia kuin tässä (VALLE 1946, LÄHDE 1950). Vuosien 1943—49 ja 1950—60 kokeissa satoisuussuhteet olivat sitä vastoin kutakuinkin samat ja lähes samat kuin tässä vertailussa (YLLÖ 1961a). Satoisuussuhteiden selvittely edellyttää siis pitkäaikaisia kokeita ja runsasta koearainetta.

Mikäli edellä mainitut poikkeukselliset tulokset jätetään huomioon ottamatta, ohran satotason kehitys oli suunnilleen sama kuin kauran ja kevätevehnän. Myös eri koeasemien ja kiinteitten koekenttien lajikekokeissa kevätiljat suhtautuivat kasvuolojen muutoksiin yleensä samalla tavalla, ts. satotason muutoksilla ei ollut kovin suurta vaikutusta satoisuussuhteisiin. Tämä johtuu osittain siitä, että kysymyksessä on sangen laajan aineiston keskiarvot, joissa eri koepaikkojen erot tasoittuvat. Tulosten samankaltaisuuteen on epäilemättä vaikuttanut myös se, että kokeet sijaitsivat kaikilla koepaikoilla kivennäismailla, joiden kasvukunto oli yleensä hyvä.

Kun tarkastellaan eri koepaikkojen satoisuussuhteita, havaitaan eräissä tapauksissa melkoisia eroja. Vaikkeivät mainitut erot olekaan aineiston suppeuden vuoksi tilastollisesti varmoja, kuvastuu niistä koepaikkojen kasvuolojen erilaisuus. Esimerkiksi olosuhteet Karjalan koeasemalla, Jomalan ja Hartolan koekentillä sekä pohjoisilla koepaikoilla suosivat ohraa enemmän kuin muita kevätiljoja. Ohran suhdeluku oli mainituilla koepaikoilla yli 100. Kevätevehnä menestyi suhteellisesti parhaiten Maaningalla, suhdeluku 87. Suhteellisesti heikoin oli kevätevehnän sato Tikkurilassa ja Etelä-Pohjanmaan koeasemalla (taul. 2—4).

Kun kaikilta 17 koepaikalta (Tikkurilasta vain lajivertailukokeesta) lasketaan suhdelukujen keskiarvot, saadaan ohran suhteelliseksi sadoksi 99 ja kevätevehnän 78 (kaura = 100). Mainittuja suhdelukuja voidaan pitää riittävän edustavina kivennäismaille suurimmassa osassa Suomea, sillä suhdeluvut perustuvat pitkäaikaisiin, maan eri osissa (kuva 4) suoritettuihin kokeisiin. On syytä tähdentää, että LÄHTEEN (1950) laatimassa, vuosien 1930—46 koetuloksiin perustuvassa koko maata käsittävässä satoisuusvertailussa ohran suhdeluku oli keskimäärin 95 ja kevätevehnän 79. Satoisuussuhteet olivat siis jokseenkin samat kuin tässä vertailussa.

Jos edellä mainittuja satoisuussuhteita verrataan naapurimaiden lajivertailukokeiden tuloksiin (taul. 1), havaitaan monia yhtymäkohtia. Ohra on tosin useissa ruotsalaisissa ja tanskalaisissa kokeissa menestynyt suhteellisesti paremmin kuin Suomessa, mutta päinvastaisiakin esimerkkejä on. Kuten maataloustilaston käsittelyn yhteydessä selvisi, ovat ohran sadot Ruotsissa myös käytännön viljelyssä suhteessa kaurasatoihin selvästi parempia kuin Suomessa. Norjalaisissa kokeissa on ohrasta saatu yleensä hieman pienempi sato kuin kaurasta, kuten Suomessakin. Pohjoisilla seuduilla on ohra kuitenkin satoisin kevätilja kaikissa kolmessa pohjoismaassa. Kevätevehnään nähden ovat tulokset eri maissa, huomioon ottaen sangen suuret kasvuolojen erot, hyvin samankaltaisia. Kevätevehnän satoisuus on selvästi heikompi kuin kauran ja ohran.

Tikkurilan koetulosten käsittelyn yhteydessä selvisi, että satoisuussuhteet muuttuvat huomattavasti, jos vertailu suoritetaan rehuyksikkö- tai viljayksikkösatojen perusteella (kuva 3). Ottamalla huomioon edellä mainitut keskimääräiset jyväsadon suhdeluvut, ohralla 99 ja kevätevehnällä 78, ja laskemalla sadot rehuyksikkösadoiksi, saadaan ohran suhteelliseksi rehuyksikkösadoiksi 119

ja kevätvehnän vastaavaksi sadoksi 94. Mainittuihin lukuihin ei sisälly olkisatoja, joiden merkitys on kuitenkin pieni. Suhteelliseksi viljayksikkösadoksi saadaan ohralle 132 ja kevätvehnälle 116 (kaura = 100). Ohrasta saadaan siis rehu- ja viljayksiköitä enemmän kuin kaurasta. Viljayksikkösadossa myös kevätvehnä voittaa kauran.

Kuten jo edellä mainittiin, on kaikki edellä mainitut koetulokset saatu kivennäismailta, joilla kevätviljoja pääasiallisesti viljelläänkin. Suomailla ja happamilla mailla ovat satoisuussuhteet ilmeisesti toiset. Esimerkiksi Leteensuon lajivertailukokeessa mutasiolla kaura oli ylivoimaisesti satoisin kevätvilja (VESIKIVI 1938—1942). Sitä vastoin Flahultin sääoloiltaan Etelä-Suomen kaltaisissa oloissa saatiin ohrasta muta- ja rahkasuolla selvästi parempi sato kuin kaurasta. (WINKLER ja LUSTIG 1959). Kevätvehnän sato oli kummallakin koepaikalla suhteellisesti samaa suuruusluokkaa kuin kivennäismaillakin (taul. 1). Kun suomaat ovat sangen erilaisia ja kun lajivertailukokeita on tällaisilla mailla järjestetty hyvin vähän, ei satoisuussuhteista voi saada yksityiskohtaista kuvaa. Kauraa pidetään kuitenkin suomaille soveliaimpana kevätviljana. Todennäköistä on, että nimenomaan suomailla on satoisuussuhteiden eroja maan etelä- ja pohjoisosien kesken.

Käsitykset kevätviljojen viihtymisestä happamuudeltaan erilaisilla mailla ovat melko vakiintuneet. Tunnettua on, että kaura kasvaa suhteellisen hyvin happamillakin mailla. Tähän viittaavat koetulokset mm. Etelä-Pohjanmaan kocasemalta kuten myös kokemukset eräistä ruotsalaisista lajivertailukokeista (ELIASSON 1947). Tiedetään myös, että toiset lajikkeet sietävät happamuutta enemmän kuin toiset. Esimerkiksi pohjoisilla seuduilla yleisesti viljeltävät monitahoiset ohrat viihtyvät suhteellisen happamillakin mailla. Lajikkeen merkitys satoisuussuhteissa on yleensäkin suuri.

Maataloustilaston perustuva satoisuusvertailu osoitti, että ohrasta saadaan käytännön viljelyssä yleensä yhtä suuria hehtaarisatoja kuin kaurasta. Käytännön tulokset käyvät siinä suhteessa yhteen koetulosten kanssa. Kevätvehnän sadot ovat sitä vastoin suhteellisesti selvästi parempia kuin lajivertailukokeissa (taul. 5). Tällainen ero johtuu lähinnä siitä, että kevätvehnä viljellään paremmissa kasvuolosuhteissa kuin kauraa ja ohraa. Mainittua väitettä on sangen vaikeata todistaa, sillä ei ole tilastoja siitä, miten eri kevätviljoja käytännössä viljellään. Yleisesti tunnettua kuitenkin on, että kauraa viljellään maalajiin, maan happamuuteen, esikasviin ja lannoitukseen nähden heikommissa oloissa kuin ohraa ja kevätvehnä. Tätä osoittavat mm. Suomessa suoritetut viljavuustutkimukset (JAHNUNEN 1961). Myös kauran laaja viljely ja suuri yleisyys viittaavat siihen, että kaura saa usein tyytyä vaatimattomiin kasvuoloihin. Näin sen vuoksi, että se menestyy paremmin kuin ohra ja kevätvehnä happamilla mailla ja huonokuntoisillakin soilla, joita Suomessa on runsaasti. Kauraa viljeltiin vuoden 1959 maatalouden peruslaskennan mukaan 273 795:llä viljelmällä, mikä oli 70,6 % kaikista viljelmistä. Ohra on lähes yhtä yleinen kasvi kuin kaura, joten sen viljelykin tapahtuu monessa suhteessa samoissa oloissa kuin kauran. Kevätvehnän yleisyys on huomattavasti pienempi kuin kauran. Ero on erityisen suuri koko



maan tilastossa, mutta varsin selvä-myös esimerkiksi eteläisellä alueella. Kevätvehnää viljellään ilmeisesti lähinnä vain sellaisilla viljelmillä, joilla on siihen edellytyksiä. Tärkeimpinä syinä kevätvehnän voimaperäiseen viljelyyn ovat *h i n t a s u h t e e t*. Esimerkiksi 1930-luvun korkea satotaso johtui suurelta osalta vehnän hyvästä hinnasta ja valtion muista vehnänviljelyä edistävästä toimenpiteistä. Jos kauran hinta merkitään 100:ksi, oli vehnän tuottajahinta v. 1931—40 keskimäärin 184 (Pellervon kalenteri 1941). Aikana, jolloin väkilannoitteet olivat kalliita ja niiden käyttö vähäistä, lannoitettiin pääasiassa sellaisia kasveja, joista saatiin kunnollinen hinta. Kun lisäksi sääolot olivat mainittuina vuosina sangen edullisia, kevätvehnän sadot lisääntyivät selvästi suuremmiksi kuin kauran ja ohran. Sotien jälkeen on hintasuhteissa ollut erittäin suuria vaihteluja, mikä on epäedullisten sääolojen lisäksi haitannut kevätvehnän satotason kehitystä. Esimerkiksi vehnän suhteellinen hinta on v. 1941—50 ollut 115—174, keskimäärin 140. Seuraavalla kymmenluvulla vaihtelut olivat samaa suuruusluokkaa, keskimääräinen hinta 141 (Pellervon kalenteri 1962). Suuresta vaihtelusta huolimatta hinta on ollut yleensä siksi hyvä, että kevätvehnän voimaperäinen viljely on ollut kannattavaa. Myös ohran hinta on ollut parempi kuin kauran, mutta ero on suhteellisen pieni.

## VII. Tiivistelmä

Kauran, ohran ja kevätvehnän satoisuussuhteita käsittävä tutkimus perustuu Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinviljelylaitoksen pitkäaikaisen lajivertailukokeen ja eri koemasien sekä kiinteitten koekenttien lajikekokeiden tuloksiin. Lisäksi on tarkasteltu kevätviljojen hehtaarisatojen suhteita maataloustilaston mukaan. Tärkeimmistä tuloksista mainittakoon seuraavaa:

1. Kasvinviljelylaitoksen kokeessa erilaatuisilla hietasavimailloilla Tikkurilassa (taul. 2) oli kauran jyväsato v. 1937—61 keskimäärin 4 280 kg/ha, ohran suhteellinen sato 94 ja kevätvehnän 68 (kaura = 100).

2. Satovaihtelu oli suuri. Kokonaisvaihtelua kuvaava satovaihtelukerroin oli kauralla 23, ohralla 20 ja kevätvehnällä 29.

3. Satotaso nousi vuosien kuluessa huomattavasti. Jyväsadon ja ajan (vuosien) väliset vuorosuhteet olivat: kaura  $r = 0,61^{**}$ , ohra  $r = 0,39$  ja kevätvehnä  $r = 0,51^*$ . Ohran muista viljoista poikkeava kerroin johtuu koekauden alkuvuosien poikkeuksellisista tuloksista.

4. Keskimääräiset sadonlisäykset olivat: kaura 83,2<sup>\*\*</sup> kg/ha eli 2,0 %, ohra 42,4 kg/ha eli 1,1 % ja kevätvehnä 53,2<sup>\*</sup> kg/ha eli 1,8 % keskisadosta vuodessa. Satotason erilainen kehitys aiheutti muutoksia satoisuussuhteisiin, muutokset olivat kuitenkin sangen vähäisiä.

5. Jyväsadon ja kylvöajan väliset korrelaatiokertoimet olivat: kaura  $r = -0,27$ , ohra  $r = -0,22$  ja kevätvehnä  $r = -0,12$ . Eri kevätviljat suhtautuivat kylvöajan muutoksiin suunnilleen samalla tavalla. Kylvöajan vaikutus satoon jäi keskimäärin heikoksi.

6. Jyväsadon ja touko—elokuun keskilämpötilan väliset korrelaatiokertoimet olivat: kaura  $r = -0,31$ , ohra  $r = -0,27$  ja kevätvehnä  $r = -0,13$ . Keskimääräistä korkeammat lämpötilat yleensä alensivat satoa, mahdollisesti siitä syystä, että koe-kauden keskilämpötila jo sinänsä oli normaalia korkeampi.

7. Jyväsadon ja touko—elokuun sademäärän väliset korrelaatiokertoimet olivat: kaura  $r = 0,23$ , ohra  $r = 0,25$  ja kevätvehnä  $r = 0,25$ . Keskimääräistä runsaampi sademäärä oli useimmissa tapauksissa lisännyt satoa, mutta sademäärän muutosten vaikutus oli kokonaisuudessaan pieni ja tilastollisesti epävarma. Koetulokset viittaavat siihen, että kevätiljat sopeutuivat varsin hyvin ja suunnilleen samalla tavalla sääolojen muutoksiin.

8. Jyväs- ja olkisadon välillä vallitsi melko selvä vuorosuhde: kaura  $r = 0,43$ , ohra  $r = 0,67^{**}$  ja kevätvehnä  $r = 0,72^{***}$ . Keskimääräistä runsaampaa olkisatoa seurasi yleensä hyvä jyväsato.

9. Jyvissä oli raakaproteiinia keskimäärin seuraavasti: kaura 12,6 %, ohra 12,0 % ja kevätvehnä 15,0 % kuiva-aineesta.

10. Olkisadot olivat eri kevätiljoilla: kaura 5 050 kg/ha, ohran suhteellinen sato 93 ja kevätvehnän 96 (kaura = 100).

11. Satovaihtelu oli olkisadoissa hieman suurempi kuin jyväsadoissa, vaihtelukerroin kauralla 26, ohralla 22 ja kevätvehnällä 29.

12. Olkisadon ja touko—elokuun keskilämpötilan väliset korrelaatiokertoimet olivat: kaura  $r = -0,32$ , ohra  $r = -0,33$  ja kevätvehnä  $r = -0,36$ . Korkea lämpötila oli siis useimmissa tapauksissa alentanut myös olkisatoa.

13. Olkisadon ja touko—elokuun sademäärän välillä vallitsi melko selvä vuorosuhde, kaura  $r = 0,53^*$ , ohra  $r = 0,50^*$  ja kevätvehnä  $r = 0,46^*$ . Sateisina kesinä olkisadot olivat yleensä suuria.

Eri kevätiljat suhtautuivat siis sääolojen muutoksiin suunnilleen samalla tavalla.

14. Olki- ja jyväsadon suhde oli kauralla 1,18, ohralla 1,17 ja kevätvehnällä 1,66.

15. Rehuyksikkösadot olivat Tikkurilan kokeessa keskimäärin: kaura 4 830 ry/ha, ohran suhteellinen rehuyksikkösato 110 ja kevätvehnän 80 (kaura = 100).

16. Viljayksikkösato oli kauralla 2 880 vy/ha, ohran suhteellinen vy-sato 127 ja kevätvehnän 101 (kaura = 100).

17. Kasvinviljelylaitoksen, kasvinjalostuslaitoksen ja eri koeasemien lajikekokeissa (taul. 3) oli keskimääräinen jyväsato: kaura 3 990 kg/ha, ohran suhteellinen sato 99 ja kevätvehnän 75.

18. Satovaihtelu oli suuri myös lajikekokeissa, keskimääräinen vaihtelukerroin oli kauralla 27, ohralla 23 ja kevätvehnällä 33.

19. Kiinteitten koekenttien ja Jomalan maamieskoulun lajikekokeissa (taul. 4) oli kauran keskimääräinen jyväsato 3 240 kg/ha, ohran suhteellinen sato 99 ja kevätvehnän 81 (kaura = 100).

20. Satovaihtelu oli samaa suuruusluokkaa kuin edellä mainituissa kokeissa, vaihtelukertoimet: kaura 30, ohra 26 ja kevätvehnä 32.

21. Kaikki edellä mainitut koepaikat (yht. 17) huomioon ottaen ohran suhteellinen sato oli 99 ja kevätvehnän 78 (kaura = 100). Kevätviljojen satotaso aleni etelästä pohjoiseen, mutta satoisuussuhteet pysyivät suunnilleen samoina. Satovaihtelu oli yleensä pienin ohralla ja suurin kevätvehnällä. Se oli, eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta, pohjoisilla koepaikoilla suurempi kuin eteläisillä.

22. Käytännön viljelyssä poikkeavat hehtaarisatojen suhteet edellä mainituista satoisuussuhteista sikäli, että kevätvehnästä on saatu suhteellisesti huomattavasti parempia satoja kuin kokeissa (taul. 5). Tällainen ero on selitettävissä lähinnä sillä, että kevätvehnää viljellään edullisemmissa oloissa ja voimaperäisemmin kuin kauraa ja ohraa. Satotaso alenee etelästä pohjoiseen, mutta satoisuussuhteet ovat maan etelä- ja pohjoisosissa suunnilleen samat. Satovaihtelu on pohjoisilla alueilla huomattavasti suurempi kuin eteläisillä. Eri viljakasvien viljelyalojen suhteet muuttuvat etelästä pohjoiseen ja tällä seikalla on vaikutusta myös satoisuussuhteisiin. Niinpä kevätvehnän suhteellisen hyvä satoisuus Pohjois-Suomessa perustuu osittain siihen, että sen viljely on siellä hyvin vähäistä.

23. Kauran, ohran ja kevätvehnän satoisuusvertailu osoitti, että kaura on Suomessa satoisin kevätvilja. Ohra saadaan kivennäismailla lähes yhtä suuri jyväsato kuin kaurasta. Rehuyksikkö- ja viljayksikkösadossa ohra voittaa tällaisilla mailla selvästi kauran ja rehuyksikkösadossa myös kevätvehnän. Kevätvehnän sato jää n. 25 % pienemmäksi kuin kauran ja ohran, jos kasvuolot ovat kaikille viljoille yhtä edulliset. Viljayksiköitä saadaan kevätvehnästä kuitenkin enemmän kuin kaurasta.

## KIRJALLISUUTTA

- BOLIN, P. 1929. Resultat av jämförande försök med en del nyare vårsädesorter åren 1922—1928 samt av s. k. konkurrensförsök. K. Landtbruksakad. Handl. och Tidskr. 68: 707—738.
- BRUN, H. L. 1951. Forsøk med vårkveitsorter 1935—1948 og forsøk med vårkornsorster 1936—1948. Summary: Experiments with Spring Wheat Varieties 1935—1948, and Experiments with Spring Grain Varieties 1936—1948. Forskning og forsøk i landbruket 2: 221—262.
- Beretning om landboforeningernes virksomhed for planteavl en på Sjælland 1956. København 1957.
- Beretning om Planteavlsarbejdet i landboforeningerne i Jylland 1961. Odense 1962.
- EIKELAND, H. J. 1937. Forsøk med vårkveite, havre og bygg på forsøkgarden Voll og på 43 gardsfelt i Trøndelag og Møre og Romsal i åra 1926—1936. Summary: Sort experiments with Spring cereals. Meldn. fra Statens forsøksstasjoner i plantekultur 1936. Statens forsøksgårds på Voll H8—H72.
- ELIASSON, S. 1947. Valet av vårstråsäd. Lantmannen 31: 219—222.
- »— 1958. Art- och såtidförsök med vårstråsäd. Preliminära resultat av såtidförsök med vårvete, korn och havre i norra Sverige under åren 1950—1957. Statens Jordbruksförs. Särtr. och småskrifter 105: 1—13.
- »— & DANELL, N. 1956. Blandsäd av stråsäd och ärter. Summary: Straw grains and peas and blends of these. A summary of results of comparative experiments with oats, barley, spring wheat, and peas, as well as blends of these in South and Middle Sweden during the years 1947—1951. Statens Jordbruksförs. Medd. 68: 1—82.

- FROGNER, S. 1961. Artsforsøk med vårkorn. Summary: Trials with Species of Spring Cereals. Forskning og forsøk i landbruket 12: 239—246.
- HANSEN, H. B. 1943. Sätidsforsøk med bygg og havre. Meldninger fra Statens forsøksstasjoner i plantekultur. Statens forsøksgård på Vågønes for 1941—42, H33—H49.
- HUTTUNEN, E. 1938. Kevätviljalajimme satoisuussuhteista. Hankkijan Siemenjulkaisu 1938: 134—145.
- ISOTALO, A. 1959. Maatalouden koe- ja tutkimustoiminta Lapin läänissä. Koetoim. ja käyt. 16: 1.
- JANHUNEN, M. 1960. Vilja- ja heinäpeltojen viljavuudesta Suomessa. Summary: Fertility of soils under various crops in Finland. Maatal. ja koetoim. 15: 15—29.
- KNUDSEN, E. 1948. Forsøg med Vaarrug, Byg og Havre 1943—1946. Tidsskr. for Planteavl 51: 331—341.
- Kocasmien ja kiinteitten kockenttien koetulosmonisteita vuosilta 1937—61.
- LINLAND, D. 1928. Forsøk med vårhvete, vårrug og havre 1912—1928. Beretninger fra Statens forsøksstasjoner i plantekultur. Statens forsøksgård på Forus, H25—H34.
- »— 1942. Forsøk med vårhvete, bygg og havre. Ibid. Meldning frå Statens forsøksgård på Forus 1940 og 1941, H15—H40.
- LØVO, P. J. 1927. Forsøk med vårhvete, bygg og havre. Beretninger fra Statens forsøksstasjoner i plantekultur for året 1926, H4—H33. Statens forsøksgård på Voll.
- LÄHDE, V. 1950. Kevätviljojen satoisuussuhteista. Summary: On the relative yields of oats, barley and spring wheat. Valt. maatal. koetoim. tied. 244: 1—26.
- Maatalouden peruslaskenta vuonna 1959. Ennakkotietoja. Maataloushallitus, tilastotoimisto. Helsinki.
- MUDRA, A. 1958. Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. Berlin u. Hamburg.
- NILSSON, G. 1917. Redogörelse för verksamheten vid Sveriges Utsädesföreningens Filial å Ultuna år 1916. Sver. Utsädesför. tidskr. 27: 122—135.
- PAATELA, J. & SUOMELA, H. 1959. Kevätviljojen viljelyvarmuudesta. Summary: On the certainty of obtaining a crop of spring cereals in Finland. Maatal. ja koetoim. 14: 51—62.
- PEDERSEN, A. 1950. Laerbog i Landbrugets Plantekultur II. København.
- Pellervon kalenteri 1941, 1949, 1962.
- PESOLA, V. A. 1942. Kasvinviljelys. Joka talon opas 5. Helsinki.
- PILL, M. 1939. Töuviljade liikide võrdlus. Comparisons of Spring Grain Species Trials of the Plant Breeding Station Jõgeva from 1927—1938. Agronomiam 19: 256—288.
- POHJAKALLIO, O. 1943. Über die Abhängigkeit der Resistenz gegen die Trockenperiode und der Reife-sicherheit vom Entwicklungsrhythmus bei Hafer, Gerste und Sommerweizen. Selustus: kauran, ohran ja kevätvehnän poutakestävyuden ja tuleentumisvarmuuden riippuvaisuudesta niiden kehityksen rytmistä. Maatal.tiet. aikak. 15: 105—125.
- POHJANHEIMO, O. 1959. Lämpö- ja sadeolojen vaikutuksesta kevätviljoihin Jokioisissa 1930—54. Referat: Einfluss der Temperatur und der Niederschlagshöhe auf die Entwicklung der Sommergetreide in Jokioinen in den Jahren 1930—54. Maatal. ja koetoim. 13: 87—97.
- Statistisk årsbok för Sverige 48. Stockholm 1961.
- SUOMELA, H. & PAATELA, J. 1960. Peltokasvien hehtaarisatojen vaihtelu eri maanviljelysseurojen alueilla v. 1948—1957. Summary: Annual variations of field crop yields in Finland. Maatal. ja koetoim. 15: 56—65.
- Suomen virallinen tilasto — The official statistics of Finland III : 27—III : 53. Maatalous — Agriculture 1931—1960.
- TAINIO, A. 1943. Kevätviljojen ja perunan satoisuussuhteista. Pellervo 44: 290—291.
- Tutkimuksia Suomen maatalouden kannattavuudesta 24 (tilivuosi 1935/36) —48 (tilivuosi 1959/60). Helsinki.
- VALLE, O. 1946. Palkokasvien merkitys rehuviljan tuotannossa. Maatal. ja koetoim. 1: 115—134.
- »— 1958. Sääolot ja niiden vaikutus kasvintuotantoon 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.

- »— 1961. Suomen kartasto 1960. Maatalous IV, kartat 1—2 ja teksti.
- »— 1962. Sääolot ja niiden vaikutus kasvintuotantoon Etelä-Suomessa 1958—60. Summary: Weather conditions and their influence on plant production in Southern Finland in the year 1958—60. Maatal. ja koetoim. 16: 38—50.
- »— & PAADELA, J. & SAKSA, P. J. 1958. Tärkeimmät viljalajikkeemme ja niiden viljelyalueet v. 1955. Summary: The most important varieties of cereals grown in Finland and their growing areas in 1955. Acta agr. fenn. 93,1: 1—42.
- WALLER, E. 1933. Redogörelse över resultat från Sveriges Utsädesförenings försök inom Bohuslän åren 1926—1932. Sver. Utsädesför. tidskr. 43: 65—72.
- VESIKIVI, A. 1938—40, 1942. Suomen Suoviljelysyhdistyksen koeasemien koetuloksia 1936, 1937, 1938, 1939, 1941. Leteensuon koeasema. Suovilj. yhd. vuosik. 41—44, 46.
- VIK, K. 1953. Åtte ars forsøk med representanter for de fire vårkornarter som dekkvekst, sådd med ulike såmengder og gjødslat med stigende mengder salpeter. Summary: Experiments with different Nurse Crops sown with different Rates of Seeding and given different Applications of Nitrate of Lime. Forskning og forsøk i landbruket 4: 1—54.
- WINKLER, H. & LUSTIG, H. 1959. Artförsök med vårsäd utförda vid Statens försöksgård Flahult åren 1940—1952. Statens Jordbruksförs. Medd. 97: 1—18.
- YLLÖ, L. 1961a. Kevätviljojen lajivertailusta kasvinviljelylaitoksella. Summary: Comparative trials on spring cereals. Maatal. ja koetoim. 15: 135—145.
- »— 1961b. Tärkeimpien peltokasvien hehtaarisatojen kehitys Suomessa. Referat: Die Entwicklung der Hektarerträge der wichtigsten Ackerpflanzen in Finnland. Maatal. tiet. aikak. 33: 140—145.

## SUMMARY

### Comparison of yields of oats, barley and spring wheat

LEO YLLÖ

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

The present study on the relative yields of oats, barley, and spring wheat is based on the results of a long-term comparative trial at the Department of Plant Husbandry, Tikkurila, and on the results of variety trials at various experimental stations throughout the country. In addition, data from the Finnish Agricultural Census have been consulted. The following are the most important conclusions drawn from this study:

1. The average grain yield of oats during the 22-year period under investigation at the Department of Plant Husbandry was 4 280 kg/ha; the relative yield of barley was 94 (oats = 100) and that of spring wheat 68 (Table 2, Figs. 1, 2). These trials were carried out on various sandy clay soils with pH values of 5,2—6,5 and humus contents of 3—40 %. The average amounts of fertilizers applied annually per hectare were 160 kg calcium nitrate, 330 kg superphosphate and 130 kg 50 % potassium chloride. During the early years (1937—41) several different varieties were used, whose average yields are included in this study. During the years 1943—49, the varieties used were Golden Rain II oats, Binder barley, and Diamant spring wheat. After this time the varieties were: Sisu oats, Balder barley, and Svenno or Kärn II spring wheat. Growing conditions varied from year to year but were the same for all the crops.

2. The variation in yield was great. The variation coefficients of the cereal species were: oats 23, barley 20 and wheat 29.

3. The yield level showed a considerable rise during the course of the years. The correlation coefficients between grain yield and year were: oats  $r = 0,61^{**}$ , barley  $r = 0,39$  and wheat  $r = 0,51^{*}$ . The low value for barley is due to exceptional results obtained during the early years of these trials.

4. The average annual increases in yield were: oats  $83,2^{**}$  kg/ha or 2,0 % of the average yield; barley  $42,4$  kg/ha (1,1 %); spring wheat  $53,2^{*}$  kg/ha (1,8 %). The differences in annual rates of yield increase altered the yield relationships between the various cereals, but these changes were quite small.

5. The correlation coefficients between grain yield and sowing time were: oats  $r = -0,27$ , barley  $r = -0,22$  and wheat  $r = -0,12$ . The three cereals responded similarly to changes in sowing time, but in general the date of sowing had little influence on the final grain yields.

6. The relation between yield and average temperature during the growing season (May—August) gave the following correlation coefficients: oats  $r = -0,31$ , barley  $r = -0,27$ , and wheat  $r = -0,13$ . Higher average temperatures thus lowered the yields; a result due partly to the fact that the mean temperature during the years of these trials was already higher than normal.

7. The correlation coefficients between yield and precipitation during the growing season were as follows: oats  $r = 0,23$ , barley  $r = 0,25$  and wheat  $r = 0,25$ . Increased precipitation tended to raise the yield of all the crops tested, but the increase in yield was small and not statistically significant. The trials indicated that these spring cereals adapt themselves readily to changes in weather conditions and respond to them in approximately the same way.

8. A clear correlation was found between grain yield and straw yield: oats  $r = 0,43$ , barley  $r = 0,67^{**}$  and wheat  $r = 0,72^{***}$ . A high straw yield was thus usually accompanied by a high grain yield.

9. The crude protein content was as follows: oats 12,6 %, barley 12,0 %, and wheat 15,0 % of the dry matter.

10. The straw yield of oats was 5 050 kg/ha; the relative yield of barley was 93 (oats = 100) and wheat 96.

11. The variation in straw yield from year to year was slightly greater than in the grain yield. Variation coefficients were: oats 26, barley 22, wheat 29.

12. The correlation coefficients between straw yield and mean temperature during the period May—August were as follows: oats  $r = -0,32$ , barley  $r = -0,33$ , and wheat  $r = -0,36$ . High temperatures, therefore, had a tendency to reduce the straw yield also.

13. A definite positive correlation was found between straw yield and amount of precipitation in the period May—August: oats  $r = 0,53^{*}$ , barley  $r = 0,50^{*}$ , and wheat  $r = 0,46^{*}$ . In rainy summers the straw yield was generally high.

Since each of these three spring cereal crops responded similarly to differences in weather conditions, it is evident that changes in weather conditions in this Tikkurila trial had no great effect on the relationships between the yields of the different cereals.

14. The ratio between straw and grain yield was as follows: oats 1,18, barley 1,17, and wheat 1,66.

15. The feed unit yield, including both grain and straw, averaged 4 830 units per hectare for oats. The relative yield of barley was 110 (oats = 100) and that of spring wheat 80 (Fig. 4).

16. The grain-unit yield, which gives an indication of the value of the grain for human consumption, was 2 880 units/ha for oats. The relative values for barley and wheat were 127 and 101, respectively (Fig. 4).

17. Results of variety trials at the Departments of Plant Husbandry and Plant Breeding and at various experimental stations, which were carried out on mineral soil, are shown in Table 3. The average grain yield of oats was 3 990 kg/ha, and the relative yields of barley and spring wheat were 99 and 75, respectively (oats = 100). Comparisons were made to the highest-yielding variety in each year, with the exception of the South Pohjanmaa and the North Savo Experimental Stations, where the standard varieties were used. For these studies only those variety trials were compared

in which soil type, fertilizing, sowing time, and other factors were the same or nearly the same for all of the spring cereals.

18. Variations in yield were large in these trials; the variation coefficients were: oats 27, barley 23, and spring wheat 33.

19. Results of variety trials at permanent field trials and at Jomala Agricultural School on mineral soil (Table 4) showed the average grain yield of oats to be 3 240 kg/ha. Barley had a relative yield averaging 99 (oats = 100) and wheat 81. Comparisons were made each year with the highest-yielding varieties.

20. The variation coefficients were similar to those in the previously-described trials: oats 30, barley 26, and wheat 32.

21. Considering all the 17 trial locations, the relative yields of the cereals on mineral soil were: oats 100, barley 99, and wheat 78. These values are nearly the same as those obtained in a comparison of yields from trials in the years 1930—46 covering the entire country (LÄHDE 1950). Likewise, in many investigations from other neighboring countries similar results have been obtained (Table 1). The total yield level of spring cereals decreased from the south to the north of the country, but the relationships between the various cereals remained approximately the same. In the more northerly parts of Finland, at the limit of cereal cultivation, barley is the most dependable and the highest yielding of the spring cereals. Variations in yield were generally smallest in barley and greatest in spring wheat, and such variations were usually more pronounced in the northern than in the southern locations.

22. In practice the yield relationships between the various spring cereals are different from those described above, since considerably larger relative yields of spring wheat are obtained on farms than in the trials. This is due mainly to the fact that wheat is grown under better and more intensified conditions than oats or barley. For example, according to the Agricultural Census the average annual grain yield of oats during the years 1931—60 was 1 510 kg/ha; the relative yield of barley was 97 and that of spring wheat 101 (Table 5). The total yields decline from the south to the north, but the relations between the yields of the three spring cereals are relatively constant throughout the country. In connection with this fact it should be pointed out that the extent of cultivation of the different spring cereals varies in the different parts of the country. For example, spring wheat is grown in the north on a small scale and only in the best fields.

Annual variations in yield are greater in the north than in the south.

23. Comparative trials on oats, barley and wheat show that oats is the highest-yielding spring cereal in Finland. On mineral soils barley gives grain yields nearly as high as oats. In terms of feed and grain units, barley is superior to oats, and in feed units it is better than wheat. The grain yield of spring wheat averaged 25 % less than that of oats and barley under conditions equally favorable for growth. Spring wheat gives slightly more grain-units than oats, and its quality for human consumption and its price are higher than those of the other cereals.

Each of the spring cereals has its own advantages, and for that reason each is widely grown in Finland. The distribution of these crops in the years 1951—60 was as follows: oats 461 200 hectares, barley 186 900 ha, and spring wheat 118 700 ha. The extensive cultivation of oats is due to the fact that this crop grows relatively well on acid and peat soils which are common in Finland. Cereal cultivation is concentrated in the southern part of the country, where all three kinds of spring cereals are grown on a large scale. In northern Finland relatively little cereal cultivation is practised and it is limited principally to oats and barley. North of the Arctic Circle, in Lapland, only a very small amount of cereal crops, mainly barley, is grown for grain.

## ON THE ANALYSIS OF SOLUBLE TRACE ELEMENTS

ESKO LAKANEN

Agricultural Research Centre, Department of Soil Science, Helsinki, Finland

Received May 4, 1962

In agriculture the trace elements have become an object of ever increasing interest. Analysis of the total content of trace elements gives a picture of the reserves of trace elements in the soil. The analysis of soluble trace elements in the soil represents an attempt to estimate its status in respect of trace elements available to plants.

When the matter is considered from the analytical angle, soluble trace element analysis can be broken down into the following major problems: Extraction method, analytical method, interpretation of results.

A universal method for extracting all plant-available trace elements simultaneously would be ideal. The selection of the extractant is difficult, since the availability of a trace element in a soil as shown by the capacity of a plant to take it up is in fact a function of the plant as much as of the soil.

Analytical difficulties due to the very low concentration of the trace elements have been limiting factors in trace element research. Recent advances in analytical chemistry, however, have overcome many of these difficulties.

At least three concentration ranges obtained by the method used must be taken into account: The threshold level below which the plants suffer from deficiency; the normal level of available trace elements; the threshold level of the beginning of toxicity at high trace element contents.

This paper deals mainly with the use of acid ammonium acetate as an extractant for readily soluble trace elements and the quantitative determination of soluble trace elements.

### Extraction technique

The samples to be analyzed have to fulfil the following requirements: (1) Sampling of the soils has to be made on a volume basis, it being borne in mind that the plough



layer is 20 cm deep and a hectare thus equals 2 million liters. (2) Owing to soil heterogeneity a large sample is needed. FERRARI and VERMEULEN (1955) reported that, depending on the element under consideration, the variation coefficient of the sample will be about 15 %. A sample of 2 liters of soil consisting of several representative portions can be considered sufficient. The whole sample is homogenized in the laboratory and finally subsampled for the actual analytical determination. (3) Contamination should be avoided from the start of the work. It is liable to take place either during sampling or during the preparation of the samples in the laboratory. A suitable container for the soil samples is of great importance. Large plastic bags have been used in our laboratory.

The extraction of soil samples can be performed in either gravimetric or volumetric ratio. When determining the status of plant-available nutrients from soils varying in bulk density, extraction in volumetric ratio is preferable. The bulk density of Finnish soils varies by a factor of more than ten ( $0.1-1.7 \text{ g/cm}^3$ ) from pure peat soils to pure mineral soils. A constant weighed amount of soil per known unit area (1 ha) thus corresponds to soil layers varying in thickness according to their bulk density. It should be borne in mind that plants take up nutrients from a certain soil volume through the roots spread in this medium rather than from a certain weight of soil. Therefore all nutrients are extracted in our laboratory in a constant volumetric ratio (1 : 10) by measuring the soil sample (25 ml) to be analysed with a special »tapping cylinder» and shaking for 1 hour with 250 ml of the extractant (VUORINEN and MÄKILÄ 1955). The results are expressed in kg/ha, thus supplying information on the soluble trace element status in the hectare of plough layer. By weighing the soil volume (25 ml) to be analysed the results can also be calculated in ppm or mg/kg.

The extraction time used by different investigators varies considerably. BARROWS and DROSDOFF (1960) extracted zinc with 0.1 N HCl, using only 2 minutes for the actual shaking of the samples. HIBBARD (1943) extracted zinc for several days with 0.5 M KCl buffered to pH 3. The attainment of equilibrium may take as long a time as this, but for practical purposes equilibrium can be considered to be obtained after 1-2 hours.

### Extractant

The numerous extractants used in determining trace elements can be classified primarily on the basis of their chemical properties into several groups: water and  $\text{CO}_2$ -saturated water, neutral salts, alkaline salts and alkalis, acid salts, acids, chelating agents, reducing agents and combinations.

Water is a very weak extractant. The same also applies to some extent to neutral salts, since the exchangeable fraction of trace elements extracted by 1 N neutral ammonium acetate is rather small. This is readily understood when the character of trace elements is taken into account. Alkaline salts and alkalis are employed primarily for the determination of soluble molybdenum. The use of acid salts as trace element extractants has some advantages, as will be shown later. Different acids

provide numerous extraction solutions with different properties. However, cation exchange is based entirely on the replacing power of hydronium ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) ions. Strong acids dissolve a very high proportion of the total content. The use of chelating agents (e. g. EDTA) has given promising results, owing to the fact that, besides exchangeable ions, those bound as complexes with soil organic matter are also extracted. Reducing agents are usually employed with the aim of extracting a plant-available fraction of easily reducible Mn oxides. The combination of various extractants has some obvious merits, which have not yet been investigated fully.

The extractants comprising acid salts consist of electrolyte solutions usually buffered with acetic acid to pH 3—5. MORGAN's extractant is sodium acetate buffered to pH 4.8, also used as a trace element extractant in various countries. For the determination of several trace elements BARON (1955) employed a mixture of ammonium acetate, ammonium sulphate, and acetic acid (pH 4). Further 0.5 M KCl buffered to pH 3 with acetic acid has been used for extracting zinc and acid ammonium oxalate (pH 3.3) for the analyses of available molybdenum (HIBBARD 1943, GRIGG 1953).

In the Department of Soil Science the soluble trace elements are determined by acid ammonium acetate extraction (0.5 N  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0.5 N  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , pH 4.65). Acid ammonium acetate extraction is a typical, rapid and simple method of estimating the readily soluble nutrient status of soil and is employed for routine soil testing in Finland (VUORINEN and MÄKILÄ 1955). The purification and preparation of the reagent, which is suitable for trace element work, is easy as compared, for instance, with MORGAN's sodium acetate. From the analytical angle,  $\text{NH}_4^+$  is always preferable to  $\text{Na}^+$ . The pH of the extractant is suitable for extracting the acid Finnish soils. Further, the extractant is well buffered at a pH value which is approximated by that of a soil solution in equilibrium with the partial  $\text{CO}_2$  pressure normally found in the soil air. The extraction capacity of acid ammonium acetate is fairly strong as compared with 0.5 N acetic acid (pH 2.5) and normal ammonium acetate (pH 7). This can be seen from Table 1. The extraction capacity of acid ammonium acetate was approximately between the values for acetic acid and for neutral ammonium acetate, being closer to acetic acid, however. Some metals (Fe, Cu, Pb) can be extracted with acid ammonium acetate even better than with acetic acid. Evidently this is due to the different exchange properties of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{H}_3\text{O}^+$  ions. Neither pure ammonium ions at pH 7 nor a low hydronium ion content (pH 2.5) can extract all exchangeable heavy metals from the soil. However, these two cations together form a fairly effective combination. Acid ammonium acetate does not decompose minerals and so does not extract trace elements unavailable to plants. This is demonstrated by the fact that the quantity of extractable silica is very low.

At present there is no universal extracting system for the simultaneous determination of all plant-available trace elements and it is obvious that even acid ammonium acetate does not fulfil all the requirements of the ideal universal extractant. There are points, however, which should be taken into account when endeavours are made to improve the extraction technique.



### Separation and concentration of soluble trace elements

Spectrochemical analyses have proved useful in soil investigations. In spite of high sensitivity, spectrographic determinations are not applicable to the direct determination of all soluble trace elements but a chemical preconcentration is necessary. A suitable enrichment makes possible the use of a constant matrix, which improves the accuracy of the spectrochemical analyses.

Solvent extraction in analytical chemistry has become one of the most powerful separation and concentration techniques. The technique is applicable to trace concentrations, and can therefore be used for agricultural trace element research. Several reagents have been employed. Dithizone is one of the oldest of these and is still used, especially for the concentration and determination of zinc. MÄKITE (1960) was able to extract Co, Cu, Mn, Mo, and Zn simultaneously with 8-hydroxyquinoline in chloroform. A series of useful reagents consists of the dithiocarbamates among which sodium diethyl dithiocarbamate is the best known. It has been used by POHL (1953) among others. STETTER and EXLER (1955) reported a concentration method using sodium pyrrolidine dithiocarbamate. The method was modified by SCHARRER and JUDEL (1957). According to this technique the trace elements are precipitated with sodium pyrrolidine dithiocarbamate from hot solution in the presence of sulphosalicylic acid and extracted with chloroform after cooling.

We have used pyrrolidine dithiocarbamic acid in chloroform at room temperature for the concentration of all trace elements by the solvent extraction technique. The addition of sulphosalicylic acid is not advisable. The method is very simple and rapid. The reagent forms chloroform-soluble chelates with numerous trace elements at the same pH, is stable even at a low pH and is easy to synthesize directly in chloroform. With the method and conditions presented here, PDTTC (pyrrolidine dithiocarbamic acid) in chloroform quantitatively extracts and concentrates the following elements at the same pH: Ag, Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ga, Hg, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Sn, Tl, V, and Zn. Furthermore, it is possible to separate some other elements not listed here.

We have employed this method earlier for the concentration of trace elements of plant material (LAKANEN 1961). In the analyses of soluble trace elements the method is similar in principle.

#### *Reagents:*

a) 3 % PDTTC in chloroform is synthesized from redistilled pyrrolidine and carbon disulphide. The solution can be used for several months when stored in a cool dark place.

We have also obtained good results using a reagent content below 1 %. A greater excess of the reagent guarantees efficient separation, however, and it does not interfere, since the organic matter must be burnt away before the spectrochemical analysis.

b) In-Pd solution. This internal standard solution is prepared by dilution from stock solutions (50 mg In/l, 30 mg Pd/l) and then contains 0.25 mg In + 0.15 mg Pd in one liter of acid ammonium acetate. Exactly 10 ml of the internal standard solution is pipetted into each aliquot of solution to be analysed.

c) Redistilled HCl or  $\text{CH}_3\text{COOH}$  and  $\text{NH}_4\text{OH}$  for the pH adjustments.

d) The extractant, prepared from purified chemicals, for the extraction of soluble trace elements from soil. Acid ammonium acetate (0.5 N  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0.5 N  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , pH 4.65) has most frequently been used in the Department of Soil Science, and is prepared from redistilled glacial acetic acid and ammonium hydroxide.

e) Spectrochemically pure  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and graphite powder.

#### *Concentration technique:*

An aliquot (usually 100 ml) of the soil extract filtered into a polyethylene flask is pipetted into a separating funnel. The amount depends on the extraction technique used and the trace element status of the soil. With acid ammonium acetate and an extraction ratio of 1 : 10, 100 ml is sufficient. Ten ml of the In-Pd solution is then added and the pH adjusted to  $5.0 \pm 0.3$  with a calculated amount of  $\text{NH}_4\text{OH}$  or suitable acid ( $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ).

When acid ammonium acetate is used as extractant, the whole procedure can be performed without any pH adjustments. However, the pH level of 4.65 is the critical lower limit for the quantitative separation of manganese.

Trace elements are concentrated by successive extractions with 10 ml portions (2—3) of PDTC in chloroform. The shaking is best done mechanically for 5—10 minutes. Manganese is the last element to be extracted and when the intense red color of chelated Mn no longer appears this is a visible sign of the completion of the separation. The chloroform phases are run into a porcelain or silica dish containing 20 mg  $\text{Al}_2\text{O}_3$  and 80 mg graphite powder. The dishes are covered with watchglasses and evaporated to dryness with surface heating. The organic residue is burnt away at  $450^\circ\text{C}$  and the ash analysed spectrochemically.

Organic matter dissolved from the soil (humates are extracted with ammonium salts) may cause detrimental emulsion formation in the chloroform phase, which has to be cleared by centrifuging. The water layer above the chloroform is now easy to remove. Another simple way is to filter the chloroform phase through a dry filter paper. The removal of the emulsion causes loss of the trace element concentrate. It does not change the final results, since the internal standards have been added before this stage of the work in order to correct errors of this kind also.

#### **The influence of pH and complexing agents**

The concentration technique described above can also be employed when separating and concentrating trace elements from extracts made with solvents other than acid ammonium acetate. The nature and properties of the extractant used must be taken into account, however. The influence of pH and complexing agents is most important.

Several metals are separated over a wide pH range. Thus Ag, Bi, Cd, Co, Cu, Hg, In, Ni, Pb, Pd, and Zn can be extracted at pH values from 1 to 10 and it is obvious that for some metals the pH range is even wider. However, the extractability of cobalt and zinc becomes difficult at pH 1, but with successive extractions a quantitative result is still obtained. The same also applies to iron, the extractability of which becomes incomplete at very high pH values. The separation of thallium is very good over the range pH 3—10. Gallium behaves like thallium. However, its extractability is not so good in the alkaline pH region. Manganese is not extractable at all below pH 3. The lower limit of quantitative separation is pH 4.65—4.60 and the upper limit is reached at the pH of 10. Molybdenum, vanadium and tin are quanti-

tatively extractable in the acid pH region but at values above pH 6 separation is incomplete.

Further, it may be mentioned that gold is extractable only from acid solutions. Recovery is incomplete as it is in the case of chromium also. Antimony was found to be separated best from very acid solution (pH 1). The same is also true of wolfram, which was extractable at approximately pH 1—3.

Some complexing agents are also employed for extracting trace elements from soils. They may often alter the chemical concentration of trace elements in the soil extract. In order to prove this, routine trace element separations were carried out with PDTc from solutions of phosphate, citrate, lactate, oxalate, and EDTA. The residues were analysed spectrochemically. The influence of some reducing agents (hydroquinone, hydroxylamine hydrochloride) and a strong oxidant were also investigated.

Decimolar phosphate does not interfere with the concentrating of trace elements. The most serious influence is in the separation of iron. The extractability of gallium is almost wholly prevented by 0.1 M citrate and that of molybdenum partly. The separation of molybdate is also prevented by 2 % calcium lactate. Decimolar oxalate has the same effect on gallium and vanadium. Further, the rate of extraction of zinc and manganese becomes slow, but successive extractions give results good enough for practical purposes. The masking influence of 0.05 M EDTA on some metals is very pronounced. Fe, Mn, Ni, Ga, V, Co, and Mo are not extracted at all or their separation from EDTA solutions is incomplete. Copper is the only trace nutrient extractable without interference by EDTA. Reducing solutions (0.1 % hydroquinone, 1 % hydroxylamine hydrochloride) do not interfere with the concentration of trace elements by PDTc. A strong oxidizing medium (0.5—1 %  $H_2O_2$ ), on the contrary, prevents the separation of several metals.

### Spectrochemical analysis

After combustion of the organic matter, the trace element concentrate in the alumina matrix is homogenized and packed into duplicate graphite electrodes and analysed with a D. C. arc (11 A, 60 secs.). Suitable carbon electrodes give better reproducibility, but for practical reasons the electrodes are cut from graphite.

The series of standard solutions is prepared and working curves are made by using the concentration technique presented above. The preparation of the working curves and the spectrochemical technique have been described in greater detail elsewhere (LAKANEN 1961).

### Summary

The following circumstances deserve consideration in connection with the analysis of soluble trace elements from Finnish soils of widely varying bulk density. (1) Soil samples are taken on a volume basis. (2) The extraction of samples is performed in volumetric ratio. (3) The results are expressed in kg/ha rather than in ppm.

Extraction with acid ammonium acetate (0.5 N  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0.5 N  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , pH 4.65) is a rapid and simple method for estimating the status of exchangeable and readily soluble trace elements of a soil. The extraction properties of acid ammonium acetate were studied and a comparison was made with 0.5 N acetic acid and 1 N neutral ammonium acetate (Table 1.).

A solvent extraction technique for the separation and concentration of trace elements from the soil extract is presented. The trace elements are concentrated by extraction at pH  $5.0 \pm 0.3$  with 3 % pyrrolidine dithiocarbamic acid (PDTC) in chloroform and incorporated into an  $\text{Al}_2\text{O}_3$  + graphite powder matrix, which is analysed spectrochemically.

The influence of pH and some complexing agents on the quantitative extractability of trace elements with pyrrolidine dithiocarbamates in chloroform was also studied.

#### REFERENCES

- BARON, H. 1955. Gemeinsame Extraktion und chemische Bestimmung des leichtlöslichen Anteils der Mikronährstoffe Bor, Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybden, und Zink in Boden. *Landw. Forsch.* 7: 82—89.
- BARROWS, H. L. & DROSDOFF, M. 1960. A rapid polarographic method for determining extractable zinc in mineral soils. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 24: 169—171.
- FERRARI, T. J. & VERMEULEN, F. H. B. 1955. Soil heterogeneity and soil testing. *Neth. J. Agr. Sci.* 3: 265—275.
- GRIGG, J. L. 1953. Determination of the available molybdenum in soils. *N. Z. J. Sci. Technol.* A 34: 405—414.
- HIBBARD, P. L. 1943. Comparative amounts of zinc extracted from soils by a chemical solvent and by plants. *Soil Sci.* 56: 433—442.
- LAKANEN, E. 1961. A method for determination of inorganic components of plants. (Selostus: Analyysimenetelmä kasvimateriaalin epäorgaanisten komponenttien määrittämiseksi.) *Agrogeol. publ.* 77: 26 p.
- MITCHELL, R. L. 1957. The application of spectrochemical methods to agricultural problems. *Appl. Spectrosc.* 11: 6—12.
- MÄKITIE, O. 1960. Chloroform extraction of trace nutrients as oxinates from soil extracts for spectrographic analysis. *Maatal. tiet. aikak.* 32: 223—228.
- POHL, F. A. 1953. Methoden zur spektrochemischen Spurenanalyse. I. Zur Spurenanalyse von Wässern. *Z. anal. Chem.* 139: 241—247.
- SCHARRER, K. & JUDEL, G. K. 1957. Ein spektrochemisches Analysenverfahren zur quantitativen Bestimmung von Spurenelementen in Böden, Düngemitteln und biologischem Material. *Ibid.* 156: 340—352.
- STETTER, A. & EXLER, H. 1955. Eine Schnellmethode zur Anreicherung von Schwermetallspuren mittels Na-pyrrolidindithiocarbamat (Na-t-carbat). *Naturwissenschaften* 42: 45.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. (Selostus: Viljavuustutkimuksen analyysimenetelmästä.) *Agrogeol. publ.* 63: 44 p.

## SELOSTUS

### Liukoisten hivenaineiden analysoimisesta

ESKO LAKANEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Maantutkimuslaitos, Helsinki

Liukoisten hivenaineiden analyysi osoittaa tavallisesti maan vaihtuvien ja helppoliukoisten hivenaineiden määrät. Oikein tulkittuina analyysituloksia voidaan käyttää kasveille käyttökelpoisen hivenaineefraktion suuruuden arvioimiseen.

Tilavuuspainoltaan suuresti vaihtelevien suomalaisten viljelysmaiden liukoisia hivenaineita analysoitaessa on otettava huomioon seuraavat seikat: (1) Maanäytteen tulee olla edustava tilavuusnäyte viljellystä kerroksesta, paksuus 20 cm. (2) Utto suoritetaan tilavuussuhteessa. (3) Tulokset ilmoitetaan kg:na/ha, mikä on helpompi tulkita kuin ppm tai mg/kg.

Utto happamalla ammoniumasetaatilla (0.5-n  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0.5-n  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ , pH 4.65) on yksinkertainen ja nopea menetelmä maan vaihtuvan ja helppoliukoisen hivenaineefraktion määrittämiseksi. Uuttokyvyltään hapan  $\text{NH}_4$ -asetaatti on lähempänä 0.5-n etikkahappoa kuin 1.0-n neutraalia  $\text{NH}_4$ -asetaattia (Taulukko 1.), uuttaen eräitä metalleja (Fe, Cu, Pb) jopa enemmän kuin 0.5-n etikkahappo.

Liukoisten hivenaineiden alhaisen pitoisuuden takia ne on erotettava ja rikastettava ennen spektrografista määrittystä. Ekstrahointi 3-%:sella pyrrolidinditiokarbamihapolla kloroformissa on nopea tapa erottaa ja rikastaa maa-utteen hivenaineet. Reagenssi muodostaa lukuisten metallien kanssa kloroformiin liukoisia kelaatteja, jotka ekstrahoituvat kvantitatiivisesti samalla kertaa (Ag, Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ga, Hg, In, Mn, Mo, Ni, Pb, Pd, Sn, Tl, V, Zn). Maan liukoisten hivenaineiden uuttamiseen käytetyn uuttonesteen kemiallinen luonne on otettava huomioon maa-utteen hivenaineita rikastettaessa.

Sopiva pH kaikkien em. hivenaineiden samanaikaiseen rikastamiseen on  $5.0 \pm 0.3$ . Happamesta  $\text{NH}_4$ -asetaattiuutteesta (pH 4.65) rikastus voidaan suorittaa vielä ilman pH:n muutosta, mutta ei enää alemmassa pH:ssa, mikäli halutaan mangaani erottaa kvantitatiivisesti.

Eräät kompleksinmuodostajat vaikuttavat hivenaineiden rikastamiseen pyrrolidinditiokarbamihapon avulla. Kuparia lukuun ottamatta muiden hivenravinteiden kvantitatiivinen erottuminen estyy 0.05-m EDTA:sta. Raudan rikastaminen vaikeutuu 0.1-m fosfaatista jne.

Hivenaineiden rikastus happamesta  $\text{NH}_4$ -asetaattiuutteesta suoritetaan seuraavasti: Maa-utetta pipetoidaan erotussuppiloon 100 ml, mikä vastaa 10 ml:aa maata. Lisätään 10 ml In-Pd-liuosta (0.25 mg In + 0.15 mg Pd/l) sisäiseksi standardeiksi spektraalianalyysia varten. Ekstrahoidaan 3:sti peräkkäin 3-%:sella pyrrolidinditiokarbamihapolla kloroformissa (10 ml reagenssia, 5—10 min:n ravistelu). Maa-utteen orgaaninen aines aiheuttaa tavallisesti kloroformissa kiusallista emulsion muodostusta, jonka poistamiseksi kloroformifaasit lasketaan sentrifugiputkiin ja sentrifugoidaan. Kirkas kloroformifaasi hivenaineineen kaadetaan maljaan, johon on punnittu 20 mg  $\text{Al}_2\text{O}_3$  + 80 mg hiilijauhetta. Haihdutetaan kuiviin, poltetaan orgaaninen aines pois  $450^\circ$ :ssa ja analysoidaan tuhka spektrografisesti.

Esitetty menetelmä on ennen kaikkea pikamenetelmä maan helppoliukoisen hivenaineefraktion määrittämiseksi.



## TUHOLAISTEN ESIINTYMINEN VUONNA 1961

Summary: The incidence of pests in Finland in 1961

NIILO A. VAPPULA

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Saapunut 7. 5. 1962

Kasvukauden 1961 alkupuolella, touko—kesäkuussa, sääsuhteet olivat kasvillisuuden kehitykselle yleensä hyvin suotuisat. Toukokuun lopulla alkaneella hellekaudella, jota jatkui pitkälle kesäkuuhun, alkoi tosin kuivuutta esiintyä monin paikoin haitallisessa määrässä, mutta tilanne korjautui pian, kun kesäkuun puolivälin jälkeen saatiin koko maassa riittävästi sadetta. Normaalista tuntuvasti korkeamman lämpötilan ja runsaan kosteuden ansiosta kasvustot kehittyivät nopeasti ja hyvää satoa lupaaviksi. Heinäkuun lämpötilat muodostuivat jonkin verran normaalia alhaisemmiksi, mutta sateet jatkuivat edelleen poikkeuksellisen runsaina (eräillä seuduilla 207—209 % normaalista) ja ajoittain rankkasateen luonteisina koko kuukauden ja elokuun ensimmäisen viikon ajan. Tästä oli seurauksena, että viljakasvustot painuivat pahasti lakoon ja alkoi esiintyä tähkäidäntää, mikä alensi varsin huomattavasti sadon laatua. Elokuun lämpöolosuhteet olivat maan eteläosissa suunnilleen normaalit tai kuun loppupuolella vähän normaalia kylmemmät, mutta sademäärät muodostuivat kaikkialla normaalia suuremmiksi erityisesti kuun kolmannella viikolla sattuneiden rankkasateiden johdosta. Syyskuu sen sijaan oli huomattavasti vähäsateisempi, joten sadon korjuu voitiin suorittaa suotuisien säiden vallitessa. Useimpien kasvien osalta sato jäi laadultaan edellisvuotista heikommaksi.

## Viljakasvit

Alkukesän lämpimillä säillä esiintyi ohrakirppaa (*Phyllotreta vittula*) yleisesti ohran ja kevätvehnän, harvemmin kauran oraissa, varsinkin maan lounais- ja eteläosissa, mutta se aiheutti vain lievää tai lievähköä vioitusta. Vain joissakin Varsinais-Suomen kunnissa vioitus oli paikoitellen ankarampaa, mutta sateiden tultua vauriot korjautuivat nopeasti. Parissa tapauksessa (Rymättylä, Pernaja) todettiin kevätiljoissa melkoisesti viljakirppojen (*Chaetocnema* sp.) toukkien aiheuttamaa tuhoa. Rusko-

haiskiaisien (*Aclypea opaca*) toukkia ilmaantui varsinkin Keski-Pohjanmaalla hyvin yleisesti kevätiljan oraisiin, joissa tuho oli paikoitellen jopa ankaraa. Niinpä Kalajoella havaittiin ohrassa 150—200 toukkaa m<sup>2</sup>:llä, joten torjuntaan oli ryhdyttävä. Kasveille suotuisten olosuhteiden vuoksi vauriot lienevät kuitenkin jääneet vähäisiksi.

Juurimatojen (*Elateridae*) aiheuttamat tuhot viljan oraissa olivat kaikkialla lieviä. Myös kahukärpistä (*Oscinella frit*) esiintyi edelleenkin yleensä melko vähäisessä määrässä kevätiljan oraissa (eri koasemilta saaduissa näytteissä oli vioitus kaurassa 0—12 %, ohrassa 0—14 % ja kevävehnässä 0—20 %), runsaimmin Etelä-Suomessa, ja erittäin vähän syysviljan oraissa (syysvehnässä 0—0.8 %, rukiissa 0—4 %). Kääpiöohrakärpäsen (*Chlorops pumilionis*) tuhoja ohrassa on ilmoitettu vain Jämsästä, jossa niitä oli vähemmän kuin edellisellä kesänä.

Miinaajakärpäsen (*Phytomyza* sp.) ja ohranlehtikärpäsen (*Hydrellia griseola*) toukkia ilmaantui muutamilla paikkakunnilla melko runsaasti kauraan, ohraan ja kevävehnään. Viimeksi mainittua lajia todettiin ainakin Korpilahdelta, Hartolasta ja Mikkelistä saaduista ohranäytteistä. Jämsässä mainitaan varsinkin myöhäisempien kaurakylvösten kärsineen huomattavasti miinaajien tuhoista. Eräissä kunnissa, pääasiallisesti maan eteläosissa, havaittiin jälleen Norröna-kevävehnässä runsaasti ripsiäisten (*Thysanoptera*) aiheuttamaksi tulkittua ylälehtien kiertymistä, joka häittäsi tähkien esille tuloa.

Tuomikirvaa (*Rhopalosiphum padi*) esiintyi kesä—heinäkuussa monin paikoin maan eri puolilla varsinkin kauraviljelyksissä, mutta se ei aiheuttanut suuria vaurioita. Runsaimmin niitä havaittiin eräissä Varsinais-Suomen ja Mikkelin läänin kunnissa. Joissakin tapauksissa mainitaan leppäpirkkojen avustaneen tehokkaasti tuhojen torjunnassa. Myös viljakirvaa (*Macrosiphum avenae*) oli loppukesällä paikoittain vähäisessä määrin kaurassa ja muissakin viljalajeissa. Viljakaskaan (*Calligypona pellucida*) levittämää ja aiheuttamaa tuhoa (pääasiassa tyviversovirusta, OSDV) ilmaantui jälleen muutaman vuoden väliajan jälkeen huomattavan runsaasti Etelä-Pohjanmaan rannikkoalueella ja lisäksi monin paikoin sisämaassakin. Erityisen ankaria tuhoja esiintyi pienissä metsään rajoittuvissa kauraviljelyksissä.

Etanoita (*Deroceras agreste* ym.) esiintyi loppukesällä paikoitellen melko paljon, mutta niiden tuhot syysviljan oraissa jäivät kuitenkin vähäisiksi syyskuun alussa sattuneiden yöpakkasten ja syksyn kuivuuden takia.

### Rehuheinäkasvit ja apila

Timotein siemenviljelyksillä on timoteikärpästen (*Ammaurosoma* spp.) aiheuttama vioitus ollut edelleenkin yleensä lievää. Vain jossakin tapauksessa ilmoitettiin sitä esiintyneen melko runsaasti (Padasjoki 20 %), keskinkertaisesti (Mikkelin l.mv.seura) tai kohtalaisesti (Polvijärvi). Timoteikäriäisen (*Tortrix paleana*) toukka oli Etelä-Pohjanmaalla varsinkin yleinen timoteissa, mutta tuhot jäivät vähäisiksi.

Puna-apilan siemenviljelyksillä esiintyi apilakirppuja (*Apion* spp.) runsaimmin Keski- ja Itä-Suomessa, muualla maassa sen sijaan vioitus näyttää olleen lievempää.

Apilan pussikoin (*Coleophora deauratella*) toukkia todettiin runsaanpuoleisesti Helsingin seudussa ja Mikkelissä. Lisäksi saatiin joitakin yksittäisiä tietoja apilaripsiäisestä (*Haplothrips niger*), apilan siemensääskeistä (*Dasyneura leguminicola*), korvakekärsäkkästä (*Phytonomus nigrirostris*) ja alsikekärsäkkästä (*Phytonomus meles*).

Niitty-yökkösen (*Cerapteryx graminis*) toukkia esiintyi sanomalehtitietojen mukaan runsaasti Kalajokilaaksossa.

### Herne

Herneen taimia vioitti juovahernekärsäkäs (*Sitona lineata*) varsinkin Lounais-Suomessa paikoitellen hyvinkin ankarasti. Etelä-Pohjanmaalla (Jalasjärvi, Kurikka) ilmoitettiin ruskohaiskiaisen (*Aclypea opaca*) rasittaneen pahasti hennettä. Muutamilla paikkakunnilla (mm. Piikkiössä, Paimiossa, Nastolassa ja Jyväskylässä) ahdisti herneripsiäinen (*Kakothrips robustus*) ankarasti varsinkin puutarhaherneitä. Tikkurilassa ja Paimiossa todettiin herneen varsissa melkoisesti miinaajakärpästoukkia, mutta lajia ei ole vielä määritetty.

Hernekääriäisen (*Laspeyresia nigricana*) aiheuttamaa vioitusta ilmaantui yleensä hieman runsaammin kuin edellisenä vuonna; toukkaisten palkojen määrä oli 5—25 %, mutta paikoitellen tuhoa oli enemmän, esim. Kymenlaaksossa 40—54 %, Rauman seudulla 30—50 % ja Kerimäellä 40 %, puutarhaherneissä joissakin tapauksissa jopa 70—90 %.

### Peruna

Varsiyökkösen (*Hydroecia micacea*) toukan ilmoitettiin parilla paikkakunnalla (Ulvila, Lempäälä) vaivanneen perunaa. Joissakin tapauksissa ovat juurimadot (*Elateridae*), maayökköstoukat (*Agrotis* sp.), etanat (*Deroceras* sp. ym.) ja myyrät (*Arvicolidae*) turmelleet perunan mukuloita. Värtsilässä tavattiin perunapellostaa maassamme harvinaisia peltohiiriä (*Apodemus agrarius*).

### Juuri- ja vihanneskasvit

Alkukesän poutakaudella esiintyi kirppoja (*Halticinae*) varsin yleisesti ja hyvinkin runsaasti ristikukkaisissa juuri- ja vihanneskasveissa. Erityisen ankaraa oli tuho monin paikoin Varsinais-Suomessa, Uudellamaalla, Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla sekä Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa, joten torjuntatoimenpiteitä oli suoritettava taimistojen suojelemiseksi. Sinappikuoriaista (*Phaedon cochleariae*) oli kirppojen ohella kohtalaisen runsaasti mm. Itä-Hämeessä, Keski-Pohjanmaalla ja Pohjois-Karjalassa, mutta vahingot jäivät kuitenkin verraten vähäisiksi. Ruskohaiskiainen (*Aclypea opaca*) aiheutti paikoitellen Keski- ja Pohjois-Suomessa lievää tai lievähköä vioitusta kaaleissa, rehukaalissa ja lantussa sekä muissakin juuri- ja vihanneskasveissa. Kaali koita (*Plutella maculipennis*) esiintyi edelleenkin vähänlaisesti, runsaimmin eräillä Lounais-Suomen ja Pohjanmaan rannikkoalueilla. Loppukesällä ilmaantui kaali-

perhosen (*Pieris brassicae*) toukkia kaaleihin yleensä vähäisessä määrin. Vain Varsinais-Suomessa sekä paikoitellen Uudellamaalla, Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla ilmoitettiin niitä esiintyneen runsaasti tai melko runsaasti. Kaaliyökkösen (*Barathra brassicae*) tuhot jäivät kaikkialla hyvin lieviksi. Rauman seudulla, Mouhijärvellä ja Maaningalla tavattiin ristikukkaisista rapsipistiäisen (*Athalia colibri*) toukkia. Muutamin paikoin olivat etanat (*Deroceas* sp.) sadekaudella pahana rasituksena kaaleissa, ja lisäksi ne turmelivat puutarhoissa muitakin vihannes- ja juurikasveja.

Kaalikärpästen (*Hylemyia brassicae* ja *H. floralis*) aiheuttamia tuhoja ristikukkaiskasveissa (kaaleissa, lantussa, naattinauriissa ja turnipsissa) on esiintynyt yleisesti ja monin paikoin hyvinkin runsaasti maan eri puolilla. Yleensä ovat satotappiot olleet 5—30 %, mutta paikoitellen vauriot ovat olleet vielä paljonkin suurempia.

Sokerijuurikkaan taimissa esiintyi juurikaskirppaa (*Chaetocnema concinna*) yleisesti melkein koko viljelyalueella. Vioitus oli verraten lievää muualla paitsi erällä Varsinais-Suomen, Satakunnan, Etelä-Pohjanmaan ja Etelä-Savon seuduilla, joilla vain ajoissa suoritetuilla torjumistoimenpiteillä taimistot saatiin suojelluiksi. Myös ruskohaiskiaista (*Aclypea opaca*) ilmaantui runsaasti varsinkin Länsi-Suomessa (Satakunnassa, Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla) sekä Perä-Pohjolassa sokeri- ja punajuurikasviljelyksiin. Ilman torjuntaa olisi tuho muodostunut hyvinkin ankaraksi. Niittylyteitten (*Lygus* sp.) aiheuttamat vauriot jäivät huomattavasti vähäisemmiksi kuin edellisenä vuonna, joskin taimistoihin syntyi monin paikoin pahoja merkkejä niiden vierailusta. Suurimpana rasituksena luteet olivat Turengin sokeritehtaan alueella ja Etelä-Savossa. Varsiyökkösen (*Hydroecia micacea*) toukkaa esiintyi jonkin verran sokerijuurikkaan taimissa eri puolilla viljelyaluetta, mutta vahingot olivat vähäisiä. Täpläkilpikuoriaista (*Cassida nebulosa*) tavattiin vain muutamina hajatapauksina Länsi-Suomessa, mutta varsinaisista tuhoista tuskin voidaan puhua.

Salossa todettiin erällä viljelyksillä lievää tai melkoista juurikasankeroisen (*Heterodera schachtii*) aiheuttamaa tuhoa. Tätä tuholaista ei ole aikaisemmin havaittu maassamme.

Juurikaskärpäsen (*Pegomyia hyoscyami*) muninta alkoi kesäkuun 4. päivänä alkaneella viikolla suunnilleen yhtä runsaana kuin edellisenäkin vuotena, ja tuhot näyttivät muodostuvan hyvinkin rasittaviksi. Toukkia ilmaantuikin alkukesällä monin paikoin Etelä- ja Keski-Suomessa varsin runsaasti, mutta torjunnan sekä kasvustojen poikkeuksellisen nopean ja rehevän kasvun takia jäivät lopulliset vahingot verraten vähäisiksi. II sukupolvi aiheutti vain poikkeustapauksissa jossakin määrin naatti- ja juurisadon pieneenemistä. Muutamilla paikkakunnilla ilmoitettiin toukkien ahdistaneen kasvukauden alkupuolella ankarasti myös punajuurikasta.

Porkkanassa aiheutti porkkanakärpänen (*Psila rosae*) maan eri puolilla paikallisia tuhoja. Satotappiot olivat 5—20 %. Vain poikkeustapauksissa toukkien mainitaan turmelleen koko sadon. Porkkanakemppiä (*Trioza apicalis*) esiintyi siellä täällä Etelä-Suomessa, runsaimmin erällä Varsinais-Suomen paikkakunnilla.

Sipulia rasittivat sipulikärpäsen (*Hylemyia antiqua*) ja kuutäpläkärpästen (*Eumerus* spp.) toukat monin paikoin melko ankarasti, joskin eräiden havainnontekijäin mukaan

edellisvuotista vähemmän. Satotappiot olivat ilmoitetuissa tapauksissa 5—50 %. Huomattavia tuhoja sattui mm. Etelä-Hämeessä, Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa. Myös Pohjois-Pohjanmaalla toukkia oli melko runsaasti.

Eräillä paikkakunnilla (Pernaja, Pirkkala, Heinolan mlk, Jalasjärvi) olivat myyrät (*Arvicolidae*) suurena vaivana vioittamalla sokeri- ja punajuurikasta, porkkanaa ja muita juurikasveja.

### Ristikukkaiset öljykasvit

Rypsikasvustoista tavattiin Jokioisissa ja Etelä-Pohjanmaalla (Jalasjärvi, Kurikka) runsaasti kirppoja (*Halticinae*). Myöhemmin ilmaantui varsinkin Varsinais-Suomessa ja Uudellamaalla monin paikoin jopa erittäin rasittavassa määrässä rapsikuoriaisia (*Meligethes aeneus*), joten torjuntapölytyksiä jouduttiin suorittamaan. Myös rapsikärsäkkään (*Ceuthorrhynchus assimilis*) toukat tekivät tavallista enemmän vahinkoa rypsin kehittyviä siemeniä turmelemalla. Loimaalla tuhon ilmoitettiin olevan yleistä ja miltei täydellistä. Rapsipistiäisen (*Athalia colibri*) toukkia esiintyi syksyllä rypsin taimissa ainakin Uudellamaalla ja Etelä-Hämeessä.

### Hedelmäpuut

Omenapuissa oli versokääriäisen (*Argyroploce variegana*) ja muiden kääriäistoukkien aiheuttama vioitus yleensä lievää tai lievähköä. Eräillä paikkakunnilla (Taivassalo, Sippola, Jokioinen) oli tuhoa melkoisesti, Hämeen-Satakunnan maanvilj.-seuran alueella runsaasti ja kahdessa kunnassa (Inkoo, Kiiikka) paikoin ankarasti. Myös hallamittarin (*Operophtera brumata*) toukkia ilmaantui yleensä vähäisessä määrässä; vain Sippolassa ja Jokioisissa niitä ilmoitettiin olleen melkoisesti ja Raumalla hyvin runsaasti. Lievästä omenankehrääjäkoin (*Hyponomeuta malinellus*) esiintymisestä saatiin tietoja vain Piikkiöstä, Angelnimeltä ja Saarijärveltä.

Omenakemppi (*Psylla mali*) ei aiheuttanut sanottavaa vahinkoa muualla kuin Pälkäneellä, jossa tuho oli ankaraa. Myös omenakirvan (*Aphis pomi*) tuhot jäivät yleensä normaalia vähäisemmiksi. Vain Itä-Suomessa sitä näyttää esiintyneen runsaammin. Hedelmäpuupunkkia (*Metatetranychus ulmi*) ilmaantui kesä—heinäkuussa melkeinpä kaikkialla Etelä-Suomessa hyvin huomattavassa määrässä omena- ja luumupuihin; se aiheutti yleisesti lehtien ruskettumista ja raakileiden varisemista varsinkin hoitamattomissa puutarhoissa. Vihdistä saatiin ilmoitus omenanlehtikärsäkkään (*Phyllobius piri*) melko runsaasta esiintymisestä erilaisissa lehtipuissa ja omenapuissa. Pohjassa ja Järvenpäässä todettiin reunakääriäisen (*Simaethis pariana*) toukkien aiheuttamaa vioitusta omenapuun lehdissä.

Luumukirvaa (*Hyalopterus pruni*) ja muita kirvalajeja esiintyi luumu- ja kriikunapuissa runsaimmin Varsinais-Suomessa ja Kymenlaaksossa. Kirsikkakoi (*Argyresthia pruniella*) oli erittäin pahana rasituksena kirsikkapuissa Lohjan mlk:ssa ja yhdessä tapauksessa myös Lempäälässä. Askaisissa ilmoitettiin kirsikkaetanaisen (*Caliroa*

*cerasi*) syöneen kirsikan lehdet ja vioittaneen myös päärynäpuuta ja tuhkapensasta. Köyliöstä saatiin näyte päärynän äkämäpunkin (*Eriophyes pyri*) vioituksesta päärynäpuun lehdissä, ja Helsingissä tavattiin luumun äkämäpunkkia (*Eriophyes similis*) kriikunapuusta.

Myyrien (*Arvicolidae*) tuhot hedelmätarhoissa olivat koko maassa yleensä hyvin vähäiset. Huomattavia paikallisia vaurioita ilmeni vain erällä Etelä-Hämeen ja Savon seuduilla. Syyspuolella alkoi kuitenkin näkyä selviä merkkejä myyräkannan voimakkaasta lisääntymisestä. Rusakko (*Lepus europaeus*) aiheutti vain vähäistä vahinkoa muualla paitsi Pohjois-Karjalassa, jossa vioitus oli paikoitellen ankaraa tai hyvin ankaraa. Lustokuoriaisesta (*Xyleborus dispar*) saatiin tietoja vain Lohjalta, Porvoon mlk:sta ja Lopelta.

Hedelmäsato oli yleensä melkoisesti pienempi kuin edellisenä vuonna. Omenäkääriäisen (*Laspeyresia pomonella*) ja pihlajanmarjakoin (*Argyresthia conjugella*) aiheuttamat tuhot olivat ruiskutetuissa omenapuissa yleensä vähäisiä (enintään 10 %), mutta hoitamattomissa hedelmätarhoissa saattoi paikoitellen koitua jopa 20—60 %:n sätotappioita. Mustarastas (*Turdus merula*) turmeli Janakkalassa kypsiä omenia huomattavasti.

### Marjapensaat

Herukkapensaisiin ilmaantui keväällä varsin yleisesti herukkakoin (*Incurvaria capitella*) toukkia, jotka turmelivat lukuisissa marjatarhoissa pensaista silmut lähes kokonaan. Ankaria tuhotapauksia sattui varsinkin Etelä-Hämeessä, Etelä- ja Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa sekä paikoitellen muuallakin. Herukan äkämäpunkin (*Eriophyes ribis*) tuhoista mustaherukkapensaissa on saatu jälleen paljon ilmoituksia maan eri puolilta. Monilla seuduilla punkki on jatkuvasti pahan rasiuksena. Lehtikirvoja (*Aphididae*) esiintyi runsaanpuoleisesti ainakin Varsinais-Suomessa, Etelä-Hämeessä ja Kainuussa varsinkin herukkapensaissa. Iso ja pieni karviaispistiäinen (*Pteronidea ribesii* ja *Pristiphora pallipes*) aiheuttivat edelleenkin yleensä vain lievää tai lievähköä vahinkoa karviais- ja punaherukkapensaissa. Vain Etelä-Hämeessä, Etelä-Savossa ja Pohjois-Savossa oli toukkia paikoitellen loppukesällä runsaammin. Myös karviaiskoisan (*Zophodia convolutella*) esiintyminen oli vähäistä muualla paitsi Itä-Suomessa, jossa sen ilmoitettiin olleen melkoista (eräissä tapauksissa tuho oli 15—20 %). Ojukepistiäinen (*Pachynematus pumilio*) turmeli mustaherukan marjoja erällä Oulun läänin paikkakunnilla.

Hyötymansikassa esiintyi mansikkapunkki (*Tarsonemus pallidus*) erällä seuduilla melko pahan rasiuksena, joissakin tapauksissa yhdessä vihannespunkin (*Tetranychus urticae*) kanssa. Vattukärsäkkäästä (*Anthonomus rubi*) ei saatu juuri lainkaan tietoja. Varsiyökkösen (*Hydroecia micacea*) toukka ahdisti muutamilla paikkakunnilla (Lapinjärvi, Lempäälä, Kuusjärvi, Nürmes) hyötymansikkaa tunkeutumalla juurenniskaan tai kukkavarsien sisään. — Vadelmasatoa turmeli vattukuoriaisen (*Byturus tomentosus*) toukka lähes kaikkialla hyvin yleisesti ja monin paikoin melko ankarasti. Joensuussa vioitti vattukärpäsen (*Pegomyia dentiens*) toukka vadelman versoja.

Räkättirastaat (*Turdus pilaris*) olivat suurena vastuksena marjatarhoissa syömällä mansikat ja tyhjentämällä herukkapensaat joskus aivan kokonaan.

### Avomaan koristekasvit

Juurimadot (*Elateridae*) ovat jossakin tapauksessa vaivanneet ritarinkannusta ja myyrät (*Arvicolidae*) aiheuttaneet Kuopion seudulla tuhoa tulppaanin sipuleissa ja päikoitellen ahdistaneet lievähkösti mm. orapihlaja-aitoja ja koristepensaiden taimia. Liljakukko (*Lilioceris lili*) esiintyi liljakasvien tuholaisena Helsingin mlk:ssa. Kultakuoriainen (*Cetonia aurata*) vioitti Kuopiossa melkoisesti valkoisen syreenin kukkanuppua ja lehtiä. Ruusujen tuholaisina on tavattu jotakin lehtipistiäistoukkaa hyvin yleisesti Kemiön seudulta, ruusuetanaisen (*Endelomyia aethiops*) toukkia mm. Kirkkonummelta ja Karjalohjalta sekä ruusukirvaa (*Macrosiphum rosae*). Heiskuoriaista (*Pyrrhalla viburni*) esiintyi yleisesti viljellyissä ja luonnonvaraisissa heispensaissa, jotka ne söivät monesti lehdettömiksi. Pajunvirpisääsken (*Rhabdophaga salicis*) äkämiä oli Espoossa runsaasti istutettujen pajupensaiden latvuksissa.

Puistopuissa on ollut seuraavia tuholaislajeja: tammissa tammilehtiäisen (*Apethymus autumnalis*) toukkia Tampereella, tammenversokoin (*Stenolechia gemmella*) toukkia Järvenpäässä ja lehtikirvoja (*Aphididae*) Helsingissä, lehmuksissa lehmusetanaisen (*Caliroa annulipes*) toukkia Karkkilassa ja lehmuspunkkia (*Tetranychus tiliarinus*) Hollolassa, jalavassa miinaajapistiäisen *Fenusa ulmi* toukkia Piikkiössä ja jalavan viljakirvaa (*Byrsocrypta ulmi*) Ulvilassa, vaahterassa häränpääkehrääjän (*Phalera bucephala*) toukkia Joutsenossa, salavassa lehtipistiäislajin *Euura testaceipes* äkämiä Järvenpäässä ja poppelissa runkohaapsasen (*Saperda carcharias*) toukkia nuorissa taimissa Lappeenrannassa.

### Ansari- ja huonekasvit

Maayökköstoukat (*Agrotis* sp.) söivät poikki tomaatin taimia Siipyyssä, ja varsiyökkösen (*Hydroecia micacea*) toukat turmelivat tomaatin taimia Varkaudessa. Kangasalla aiheuttivat juurimadot (*Elateridae*) tuhoa tomaattihuoneessa.

Kilpikirvat (*Coccidae*) olivat rasituksena eräissä huonekasveissa (*Asparagus*, *Dracaena*) Turussa ja Tampereella sekä kanukkakilpikirva (*Eulecanium corni*) oleanterrissa Iitissä. Mustaripsiäinen (*Taeniothrips atratus*) vioitti neilikan kukkanuppua Mikkelissä, ja jonkin ripsiäislajin aiheuttamaa vioitusta todettiin muratin lehdissä Luodossa. Ansarijauhiaista (*Trialeurodes vaporariorum*) esiintyi kiinanruusussa ja verenpisarassa Vaalassa ja vihannespunkkia (*Tetranychus urticae*) joissakin tapauksissa runsaasti neolikoissa, laakerissa, varjoköynnöksessä ja muissakin huonekasveissa. Inkoossa karpästoukat (*Hylemyia* sp.) aiheuttivat vahinkoa neilikan pistokkaita turmelemalla.

## Asunto- ja varastotuholaiset

Yleisimpiä tuholaisia asuntojen ruokakomeroissa, vaatevarassa ym. ovat olleet seuraavat lajit: turkiskuoriainen (*Attagenus pelliö*), jauhopukki (*Tenebrio molitor*), sokeritoukka (*Lepisma saccharina*), leipäkuoriainen (*Sitodrepa panicea*), rohmukuoriainen (*Tribolium destructor*) ja varaslesiäinen (*Ptinus fur*). Lisäksi on saatu tietoja lajeista: vaatekoi (*Tineola biselliella*), kimalaiskoisa (*Aphomia sociella*), russakka (*Blattella germanica*), harmaavöinen ihrakuoriainen (*Dermestes lardarius*), museokuoriainen (*Anthrenus museorum*), messinkikuoriainen (*Niptus hololeucus*), salasyöjät (*Cryptophagidae*), lymykuoriaiset (*Lathridius constrictus* ja *Corticaria* sp.), jäytiäiset (*Copeognatha*), muurahaiset (*Formicidae*) ja kirjaskorpioni (*Chelifer cancroides*). Varastoissa on esiintynyt yksittäistapauksina jauhopunkkia (*Aleurobius farinae*) vehnässä, pölytätä (*Trogium pulsatorium*) jauholaarissa, jauhokoisaa (*Ephestia* sp.) ravintojauheessa, maissinjyväkoita (*Sitotroga cerealella*) maississa, jyväkoita (*Tinea* sp.) vehnässä ja ohrassa, hinkalokuoriaista (*Tribolium castaneum*) maississa, näkkileivässä ym., laarikuoriaista (*Tribolium confusum*) leipänäytteessä ja punkkilajia *Carpoglyphus lactis* viikunoissa. Hedelmäkärpäsen (*Ceratitis capitata*) toukkia löytyi Kuopiossa Jaffa-appelsiineista. Iisalmesta saatiin eräästä liikkeestä näytteeksi vesivaaka, jota ruskokairo (*Lyctus brunneus*) oli vioittanut. Kahdella paikkakunnalla (Karkkila, Forssa) oli lintupunkki (*Dermanyssus gallinae*) muodostunut pahaksi rasiukseksi asuinhuoneissa.

Puuainestuholaisista saatiin kirjellisiä ilmoituksia seuraavasti: tupajumista (*Anobium punctatum*) 115, kuolemankellosta (*Anobium pertinax*) 34, jalokuoriaisista (*Buprestis* sp.) 19, papintappajasta (*Callidium violaceum*) 42, hirsikytrystä (*Ernobius mollis*) 24, lieriökärsäkkäistä (*Eremotes* sp.) 1, havupuun tikaskuoriaisesta (*Xyloterus lineatus*) 1, hevostuorahaisesta (*Camponotus herculeanus*) 2 ja jättiläispuupistiäisestä (*Urocerus gigas*) 3. Vanhoista hirsirakennuksista tavattiin ruskojumia (*Anobium rufipes*) Jäppilässä ja Tuomaan jumia (*Anobium thomsoni*) Jaalassa.

## SUMMARY

### The incidence of pests in Finland in 1961

NILLO A. VAPPULA

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

In consequence of rainy weather in the middle and latter part of the summer the damage caused by pests in Finland was smaller than usual.

The commonest species on cereals were *Phyllotreta vittula* in the southern parts of the country, *Aclypea opaca* in Central Finland, and in places also *Phytomyza* sp., *Hydrellia griseola*, *Rhopalosiphum padi*, and *Calligypona pellucida*.



Slight damage to graminaceous fodder plants was caused by *Amaurosoma* spp. and in southern Ostrobothnia also by *Tortrix paleana*. The clover seed crop was injured by *Apion* spp. more extensively in Central and Eastern Finland and by *Coleophora deauratella* in the vicinity of Helsinki.

The most important insect pests of the pea included *Sitona lineata* in Southwestern Finland, *Kakothrips robustus* in places in South Finland, and *Laspeyresia nigricana*. The latter species injured 5—25 per cent of the pods and in some localities even 40—50 per cent.

On cruciferous root crops and vegetables flea beetles (*Halticinae*) were abundant early in the summer in South and Central Finland and in places *Phaedon cochleariae* was also fairly numerous. Damage caused by cabbage flies (*Hylemyia brassicae* and *H. floralis*) was common and in many places very severe in different parts of the country.

Sugar beet was injured throughout its growing area by *Chaetocnema concinna*, *Aclypea opaca* and *Pegomyia hyoscyami*. The sugar beet eelworm (*Heterodera schachtii*) was found in Salo for the first time as a pest of sugar beet in Finland. The chief insect pests on carrot were *Psila rosae* and in South Finland also *Trioza apicalis*, and on onions *Hylemyia antiqua* and *Eumerus* spp.

In South Finland very heavy injury to turnip rape was caused by *Meligethes aeneus* and *Ceuthorrhynchus assimilis*.

Important pests of fruit trees were *Metatetranychus ulmi* on apple and *Argyresthia pruniella* on cherry trees. The damage caused by *Laspeyresia pomonella* and *Argyresthia conjugella* was in general rather small.

The most harmful pests of berry bushes included *Incurvaria capitella* and *Eriophyes ribis* on currants, *Tarsonemus pallidus* on strawberry, *Byturus tomentosus* on raspberry, and *Turdus pilaris* in berry gardens.

Furthermore many species have occurred on ornamental plants grown out of doors, on glass-house plants, and in houses and storerooms. The commonest destructive species in wooden structures were *Anobium punctatum*, *A. pertinax*, *Buprestis* spp., *Callidium violaceum*, and *Ernobius mollis*.

OBSERVATIONS ON THE STEM NEMATODE  
*DITYLENCHUS DIPSACI* (KÜHN) FILIPJEV  
AS A PEST OF RED CLOVER IN FINLAND

OSMOROIVAINEN, AULIS TINNILÄ<sup>1)</sup>

and

VEIKKO KANERVO

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

Received June 6, 1962

The stem nematode has been found in Finland in the region round Hämeenlinna, at Padasjoki, at the Tammisto Plant Breeding Station near Helsinki, and at the Agricultural Research Centre, Tikkurila (TINNILÄ 1959). In the years 1959—1961 this pest was also noted at the Anttila Experimental Farm at Tuusula as well as at Jomala on the island of Åland (Bingefors, personal communication). The stem nematode has thus been found infesting red clover at six different places in Finland (Fig. 1). In two cases it was shown that the nematode had been present in the clover seed (TINNILÄ 1960), while in the remaining cases the origin of the infestation was not established.

In the present investigation attention was principally given to the spread of the nematode via infected seed, the effect of disinfection and purification of the seed, as well as the influence of the nematode on the overwintering of red clover under Finnish conditions. As early as the 1920's, COBB (1925, 1929) demonstrated that the stem nematode could be spread by infected seed. Since that time many other investigators (for example, LINNMAN 1944, BINGEFORS 1948, BROWN 1957 and TINNILÄ 1960) have either confirmed this fact or have stated that the transmission of the stem nematode through infected seed is extremely probable.

<sup>1)</sup> at the present time employed by Fincos Oy, Huhtamäki-yhtymä Oy, Helsinki.

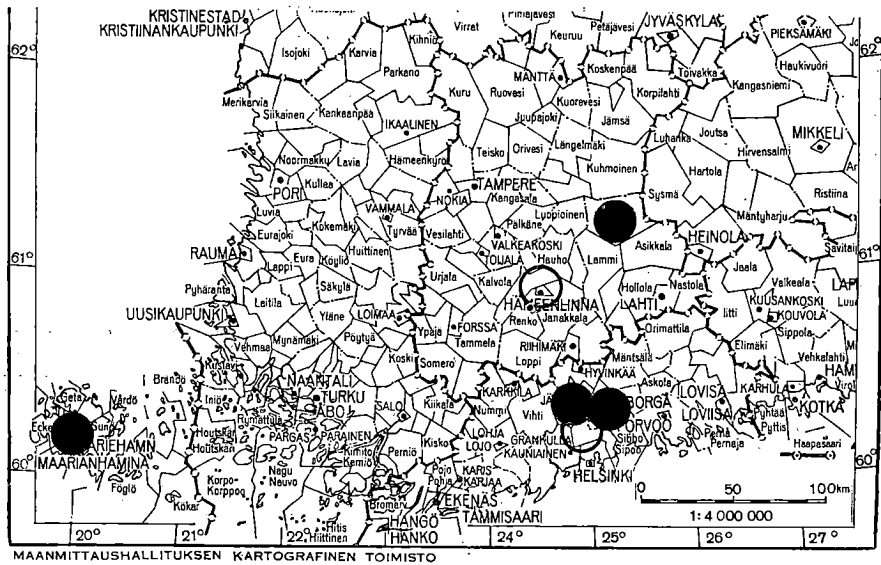


Fig. 1. The occurrence of the stem nematode as a pest of red clover in Finland.

- = occurs at present  
○ = occurrence doubtful at present

## Materials and methods

### *I. Spread of the nematode by seed and methods of seed disinfection*

The experimental area consisted of an uninfected field located close to the nematode-infected field at Padasjoki (lat. 61°23'N.). The trial plots were 1,6 × 6 m in size; the row distance was 20 cm, and there were thus 8 rows per plot. Red clover was sown on May 12, 1959, at a seed rate of 23—47 kg/ha, depending on the germination and purity of the seed. The plots were cut twice in the usual manner during the course of the summer.

Seed Lot 1 consisted of Tammisto red clover, which is the Finnish improved variety most commonly cultivated in this country. All the other trial seed lots originated from the nematode-infected seed harvested at Padasjoki. In the present work this seed has been called Koskimäki red clover after the name of the grower. Five replicates of each seed lot were used with the exception of Lot 5, which had only three replicates.

The following trial seed lots were used:

1. Tammisto red clover, uninfected, purity 98 %.
2. Koskimäki red clover, infected, cleaned by winnowing only, purity very low, only 60 %.

3. Koskimäki red clover, impurities pulverized, purity 70 %.
4. Same as Lot 3, but given hot-water treatment. The seed was kept for 15 min. at 48—49°C, which suffices to kill the stem nematode (CAIRNS 1953, STANLAND 1959).
5. Same as Lot 3, but given methyl bromide treatment. The CT value used (methyl bromide content in mg/l × hours of treatment) was extremely high, about 60 000, which is 100 times greater than the recommended value (GOODEY 1949).
6. Koskimäki red clover, originally infected but cleaned very thoroughly; purity 97 %.

The trial was inspected on the following dates: 13. 11. 1959, 10. 5. 1960, 17. 8. 1960, 2. 6. 1961 and 29. 8. 1961. At these inspections, observations were made on the ground cover of the clover (using a scale of 0—10), and the number of infected plants indicated in row-meters was determined. When the plots were cut on 14. 7. 1960 and 9. 8. 1960, the fresh weight yield of each plot was determined. In addition, notes were made on the amount of weeds and degree of flowering in each plot, using scales of 0—10 for both observations.

## II. *The effect of the stem nematode on the overwintering of red clover.*

On the nematode-infested field at Padasjoki, a total of 65 clover plants, either clearly infected with stem nematode or definitely healthy, were marked on 13. 11. 1959. Of the marked plants, 13 infected and 11 healthy individuals were treated with 50 % PCNB-wettable powder (rate 10 kg/ha) in order to control fungus diseases. The remaining plants, consisting of 25 infected and 16 healthy individuals, were left untreated. On 10. 5. 1960 observations were made on these plants and counts were made on the numbers of dead, weak, and healthy plants.

## Results and discussion

Results concerning the spread of the nematode via the seed and the effect of seed disinfection are presented in Tables 1 and 2, while data on the overwintering of red clover are shown in Table 3. In the year of establishment no significant differences in ground cover were noticed between the various seed lots. Only the lot treated with methyl bromide (Lot 5) appeared to germinate somewhat poorly. Likewise, in the first-year field the growth of the clover from seed Lot 5 was sparser than that of the other lots. Because of this, weeds flourished somewhat more abundantly in the plots of this seed lot.

The damage caused by the stem nematode began to appear during the course of the summer of the first-year field (in the second year after establishment). In the plots of Lot 3, where the seed had been severely infected, many diseased and dead plants were observed. The damage was so heavy in this seed lot that in the autumn of the

Table 1. Ground cover of red clover and numbers of infected and dead plants in the Padasjoki trial field. Ground cover value 10 = completely covered, no gaps; 0 = clover entirely disappeared.

Seed lot	Ground cover 0-10					Row-meters of infected and dead plants		
	13.11. -59	10. 5. -60	17. 8. -60	2. 6. -61	29. 8. -61	17. 8. -60	2. 6. -61	29. 8. -61
1. ....	9.7	9.3	9.5	7.0	6.4	0.0	0.3	2.8
2. ....	10.0	9.7	9.2	8.6	4.6	1.2	2.1	5.1
3. ....	9.9	9.3	5.7	2.8	0.9	19.6	a)	a)
4. ....	9.9	9.4	9.5	9.1	6.5	0.1	0.2	2.4
5. ....	9.0	8.2	8.0	8.1	6.3	0.0	0.0	3.1
6. ....	9.9	9.4	9.4	8.7	5.1	0.3	0.8	4.7

a) clover almost completely infected or dead

Table 2. Amount of weeds, flowering stage and fresh yield weights. Weed value 10 = completely overrun; 0 = no weeds. Flowering stage 10 = full bloom; 0 = flowering not yet begun.

Seed lot	Weeds 0-10 14. 7. -60	Flowering stage 0-10 14. 7. -61	Fresh weight yield	
			1st cut 14. 7. -60 <sup>a)</sup>	2nd cut 9. 8. -60 <sup>b)</sup>
1. ....	3.2	5.6	16 450	19 410
2. ....	3.6	8.4	16 020	16 330
3. ....	3.6	8.0	13 000	9 380**
4. ....	3.6	8.2	17 440	16 040
5. ....	4.0	8.3	15 230	15 630
6. ....	3.2	8.4	16 540	16 680

a) F value = 1,2°. L.S.D. = 4 420 kg/ha\*.

b) F value = 17,8\*\*\*. L.S.D. = 2 530 kg/ha\* and 3 570 kg/ha\*\*.

second-year field only about 10 % of the plants remained, and these were infected with stem nematode. Likewise, the fresh yields of Lot 3 were considerably smaller than those of the other lots. These results indicate that the purity of the seed and especially the size and uniform distribution of the impurities in the seed lot have a great influence on the extent of nematode infection. It is also evident that even in the seed lot which was thoroughly cleaned by mechanical means (Lot 6), a certain amount of stem nematode still remained in the lot and was thus introduced into the soil along with the seed.

Stem nematode infection also occurred in those plots where nematode-free seed had been sown (Lot 1) and where the seed had been treated with hot water or methyl bromide (Lots 4 and 5). Infected plants were only found, however, in the immediate vicinity of plots which had been sown with nematode-infected seed.

It is evident that red clover seed imported to Finland from abroad should be disinfected in order to destroy the stem nematode, which at the present time has been encountered in only a few localities in Finland. Disinfection should be carried out with methyl bromide, since this is an easier method than hot water.

Table 3. The effect of the stem nematode on the overwintering of red clover.

No. of plants; treatment 13. 11. 1959	Condition of plants 10. 5. 1960		
	dead	weak	healthy
11 healthy + PCNB .....	0	0	11
13 infected + PCNB .....	11	2	0
16 healthy, untreated .....	0	0	16
25 infected, untreated .....	20	5	0

The effect of the stem nematode in decreasing the winter resistance of red clover is clearly seen from Table 3. The number of plants investigated was small, but the results are nevertheless significant. During the growing season the stem nematode destroys red clover by its direct action, whereas in the winter those plants which are still living but which have been weakened by nematode infection, readily succumb to factors associated with the cold winter conditions. In the present study clover rot was not found to play any part in the destruction of the red clover during the winter.

### Summary

In the present study the occurrence of the stem nematode was established at six different places in Finland. Mechanical cleaning of nematode-infected red clover seed will reduce the degree of infestation but will not remove all the nematodes. The damage occurring in clover grown from seed which contains many impurities and is heavily infested may be so great that the crop will be completely destroyed within two or three years. Red clover plants which are infested with stem nematode readily succumb during the winter, since their general condition is weak and they cannot survive the cold winter conditions so well as healthy plants.

### REFERENCES

- BINGEFORS, S. 1948. Sprides klövernematoden med frö? Sv. Frötidn. 17: 118—121.
- BROWN, E. B. 1957. Lucerne stem eelworm in Great Britain. *Nematologica* 2: 369—375.
- CAIRNS, E. J. 1953. Moisture conditions and control by heat of the mushroomspawn nematode, *Ditylenchus* spp. *Phytopathology* 43: 404—405.
- COBB, N. A. 1925. Nemas on commercial seed. *J. Parasit.* 11: 107—108. (Ref. Bingefors, S. 1957).
- »— 1929. Notes on methods of combating the stem nema, *Tylenchus dipsaci*. *Ibid.* 15: 291. (Ref. Bingefors, S. 1957.)
- GOODEY, J. B. 1949. The control of *Anguillulina dipsaci* on the seed of teasle and clover by fumigation with methyl bromide. *J. Helminth.* 23: 171—174. (Ref. Christie, J. R. 1959.)
- LINNMAN, J. R. 1944. Klöverål i klöverfrö. *Växtskyddsnot.* 8: 28—29.
- STANILAND, L. N. 1959. The principles of the hot water treatment of plants. *Ministr. agric. techn. bull.* 7: 147—156.
- TINNILÄ, A. 1959. Apila-ankeroinen apilan tuholaisena Suomessa. *Maatal. ja koetoim.* 13: 218—226.
- »— 1960. Apila-ankeroisen siemenlevintä ja kotimaisten apilakantojen tuhonalttius. *Ibid.* 14: 228—233.

## SELOSTUS

**Havaintoja varsiankeroisesta puna-apilan tuholaisena Suomessa**OSMO ROIVAINEN, AULIS TINNILÄ<sup>1)</sup> ja VEIKKO KANERVO

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Tutkimuksissa on varsiankeroisista tavattu Suomessa kuudella paikkakunnalla. Sen saastuttamasta puna-apilan siemenestä voidaan saastuntaa vähentää puhdistamalla siemen mekaanisesti, mutta kaikkia varsiankeroisyyksilöitä ei saada sillä tavoin poistetuksi. Sen tähden olisi kaikki Suomeen tuotava puna-apilan siemen desinfioitava, jotta varsiankeroisien leviäminen maahamme voitaisiin estää. Sopivin toimenpide varsiankeroisien tuhoamiseksi siemenestä on käsittely metyylibromidilla. Voimakkaasti saastunut roskainen siemen voi aiheuttaa niin ankaran saastunnan, että puna-apila tuhoutuu 2—3 vuodessa. Varsiankeroisien saastuttamat puna-apilayksilöt tuhoutuvat helposti talvella, koska ne ovat elinvoimaltaan heikompia kestämään talven rasituksia kuin terveet kasvit.

<sup>1)</sup> Nykyinen toimipaikka Fincos Oy, Huhtamäki-yhtymä Oy, Helsinki.



## 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. Piirroset laaditaan vähintään 1 1/2—2 kertaa lopullista painoosua suurempaan kokoon, graafiset esitykset millimetripaperille. Toimitus piirittää ne tarpeen vaatiessa puhtaaksi.

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

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

Kirjallisuusluettelon laadinnassa ja lyhennysmerkinnöissä noudatetaan Maatalouden 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

YLLÖ, L. Kauran, ohran ja kevätvehnän satoisuusvertailua .....	73
Summary: Comparison of yields of oats, barley and spring wheat .....	106
LAKANEN, E. On the analysis of soluble trace elements .....	109
Selostus: Liukoisten hivenaineiden analysoimisesta .....	117
VAPPULA, N. A. Tuholaisten esiintyminen vuonna 1961 .....	118
Summary: The incidence of pests in Finland in 1961 .....	125
ROIVAINEN, O. & TINNILÄ, A. & KANERVO, V. Observations on the stem nematode <i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kühn) Filipjev as a pest of red clover in Finland .....	127
Selostus: Havainnot varsiankeroisesta puna-apilan tuholaisena Suomessa .....	132