

# Annales Agricolturae Fenniae

Maatalouden  
tutkimuskeskuksen  
aikakauskirja

Vol. 4, 2

Journal of the  
Agricultural  
Research  
Centre

Helsinki 1965

# ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja  
Journal of the Agricultural Research Centre

TOIMITUSNEUVOSTO JA TOIMITUS  
EDITORIAL BOARD AND STAFF

*E. A. Jamalainen*      *V. Kanervo*      *R. Manner*      *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 lisäidoksia  
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

EINIGE BEOBACHTUNGEN ÜBER ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN  
VON ERGEBNISSEN DER FAKTORENANALYSE

MIKKO VARO

Zentrale für Landwirtschaftliche Forschung, Abteilung für Haustierzüchtung, Tikkurila, Finland

Eingegangen am 21. 12. 1964

Verfasser ds. hat bei Erforschung gegenseitiger Zusammenhänge der bei Stammversuchen mit Schweinen gewonnenen verschiedenen Werte die Faktorenanalyse erprobt (VARO 1962). Durch Benutzung dieser Methode ist versucht worden, unter den vielen Eigenschaften diejenigen aufzufinden, denen bei Betrachtung des bei der Veredlungsauslese erlangten Ergebnisses als Ganzheit eine zentrale Stellung zukommt. Vor allem aber ist es darauf angekommen, eine Gruppe seltenerer Eigenschaften auszumachen, durch die das Testen des Phänotyps oder eine etwaige vorläufige Nachkommenbeurteilung zu einem aus der Sicht endgültiger Nachkommenbeurteilungen der Eber optimalen Ergebnis geleitet werden könnte. Wenn diese Massnahme gelänge, würde sie Voraussetzungen schaffen, die Aufgabe der vollständigen Stammversuche auf das endgültige Nennen des Spitzenmaterials der Kunstbesamungseber zu beschränken und das »Durchharken« eines umfassenden Ebermaterials mit billigeren und schnelleren Methoden auszuführen.

In die Untersuchung wurden 18 verschiedene Eigenschaften einbezogen, und ihr Ergebnis erwies, dass drei Grundfaktoren ausreichten, die zwischen allen Eigenschaften bestehenden Korrelationen klarzulegen. Ausserdem wurde fest-

gestellt, dass die Dicke des Rückenspeckes das Schlachtgewicht (oder der Schlachtverlust) und der Punktwert der Buggegend diejenigen Eigenschaften waren, die am besten die drei Grundfaktoren massen. Die Faktorenanalyse gründete sich auf das neueste Ebermaterial, das verhältnismässig klein war. Deshalb hat sich die Untersuchung auf die Weise fortgesetzt, dass mit Hilfe eines grösseren Materials zu prüfen versucht worden ist, welche Bedeutung dem Ergebnis der Faktorenanalyse in der Praxis beigelegt werden kann. Diese Untersuchungen haben sich auf insgesamt 1 452 Versuchsgruppen gegründet.

Der Kürze halber werden im folgenden die Eigenschaften, durch welche die drei Grundfaktoren am besten bemessen werden, als zentrale Eigenschaften bezeichnet. In der ersten Phase wurde das gesamte Material je nach der zentralen Eigenschaft in Viertel eingeteilt und die Differenz zwischen den so erhaltenen extremen Vierteln für jede der 18 Eigenschaften berechnet. Ferner wurden die standardisierten Werte der Differenzen errechnet. Bei Berechnung der Differenzen galt in allen übrigen Fällen ein grosser Wert als wünschenswert, abgesehen von der Dicke des Rückenspeckes, dem Futtermittelverbrauch, dem Schlachtverlust und dem Alter bei 80 kg Gewicht, bei welchen Werten, umgekehrt,

ein geringer Wert der Erwartung entsprach. Als die Korrelationen der so erhaltenen Differenzen und Faktorladungen als Speermansche Ordnungskorrelationen berechnet wurden, ergaben sich für sie nach Faktoren folgende Werte:

- I  $0.63 \pm 0.15$  und  $0.61 \pm 0.15$
- II  $0.86 \pm 0.06$  und  $0.85 \pm 0.07$
- III  $0.64 \pm 0.15$  und  $0.73 \pm 0.12$

Die zwei verschiedenen Werte sind darauf zurückzuführen, dass die Faktorenanalyse auf zweierlei Methode ausgeführt und die Korrelationen daher auf Grund der durch beide Methoden vermittelten Faktorladungen berechnet worden sind. Für den dritten Faktor wurden die Korrelationen zudem ohne Seitenlänge berechnet, wobei die Koeffizienten einen bedeutend höheren Wert annahmen,  $0.78 \pm 0.11$  und  $0.86 \pm 0.07$ . Der beträchtliche Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass die besagte Eigenschaft dem ältesten Drittel des Untersuchungsmaterials fehlte. Alles in allem scheint es demgemäss, dass die den Faktor am besten messende Eigenschaft einzig bei der Auslese zu einem Gesamtergebnis führt, das einigermassen mit der durch die Faktorladungen gegebenen Prognose übereinstimmt.

Als das Material auf entsprechende Weise in bezug auf jede zentrale Eigenschaft zugleich eingeteilt und die Differenzen für die extremen Viertel, Achtel und Vierundsechzigstel berechnet wurden, ergaben sich die in Tabelle 1 wiedergegebenen standardisierten Werte für die Differenzen der verschiedenen Eigenschaften.

Auf Grund der Differenzen kann geschlossen werden, dass die Auslese, wenn sie sich auf die Eigenschaften stützt, welche die Faktoren am besten messen, zugleich alle anderen Eigenschaften betrifft und sie in der gewünschten Richtung verändert. Die einzige Ausnahme bildet die Bauchwanddicke, die bei Vergleich der extramen Viertel und Achtel eine negative Differenz ergeben hat. Die Ursache kann eine sehr schräge Verteilung der Eigenschaften oder auch die Unbestimmtheit des Betrages als

Tabelle 1. Die standardisierten Differenzen zwischen den nach den zentralen Eigenschaften geschiedenen extremen Vierteln, Achteln und Vierundsechzigsteln des Materials  
*Taulukko 1. Keskusominaisuuksien mukaan jaettujen aineiston äärimmäisten neljännesten, kahdeksannesten ja 64-osien standardisoidut erotukset*

Eigenschaft <i>Ominaisuus</i>	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{64}$
Brustseitenlänge			
<i>Kyljen pituus</i> .....	1.21	1.53	2.31
Rückenspeckdicke			
<i>Selkäsilavan paksuus</i> .....	0.99	1.37	2.14
Futterverbrauch Fe/Kg			
<i>Rehun kulutus ry/kg</i> .....	0.74	0.91	1.50
Futterverbrauch Fe/Tg			
<i>Rehun kulutus ry/p</i> .....	0.38	0.47	0.63
Länge des Schlachtkörpers			
<i>Rubon pituus</i> .....	0.50	0.68	1.40
Bauchwanddicke			
<i>Mahan seinämän paksuus</i> .....	-0.29	-0.34	0.00
Täglicher Zuwachs			
<i>Kasvu</i> .....	0.15	0.18	0.46
Schlachtverlust			
<i>Tearastustappio</i> .....	0.39	0.32	0.32
Alter bei 88 kg			
<i>Ikä 88 kg painoisena</i> .....	0.25	0.33	0.65
Verteilung des Rückenspeckes			
<i>Selkäsilavan jakaantuminen</i> .....	0.77	1.05	2.02
Feinheit der Schwarte			
<i>Nahan hienous</i> .....	0.28	0.38	0.68
Schinkenform			
<i>Kinkun muoto</i> .....	0.73	0.94	1.33
Speckfestigkeit			
<i>Silavan kiinteyys</i> .....	0.14	0.22	0.40
Bacontyp			
<i>Pekonityyppi</i> .....	0.92	1.30	2.31
Bauchform			
<i>Vatsan muoto</i> .....	0.64	0.76	1.31
Gewicht des Schlachtkörpers			
<i>Rubon paino</i> .....	0.78	0.82	1.06
Fleischigkeit			
<i>Libakkuus</i> .....	0.94	1.29	1.75
Buggegend			
<i>Lavan seutu</i> .....	1.10	1.59	2.54
Durchschnitt			
<i>Keskimäärin</i> .....	0.59	0.77	1.27

Mittelwert mehrerer verschiedenen Dicken ungleicher Bedeutung gewesen sein.

Es sei weiter erwähnt, dass die durchschnittliche Differenz der äusseren Viertel 69 % der grösstmöglichen Differenz beträgt, die man erhalten kann, wenn die Teilung auf Grund der Summe von den standardisierten Werten aller Eigenschaften durchgeföhrt wird. Verwendet man die Summe der Standardwerte der zentralen Eigenschaften als Einteilungsgrundlage, so wäre die Differenz 0.652 oder 76 % der grösstmöglichen gewesen. Als die Zerlegung in

Tabelle 2. Der Anteil der Variation zwischen Grossvätern und Vätern an der Gesamtvariation der vereinigten Variablen

*Taulukko 2. Isoisien ja isien välisen muuntelun osuus yhdistettyjen variaabelien kokonaismuuntelusta*

Variationsursache Muuntelun osa	F.G. V.a.	Zentrale Eigenschaften Keskusominaisuudet		Übrige Eigenschaften Muut ominaisuudet		Alle Eigenschaften Kaikki ominaisuudet	
		F	$\sigma^2$ -%	F	$\sigma^2$ -%	F	$\sigma^2$ -%
Gesamtvariation <i>Koko muuntelu</i> .....	748		100.00		100.00		100.00
Zwischen Grossvätern <i>Isoisien välinen</i> .....	56	3.79***	26.71	6.43***	36.60	6.55***	38.26
Zwischen Vätern <i>Isien välinen</i> .....	138	2.30***	18.49	1.64***	9.15	1.79***	10.74
Innerhalb der Väter <i>Isien sisäinen</i> .....	554		54.79		54.25		51.01

Viertel auf Grund des Punktwertes von Buggend und Schinken von Wachstum und Länge des Körpers sowie der Dicke des Rückenspecks durchgeführt wurde — mit anderem Worten, zufolge von Eigenschaften, die auch an lebenden Tieren messbar sind — betrug die Differenz 0.664 oder 77 % der grösstmöglichen Differenz.

Die hier angeführten Beispiele haben lediglich erweisen können, dass eine Auslese auf Grund der zentralen Eigenschaften zugleich auch die übrigen Charakteristika der Versuchsgruppen einbezieht. Um eine bessere Auffassung von der Abhängigkeit der nach den zentralen Eigenschaften gebildeten vereinigten Variablen von den Erblichkeitsfaktoren zu gewinnen, wurde auch eine Varianzanalyse angestellt, durch die der Anteil der zwischen den Vätern bestehenden Variation an der Gesamtvariation im Kreise der Grossväter klargelegt wurde (Tabelle 2). Eine entsprechende Analyse wurde auch hinsichtlich der vereinigten Variablen für die übrigen und für sämtliche Eigenschaften angestellt.

Da in die Variation zwischen den Grossvätern auch die Entwicklung eingeht, die sich während des Einbringens des Untersuchungsmaterials vollzogen hat, dürfte die erbliche Variation am besten durch die Variation zwischen den Vätern »innerhalb der Grossväter« veranschaulicht werden. Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass der Anteil dieser Komponente an der Gesamtvariation bei Berechnung für die zentralen Eigenschaften grösser ist als bei der für übrigen. Er ist sogar grösser als bei Berechnung für alle Eigenschaften. Sollte daraus der Schluss gezogen

werden können, dass die Eigenschaften, welche die Faktoren am besten bemessen, den auf den Erblichkeitswert (positiv) einwirkenden Genotyp besser wiedergeben als die übrigen, »begleitenden Eigenschaften«? Selbst dieses Resultat braucht noch nicht zu erweisen, dass eine Auslese, die die zentralen Eigenschaften berücksichtigt, vom Blickpunkt der Ganzheit her nachhaltiger wäre als eine solche, die alle Eigenschaften einbezieht. Im folgenden Gang wurde die Korrelation zwischen Vätern (F) und Söhnen (S) teils lediglich für die zentralen Eigenschaften (3) und teils für die nach allen Eigenschaften zusammengesetzten Variablen (18) berechnet. Da man sich als Ziel Fortschritte hinsichtlich jeder Eigenschaft, auf welchem Grunde die Auslese auch geschehen mag, zu setzen hat, sind auch durch Vergleich der zentralen Eigenschaften der Väter mit allen Eigenschaften der Söhne und zum Schluss ebenfalls, der Vollständigkeit halber, alle Eigenschaften der Väter mit den zentralen der Söhne Korrelationen errechnet worden. Es ergaben sich folgende Resultate:

$$I \quad r_{V_3S_3} = 0.233***$$

$$II \quad r_{V_{18}S_{18}} = 0.184***$$

$$III \quad r_{V_3S_{18}} = 0.218***$$

$$IV \quad r_{V_{18}S_3} = 0.129**$$

Die nach den zentralen Eigenschaften berechnete Korrelation ist also grösser als die für alle Eigenschaften erhaltene. Ein Vergleich des zweiten mit dem dritten Korrelationskoeffizienten erweist seinerseits, dass die auf alle Eigen-

schaften gestützte Rangordnung der Söhne mit der der Väter am meisten übereinstimmt, wenn diese nach den zentralen Eigenschaften bestimmt wird. Es sieht demgemäss so aus, als wäre eine Auslese, die sich nur auf die zentralen Eigenschaften bezieht, im Hinblick auf die Ganzheit mindestens ebenso effektiv wie dann, wenn sie alle Eigenschaften berücksichtigt. Die letzte Korrelation lässt erkennen, dass die Wirkung der Auslese auf die zentralen Eigenschaften auffallend schwach wird, wenn die Väter auf Grund aller Eigenschaften ausgesucht werden.

Zur Veranschaulichung der Auslese auf verschiedenen Grundlagen wurde das Söhne-material noch in Viertel nach der Qualität der Väter eingeteilt. Die Väter wurden sowohl nach den zentralen Eigenschaften als auch nach allen beurteilt und gruppiert und das Ergebnis der Auslese durch Berechnung der Unterschiede für sämtliche Eigenschaften der Söhnegruppen bemessen. Die Ergebnisse finden sich in Tabelle 3.

Die Einteilung der Väter in Gruppen nach den zentralen Eigenschaften scheint demgemäss wirksamer als die auf alle Eigenschaften gegründete zu sein, wenn als Mass der Unterschied dient, der sich auf den gemäss allen Eigenschaften errechneten Mittelwert der Söhnegruppen stützt. In Kürze sei bemerkt, dass eine in zwei aufeinanderfolgenden Generationen vorgenommene Auslese in gleiche Richtung gewiesen hat; da aber das Material zu klein ist, besteht kein Anlass zu ausführlicheren Erläuterungen.

Tabelle 3. Durchschnitt und Differenzen der nach den Vätern berechneten besten und schlechtesten Viertel  
*Taulukko 3. Parhaimman ja heikoimman isäneljänneksen poikaryhmien keskimääräiset erotukset*

Auslese der Vater nach <i>Isien valinta perustuu</i>	Durchschnitt und Differenzen der Söhnegruppen <i>Poikaryhmien keskiarvot ja erotukset</i>		
	Bestes Viertel <i>Paras neljännes</i>	Schlechtestes Viertel <i>Huonoin neljännes</i>	Differenz <i>Erotus</i>
den zentralen Eigenschaften <i>keskusominaisuuksiin . .</i>	1.07	—1.44	2.51
allen Eigenschaften <i>kaikkeiin ominaisuuksiin</i>	0.53	—1.05	1.58

Die Fingerzeige der Faktorenanalyse für die Raffung der Auslese dürften derart sein, dass es begründet wäre, die Untersuchungen nach Vollständigkeit des Grundmaterials fortzusetzen. Auf der anderen Seite ist festzustellen, dass die von den elektronischen Datenbehandlungsmaschinen gebotenen Möglichkeiten, mit umfassendem und kompliziertem Material zu arbeiten, vielleicht die Notwendigkeit einer Einschränkung der Auslese herabsetzen, soweit diese Ermittlung als reine Routinearbeit geleistet werden kann. Kann wiederum der biologische Hintergrund der mancherlei Zielsetzungen der Haustierzüchtung durch Faktorenanalyse erforscht und vereinfacht werden, so hat er seinen eigenen Gebrauchswert und vermag eine Art allgemeinen Überblick über die Fragen zu geben.

Ohne hier auf Grund der angeführten Ergebnisse weitergehende Schlüsse zu ziehen, dürften immerhin schon jetzt die erkannten Fingerzeige für eine Anwendung z.B. bei Beurteilung des Phänotyps der Inseminationseber empfohlen werden können. Dabei sollte es ohne weiteres möglich sein, auch bei lebenden Tieren die Buggend zu beurteilen. Desgleichen kann die Dicke des Rückenspeckes mit dem Ultraschallapparat gemessen werden. Das beste Mass des zweiten Faktors, Schlachtgewicht oder-verlust, müsste dagegen durch irgendein anderes ersetzt werden. Dazu eignet sich dann am besten eine Eigenschaft, in der der zweite Faktor eine starke Ladung unterhält. In Frage kommen könnten täglicher Zuwachs, Futtermittelverbrauch je Zuwachskilogramm oder Tierlänge. Diese sollte eine solche sein, dass sie der Seitenlänge nahezu entspräche. Bei derartig begründeter Einbeziehung von Ebern in die vergleichenden Stammsversuche der Versuchsstation für Schweine-zucht liesse sich ein erfolgreiches Endresultat der Auslese erwarten.

### Zusammenfassung

Bei einem Material von 1452 Versuchsgruppen wurde erforscht, ob das Ergebnis der früher angestellten Faktorenanalyse bei der Zuchtwahl von Nutzwert sein könnte. Das Resultat deutet darauf hin, dass eine der analysegegebenen

Richtschnur gemässe Beschränkung auf einige vorwiegende Eigenschaften so vielversprechend scheint, dass eine Fortführung der Untersuchungen begründet ist.

## LITERATUR

VARO, M. 1962. Über die Begrenzung der Beurteilungseigenschaften bei der Eberauslese. Ergebnis der Faktorenanalyse. Ann. Agric. Fenn. 1: 267—283.

## SELOSTUS

### Huomioita faktorianalyysin tulosten käyttökelpoisuudesta sikojen jalostusvalinnassa

MIKKO VARO

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinjalostuslaitos, Tikkurila

1452 kantakoeryhmää käsittävällä aineistolla on tutkittu, olisiko aikaisemmin tehdyn faktorianalyysin tuloksilla käyttöarvoa sikojen jalostusvalinnassa. Saatua tulosta viittaa siihen, että analyysin ohje valinnan keskittämi-

seksi eräisiin muuntelua hallitseviin ominaisuuksiin näyttää siksi lupaavalta, että tutkimusten jatkaminen tällä sektorilla on perusteltua.

## ERÄIDEN KEVÄÄLLÄ 1963 SUOMEEN TUOTUJEN ULKOMAISTEN KEVÄTVEHNÄLAJIKKEIDEN VILJELYARVOSTA

Summary: **Studies on the suitability of certain foreign varieties of spring wheat imported to Finland in 1963**

OTTO VALLE ja TIMO MELA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos, Tikkurila

Saapunut 13. 3. 1965

Suomen viljanviljelyä v. 1962 kohdannut kato oli erityisen ankara kevävehnän kohdalla. Kolean ja myöhäisen kasvukauden vaikutus tuntui varsinkin sadon laadussa. Siemeneksi kelpaavaa kevävehnää saatiin yleensä vain riittävän ajoissa leikatusta ja seipäillä kuivatusta viljasta. Tähän menetelmään turvauduttiin v. 1962 monilla leikkuupuimurituloillakin siemenen saannin turvaamiseksi.

Kylvösiemenliiton kevättalvella 1963 suorittaman otantatutkimuksen perusteella, jossa tutkittiin mm. 1472 Maataloushallituksen arpomilta tiloilta koottua kevävehnänäytettä, voitiin päätellä, että edellisen kesän sadosta saatu siemen oli todella huonosti itävää. Tutkittujen näytteiden keski-itävyys ilman peittausta (983 näytettä) oli

vain 53 %. Peitattuna tarkastettujen 489 näytteen keskimääräinen itävyys oli 58 % (Valt. siemen-tark.lait. toiminta 1962—63).

Huonoja itävyytuloksia saatiin myös Siemen-tarkastuslaitoksen kauppasiementarkastuksissa 1.9. 1962—30.4. 1963, joiden mukaan 13 111 kevävehnänäytteessä, jotka edustivat n. 65.5 milj. kg:aa, keskimääräinen itävyys-% oli 60.

Siemenviljan määrällinen vajuus tiloilla edellä mainitun Kylvösiemenliiton otantatutkimuksen tulosten mukaan arvioituna oli kevävehnän siemenen kohdalla 21.2 milj. kg. Tähän lukuun sisältyy sekä kaupasta ostettavaksi ajateltu että naapuriviljelijöiltä hankittava siemen. Jälkimmäisen osuus oli noin 5 % kokonaisvajauksesta (Kylvösiemen 1963 N:o 1).

### Kevävehnän siemenen tuonti 1963

Koska sementtilanne oli näin heikko, oli pakko turvautua tavallista suuremmassa määrin tuontiin. Muista Pohjoismaista ei ollut riittävää apua odotettavissa, koska niillä itselläänkin oli hyvää siementä niukalti. Siemenhankinnoissa oli menävä kauemmas, aina Kanadaan saakka. Tästä taas oli seurauksena, että jouduttiin tuomaan

myös meillä vain vähän kokeiltujen tai aivan tuntemattomien lajikkeiden (Skala) siementä.

Kevään 1963 kylvöihin tuotiin eri maista kevävehnän siementä taulukon 1 osoittamat määrät (Kylvösiemenliiton toimintakertomus 1963).

Taulukko 1. Kevätvehnän siemenen tuonti ja käyttö tonneina v. 1963.  
 Table 1. Imports and consumption of spring wheat (tons) in 1963.

Lajike Variety	Tuontimaa — Country of import						Tuonti yht. Total imports tn	Myynti siemeneksi Sales for seed		Vastaava kylvöala Corresponding sowing area ha
	Ruotsi Sweden	Tanska Denmark	Saksa Germany	Englanti England	Kanada Canada	Neuv. liitto Sov. Union		tn	%	
Koga II	—	850	630	570	—	—	2 050	650	5	2 500
Erli	—	—	4 090	—	—	—	4 090	2 500	18	10 000
Selkirk	—	—	—	—	5 820	—	5 820	1 950	14	7 800
Skala	—	—	—	—	—	2 000	2 000	10	0	40
Svenno	2 250	1 490	—	4 580	—	—	8 320	7 400	53	29 400
Ring	710	400	—	120	—	—	1 230	1 200	8.5	4 600
Timantti II	} 110	—	—	—	—	—	110	110	1	450
Diamond		—	—	—	—	—	—	80	80	0.5
Norröna	80	—	—	—	—	—	80	80	0.5	320
	3 150	2 740	4 720	5 270	5 820	2 000	23 700	13 900	100.0	55 110

Koko kevätvehnän siemenen tuonnista, joka oli 23 700 tonnia, varsinaisen siemenkaupan osuutta oli 18 300 tonnia ja loput Valtion viljavaraston hankintoja (Skala ja noin 50 % Selkirkistä):

Myöhäistä Svennoa tuotiin lajikkeista eniten. Sitä onnistuttiin saamaan Pohjoismaistakin, Ruotsista ja Tanskasta, mutta eniten kuitenkin Englannista. Samoista maista saatiin Suomessa vähän tunnettua Ring-vehnää. Viljelijöillemme ennestään tuntematonta kanadalaista Selkirkiä (jalostaja Canadian Dept. of Agriculture, Winnipeg, Kanada, kauppaan 1953) tuotiin runsaita määriä, niin että Kanadasta tuli suurin kevätvehnän siemenen maahantuojia.

Saksasta tuotu siemen oli pääasiassa Erli-vehnää (jalostaja Just-Heinrich von Rümker, Greussenheim, Würzburg, kauppaan 1952). Toista saksalaista ja myös meille tuntematonta lajiketta, Koga II -vehnää (jalostaja F. Heine Saatzucht, Schnega, Hannover, kauppaan 1952), hankittiin kolmesta eri maasta, Tanskasta, Saksasta ja Englannista, mutta sen koko tuontimäärä jäi noin puoleen Erlin tuonnista.

Meillä ennestään viljelykseen hyväksytyt Svennoa aikaisemmat lajikkeet olisivat olleet erityisen

haluttuja, mutta niistä pystyttiin hankkimaan vain vaatimattomat erät Timantti II- ja Norröna-vehnää Ruotsista.

Venäläistä Skala-vehnää tuotiin vain varalle, siementarpeestahan ei voinut olla etukäteen tarkkaa tietoa.

Ulkomaisen siemenvehnän aitous osoittautui yllättävän huonoksi, kuten Siementarkastuslaitoksen kertomuksesta toimintakaudelta 1962—63 ilmenee. Niinpä Tanskasta tuoduista Svennoeristä oli 30 % sellaisia, joissa vieraita lajikkeita oli 5.1—14.9 %, ja 38 %:ssa eristä oli 15.0—85.0 % vieraita lajikkeita. Myös saksalaiset Koga II ja Erli olivat aitoudeltaan heikkoja. Koga II -eristä kuului 30.6 % aitousryhmään 15.0—85.0 % vieraita lajikkeita ja 14.3 % aitousryhmään 85.5—100.0 % vieraita lajikkeita. Erlistä kuului viimeksi mainittuun aitousryhmään 18.8 %. Oli erittäin suuri häpeä siemenkaupallemme, että suuria määriä kylvösiemeneksi kelvotonta kevätvehnää tuotiin maahan. Toisaalta on Siementarkastuslaitokselle annettava tunnustus siitä, että se jo ennen kylvökauden alkua laboratoriotutkimuksilla pystyi toteamaan lukuisten Saksasta ja Tanskasta ostettujen kevätvehnäerien soveltumattomuuden kylvösiemeneksi.

### Kevätvehnän siemenen myynti ja käyttö keväällä 1963

Eri lajikkeita ei myyty siemeneksi lainkaan samassa suhteessa kuin niitä tuotiin maahan

(taul. 1). Siementä ostaessaan viljelijät luonnollisesti mieluummin valitsivat ennestään tutun

Taulukko 2. Kevään 1963 kylvöihin käytetyn kevävehnän siemenen alkuperä ja vastaavat kylvöalat. Kylvöön on laskettu käytetyn ostosiementä 250 kg/ha ja kotoista siementä 300 kg/ha.

Table 2. Sources of spring wheat seed sown in 1963 and corresponding sowing areas. A sowing rate of 250 kg/ha is calculated for purchased seed and 300 kg/ha for home-produced.

Arvioitu kylvömäärä tn Estimated seed used, tons				Vastaava kylvöala ha Corresponding sowing area, ha			
Ostosiemen — Purchased		Kotoinen siemen Home-produced	Yht. Total	Ostosiemen — Purchased		Kotoinen siemen Home-produced	Yht. Total
Kotimainen Finnish	Ulkomainen Foreign			Kotimainen Finnish	Ulkomainen Foreign		
4 400	13 900	45 700	64 000	17 600	55 100	152 500	225 200
% 6.9	21.7	71.4	100.0	7.8	24.5	67.7	100.0

lajikkeeseen, mikäli sitä vain oli saatavissa. Näin ollen Svennon kyllin aidot erät, Timantti II:n, Norrönan ja myös Ringin tuontisiemen myytiin melkein loppuun. Kylvöön käytetystä kevävehnän tuontisiemenestä olikin 63 % näiden lajikkeiden siementä.

Kevävehnän siementä tuli kauppaan myös kotimaasta. Siemenkaupan saamiseksi käyntiin jouduttiin kuitenkin itävyysvaatimusta alentamaan kotimaisen kevävehnän kauppasiemenen osalta 70 %:iin. Samoin alennettiin ulkomaisen kauppasiemenen vaatimusta kevävehnän osalta 75 %:iin. Kotimaisen siemenen osuus jäi kui-

tenkin vain neljänneksi osaksi kaupan välittämästä kevävehnän siemenestä.

Arviolta yli viides osa kaikesta kevään 1963 kylvöihin käytetystä kevävehnän siemenestä oli tuontisiementä (taul. 2). Tuontisiemenellä kylvetty pinta-ala sen sijaan oli suurempi eli noin neljäs osa koko kevävehnän kylvöalasta.

Kevävehnän viljelyala oli v. 1962 kaikkiaan 261 000 ha, ja oli noussut sitä ennen jyrkästi. Katovuoden 1962 jälkeen viljelyala odotetusti pieneni ja oli v. 1963 225 000 ha, mutta kasvoi siitä taas 239 000 ha:iin v. 1964.

### Kokeet uusilla 1963 Suomeen tuoduilla kevävehnälaajikkeilla

Viljelijöillemme tuntemattomien Koga II-, Erli-, Selkirk- ja Skala-kevävehnien siementä myytiin keväällä 1963 5 110 tn, joka vastaa 37 %:a ulkomaisen kevävehnän siemenen myynnistä ja arviolta 20 400 ha:n viljelypinta-alaa. Tämä oli 9 % koko kevävehnän kylvöalasta v. 1963. Näiden lajikkeiden viljely maataloilla muodostui kokeiluksi, johon siemenen puutteessa oli pakko ryhtyä.

Kasvinviljelylaitoksella Tikkurilassa, Kasvinjalostuslaitoksella Jokioisissa, Hankkijan kasvinjalostuslaitoksella Tammistossa ja viidellä koeasemalla, nimittäin Lounais-Suomen (Mietoinen), Satakunnan (Peipohja), Karjalan (Anjala), Hämeen (Pälkäne) ja Etelä-Pohjanmaan (Ylistaro) koeasemilla oli kahtena kasvukautena, 1963 ja 1964, käynnissä lajikekoe, jonka tarkoituksena oli selvittää Koga II-, Erli-, Skala- ja Selkirk-

kevävehnien soveltuvuus oloihimme. Mittarilajikkeena oli Timantti.

Koepaikkoja oli siis molempina vuosina 8, kokeita sen sijaan 10 kpl v. 1963 ja 11 kpl v. 1964, koska erällä koepaikoilla oli kaksi koetta (taul.3). Vuonna 1963 Mietoisissa aitosavella olleessa kokeessa eivät kaikki lajikkeet olleet mukana, joten sitä ei ole otettu huomioon tuloksissa. Lisäksi samat lajikkeet kasvoivat vain havaintoruuduilla Keski-Suomen (Kuusa), Pohjois-Savon (Maaninka), Etelä-Savon (Mikkeli) ja Pohjois-Pohjanmaan (Ruukki) koeasemilla. Myöskään tätä aineistoa ei seuraavassa käsitellä.

### Sääolot kasvukausina 1963 ja 1964

K a s v u k a u d e n 1 9 6 3 lämpöolot olivat suotuisat. Toukokuu oli kaikkialla maassa poik-

keuksellisen lämmin, 3—4° yli normaalin. Kesä- ja heinäkuun lämpötiloissa oli vähäisiä vaihteluja eri puolilla maata. Heinäkuu oli koko maassa viileähkö. Sen sijaan elokuu oli taas lämmin. Syyskuu oli koko maassa normaalia huomattavasti, n. 2°C, lämpimämpi.

Sadeoloissa oli kasvukautena 1963 melkoisia vaihteluita. Suurimmassa osassa maata oli kasvukauden sademäärä alle normaalin. Toukokuun vähäsateisuus haittasi myöhäisten kylvöjen taimettumista Etelä-Suomen savimailla.

Kasvukauden varsin edullisista lämpöoloista johtui, että viljat tuleantuivat yleensä jo elokuulla ja että myöhäisetkin kevätiljalajikkeet ehtivät ainakin Etelä-Suomessa täysin tuleentua. Kun elokuun sademäärä oli suurimmassa osassa Etelä- ja Keski-Suomea normaalia runsaampi, eivät korjuusäät olleet kaikkialla suotuisia. Niinpä Lounais-Suomessa oli tähkäidäntäkin havaittavisia.

Kasvukauden 1964 sääolot eivät olleet viljanviljelyn kannalta läheskään yhtä suotuisat kuin vuotta aikaisemmat. Alkukesä oli Etelä- ja Keski-Suomessa lämpöoloiltaan normaali tai paikoin lämpimämpi, ja sää viileni heinäkuusta lähtien. Heinä-, elo- ja syyskuun keskilämpötilat jäivätkin koko maassa alle normaalin.

Kasvukausi oli Etelä- ja Keski-Suomessa poikkeuksellisen vähäsatainen. Mikäli tällä alueella sadetta saatiin, se tuli lyhyinä ja joskus voimakainakin kuuroina, jotka kasvillisuuden kannalta jäivät lähes tehottomiksi.

Keski- ja loppukesän viileys hidasti tuleentumista. Kevätviljojen korjuu siirtyikin suurimmaksi osaksi syyskuuhun.

### Jyväsat

Kokeiltujen lajikkeiden jyväsatotä koskeva aineisto on koottu taulukkoon 3.

Eri lajikkeiden satoisuuserot mittariin verrattuna olivat molempina kasvukausina hyvin samansuuntaisia. Koga II -vehnä antoi molempina vuosina keskimäärin suurimmat jyväsadot. Lähes yhtä vakuuttava oli Erli-vehnän jyväsadon suuruus muihin lajikkeisiin verrattuna. Suhdelukujen keskiarvojen merkittävyys mittarilajikkeeseen Timanttiin verrattuna nähdään taulukossa.

Useassa kokeessa Eristä saatiin jopa parempi sato kuin Koga II:sta. Vuoden 1963 tulosten mukaan näiden kahden lajikkeen välillä ei satoisuudessa ollut merkittävää eroa, v. 1964 ero sen sijaan oli huomattavampi, vaikkei merkittävä. Koga II antoi keskimäärin molempina vuosina n. 4 % suurempia satoja kuin Erli.

Taulukko 3. Eräiden ulkomaisten kevätehnälajikkeiden jyväsadot vuosien 1963 ja 1964 lajikekokeissa suhdelukuina. Timantti kg/ha = 100.

Table 3. Relative grain yields of foreign spring wheat varieties, compared with Diamond (= 100) in variety trials in 1963 and 1964.

Lajike Variety	Tikkurila		Tam- misto	Jokioi- nen	Mietoinen		Peipohja		Anjala	Pälkäne	Ylistaro		Keskim. Average
	Koe 1 Trial 1	Koe 2 Trial 2			liejusavi muddy clay	aitosavi heavy clay	hieta finesand	multa humus			savi clay	multa humus	
<b>1963</b>													
Timantti ....	2 020	1 820	1 190	3 350	2 360	—	1 740	—	3 070	3 130	2 580	2 650	
Diamond ....	=100	=100	=100	=100	=100	—	=100	—	=100	=100	=100	=100	100
Koga II ....	112	129	130	110	125	—	129	—	114	125	121	119	121***
Erli .....	124	125	154	110	104	—	110	—	116	122	109	110	118***
Skala .....	93	91	99	78	83	—	82	—	86	97	80	57	85***
Selkirk .....	98	79	87	86	71	—	89	—	89	96	92	60	85***
<b>1964</b>													
Timantti ....	1 910	—	2 540	2 290	3 340	1 510	2 450	2 510	2 050	3 620	2 560	2 220	
Diamond ....	=100	—	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	100
Koga II ....	108	—	122	120	113	110	114	125	138	126	109	91	116***
Erli .....	116	—	102	101	119	109	118	114	113	116	106	90	109**
Skala .....	85	—	74	72	80	81	80	99	88	97	65	33	78***
Selkirk .....	77	—	71	63	73	67	84	82	79	94	71	25	71***

\*\*\* = merkitsevyys — signif.  $P \leq 99.9\%$

\*\* = » — »  $P \leq 99.0\%$

Taulukko 4. Eräiden ulkomaisten keväthevnälajikkeiden 1000 jyvän painot (g) vuosina 1963 ja 1964.  
Table 4. 1000-grain weights (g) of foreign spring wheat varieties in 1963 and 1964.

Lajike Variety	Tikkurila		Tam- misto	Jokioi- nen	Mietoinen		Peipohja		Anjala	Pälkäne	Ylistaro		Keskim. Average
	Koe 1 Trial 1	Koe 2 Trial 2			liejusavi muddy clay	aitosavi heavy clay	hieta finesand	multa humus			savi clay	multa humus	
<b>1963</b>													
Timantti Diamond	33	32	33	36	33	—	32	—	37	34	34	35	34
Koga II	32	33	33	36	35	—	32	—	39	38	37	40	36
Erli	34	36	33	37	36	—	32	—	36	37	37	38	36
Skala	35	36	35	37	34	—	30	—	38	36	36	36	35
Selkirk	36	34	34	36	32	—	31	—	37	37	36	35	35
<b>1964</b>													
Timantti Diamond	30	—	35	37	37	37	37	36	38	34	34	33	35
Koga II	33	—	39	38	39	37	36	39	40	34	34	31	36
Erli	34	—	38	39	40	38	37	36	39	35	37	31	37
Skala	30	—	35	36	40	37	35	36	40	33	35	29	35
Selkirk	30	—	33	37	39	38	36	36	37	37	33	25	35

Skalan ja Selkirkin jyväsato jäi huomattavasti jälkeen edellä mainittujen ja myös Timantin sadoista. Erot Timanttiin nähden olivat tilastollisesti erittäin merkitsevät. Skalan ja Selkirkin voi pelkästään jyväsatojen perusteella todeta meille soveltumattomiksi. Skala- ja Selkirkvehnät osoittautuivat erityisesti Ylistaron multamaan kokeessa (pH n. 5.0) erittäin herkiksi maan happamuudelle.

Jyväsatojen, 1000 jyvän painojen ja hehtolitrainojen alhaisuus (taulukot 3, 4 ja 5) v. 1964 Ylistaron multamaalla savimaan verrattuna johtui epäedullisista kasvuoloista. Kevät-

vehnän kehitys oli multamaalla viileän kesän takia huomattavan hidasta. Aikaistenkin vehnälajikkeiden kasvu aika venyi yli kaksi viikkoa pitemmäksi kuin savimaalla (taul. 6). Myöhäiset lajikkeet eivät ehtineet tuleentua ennen syyshalloja. Niinpä Timantti-, Koga II- ja Erli-vehnien todettiin tuleentuneen vasta 2.10., ja Ylistarossa mitattiin 26.9. maan pinnassa —3.1°C ja 27.9. —4.3°C lämpötilat. Timantti-vehnä kärsi kokeen lajikkeista vähiten epäedullisista kasvuoloista, vaikka senkin jyväsato jäi pienemmäksi kuin v. 1963.

Taulukko 5. Eräiden ulkomaisten keväthevnälajikkeiden hehtolitrainot (kg) vuosina 1963 ja 1964.  
Table 5. Hectolitre weights (kg) of foreign spring wheat varieties in 1963 and 1964.

Lajike Variety	Tikkurila		Tam- misto	Jokioi- nen	Mietoinen		Peipohja		Anjala	Pälkäne	Ylistaro		Keskim. Average
	Koe 1 Trial 1	Koe 2 Trial 2			liejusavi muddy clay	aitosavi heavy clay	hieta finesand	multa humus			savi clay	multa humus	
<b>1963</b>													
Timantti Diamond	80	82	79	78	83	—	79	—	78	83	80	79	80
Koga II	77	80	79	78	78	—	79	—	77	82	76	78	78
Erli	79	81	79	79	81	—	76	—	77	82	78	76	79
Skala	79	82	80	79	83	—	79	—	78	83	80	77	80
Selkirk	78	79	79	79	79	—	76	—	78	81	80	76	79
<b>1964</b>													
Timantti Diamond	83	—	84	—	83	79	75	77	80	78	83	66	79
Koga II	83	—	83	—	79	76	71	79	77	76	72	61	76
Erli	83	—	84	—	79	76	73	71	79	75	80	62	76
Skala	81	—	82	—	81	80	72	75	78	79	81	67	78
Selkirk	82	—	81	—	81	77	72	73	78	75	79	62	76

Taulukko 6. Eräiden ulkomaisten kevätvehnälaajikkeiden kasvuajat Timanttiin verrattuna, kokeiden kylvöpäivät ja Timantin tuleentumisajat vuosina 1963 ja 1964.

Table 6. Growing times of foreign spring wheat varieties, compared with Diamond, in variety trials in 1963 and 1964. The sowing times of trials and ripening dates of Diamond are also shown.

Lajike Variety	Tikkurila		Tam- misto	Jokioi- nen	Mietoinen		Peipohja		Anjala	Pälkäne	Ylistaro		Keskim. Average
	Koe 1 Trial 1	Koe 2 Trial 2			liejusavi muddy clay	aitosavi heavy clay	hieta finesand	multa humus			savi clay	multa humus	

#### 1963

Timantti													
Diamond	90	89	99	103	96	—	102	—	91	99	109	111	98
Koga II	+4	+4	+3	+4	+8	—	+7	—	+3	+10	+9	+6	+6
Erli	+2	+2	±0	-1	+1	—	+4	—	±0	+6	+6	+2	+2
Skala	-1	-1	-5	-5	-5	—	-5	—	-4	+1	-4	-1	-3
Selkirk	-3	-3	-5	-3	-7	—	-6	—	-4	-2	-4	-1	-4

Kokeiden kylvöpäivät ja Timantin tuleentumis aika  
Sowing time of trials and date of ripening of Diamond

10/5	11/5	11/5	10/5	15/5	—	16/5	—	15/5	15/5	11/5	18/5
8/8	8/8	18/8	21/8	19/8	—	26/8	—	14/8	22/8	28/8	6/9

#### 1964

Timantti													
Diamond	101	—	103	106	104	109	119	122	104	116	119	134	112
Koga II	+3	—	+4	+4	+11	+12	+10	+9	+10	+10	+13	±0	+8
Erli	±0	—	+1	+1	+2	+4	-1	+4	-2	+8	±0	±0	+2
Skala	-7	—	-6	-12	-7	-6	-4	-13	-5	-3	-9	-10	-7
Selkirk	-9	—	-6	-13	-8	-7	-6	-11	-7	-3	-9	-10	-8

Kokeiden kylvöpäivät ja Timantin tuleentumis aika  
Sowing time of trials and date of ripening of Diamond

8/5	—	8/5	19/5	21/5	15/5	15/5	22/5	21/5	20/5	15/5	21/5
17/8	—	19/8	2/9	2/9	1/9	11/9	21/9	2/9	13/9	11/9	2/10

#### Kasvu aika

Kevätvehnälaajikkeiden kasvuajat, kokeiden kylvöajat eri koepaikoilla ja mittarina käytetyn Timantin tuleentumisajat on koottu taulukoon 6.

Satoisuus ja kasvu aika ovat suuressa määrin toisistaan riippuvia ominaisuuksia. Satoisan Koga II -vehnän kasvu aika oli koivuosina keskimäärin viikkoa ja Erli-vehnän paria päivää pitempi kuin Timantin. Heikkosatoiset Skala- ja Selkirk-vehnät olivat taas huomattavan aikaisia.

Sääolot muuttuvat yleensä sitä epädullisemmiksi, mitä myöhempään tuleentuminen siirtyy. Tästä kärsivät erityisesti myöhäiset lajikkeet. Niinpä 1964, jolloin laajikkeiden kasvu aika sateisten ja viileiden säiden johdosta venyi pitkäksi, Koga II -vehnä valmistui useissa kokeissa Timanttiin verrattuna paljon myöhemmin kuin v. 1963.

Vastaavasti aikaiset lajikkeet Skala- ja Selkirk-vehnät valmistuivat v. 1964 Timanttiin verraten suhteellisesti aikaisemmin kuin v. 1963. Toisin sanoen Timantti jäi epädullisten sääolojen johdosta tuleentumisessaan jälkeen näistä aikaisemmista laajikkeista.

#### Muut lajikeominaisuudet

Voimaperäisessä viljanviljelyssä käytetään typpilannoitusta niin paljon kuin korsi kestää. Voimaperäisyyden lisääntyessä korrenlujuus onkin tullut yhtä tärkeäksi lajikeominaisuudeksi kuin satoisuus ja aikaisuus. Samaan suuntaan on vaikuttanut myös viljankorjuun koneellistuminen.

Lakoutuminen oli vuoden 1963 kokeissa runsaampaa kuin vuoden 1964, mutta ei kumpanakaan vuotena erityisen voimakasta (taul. 7). Siitä huolimatta laajikkeiden korrenlujuuden erot tuli-

Taulukko 7. Eräiden ulkomaisten kevätevehnäajikkeiden ominaisuuksia Timanttiin verrattuna vuosina 1963 ja 1964.  
 Table 7. Height, lodging, and protein content of foreign spring wheat varieties in 1963 and 1964.

Lajike Variety	Korkeus cm Height, cm			Lako-% Lodging %			Proteiini-% — Protein % (Tikkurila)		
	1963	1964	Keskim. Average	1963	1964	Keskim. Average	1963	1964	Keskim. Average
Timantti — Diamond	78	80	79	25	12	19	16.1	14.2	15.2
Koga II	71	70	71	14	6	10	13.7	13.2	13.5
Erli	72	71	72	16	11	14	13.3	13.0	13.2
Skala	74	73	74	18	7	13	14.9	14.0	14.5
Selkirk	68	65	67	10	4	7	16.5	14.4	15.5

vat useimmissa tapauksissa näkyviin samansuuntaisina molempina vuosina.

Timantti-vehnä lakoutui keskimäärin voimakkaammin. Muut kokeen lajikkeet olivat korrenlujuudeltaan mittaria parempia. Koga II -vehnä oli jonkin verran lujakortisempi kuin Erli- ja Skala-vehnät, jotka olivat keskimäärin yhdenveroisia. Selkirk-vehnä oli lajikkeista lujakortis.

Timantti-vehnän lakoutumistaipumus johtui ilmeisesti lajikkeen pitkästä korresta. Koga II-, Erli- ja Skala-vehnät kasvoivat lähes samantittaisiksi. Selkirk-vehnä, joka lakoutui vähiten, oli myös matalakasvuinen.

Jyvän koko vaihteli eri lajikkeilla varsin vähän (taul. 4). Myöhäisimmät Koga II- ja Erli-vehnät olivat kokeen suurijyväisimmät lajikkeet. Hehtolitraino oli kokeilluilla lajikkeilla yleensä

Taulukko 8. Eräiden ulkomaisten kevätevehnäajikkeiden leivontaominaisuuksia. Näytteet Kasvinviljelylaitoksen lajikekokeesta 1 vuodelta 1963.

Table 8. Baking qualities of foreign spring wheat varieties. Samples from 1963 variety trial 1 at Department of Plant Husbandry, Tikkurila.

Näytteet Samples	Timantti Diamond	Koga II	Erli	Skala	Selkirk
Kosteus % Moisture content %	9.0	8.9	8.7	9.0	8.6
HI-paino kg HI-weight kg	81.1	79.1	80.4	81.0	78.9
Tuhka kuiva-aineesta % Ash in dry matter %	1.62	1.61	1.59	1.62	1.80
Proteiini (5.7 × N) k. -aineesta % Protein in dry matter % (5.7 × N)	17.0	14.6	16.0	16.0	17.0
Rouhe- l. kestoluku Pelsbenke Test	40	30	36	42	50
Paisumisluvut Qo/Q 30 Swelling Test (Berliner)	11/9	21/15	18/17	20/18	23/17
Vedenottokyky % Water attach capacity %	67.0	61.1	60.6	62.3	67.5
Valorimetriluku Farinogram Test	68	51	100	65	100
Ekstensogrammi, kork./lev. Extensograph value height/width	0.21	0.26	0.54	0.57	0.52
Ekstensogrammi, korkeus Extensograph value height	340	370	600	640	580
Leipätilavuus I ml/100 g Loaf Volume I	544 (9)	633 (7)	612 (6)	628 (7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	555 (6)
Leipätilavuus II ml/100 g Loaf Volume II	652 (8)	709 (7)	651 (6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )	735 (7)	688 (6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> )
Vapaan pullan kork./lev. I Circular bread height/width I	47/151	67/128	60/133	74/139	50/146
Vapaan pullan kork./lev. II Circular bread height/width II	58/147	80/127	74/120	91/132	86/142

alempi kuin mittarilla (taul. 5). Poikkeuksellisen heikko oli sadon laatu Ylistaron multamaan kokeessa v. 1964.

Erli-vehnä on ominaisuuksiltaan varsin hyvä lajike. Huonona ominaisuutena on kuitenkin mainittava sen varisemisherkkyys. Tätä koskevia havaintoja tehtiin v. 1963 Mietoissa ja Anjalassa, ja molemmissa paikoissa tultiin samaan tulokseen. Niinpä Mietoissa laskettiin varisemisen hävittäneen 215 kg/ha Erli-vehnän jyväsadosta. Muiden lajikkeiden varisemistappiot olivat vain noin viides osa tästä.

Alttiutta tähkäidännälle osoitti Koga II -vehnä Mietoisten kokeessa v. 1963, sillä sen jyväsadosta oli 34 % itäneitä jyviä, kun niitä Erlin sadossa oli noin 9 % ja muiden lajikkeiden sadossa vieläkin vähemmän. Peipohjassa tulokset olivat melkein päinvastaiset, Koga II:n sato sisälsi vain 2 % itäneitä jyviä, Timantin 7 %, Erlin 5 %, Skalan 8 % ja Selkirkin 2 %.

Kasvinviljelylaitoksen vuoden 1963 kokeesta (Koe 1) suoritettiin Valtion teknillisen tutkimus-

laitoksen elintarvikelaboratoriossa maisteri Teemu Veijola tutkimuksia, joilla pyrittiin selvittämään lajikkeiden leivontaominaisuuksia. Tulokset nähdään taulukossa 8.

Leivontakoe I on tehty ilman lisäaineita, leivonnassa II on käytetty parannusaineena kaliumbromaattia 0.003 % jauhon painosta.

Selkirk, Erli ja Skala olivat kaikki laadultaan varsin vahvoja, kuten ekstensogrammit ja valorimetri-luvut osoittavat. Korkein proteiinipitoisuus oli Selkirkillä, mitä tulosta vahvistavat myös Kasvinviljelylaitoksella suoritettujen proteiininmääritykset (taul. 7).

Koga II jäi laadultaan heikoimmaksi. Erityisesti kiinnittää huomiota sen alhainen proteiinipitoisuus ja ekstensogrammin heikkous.

Samantapaisiin tuloksiin on tullut myös Viljan-tutkimustoimikunta suorittaessaan sekä keväällä 1963 tuodun siemenen että meillä tuotetusta sadosta otettujen näytteiden laatututkimuksia (KUUKANKORPI 1964).

## Päätelmät

Kokeiden perusteella voidaan 1963 maahan tuotujen kevätvehnälajikkeiden soveltuvuudesta oloihimme päätellä seuraavaa.

**K o g a I I.** Runsassatoinen, Timanttia keskimäärin 19 % satoisampi. Korsi vankempi kuin Timantin. Viikkoa Timanttia myöhäisempi, minkä vuoksi liian myöhäinen Suomessa viljeltäväksi. Valkuaispitoisuus heikempi kuin Timantin. Leivontaominaisuudet vain keskinkertaiset.

**E r l i.** Runsassatoinen, Timanttia keskimäärin 14 % satoisampi. Korsi lujempi kuin Timantin. Kasvu-aika pari päivää pitempi kuin Timantin. Todettu herkästi variseväksi. Sangen vähän valkuaista kuten Koga II:ssa. Leivontaominaisuudet vain keskinkertaiset. Keväällä 1963 Suomeen tuoduista uusista kevätvehnälajikkeista arvokain, joten kokeilua on syytä jatkaa.

**S k a l a.** Heikkosatoinen, sekatyypinen, 19 % Timanttia heikkosatoisempi. Korsi lujempi kuin Timantin. Valmistunut keskimäärin 5 päivää Timanttia aikaisemmin. Jo sadon heikkouden takia ei kokeilua kannata jatkaa.

**S e l k i r k.** Erittäin heikkosatoinen, keskimäärin 22 % Timanttia heikempi. Ilmeisen vaatelia ja happamille maille soveltumaton. Selkirkille on lisäksi lämmin kesä tarpeen, jotta se menestyisi hyvin. Lähes viikon Timanttia aikaisempi. Korsi lujempi kuin edellä mainituilla lajikkeilla. Ei varise herkästi. Valkuaista jyvässä runsaasti. Leivontaominaisuudet hyvät. Liian vaatelia Suomen oloihin kuten aikaisemminkin kokeillut kanadalaiset kevätvehnälajikkeet. Selkirkin kokeilua kannattaa jatkaa vain siellä, kuten Hämeen koeasemalla, missä se on antanut tyydyttäviä satoja.

## KIRJALLISUUTTA

- KUUKANKORPI, P. 1964. Ulkornaisten lajikkeiden sadot talousviljelmillä. Koetoim. ja käyt. 21 : 18.  
Kylvösiemen 1963, 1 : 5—9.  
Kylvösiemenliitto. Kertomus toiminnasta 1963. Moniste, 39 s.  
Valtion sementtarkastuslaitos. Toiminta 1/9 1962—31/8 1963. Maatal.hall. tied. 353 : 1—56.

## SUMMARY

### Studies on the suitability of certain foreign varieties of spring wheat imported to Finland in 1963

OTTO VALLE and TIMO MELA

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

Owing to partial crop failure in Finland in 1962, there was a serious shortage of cereal seed the following spring, which necessitated large imports, especially of spring wheat. Since there were not sufficient quantities of seed of the spring wheat varieties generally used in Finland, it was necessary to import seed from Germany, Denmark, England, Canada and the Soviet Union of the varieties Koga II, Erli, Selkirk and Skala<sup>1)</sup>, not all of which had hitherto been grown in Finland. A total of 5110 tons of seed of these varieties — particularly Erli — was sown in 1963 (Table 1).

In 1963 and 1964, trials were carried out at the Department of Plant Husbandry at Tikkurila as well as at 7

---

<sup>1)</sup> K o g a II bred by F. Heine Saatzucht, Schnega, Hanover, Germany; E r l i bred by J.-H. von Rümker, Greussenheim über Würzburg, Germany; S e l k i r k bred by the Canadian Dept. of Agriculture, Winnipeg, Canada; S k a l a bred in the Soviet Union.

other experimental locations in order to determine the suitability of these foreign varieties for cultivation in Finland (Tables 3—8). The standard variety was Diamond from Svalöv, Sweden.

Koga II was strong-strawed and gave yields averaging 19 % higher than those of Diamond, but since it matured nearly one week later than the standard, it is not suitable for Finnish conditions. Its baking qualities were moderate.

Erli proved to be the variety best suited to Finnish conditions. Its average yield in both years was 14 % higher than that of Diamond. Its growing time was only about 2 days longer than that of Diamond and its straw was stronger. It had a tendency to shed seed. Erli has only moderate baking qualities and is low in protein.

Both Selkirk and Skala were early-maturing, and the former also had a strong straw and good baking properties. However, their yields were about 20 % lower than those of the standard and thus they cannot be recommended for cultivation in Finland.

## CHARACTERISTICS OF THE BARLEY YELLOW DWARF VIRUS IN FINLAND

K A T R I B R E M E R <sup>1)</sup>

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

Received March 30, 1965.

The barley yellow dwarf disease, or red-leaf of oats, is probably the commonest virus disease of cereals (cf. BRUEHL 1961, ROCHOW 1961, KLINKOWSKI 1961). Although the viral nature of this disease was not established until the beginning of the 1950's (OSWALD and HOUSTON 1953a), it has long been known on the basis of its symptoms in both the USA (BRUEHL 1961) and Europe (RADEMACHER and SCHWARZ 1958).

A characteristic of the barley yellow dwarf virus is its relatively wide range of host plants

and vectors. The host plants are all of the family *Gramineae*, while the vectors are exclusively aphids. A further characteristic of this virus is its multiplicity of strains differing in their host plants or vectors (cf. BRUEHL 1961).

In 1959, the virus was found to be especially abundant in oats and barley over wide areas in Finland (IKÄHEIMO 1960). Prior to this, SLYKHUIS had demonstrated its occurrence in perennial ryegrass in 1957 in Finland.

### The occurrence of barley yellow dwarf virus

The archives of the Department of Pest Investigation contain descriptions of a disease of cereals associated with the occurrence of aphids and closely resembling the barley yellow dwarf (cf. VAPPULA 1962, IKÄHEIMO 1962). From these descriptions, it can be assumed that the barley yellow dwarf virus was probably widespread in Finland in the years 1926, 1947, 1954 and 1959.

In the summers of 1961—63, observations were made on the occurrence of this virus disease in cereals in the field, and the virus infection of sample plants was tested by means of aphids. Generally, aphids of the species *Rhopalosiphum padi* L. were used in the tests, but *Macrosiphum (Acyrtosiphum) dirhodum* Walk. and *Macrosiphum avenae* Fabr. were also often employed. A single clone of each of these aphid species was used, comprising the progeny of

one female taken from barley at Tikkurila in 1961; the clone had been reared continuously on oats in the glasshouse. The tests were performed in the following manner: One or two leaves from a plant were cut into several equal-sized pieces, so that each aphid species would have a similar source of the virus. The pieces of leaf were placed on moist filter paper in large test tubes, which were then covered with gauze. About 50 or about 100 aphids of a single species were put into each such tube. The acquisition time was 2 days, as was also the inoculation time. All the aphids from each tube were then transferred to one pot containing 5 (about 50 aphids) or 10 (about 100 aphids) oat seedlings.

According to the observations made in the summer of 1960, the barley yellow dwarf virus occurred in very few fields, and the few tests performed did not reveal the presence of the virus.

<sup>1)</sup> née Ikäheimo

Table 1. Barley yellow dwarf virus tests with three aphid species on cereal samples collected in 1961.

Taulukko 1. Kesällä 1961 kerättyjen viljanäytteiden BYD viroottisuuden testaus kirvoilla.

Sampling location Näytteen ottopaikka	Plant species Kasvilaji	Date of sampling Ottopäivä	Aphid species used in test Siirrostukseen käytetty kirvalaji			
			<i>R. padi</i>	<i>M. dirhod.</i>	<i>M. avenae</i>	
					red pun.	green vibr.
Kirkkonummi, Kvarnby .....	Oats <i>kaura</i>	15. 7	+			
Riihimäki .....	»	21. 7	+			
Laitila .....	»	16. 7	+			
» b .....	»	»	+			
Maalahti .....	»	17. 7	+			
Tuusula, Anttila .....	»	31. 7	+	+	+	+
Tikkurila .....	»	3. 8	+			
Tuusula, Suosaari .....	»	»	+	+	—	+
Hyvinkää mlk .....	»	»	+			
Hyvinkää .....	»	»	+			
Rauma mlk .....	»	14. 7	+			
Hirvensalmi .....	»	15. 8	+	—		
Lapinjärvi .....	»	18. 8	—	+		
Kerimäki .....	»	16. 8	+			
Merikarvia .....	»	14. 7	+			
Eurajoki .....	»	17. 7	+			

Number of samples tested 48, of which 16 were virotic.  
Testattuja näytteitä yht. 48, joista 16 viroottista.

+ = virus transmitted from sample plant  
*virus siirtyi näytekasvista*  
— = virus not transmitted  
*virus ei siirtynyt*

In the summer of 1961, distinct symptoms of the barley yellow dwarf virus were observed in 18 out of 84 fields. In general, there were not many infected plants; in a couple of fields the proportion of diseased plants was about 10 % and in the others less than 5 %. Plant samples were taken from some of these fields, and the virus infection of 48 samples was tested with *R. padi* aphids; some samples were also tested with *M. dirhodum* and *M. avenae*. The presence of virus was detected in 16 samples (Table 1). In general, the symptoms of the virotic plants in the field were very uniform, and similar to those of the plants which became infected in the tests.

In the summer of 1962, tests were made on 34 oat and barley samples collected from fields where diseased plants had been noted. The virus was found in 17 of the samples (Table 2). Three aphid species were used, and in most cases the virus was transmitted either by *R. padi* (5 samples out of 17) or by *M. avenae* (6/17), or by

both these vectors (3/17). Only in one sample was the virus transmitted exclusively by *M. dirhodum* and in three by this species together with *R. padi* or *M. avenae*. As the inoculations continued, it proved that other aphid species could sometimes transmit the virus (Table 2). Thus it does not appear that the virus in these oat samples was restricted to a specific aphid vector.

In the summer of 1963, tests were made on 44 samples, in 12 of which the virus was found. In most of the samples (10 out of 12) the virus was transmitted by either *R. padi* or *M. avenae* or by all three species (Table 3).

In all three years the symptoms induced by the virus from the sample plants collected from the various fields did not differ appreciably from one another. The plants found to be virotic did not come from noticeably different regions than the healthy plants. It thus appears that in Finland there is generally only one strain of the virus that is effectively transmitted by *R. padi*. The

Table 2. Barley yellow dwarf virus tests with three aphid species on cereal samples collected in 1962.

Taulukko 2. Kesällä 1962 kerättyjen viljanäytteiden BYD viroottisuuden testaus 3 kirvalajilla.

Sampling location Näytteen ottopaikka	Plant species Kasvilaji	Date of sampling Ottopäivä	Aphid species used Testaukseen käytetty kirvalaji				Second test made on samples marked + Edellisestä testauksesta infektioituneista + merkityistä siirrostuksista tehty testaus			
			R. padi	M. dirbod.	M. avenae		R. padi	M. dirb.	M. avenae	
					red pun.	green vibr.			red pun.	green vibr.
Pyhäjärvi .....	Oats kaura	13. 7	—	—	—	+				
Ojakkala .....	»	»	—	—	+	—				
Lieto .....	Barley obra	17. 7	+	—	—	—				
Forsby .....	Oats kaura	1. 8	+	—	—	—	+	—	+	+
Inkeroinen .....	»	»	—	—	+	—				
Nummi a .....	»	7. 8	—	+	+	+	—	—	+	+
Nummi b .....	»	8. 8	—	+	—	—				
Lokalähti a .....	»	7. 8	—	—	+	—	+	—	+	+
» b .....	»	20. 8	+	—	—	—				
Uusikaupunki .....	»	7. 8	+	+	—	—	+	—	+	+
Elimäki .....	»	8. 8	+	—	+	+				
Somero .....	»	»	—	—	+	—	+	—	+	+
Mynämäki .....	»	»	—	—	—	—	+	—	+	+
Luvia .....	»	20. 8	—	—	+	+				
Pyhämaa .....	»	»	+	—	—	—				
Tikkurila .....	»	30. 9	+	—	—	+				
Tuusula .....	Fescue n. nata	14. 6	+	+	+	+	+	+	+	+

Total number of samples tested 34, of which 17 were virotic.

Yhteensä testattu 34 näytettä, joista 17 viroottista.

Table 3. Barley yellow dwarf virus tests with three aphid species on cereal samples in 1963.

Taulukko 3. Obran kääpiökasvuviruseristykset v. 1963.

Sampling location Näytteen ottopaikka	Plant species Kasvilaji	Date of sampling Ottopäivä	Aphid species used Siirrostukseen käytetty kirvalaji		
			R. padi	M. dirbod.	M. avenae
Hollola .....	Oats kaura	29. 7	—	+	+
Kuhmoinen .....	Barley obra	»	+	—	+
Jämsänkoski .....	»	»	+	—	+
» .....	Oats kaura	»	+	—	—
Porvoo mlk .....	»	»	+	—	+
Kullaa, Palomäki .....	»	18. 8	+	—	+
Kullaa kk. ....	»	»	+	—	+
Lapväärtti .....	Barley obra	16. 8	—	+	+
Ikaalinen .....	Oats kaura	18. 8	+	—	—
Pori .....	»	»	+	+	+
Ilmajoki .....	»	16. 8	+	+	+
Ilmajoki II .....	»	»	+	+	+

The samples comprised virotic-appearing plants collected in the period July 29—Aug. 31. Number of samples tested 44, of which 12 were found to be virotic.

Siirrostukset tehty pelloilta otetuista, viroottisen näköisistä kasveista 29.7—31.8 välisenä aikana. Yhteensä testattiin 44 näytettä, joista 12:ssa todettiin virus.

reason for this is evidently that *R. padi* migrates to cereal fields earlier than the other aphid species. *M. avenae* often does not appear on

cereals until after they have come into ear, and consequently it is of little significance in the spread of the virus.

### Host plants of barley yellow dwarf virus

The virus used in these trials was derived from an oat plant exhibiting marked symptoms which was found in a field at Tuusula in 1960. It was reared by continued transference

by means of *R. padi* exclusively to oat plants. The other two aphid species, *M. avenae* and *M. dirhodum*, were also able to transmit the virus.

Table 4. Host plants of barley yellow dwarf virus.  
Taulukko 4. Obran kääpiökasvuviruksen isäntäkasvit.

Inoculated plant species and variety <i>Inokuloitu kasvilaji ja lajike</i>	Symptoms — none * weak ** moderate *** intense Oireet — oireeton * heikot ** kohtal. *** vabnat	Virus recovery + plant virotic — plant healthy <i>Viroottisuuden testaus</i> + kasvi viroottinen — kasvi terve		
		Aphid species used <i>Testaukseen käytetty kirvalaji</i>		
		<i>R. padi</i>	<i>M. dirhod.</i>	<i>M. avenae</i>
<i>Avena sativa</i> L., var. Sisu	***	+	+	+
<i>Agrostis alba</i> L.	*	+	—	—
» <i>tenuis</i> Sibth.	—	+	+	—
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	—	—	—	—
» <i>geniculatus</i> L.	—	—	—	—
<i>Aira caryophyllea</i> L.	**	+	—	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	—	—	—	—
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. & C. Pred.	—	—	—	—
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv.	—	—	—	—
<i>Bromus arvensis</i> L.	*	+	+	—
» <i>commutatus</i> Schrad.	*	+	+	+
» <i>inermis</i> Leyss	—	—	—	—
» <i>mollis</i> L.	*	+	—	+
» <i>racemosus</i> L.	**	+	+	—
» <i>secalinus</i> L.	**	+	+	+
» <i>tectorum</i> L.	*	+	—	—
<i>Cynosurus echianatus</i> L.	—	+	—	—
<i>Dactylis glomerata</i> L.	—	+	+	+
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	—	—	—	—
» <i>flexuosa</i> (L.) Trin	—	—	—	—
<i>Elymus canadensis</i> L.	—	—	—	—
» <i>sibiricus</i>	—	—	—	—
<i>Elytrigia</i> ( <i>Agropyron</i> ) <i>repens</i> (L.) Nevski	—	—	—	—
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	—	+	—	—
» <i>ovina</i> L.	—	+	—	+
» <i>pratensis</i> Huds.	*	+	+	+
<i>Holcus lanatus</i> L.	*	+	—	—
<i>Hordeum vulgare</i> L., var. Balder	***	+	+	+
<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	—	+	+	+
» <i>perenne</i> L.	—	+	+	+
<i>Melica nutans</i> L.	—	+	—	—
<i>Phleum pratense</i> L.	—	+	—	+
<i>Poa annua</i> L.	—	—	—	—
» <i>pratensis</i> L.	—	—	—	—
» <i>trivialis</i> L.	—	+	—	+
<i>Secale cereale</i> L., var. Pekka	*	+	+	+
» <i>montanum</i> Guss.	—	+	—	—
<i>Triticum aestivum</i> L., var. Varma	*	+	+	+
» . . . . . Diamond	*	+	+	+

In the autumn of 1962, various gramineous plants, 10–20 specimens of each species, were inoculated with the barley yellow dwarf virus, *Rhopalosiphum padi* being used as vector. The plants were tested for virus infection the following spring before flowering. In these tests all three aphid species were used.

Of the 39 grass species studied, 26 were susceptible to the virus, 15 showed symptoms, and in 11 the virus was latent (Table 4). According to reports in the literature, the host plants of the barley yellow dwarf virus vary somewhat according to the virus strain. With a few exceptions, most of the susceptible grasses were the same as the other known host plants of this virus (cf. BRUEHL 1961).

Two new host plants were found, *Aira caryophylla* and *Melica nutans*. According to the literature (cf. BRUEHL 1961), *Alopecurus pratensis*,

*Anthoxanthum odoratum*, *Bromus inermis*, *Deschampsia caespitosa*, *Poa annua* and *P. pratensis* are susceptible, but in the present tests they did not show symptoms nor was it possible to recover the virus from them.

*Agrostis tenuis* was sensitive to the virus in the current tests, although WATSON and MULLIGAN (1960 a) found it to be resistant. Similarly, *Holcus lanatus* and *Secale montanum* were resistant according to OSWALD and HOUSTON (1953 b) and to BRUEHL and TOKO (1957), whereas in the present tests both of them proved susceptible, the virus being latent in the latter.

In the different years of these trials, several inoculation tests were made with *R. padi* on yellow-tipped leaves of certain wild grass species. The virus was transmitted only from *Festuca pratensis* and *Phleum pratense*.

### The effect of barley yellow dwarf virus on the growth and yield of oats, barley and wheat

In the summer of 1962, field trials were carried out in which oats (Sisu), barley (Balder) and spring wheat (Diamond) were inoculated with barley yellow dwarf virus, *R. padi* being used as vector (Fig. 1). There were 4 replicate plots 1 m<sup>2</sup> in size; the two centremost rows in each plot were harvested. The trial was sown on May

14 and harvested on Aug. 5, at which time the plants were not yet ripe. The seedlings were protected from external contamination by gauze cages, which were removed on June 30. After this date the plots were sprayed once a week with parathion. On May 31, *R. padi* aphids which had received acquisition feed for three days on



Fig. 1. Field trial with oats, variety Sisu. Left: plant inoculated with BYDV. Right: healthy plants. Photo July 28, 1962.

Kuva 1. BYDV-infektiokoe kauralla. Vasemmalla inokuloituja kasveja, oikealla terveitä kasveja.

Table 5. The effect of barley yellow dwarf virus on the yield of oats, barley and spring wheat.  
 Taulukko 5. Ohran kääpiökasuviruksen vaikutus kauran, ohran ja kevävehnän satoon.

Test plant Kavilaji	No. of plants Kaveja yht. kpl	Grain yield per 100 plants			1 000- grain weight 1 000 j.p.	Av. length of straw Korsi keskim. cm	No. of lateral shoots per plant Sivurveja kpl/kavii
		no.	g	rel.			
		Jyvätalo/100 kasvia					
		kpl	g	sl.			
Oats Kaura var.							
Sisu infected infektoitu 31.5. ....	369	614	16.8 <sup>1)</sup>	18 <sup>2)</sup>	24.3 <sup>1)</sup>	46.3	0.7
» control kontrolli .....	299	3 145	86.7	100	28.7	85.1	0.3
» infected infektoitu 16.6. ....	248	2 274	61.8	67 <sup>2)</sup>	29.0	76.1	0.4
» control kontrolli .....	244	3 457	98.8	100	30.2	88.0	0.5
Barley Ohra var.							
Balder infected infektoitu 31.5. ....	213	3 862	112.9	49	30.0	44.4	3.4
» control kontrolli .....	230	6 195	232.6	100	38.4	68.6	3.8
Wheat Vehnä var.							
Diamond infected infektoitu 31.5. ....	330	2 139	48.8	56	23.3	77.7	0.8
» control kontrolli .....	312	3 089	87.3	100	28.1	96.1	0.6

<sup>1)</sup> results of only 3 replicates.  
vain 3 kerranteen tulokset.

<sup>2)</sup> calculated from average of controls.  
subdeluku laskettu kaurakontrollien keskiarvosta.

Plot size ca. 1 m<sup>2</sup>, 4 replicates; two innermost rows harvested from each plot. Plots sown May 14, harvested Sept. 5, 1962. Vector *R. padi*.

Koerundut n. 1 m<sup>2</sup>, 4 kerrannetta. Kustakin ruudusta korjattu kaksi keskimmäistä riviä. Koe kylvetty 14.5. ja korjattu 5.9.1962. Vektorina tuomikirva.

virotic oats were placed on the plants, which at this time were at the 2- to 3-leaf stage. Five days later the aphids were killed by parathion spraying.

The disease manifested itself in oats as an intense reddening of the leaves and in barley as a yellowing of the leaves. In wheat the yellowing was milder, and the diseased plants appeared almost mature ones. In all the cereal species there was a retardation in the height growth of the plant, a reduction in the number of kernels and a decrease in kernel size. In oats, plants which became infected at an early date produced more lateral shoots than normal.

Table 5 presents the yields results of the trial. The yield reduction in the early-infected oats (82 % of the grain yield) was much greater than

in the late-infected oats (33 %). In wheat the disease appeared from its symptoms to be very mild, but nevertheless the grain yield decreased by 44 %. The yield of barley dropped to 51 %.

In the summer of 1963 four oat varieties and two barley varieties were inoculated with barley yellow dwarf virus. There were four replicate plots 1 m<sup>2</sup> in size; the trial was sown on May 28 and harvested on August 28. On June 13—17, the oat seedlings, which were at the 3-leaf stage, were infected with *R. padi* aphids which had received acquisition feed for 3 days. On June 11—15, the barley seedlings were infected in the same manner. Both the infected and the control plots were protected from external contamination by gauze cages from the date of sowing until June 20.

Table 6. The effect of barley yellow dwarf virus on the yield of certain oat and barley varieties in 1963.  
Taulukko 6. Obran kääpiökasvuviruksen vaikutus eräiden kaura- ja ohralajikkeiden satoon v. 1963.

Variety Lajike	Av. yield g/plot		Yield decrease % of control		1 000-grain weight g	Purity %	Severity of symptoms 1—3 (mild-intense) Havainnot taudista 3 = ankarat oireet 2 = kohtalaiset oireet 1 = lievät oireet	
	Straw	Grain	Straw	Grain				
	Olkisato keskim. g/ruutu	Jyväsato keskim. g/ruutu	Infektoitujen ruutujen sadon alennus % kontrollien sadosta		Jyväsadon laatu		15/7	24/7
			oljet	jyvät	1 000 j.p. g	Publans %		
<b>Oats: — Kaurat:</b>								
Ta 5805 infected — <i>infektoitu</i> .....	121.7*	83.3*	41.7*	57.6*	32.2	93.3	2.1	2.8
control — <i>kontrolli</i> .....	208.8	196.5			30.6	95.5		
Ta 328 infected — <i>infektoitu</i> .....	152.5	45.0	38.1	79.1	33.0	83.5	1.9	2.8
control — <i>kontrolli</i> .....	246.3	215.0			30.8	97.4		
Kyrö infected — <i>infektoitu</i> .....	166.3	103.8	29.3	51.4	32.4	93.9	2.1	2.0
control — <i>kontrolli</i> .....	235.0	213.8			30.6	97.3		
Sisu infected — <i>infektoitu</i> .....	163.8	146.3	36.7	41.2	31.0	97.0	1.3	2.0
control — <i>kontrolli</i> .....	258.8	248.8			27.6	97.7		
<b>Barley: — Ohrat:</b>								
Pirkka infected — <i>infektoitu</i> .....	217.5	193.8	9.8	34.3	27.2		1.4	1.8
control — <i>kontrolli</i> .....	241.3	295.0			31.1			
Paavo infected — <i>infektoitu</i> .....	202.5	220.0	18.6	25.7	27.8		1.1	1.8
control — <i>kontrolli</i> .....	248.8	296.3			30.8			

\*) only 3 replicates.  
vain 3 ruudun sato.

Significant difference in grain yield of infected plots between Ta 328 and Sisu ( $F = 23.1^{**}$ ).

LDS of grain yield of infected plots  $P 5\% = 64.5$  kg

$P 1\% = 87.5$  kg

Differences in grain yield between control plots not significant ( $F = 1.1$ ).

*Infektoitujen ruutujen jyväsadoissa merkittävä ero ( $F = 23.1^{**}$ ) Ta 328 ja Sisu lajikkeiden välillä.*

*Pienin merkitsevä infektoitujen ruutujen jyväsatoero  $P 5\% = 64.5$  kg*

*$P 1\% = 87.5$  kg*

*Kontrolliruutujen jyväsatoerot eivät olleet tilastollisesti merkittäviä  $F = 1.1$ .*

The yield of the entire plot was determined. Table 6 shows that the average reduction in the yield of oats ranged from 41.2 to 79.1 % and of barley from 25.7 to 34.3 %. There were no significant differences between control plots of the different varieties. The only significant difference in grain yield was found between the infected plots of Sisu and Ta 328 ( $F = 23.1^{**}$ ).

When infection takes place early, as was the case in these field trials, the decline in yield is very great. Under natural conditions, infection generally occurs much later and consequently the damage to the plants is substantially less than in these trials.

### The vectors of barley yellow dwarf virus and their ability to transmit the virus

In Finland *Rhopalosiphum padi* L., *Macrosiphum* (*Acyrtosiphum*) *dirhodum* Walk. and *Macrosiphum avenae* Fabr. have been found to transmit the barley yellow dwarf virus (IKÄHEIMO 1960, 1962). All three species are well-known vectors of the

disease (cf. BRUEHL 1961). In Finland the commonest of these aphids is *R. padi*, which hibernates in bird-cherry trees and migrates from them to cereal fields earlier than other aphid species (RAATIKAINEN and TINNILÄ 1961, VAP-

PULA 1962). *M. avenae* is also abundant in some years, but it generally appears on cereals quite late, after they have headed. *M. avenae* hibernates in grasses. Two forms, red and green, of *M. avenae* aphids occur in Finland and both were used in the present experiments (cf. IKÄHEIMO 1962). The range of *M. dirhodum* has not been precisely determined in Finland. Thus far it has been encountered only in a few communes in South Ostrobothnia, Satakunta and Uusimaa. This aphid species hibernates in plants of the genus *Rosa* (VAPPULA 1962).

Owing to its prevalence and earliness, *R. padi* is the most important vector of barley yellow dwarf virus in Finland. However, *M. avenae* may also sometimes occur in large numbers (cf. VAPPULA 1962). Moreover, this latter species hibernates in grasses, which may be infected with the virus, and in this manner forms a reservoir of the virus in nature, transmitting it from cereals to wild grasses and from grasses back again to cereals. *M. dirhodum* is probably quite insignificant as a vector of this virus.

### Trials on the ability of different aphid species to transmit barley yellow dwarf virus

The ability of *R. padi*, *M. dirhodum* and *M. avenae* to transmit barley yellow dwarf virus was studied in trials in which each species was given acquisition feed consisting of virus-infected oats for a 48-hour acquisition period and a 48-hour inoculation period. In preparing the acquisition feed, each leaf of a virotic oat plant (Sisu) was cut into three parts: the upper, central and basal parts. Equal numbers of each of these parts were then placed in three test tubes. Five aphids were transferred to each plant, although in some trials only one aphid was transferred.

Table 7 shows the results of these trials; there was only one aphid per plant in these trials. *R. padi* exhibited the largest numbers of

aphids with the ability to transmit the virus, amounting to 46.3 % on the average. *M. dirhodum* had the poorest infective ability. The difference between *R. padi* and the other two species, however, was not statistically significant. The two forms of *M. avenae* showed an equal ability to transmit the virus (Table 8).

In certain of the trials the virus transmission capacity of the usual clone of *R. padi* (the control clone) was compared with that of the clones obtained from three different localities. Table 9 presents the results of these trials. They show that the proportion of plants infected ranged

Table 7. Ability of different aphid species to transmit BYD virus.

Taulukko 7. Kirvalajien siirtokykyjen vertailu.

Trial No. Koe n:o	<i>R. padi</i>	<i>M. dirh.</i>	<i>M. ave.</i>
233 .....	18/68	6/35	16/64
242 .....	61/158	9/36	18/68
260 .....	93/170	42/155	76/187
Total — <i>Yht.</i> .....	223/482	59/232	128/357
Average %			
<i>Keskim.</i> % .....	46.3	25.4	35.9
F = 2.81			

One aphid per plant. The ratio indicated shows: aphids transmitting virus/aphids receiving acquisition feed.

*Kokeissa 1 kirva/kasvi. Virusta siirtävät kirvat/akvisitiiruokinnan saaneet kirvat kpl.*

Table 8. Ability of red and green *M. avenae* to transmit BYD-virus.

Taulukko 8. Punaisen ja vihreän *M. avenae*n siirtokykyyn vertailu.

Trial No. Koe n:o	One aphid per plant		Five aphids per plant	
	red	green	red	green
	1 kirva/kasvi		5 kirva/kasvi	
	<i>pun.</i>	<i>vihr.</i>	<i>pun.</i>	<i>vihr.</i>
61—1962 .....	7/25	4/26	17/21	9/15
61—1962 .....			10/14	2/16
71—1962 .....	0/26	0/25	2/25	5/17
79—1962 .....	1/18	5/25	1/5	5/14
81—1962 .....	4/27	5/43	15/29	18/32
83—1962 .....			9/16	3/25
Total — <i>Yht.</i> .....	12/96	14/119	54/110	42/119
Average %				
<i>Keskim.</i> % .....	13	12	49	35

The ratio indicated shows: aphids transmitting virus/aphids receiving acquisition feed.

*Virusta siirtävät kirvat/akvisitiiruokinnan saaneet kirvat kpl.*

from 41.7 to 56.3 %. The F-test revealed no significant differences between the clones tested.

The clones of *M. avenae* were more variable in their infective capacity, since the numbers of plants infected by them ranged from 17.5 to 53.1 %; these differences, however, were not statistically significant (Table 9).

All the clones of both *R. padi* and *M. avenae* were characterized by a rather weak capacity to transmit the virus.

The ability of individual aphids to transmit virus was also studied in glasshouse trials. Aphids which had received acquisition feed for 1—2 days were transferred to fresh oat plants daily or every other day for one week. It was found that *R. padi* had a greater infective capacity

Table 9. The ability of different clones of aphids to transmit BYD virus.

Taulukko 9. Eri kirvalajien kloonien siirtokykyjen vertailu.

a. *R. padi* clones

a. *R. padi*-kloonit

Trial No. Koe no	Control Kontrolli- kloonit	149 XIV	149 XII	149 XXII
	Infected plants/inoculated plants Infektoituneet kasvit/inokuloituid kasvit kpl			
174 .....	5/25	5/25	3/19	12/26
178 .....	14/34	16/31	28/33	26/40
218 .....	30/34	29/43	29/35	17/35
187 .....	13/25	19/39	7/16	22/30
183 .....	3/38	1/16	10/27	19/31
190 .....			4/8	4/10
			3/25	
Total — <i>Ybt.</i> ....	65/156	75/181	81/144	111/199
% .....	41.7	41.4	56.3	55.8
				F=0.47

b. *M. avenae* clones

b. *M. avenae*-kloonit

Trial No. Koe no	Control Kontrollikloonit	149 VII green vibr.	149 XIII red pun.	149 VIII red pun.	149 IX red pun.	149 XIX red pun.	149 XXI red pun.
	Infected plants/inoculated plants Infektoituneet kasvit/inokuloituid kasvit						
174 .....	11/19	13/24	9/28	7/20	7/15	12/25	19/33
178 .....	18/21	13/32	24/36	14/25	11/40	17/32	21/34
218 .....	3/26	11/39	7/25	14/38	4/25	12/22	11/35
183 .....	3/24		13/32		4/31	8/32	11/22
187 .....			20/33		2/36	5/18	14/19
190 .....					2/24		
Total — <i>Ybt.</i> ....	35/90	37/95	73/154	35/83	30/171	54/129	76/143
% .....	38.9	38.9	47.4	42.2	17.5	41.9	53.1
							F=1.65

than the other aphid species, since an average of 68.6 % of its individuals (236 out of 344) transmitted the virus (Table 10a). In contrast, 44.0 % of the *M. avenae* aphids (106/241) and 38.5 % of *M. dirhodum* (58/205) spread the virus (Tables 10b, 10c).

Furthermore, the virus-transmitting *R. padi* aphids infected more plants than the other species. When plants were inoculated with such *R. padi* aphids, an average of 43.6 % (444 out of 1018) became infected, while for the virus-transmitting aphids of *M. avenae* and *M. dirhodum*,

the corresponding figures were 33.8 % (155/458) and 29.4 % (80/272).

Field trials were also carried out in order to study the ability of *R. padi* to transmit barley yellow dwarf virus. Aphids which had been given acquisition feed for 2 days were placed for 3 weeks on 1 m<sup>2</sup> plots of oats protected by cages. Both alate and apterous aphids were tested; 3 alatae were put into each of 8 cages, and likewise 3 apterae were put into each of 4 cages. After about 3 weeks the plants were sprayed with parathion to kill the aphids. Thereafter,

Table 10. Ability of aphids to transmit BYD virus.  
Taulukko 10. Kirvayksilöiden kyky siirtää obran kääpiökasvuvirusta.

a. *R. padi*

Trial No. <i>Koe n:o</i>	Acquisition time <i>Akvisitioaika</i>	Days after acquisition when aphids transferred to healthy plants <i>Akvisitioajan jälkeiset päivät, jolloin kirvat siirrettiy terveille kasveille</i>							Aphids transmitting virus		Plants infected		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	No.	%	No.	%	
									<i>Virusta siirtäviä kirvoja yhteensä</i>		<i>Kokeen kirvojen infekto. kasvit</i>		
									<i>kpl</i>	%	<i>kpl</i>	%	
220	48 <sup>1)</sup> 2) 3)	25 10 10	25 2 6	18 0 2	14 3 9					15/25	60.0	27/56	48.2
230	48 <sup>1)</sup> 2) 3)	38 25 25	35 5 15	34 1 11						31/38	81.6	51/86	59.3
233	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	43 3 3	37 5 7		35 1 1	32 0 0	30 5 7			14/43	32.6	18/68	26.5
236	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	49 4 4	47 2 2	45 6 6	43 10 15	38 9 21		31 1 16		31/49	63.3	64/186	36.2
240	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	53 19 19	49 7 17		42 12 30	41 2 23				40/53	75.5	89/160	63.6
242	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	49 12 12	47 3 3	47 25 36		42 0 10				42/49	85.7	61/158	38.6
246	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	44 0 0	39 11 11		32 3 6	31 4 8	27 1 5	24 4 11		23/44	51.3	41/134	30.6
260	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	43 18 18	38 13 16	35 6 20			32 2 17	31 1 22		40/43	93.0	93/170	54.7
Total <i>Yhteensä</i> . . . . .								236/344		444/1018			
Average <i>Keskim.</i> . . . . .								20/43	68.6	56/127	43.6		

weekly counts of the plants infected were made during the estimated incubation period of the disease, i.e. for about one month after the aphids had been killed and the cages removed (July 15).

The first symptoms were already visible on the day that the cages were removed. The number of diseased plants rose steadily in the following weeks, but additional infection reached the plots from outside, since the control plots also later became partially infected (Table 11). During

the time of the trial, the 3 apterous aphids infected an average of 21.8 plants, while the 3 alate aphids infected 12.8 plants in 4 of the plots and 17.3 in the other 4. It may appear surprising that the apterous aphids infected slightly more plants than the alatae, but this may be due to the fact that the former reproduce more prolifically than the latter (cf. MARKKULA and MYLLYMÄKI 1963). The aphids which were produced during the 3-week trial period were able to spread the disease further.

b. *M. avenae*

Trial No. Koe n:o	Acquisition time Akvisiitioaika	Days after acquisition when aphids transferred to healthy plants <i>Akvisiitioajan jälkeiset päivät, jolloin kirvat siirretti terveille kasveille</i>							Aphids transmitting virus		Plants infected	
									No.	%	No.	%
									<i>Virusta siirtäviä kirvoja yhteensä</i>		<i>Kokeen kirvojen infekti. kasvit</i>	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	<i>kpl</i>	%	<i>kpl</i>	%
230	48 <sup>1)</sup> 2) 3)	37 7 7	35 6 8	28 1 3					14/37	37.8	18/38	47.4
233	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	43 4 4	37 3 3		28 2 2	26 0 0	25 6 7		16/43	37.2	16/64	25.0
242	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	70 5 5	67 0 1	67 0 0					17/70	24.3	18/68	26.5
246	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	38 0 0	36 3 3		32 4 5	31 4 5	29 4 7	27 3 7	18/38	47.4	27/101	26.7
260	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	55 13 13	54 13 16	51 1 11					41/53	77.4	76/187	40.6
Total— <i>Yhteensä</i> . . . .								106/241		155/458		
Average— <i>Keskim.</i> . . .								21/48	44.0	31/92	33.8	

c. *M. dirhodum*

Trial No. Koe n:o	Acquisition time Akvisiitioaika	Days after acquisition when aphids transferred to healthy plants <i>Akvisiitioajan jälkeiset päivät, jolloin kirvat siirretti terveille kasveille</i>							Aphids transmitting virus		Plants infected	
									No.	%	No.	%
									<i>Virusta siirtäviä kirvoja yhteensä</i>		<i>Kokeen kirvojen infekti. kasvit</i>	
		I	II	III	IV	V	VI	VII	<i>kpl</i>	%	<i>kpl</i>	%
230	48 <sup>1)</sup> 2) 3)	55 2 2	53 0 0	51 0 0					2/55	3.6	2/6	33.3
233	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	46 1 1	23 0 0		38 0 0	20 0 0	20 5 5		7/46	15.2	6/35	17.1
242	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	50 1 1	50 0 0	50 4 4					9/50	18.0	9/36	25.0
260	24 <sup>1)</sup> 2) 3)	40 9 9	37 0 0	35 1 1					28/40	70.0	42/155	27.1
247 clävällä kasv. . .	72 <sup>1)</sup> 2) 3)	14 10 10	11 0 4	10 0 1	10 2 6				12/14	85.7	21/40	52.5
Total— <i>Yhteensä</i> . . . .								58/205		80/272		
Average— <i>Keskim.</i> . . .								12/41	28.3	16/54	29.4	

1) Total aphids receiving acquisition feed.  
*Akvisiitioruokinnan saaneet kirvat yhteensä.*

2) Aphids transmitting virus for first time.  
*Virusta ensimmäisen kerran siirtävät kirvat.*

3) Total aphids transmitting virus.  
*Virusta siirtäviä kirvoja yhteensä.*

Table 11. Ability of *R. padi* aphids to transmit BYD virus in field trials where host plants are freely available.  
Taulukko 11. *R. padin* kyky siirtää ohran kääpiökasvuvirusta kenttäkokeessa, jossa kirvat voivat valita vapaasti kasvit.

	Av. no. of plants in all 4 plots of each group <i>Koeyksikön neljässä rindusta keskim. kasveja kpl</i>	Av. no. of infected plants on the dates <i>Infektoituneita kasveja keskim. kpl tarkastuspäivinä</i>				
		15/7	22/7	6/8	(12/8	19/8)
Control <i>Kontrolli</i> .....	206	0	0	0.5	( 2	19.5)
a. Alate aphids <i>Siivelliset kirvat</i> .....	183	3	5.3	12.8	16.5	48.3
b. Alate aphids <i>Siivelliset kirvat</i> .....	201	3.8	5.0	17.3	16.3	34.3
c. Apterous aphids <i>Siivettömät kirvat</i> .....	205	3.3	6.0	21.8	26.5	66.8

Aphids transferred to field June 18, 1964.

*Kirvat siirretty kasveille 18.6.1964.*

On and after Aug. 12 some of the plants were infected by aphids coming from outside the trial plots; estimations were made on the basis of the incubation time.

*12.8 ja sen jälkeen infektoituneet kasvit osaksi ulkoa tulleiden kirvojen saastuttamia inkubaatioajan pituuden mukaan arvioituna.*

### Acquisition and inoculation times of barley yellow dwarf virus

Many investigators have established that the barley yellow dwarf virus is a persistent virus. It has been found (WATSON and MULLIGAN 1960b) that *R. padi* is able to acquire this virus after 30 minutes' feeding and to cause infection of a plant after 15 minutes' feeding. In this case the entire process of virus transmission took place over a period of at most 10 hours. Only

rarely, however, do aphids acquire and transmit the virus in such a short time (BRUEHL 1961). According to ROCHOW (1959), *M. avenae* did not acquire the virus if the feeding time was 1 hour or less. TOKO and BRUEHL (1959) found that *M. avenae* acquired the virus only after a feeding period of at least 16 hours. It is probable that the different virus strains used by different

Table 12. Transmission of barley yellow dwarf virus, with *R. padi* as vector.  
Taulukko 12. Ohran kääpiökasvuviruksen siirtyminen *R. padin* toimiessa vektorina.

Inoculation time, hours <i>Inokulaatio-aika, t</i>	Infected plants/inoculated plants after acquisition times of								
	minutes			hours					
	5	15	30	1	4	8	12	24	48
	<i>Infekt. kasvit/inokul. kasvit kpl akvitiioajan ollessa t</i>								
	5/60	15/60	30/60	1	4	8	12	24	48
1 .....				0/24				0/85	32/91
4 .....					0/17		0/23	3/31	5/74
8 .....							2/82	1/45	9/43
12 .....					12/35		3/43	2/14	
24 .....				14/139		7/43	9/68		
48 .....				6/18	18/57	14/42			
96 .....	2/44*							23/51	
122 .....		48/192*	74/203*						
Total <i>Yhteensä</i> .....	2/44	48/192	74/203	20/181	30/109	21/85	14/216	29/226	

\* 1 aphid per plant, otherwise 5 per plant.

*1 kirva/kasvi, muutoin 5 kirva/kasvi.*

workers have an effect on its transmission by different vectors, and consequently divergent results have been obtained.

In the present trials attempts were made to determine the shortest acquisition time with *R. padi* aphids. In these trials aphids of equal ages were reared; they comprised the offspring of one female during a 24-hour period. Adult apterous aphids were used and were fasted for 1—2 hours before being given acquisition feed. Of the aphids on the infected leaves, the only ones selected were those that seen with the aid of a magnifying glass actually to feed on the leaves during a 5-minute period. These aphids were then transferred individually to healthy oat plants for 5 days. Only 2 out of 44 aphids

receiving acquisition feed transmitted the virus after 5 minutes of acquisition (Table 12). In the same trials some of the aphids which had been on virus-infected leaves for one hour did not transmit the virus. The reason for this may be that the aphids were not examined during the time of acquisition feeding, so it is possible that despite the short fasting period they did not feed on the infected leaves.

In general, the number of aphids capable of transmitting the virus increased with the duration of the acquisition period. The shortest interval of time required for acquisition and subsequent successful infection of a healthy plant was 16 hours.

### The effect of barley yellow dwarf virus on the rate of reproduction of *R. padi* reared on *Arrhenatherum elatius*

In the studies of MARKKULA and LAUREMA (1964) it was found that *R. padi* reproduced more prolifically on oats infected with barley yellow dwarf virus than on healthy oats.

This observation led to trials intended to determine whether the mere presence of the virus influenced the number of progeny of the aphids. The test plant selected was *Arrhenatherum elatius*, which, according to both reports in the literature (cf. BRUEHL 1961) and our own experimental observations, had proved to be

resistant to the virus. The aphids used in these trials comprised nymphs produced by several females in a 24-hour period. When these nymphs had nearly emerged, they were given acquisition feed on virotic oat leaves. After three days' acquisition feeding, the aphids were transferred to *A. elatius*, one aphid per plant. Control aphids, feeding for 3 days on healthy oats, were similarly transferred. After one week the number of offspring of the aphids were counted.

Table 13. Effect of barley yellow dwarf virus on the reproduction of *R. padi* when reared on *A. elatius*.  
Taulukko 13. Obran kääpiökasvuviruksen vaikutus *R. padin* lisääntymiseen *A. elatiuksella*.

Trial No. Koe n:o	Progeny number of alatae				Progeny number of apterae				
	Control		Receiving acquisition feed		Control		Receiving acquisition feed		
	av.	range	av.	range	av.	range	av.	range	
	<i>Siivellisten emojen jälkeläismäärät kpl</i>				<i>Siivettömien emojen jälkeläismäärät kpl</i>				
	<i>kontrolli</i>		<i>virusta akvisoitteet</i>		<i>kontrolli</i>		<i>virusta akvisoitteet</i>		
	<i>keskim.</i>	<i>vaihtelu</i>		<i>keskim.</i>	<i>vaihtelu</i>		<i>keskim.</i>	<i>vaihtelu</i>	
190 .....	I	21.0	12—26	19.8	12—28	23.5	11—39	34.0	22—46
200 .....	II	18.7	12—32	21.8	8—43	—	—	—	—
211 .....	III	—	—	—	—	19.4	7—31	14.1	9—19
234 .....	IV	—	—	—	—	30.8	19—50	28.7	17—34
Total									
<i>Yhteensä</i> .....		238		420		861		717	
Average									
<i>Keskim.</i> .....		19.0		21.0		24.6		23.9	

In the four trials performed, there were a total of 50 aphids which had fed on virus-infected oats and 47 control aphids; some were apterous and some alate (Table 13). According to the t-test, there were no statistically significant differences in progeny number between the two

groups of aphids. It thus appears that the mere presence of the barley yellow dwarf virus does not affect the reproduction rate of the aphids, but rather that a virotic plant apparently has a composition which favours their reproduction.

### Summary

In the summer of 1959 the barley yellow dwarf virus, a disease spread by aphids, was found abundantly in oats and barley in Finland. On the basis of descriptions in the archives of the Agricultural Research Centre, it appears that this disease had previously occurred in the years 1926, 1947 and 1954. Observations made in 1961—63 revealed that the disease was present in different parts of the country. It was generally quite mild, however, and there were only a few visibly infected plants. On the basis of inoculation tests made with diseased plants collected from the fields, the virus in most of the samples was transmitted by *Rhopalosiphum padi* L. or by both *R. padi* and *Macrosiphum avenae* Fabr. These inoculations produced the same kind of symptoms in the test plants as were present in the original diseased samples.

Of the 40 grass species inoculated with barley yellow dwarf virus, 26 proved susceptible. Of these, 15 showed visible symptoms, while in 16 the virus was latent. All the cereal species tested—barley, oats, wheat and rye—proved to be sensitive to the virus, although the disease caused only mild symptoms in the two latter cereals. Cultivated grasses, such as timothy, cocksfoot, meadow fescue and ryegrass, were also susceptible, although in these species the disease was very mild.

In field trials, in which cereal seedlings were inoculated at the 2- to 3-leaf stage, the disease greatly reduced the yield of oats (41.2—82 %) and barley (25.7—51 %). In spring wheat the symptoms were mild, but the grain yield dropped by 44 %.

The three aphid species *Rhopalosiphum padi* L., *Macrosiphum (Acyrthosiphon) dirhodum* Walk. and *Macrosiphum avenae* Fabr. were found to transmit

barley yellow dwarf virus. Tests were made to compare the ability of these aphid species to transmit the virus, which had been isolated from oats in 1960. *R. padi* was found to have the largest proportion of aphids capable of transmitting the virus, 46.3 % on the average. With *M. avenae*, 35.9 % of the aphids transmitted the virus, while with *M. dirhodum* the figure was 25.4 %. Similarly, the virus-transmitting *R. padi* aphids infected most of the plants (average 43.6 %), as compared with 33.8 % for *M. avenae* and 29.4 % for *M. dirhodum*. Because of its prevalence and its capacity to transmit the virus, *R. padi* is the most important vector of barley yellow dwarf virus in Finland.

Comparisons of the virus-transmitting ability of clones of *R. padi* and *M. avenae* originating from different localities did not reveal any significant differences between them. Some specimens of *R. padi* were found to acquire the virus after as little as 5—15 minutes' feeding, but in this case few of them transmitted the virus. As the acquisition time increased, the numbers of aphids transmitting the virus also increased. The shortest total time, including acquisition and transmission, was 16 hours.

*R. padi* aphids which had fed for 3 days on virotic oats were subsequently reared for 7 days on virus-resistant *Arrhenatherum elatius*. The virus had no effect, however, on the number of progeny produced during the 7-day period.

---

*Acknowledgement.* — The writer thanks Mr. O. HEIKINHEIMO, M. Sc., for the aphid determinations he made and Mrs. SIGRID KINNUNEN for her skilful technical assistance.

## REFERENCES

- BRUEHL, G. W. 1961. Barley yellow dwarf. Monograph 1. The American phytopathological Society.
- & TOKO, H. V. 1957. Host range of two strains of the cereal yellow-dwarf virus. *Plant Dis. Rep.* 41: 730—734.
- IKÄHEIMO (BREMER), K. 1960. Two cereal virus diseases in Finland. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 32: 62—70.
- 1962. The barley yellow dwarf virus in Finland. 5th Conference of the Czechoslovak Plant Virologists, Prague 1962.
- KLINKOWSKI, M. 1961. Die Virussituation bei Gramineen in Europa. *Z. Pfl.krank.* 68: 467—478.
- MARKKULA, M. & MYLLYMÄKI, S. 1963. Biological studies on cereal aphids *Rhopalosiphum padi* (L.), *Macrosiphum avenae* (F.) and *Acyrtosiphon dirhodum* (Wlk.) (*Hom., Aphididae*). *Ann. Agric. Fenn.* 2: 33—43.
- & LAUREMA, S. 1964. Changes in the concentration of free amino acids in plants induced by virus diseases and the reproduction of aphids. *Ibid.* 3: 265—271.
- OSWALD, J. W. & HOUSTON, B. R. 1953 a. The yellow-dwarf virus disease of cereal crops. *Phytopath.* 43: 128—136.
- & — 1953 b. Host range and epiphytology of the cereal yellow dwarf disease. *Ibid.* 43: 309—313.
- RAATIKAINEN, M. & TINNILÄ, A. 1961. Occurrence and control of aphids causing damage to cereals in Finland in 1959. *Publ. Finn. Sta. Agric. Res. Board* 183.
- RADEMACHER, B. & SCHWARTZ, R. 1958. Die Rotblättrigkeit oder Blattröte des Hafers — eine Viruskrankheit (*Hordeumvirus nanescens*). *Z. Pfl.krank.* 65: 641—650.
- ROCHOW, W. F. 1959. Transmission of strains of barley yellow-dwarf virus by two aphid species. *Phytopath.* 49: 744—748.
- 1961. The barley yellow dwarf virus disease of small grains. *Avd. Agron.* 13: 217—248.
- TOKO, H. V. & BRUEHL, G. W. 1959. Some host and vector relationships of strains of the barley yellow-dwarf virus. *Phytopath.* 49: 343—347.
- VAPPULA, N. A. 1962. Suomen viljelykasvien tuhoeläinlajisto. Pests of cultivated plants in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 1. Suppl. 1.
- WATSON, M. A. & MULLIGAN, T. E. 1960 a. Comparison of two barley yellow-dwarf viruses in glasshouse and field experiments. *Ann. appl. Biol.* 48: 559—574.
- & — 1960 b. The manner of transmission of some barley yellow-dwarf viruses by different aphid species. *Ibid.* 48: 711—720.

## SELOSTUS

### Suomessa esiintyvän ohran kääpiökasvuviruksen ominaisuuksista

KATRI BREMER (O.S. IKÄHEIMO)

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Kesällä 1959 todettiin maassamme kaurassa ja ohrassa esiintyvän runsaasti kirvojen levittämää ohran kääpiökasvuviroosia. Maatalouden tutkimuskeskuksen arkistossa olevien kuvausten perusteella näyttää siltä, että tätä tautia on esiintynyt jo vuosina 1926, 1947 ja 1954 (vrt. VAPPULA 1962, IKÄHEIMO 1962). Kesinä 1961—1963 tehtyjen havaintojen mukaan tautia esiintyi eri puolilla maata. Tauti oli yleensä sängen lievä, eikä tautisia kasveja esiintynyt runsaasti näinä vuosina. Pelloilta kerätyistä sairaista kasveista tehtyjen siirrostuskokeiden mukaan virus siirtyi useimmista näytteistä *Rhopalosiphum padi* L. tai *R. padi* ja *Macrosiphum avenae* Fabr. välityksellä. Näytteistä tehdyt siirrostukset tuottivat myös oireiltaan miltei samantaisia viroottisia kasveja.

Ohran kääpiökasvuviruksella inokuloiduista 40 heinä-lajista 26 oli altista. Näistä 15 lajissa ilmeni oireita, 16 lajissa virus oli latenttina. Kaikki kokeillut viljalajit, ohra, kaura, vehnä ja ruis, olivat alttiita. Kahdessa viimeksi mai-

nitussa kasvilajissa tauti oli oireiltaan sängen lievä. Myös meillä viljellyt nurmiheinät, timotei, koiranheinä, nurminata ja raiheinä, olivat alttiita, joskin tauti oli näissä lajeissa sängen lievä.

Kenttäkokeissa, joissa kasvit oli infektoitu jo 2—3-lehtiasteella, tauti alensi suuresti kauran (41,2—82%) ja ohran (25,7—51,0%) satoa. Kevätvehnässä tauti oli oireiltaan lievä, mutta jyväsato aleni 44%.

*Rhopalosiphum padi* L., *Macrosiphum (Acyrtosiphon) dirhodum* Walk. ja *Macrosiphum avenae* Fabr. todettiin siirtävän ohran kääpiökasvuvirusta. Näiden kolmen lajin kykyä siirtää kokeissa käytettyä, v. 1960 kaurasta eristettyä virusta vertailtiin, ja *R. padi* -lajissa todettiin esiintyvän runsaimmin siirtokykyisiä yksilöitä: keskim. 46,3% kirvoista siirsi virusta, *M. avenae* -yksilöistä keskim. 35,9% oli siirtokykyisiä ja *M. dirhodum* -yksilöistä vain 25,4% siirsi virusta. Siirtokykyiset *R. padi* -yksilöt myös infektoivat useampia kasveja (keskim. 43,6%) kuin *M. avenae*

ja *M. dirhodumini* siirtokykyiset yksilöt. Edelliset infektoivat keskim. 33.8 %, jälkimmäiset 29.4 % inokuloituista kasveista. *R. padi* lieneekin yleisyytensä (vrt. VAPPULA 1962) ja hyvän siirtokykynsä vuoksi merkittävin ohran kääpiökasvuviruksen vektori meillä.

Eri paikkakunnilta peräisin olevien *R. padi*- ja *M. avenae*-kloonien siirtokykyjä vertailtaessa ei todettu tilastollisesti merkittäviä eroavaisuuksia kummankaan lajin kloonien siirtokyvyissä. *R. padin* todettiin akvisoivan viruksen vain

5 tai 15 minuuttia kestävästä imennän aikana, mutta tällöin vain harvat yksilöt siirsivät virusta. Akvisitioajan pidentyessä yhä useammat yksilöt siirsivät virusta. Lyhin viruksen akvisoimiseen ja inokuloimiseen kulunut kokonaisaika oli 16 tuntia.

Kolmen vuorokauden ajan viroottista kauraa imeneet *R. padi*-kirvat saivat lisääntyä seitsemän vuorokauden ajan viruksenkestävällä *Arrhenatherum elatius*ella. Virus ei vaikuttanut jälkeläismäärän suuruuteen viikon aikana.

## HEIKOSTI ITÄVIEN KEVÄTVILJOJEN KYLVÖSIEMENARVOSTA

Summary: The value of poorly germinating spring cereals as seeding stock

OTTO VALLE ja TIMO MELA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos, Tikkurila

Saapunut 4. 5. 1965

Normaalia koleampana kasvukautena 1962 kevätiljojen tuleentuminen siirtyi jopa pitkälle syyskuuhun. Leikkuupuinti lykkäytyi vieläkin enemmän normaalivuosiin verrattuna. Kun esim. Kasvinviljelylaitoksella Tikkurilassa Svenno-vehnän keskim. tuleentumispäivä on 23/8 ja kasvuaika 107 päivää, tuleentumispäivä oli v. 1962 12/9 ja kasvuaika 123 päivää. Leikkuupuinnin alkaminen siirtyi aina 4/10 saakka, jolloin jyvän vesipitoisuus oli laskenut vasta 41 %:iin. Vastaavasti Pendek-kaura tulentui v. 1962 4/9, ja sen kasvuaika oli 115 päivää eli 18 päivää normaalia pitempi. Suhteellisen aikainen Balder-ohra merkittiin tuleentuneeksi 25/8, kasvuaika oli 105 päivää eli 12 päivää normaalia pitempi. Syksyllä 1962 aloitettiin Maatalouden tutkimuskeskuksen koetilalla Tikkurilassa Balder-ohran leikkuupuinti 25/9 (jyvän vesipitoisuus 39 %) ja Pendek-kauran 30/9 (jyvän vesipitoisuus 31 %).

Edellä mainitut luvut kuvastavat kevätiljojen myöhäistä tuleentumista syksyllä 1962 koko Etelä-Suomessa. Jo kevätiljojen korjuuvai-

heessa oli ilmeistä, että kylvösiemenen saanti kevään 1963 kylvöihin tulisi tuottamaan poikkeuksellisen suuria vaikeuksia. Talvikautena 1962—63 kotimaan sadosta suoritettut itävyyssmääritykset osoittivat, että kevätehnä ja kaura yleisesti itivät vain 60—70 %:sesti. Oli turvauttava runsaaseen siemenviljan tuontiin. Kun ulkomailta sallittiin tuoda siemenviljaa, jonka itävyys oli kevätehnän osalta vain 75 % sekä kauran ja ohran osalta 80 %, jouduttiin maasamme keväällä 1963 käyttämään poikkeuksellisen heikkoitoista siemenviljaa. Näin heikon siemenviljan käytöstä ei meillä ollut kenttäkokeutuksia kuin erittäin niukasti.

Tämän vuoksi päätettiin Kasvinviljelylaitoksen toimesta järjestää keväällä 1963 eri puolilla Suomea kokeita heikkoitoisilla kevätehnä-, kaura- ja ohracirillä ja verrata saatuja satoja samojen lajikkeiden hyvätoisella kylvösiemenellä saatuihin satoihin. Lajikkeiksi valittiin Svenno-kevätehnä, Pendek-kaura ja Balder-ohra.

## Kokeiden järjestely

Kokeita perustettiin Kasvinviljelylaitokselle Tikkurilaan, Kasvinjalostuslaitokselle Jokioisiin, Hankkijan kasvinjalostuslaitokselle Tammistoon, kahdeksalle koeasemalle, nimittäin Karjalan (Anjala), Satakunnan (Peipohja), Lounais-Suomen (Mietoinen), Hämeen (Pälkäne), Pohjois-

Savon (Maaninka), Keski-Suomen (Kuusa), Etelä-Pohjanmaan (Ylistaro) ja Perä-Pohjolan (Apukka) koeasemille sekä Suoviljelysyhdistyksen koeasemalle Leteensuolle. Koeaikoja oli siis kaikkiaan 12. Kevätehnällä järjestettiin 8, kauralla 12 ja ohralla 7 koetta. Tikkurilassa jär-

Taulukko 1. Kokeisiin käytetyn kylvösiemenen alkuperä, laatu ja kylvömäärät  
*Table 1. Origin, quality and sowing rate of seed used in the trials*

	Alkuperä <i>Origin</i>	Laatu <i>Quality</i>	Orastuminen <i>Emergence</i> %	1000-j.p.g <i>1000-grain</i> <i>weight g</i>	Orastuvien jyvien määrä <i>Viable seed rate</i>	
					kpl/m <sup>2</sup> <i>no./m<sup>2</sup></i>	kg/ha
Kevätvehnä <i>Spring Wheat</i> Svenno	Kotimainen kauppaerä <i>Finnish commercial</i>	Hyvä ..... <i>Good</i>	88	45.0	950	486
	»	» .....	»	»	700	358
	»	» .....	»	»	450	230
	Tikkurila/62	Huono ..... <i>Poor</i>	72	31.0	950	409
	»	» .....	»	»	700	301
	»	» .....	»	»	450	194
Kaura <i>Oats</i> Pendek	Mietoinen/61	Hyvä ..... <i>Good</i>	93	38.9	850	356
	»	» .....	»	»	600	251
	»	» .....	»	»	350	146
	Kotimainen kauppaerä <i>Finnish commercial</i>	Huono ..... <i>Poor</i>	65	34.4	850	450
	»	» .....	»	»	600	318
	»	» .....	»	»	350	185
Ohra <i>Barley</i> Balder	Tikkurila/61	Hyvä ..... <i>Good</i>	89	42.3	750	356
	»	» .....	»	»	500	237
	»	» .....	»	»	250	119
	Tikkurila/62	Huono ..... <i>Poor</i>	63	37.0	750	440
	»	» .....	»	»	500	294
	»	» .....	»	»	250	147

jestettiin kaikkien kevätiljojen kokeet kahdella eri maalajilla. Samoin tehtiin kaurakoe Leteen-suolla kahdella eri maalajilla.

Kokeisiin käytetty siemen lähetettiin Kasvinviljelylaitokselta ja kaikilla koepaikoilla käytettiin samoja peitattuja kylvösiemeneriä. Siemenen alkuperä, orastuminen, 1000 jyvän paino ja kylvömäärät näkyvät taulukossa 1. Jokaisesta kevätiljalajista käytettiin kolmea kylvömäärää. Mittarina oli hyväitoisen siemenviljan keskimäinen kylvömäärä. Hyvän siemenen suurin ja pienin kylvömäärä oli mukana kokeissa ainoastaan muutamilla koepaikoilla, nimittäin keväthevhnäkokeissa Tammistossa, Mietoisissa, Peipohjassa ja Pälkäneellä, kaurakokeissa samoilla koepaikoilla sekä lisäksi Kuusassa ja Ylistarossa sekä ohrakokeissa Mietoisissa ja Peipohjassa.

Kylvöön käytetyistä huonoitoisista siemen-eristä Balder-ohran orastuminen oli heikointa

(63 %), Svenno-vehnän parasta (72 %). Hyväitoisista mittarieristä orastui heikoimmin Svenno-vehnä (88 %), parhaiten Pendek-kaura (93 %). Kaikkien heikkoitoisten erien jyvän koko oli pienempi kuin hyväitoisten erien. Erittäin pienijyväinen oli vuoden 1962 satoa oleva Svenno-vehnä. Siten jouduttiin heikkoitoista Svenno-vehnää kylvämään ha:aa kohti vähemmän kuin hyväitoista erää.

Jos oletetaan, että Svenno-vehnän normaali 1000 jyvän paino on 40 g, Pendek-kauran 35 g ja Balder-ohran 43 g ja että normaali itävyys on 95 %, olisi Svenno-vehnää 700 kpl/m<sup>2</sup> mukaan kylvettävä 295 kg/ha, Pendek-kauraa 600 kpl/m<sup>2</sup> mukaan 220 kg/ha ja Balder-ohraa 500 kpl/m<sup>2</sup> mukaan 226 kg/ha. Nämä kylvömäärät, jotka edustavat kevätiljojen kylvösiemenarvoa koskevissa kokeissa mittaria, vastaavat kenttäkokeissa nykyisin yleisesti käytettyjä määriä.

Taulukko 2. Kasvukauden (touko-elokuun) 1963 tehoisan lämpötilan summan<sup>1)</sup> ja sademäärän poikkeama normaalista

Table 2. Effective temperature summations<sup>1)</sup> and rainfall in the period May-Aug. 1963, expressed as deviations from the normal

Kocpaikka Locality	Leveys- aste Lat.	Tehoisan lämpötilan summan poikkeama normaalista °C Deviation of effective temperature summation from the normal, °C					Sademäärän poikkeama normaalista mm Deviation of rainfall from the normal, mm				
		V	VI	VII	VIII	V-VIII	V	VI	VII	VIII	V-VIII
Tikkurila .....	60°18'	+124	+30	± 0	+47	+201	-24	-16	-33	+34	-39
Tammisto .....	60°17'	+112	+27	- 3	+40	+176	-27	-27	-12	+43	-23
Jokioinen .....	60°44'	+109	+15	-16	+24	+132	- 1	-21	-16	+55	+17
Mietoinen .....	60°38'	+100	+12	-18	+15	+109	-11	-27	-25	+59	- 4
Peipohja .....	61°17'	+105	+21	-25	+21	+122	- 5	+ 5	-10	+37	+27
Anjala .....	60°42'	+115	- 9	-15	+28	+119	-12	- 7	-13	+ 5	-27
Pälkäne .....	61°20'	+105	+ 9	-28	+22	+108	-12	-30	-24	+15	-51
Leteensuu .....	61°04'	+121	+24	-10	+19	+154	- 5	-21	-11	+25	-12
Kuusa <sup>2)</sup> .....	62°27'	+143	-12	-21	+16	+126	+ 9	-17	-56	+ 8	-56
Maaninka .....	63°09'	+124	-21	-47	+ 3	+ 59	+ 8	-34	- 7	+66	+33
Ylistaro .....	62°55'	+114	-30	-56	+19	+ 47	- 3	-31	-37	+29	-42
Apukka .....	66°35'	+140	-36	-68	+12	+ 48	+ 6	+ 9	-15	-13	-13

<sup>1)</sup> 5°C yläpuolella olevien päivittäisten lämpöasteiden summa — Sums of daily temperature degrees above 5°C

<sup>2)</sup> Luonetjärven (lev. 62°24', n. 15 km Kuusasta) mittausten mukaan — From measurements at Luonetjärvi (lat. 62°24', about 15 kilometres from Kuusa)

### Lämpö- ja sadeolot kasvukautena 1963

Eri koepaikoilla vallinneet lämpö- ja sadeolot kasvukauden aikana käyvät selville taulukosta 2.

Kasvukauden 1963 lämpöolot olivat suotuisat. Toukokuu oli kaikkialla maassa poikkeuksellisen lämmin, 3—4° yli normaalin. Pohjois-Suomessa toukokuun lämpötila poikkesi normaalista eniten. Kesäkuun lämpötiloissa oli vähäisiä vaihteluita eri puolilla maata. Yleensä oli lämpötila Etelä-Suomessa suotuisampi kuin keski- ja pohjoisosissa Suomea. Heinäkuu oli koko maassa normaalia viileämpi, kun taas elokuun lämpötila oli joko normaali tai sitä jonkin verran korkeampi.

Sadeoloissa oli kasvukautena 1963 melkoisia vaihteluita. Suurimmassa osassa maata kasvu-kuukausien sademäärä oli alle normaalin. Toukokuun vähäsateisuus häytti myöhäisten kylvöjen orastumista erityisesti Etelä-Suomen savimailla.

Kasvukauden varsin edullisista lämpöoloista johtui, että viljat tuletuivat jo aikaisin elokuulla ja että myöhäinen Svenno-kevätehänä ehti ainakin Etelä-Suomessa täysin tuleentua. Kun elokuun sademäärä oli suurimmassa osassa Etelä- ja Keski-Suomea normaalia runsaampi, eivät korjuusajat olleet kaikkialla suotuisia. Niinpä Lounais-Suomessa oli tähkäidäntään havaittavissa.

### Tulokset

Keväällä 1963 ennen kylvöä suoritettiin kylvettävillä heikko- ja hyväitoisilla kevätehnäerillä laboratoriossa orastumiskokeita, joissa tutkittiin maalajin (hiekkä, hietamulta, savi) ja kylvösyvyyden (2 ja 4 cm) vaikutusta orastumiseen. Kokeet osoittivat, että savella ja syvää (4 cm) kylvöä käytettäessä oli orastuminen heikoin. Svenno-vehnän orastumiskokeiden tuloksia valaisee seuraava asetelma:

	Hyväitoinen vehnä		Heikkoitoinen vehnä	
	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm
Hiekkä .....	89	89	74	69
Hietamulta ....	90	85	81	72
Savi .....	77	76	76	61

Näiden Kasvinviljelylaitoksella suoritettujen laboratorioskokeiden tulokset viittaavat siihen, että maalajilla ja kylvösyvyydellä saattaa olla

Taulukko 3. Maalaji, kylvöpäivä, oraitten laskentapäivä ja orastumistulokset eri koepaikoilla  
 Table 3. Soil type, sowing date, and emergence of cereals at the various trial localities

Koepaikka Trial locality	Maalaji Soil type	Kylvetty Sowing date	Oraat laskettu Date examined	Oraitten lukumääää kpl/jm — Emergence results (seedlings/metre)															
				Kevätvehnä — Spring wheat						Kaura — Oats						Ohra — Barley			
				Hyvä Good		Huono Poor seed		Hyvä Good		Huono Poor seed		Hyvä Good		Huono Poor seed		Hyvä Good		Huono Poor seed	
				700	950	700	950	600	850	600	850	500	750	500	750	500	750	500	750
Tikkurila	Hietasavi (HtS) Loamy clay	9—10/5	21/5	82	85	62	31	66	88	66	34	55	61	44	26				
»	Hietasavi (mHtS) Loamy clay	14/5	21/5	95	107	75	36	62	87	58	34	56	62	41	22				
Tammisto	Liejusavi (LjS) Muddy clay	11/5	4/6	76	92	64	42	63	79	60	37								
Jokioinen	Aitosavi (mAS) Heavy clay	16/5	4—6/6	112	109	86	58	96	113	71	45	82	91	59	30				
Mietoinen	Aitosavi (mAS) Heavy clay	14/5	30/5—1/6	92	114	81	50	68	90	60	36	55	86	52	24				
Peipohja	Hietta (KHt) Finesand	18/5	4—5/6	106	145	92	57	83	92	67	42	65	87	58	26				
Anjala	Savi (HsS/AS) Clay	15/5	4/6	126	121	99	70												
Pälkäne	Hiesu (htHs) Silt	11/5	27—28/5	97	138	96	67	88	92	82	46								
Letcensuo	Mutasuo (Lct) Carex peat	8/5	8/6					53	60	41	24								
»	Rahkasuo (Sct) Sphagnum peat	25/5	8/6					30	35	28	17								
Kuusa	Hiesu (Hs) Silt	22/5	8/6					72	92	66	35								
Maaninka	Hietta (HHt) Finesand	14/5	5/6					96	132	97	59	87	136	92	53				
Ylistaro	Liejusavi (LjS) Muddy clay	11/5	6/6					72	88	66	43								
Apukka	Morreni (hrMr) Moraine	16/5	1/6									86	113	73	41				
Keskin.				98	114	82	51	71	87	64	38	69	91	60	32				
Average				100	116	84	52	100	122	90	55	100	132	87	46				
Suhdeluvut																			
Relative																			

Taulukko 4. Kevätviljojen versominen  
Table 4. Tillering of spring cereals

Kylvösiemenen laatu <i>Seed quality</i>	Kevätvehnä (3 koetta) <i>Spring wheat (3 trials)</i>		Kaura (4 koetta) <i>Oats (4 trials)</i>		Ohra (2 koetta) <i>Barley (2 trials)</i>	
	Kylvömäärä <i>Seeding rate</i>	Versoja <i>Tillers</i>	Kylvömäärä <i>Seeding rate</i>	Versoja <i>Tillers</i>	Kylvömäärä <i>Seeding rate</i>	Versoja <i>Tillers</i>
	kpl/m <sup>2</sup> <i>no./m<sup>2</sup></i>	kpl/yks. <i>per plant</i>	kpl/m <sup>2</sup> <i>no./m<sup>2</sup></i>	kpl/yks. <i>per plant</i>	kpl/m <sup>2</sup> <i>no./m<sup>2</sup></i>	kpl/yks. <i>per plant</i>
Hyvä — <i>Good</i> .....	700	1.0	600	1.8	500	2.0
Huono — <i>Poor</i> .....	950	1.0	850	1.5	750	1.8
» .....	700	1.1	600	1.8	500	2.1
» .....	450	1.2	350	2.3	250	2.7

huomattava vaikutus orastumiseen pelto-oloissa. Tikkurilassa todettu kevätiljojen suhteellisen heikko orastuminen johtune seillä käytetystä melko syvästä kylvöstä.

#### *Orastuminen pellossa*

Suurin osa kokeista kylvettiin normaaliin aikaan toukokuun puolivälissä. Aikaisimmat kylvöt suoritettiin Tikkurilassa 9 ja 10/5, myöhäisimmät Leteensuolla turvemailla 25 ja 28/5. Kaikissa kokeissa määritettiin orastuminen laskemalla oraiden luku juoksumetriä kohti. Oraat laskettiin yleensä kesäkuun alkuvuikolla (taul. 3). Orastumisessa oli sängen huomattavia eroja eri koepaikkojen kesken. Orastuminen oli suhteellisen suotuisaa Jokioisissa, Anjalassa, Peipohjassa, Maaningalla ja Apukassa. Maaningalla orastuivat heikkoitoinen kaura ja ohra kylvömäärien mukaisesti eli yhtä hyvin kuin mittarina käytetyt hyvätoiset erät. Heikointa oli orastuminen Leteensuolla, Tikkurilassa ja Tammissossa.

Huonoituisella siemenellä saatiin harvempi kasvusto kuin mittarina olevalla hyvällä siemenellä, vaikka pinta-alayksikölle oli kylvetty yhtä monta orastuvaa jyvää (taulukko 3). Heikkoitoisten erien keskimääräinen orastuminen oli mittarin kylvömääriä vastaavissa koejäsenissä kevätkuonalla 16 %, kauralla 10 % ja ohralla 13 % heikompi kuin vastaavilla mittarierillä. Suurimpia kylvömääriä käytettäessä saavutettiin kaikilla viljalajeilla mittarierää suurempi oraiden tiheys, kevätkuonalla keskim. 16 %, kauralla 22 % ja ohralla 32 % mittaria parempi.

Heikkoitoista siementä on siis käytettävä suhteellisesti enemmän kuin laboratoriossa suoritettut orastumismääritykset edellyttävät, jotta käytännön olosuhteissa päästäisiin pellossa samaan orastihyteen kuin hyvää siementä käytettäessä.

#### *Versominen*

Kokeista tehtiin versomishavaintoja erällä koepaikoilla, kevätkuonasta Jokioisissa, Peipohjassa ja Pälkäneellä, kaurasta edellisten lisäksi Ylistarossa, ohrasta Jokioisissa ja Peipohjassa. Tulosten keskiarvot on esitetty taulukossa 4.

Kauran ja ohran versominen oli huomattavasti runsaampaa kuin kevätkuonasta. Versomuodostus oli kääntäen verrannollinen kylvömäärään, toisin sanoen kasvuston tiheyteen. Kasvuston tiheyden pienetessä kevätkuonasta pyrkivät käyttämään syntyneen tilan hyödykseen muodostamalla lisää versoja. Versominen korvasi siis ainakin osaksi kasviyksilöiden vähentämisen.

#### *Kasvuston korkeus ja lakoutuminen*

Siemenen laadulla ei näytä olleen vaikutusta kasvuston korkeuteen. Sen sijaan kasvuston harveneminen lisäsi korren pituutta. Tämä oli havaittavissa kevätkuonasta ja ohrassa mutta ei kaurassa (taulukko 5).

Eri koepaikoilla viljakasvuston korkeus oli huomattavan erilainen. Pisimmäksi kehittyivät kevätkuonasta Peipohjassa, jossa kevätkuonasta korkeus oli keskim. 89 cm, kauran 81 cm ja ohran 77 cm. Matalakasvuisinta vilja oli Mietoisissa,

Taulukko 5. Kevätviljojen korkeus  
Table 5. Height of spring cereals

Kylvösiemenen laatu Seed quality	Kevätvehnä (5 koetta) Spring wheat (5 trials)		Kaura (8 koetta) Oats (8 trials)		Ohra (3 koetta) Barley (3 trials)	
	Kylvösmäärä Seeding rate	Korkeus Height	Kylvösmäärä Seeding rate	Korkeus Height	Kylvösmäärä Seeding rate	Korkeus Height
	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	cm	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	cm	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	cm
Hyvä — Good . . . . .	700	68	600	59	500	51
Huono — Poor . . . . .	950	65	850	59	750	49
» . . . . .	700	67	600	60	500	51
» . . . . .	450	70	350	60	250	55

Taulukko 6. Kevätviljojen lakoutuminen Peipohjan kokeissa  
Table 6. Lodging of spring cereals at Peipohja

Kylvösiemenen laatu Seed quality	Kevätvehnä Spring wheat		Kaura Oats		Ohra Barley	
	Kylvösmäärä Seeding rate	Lakoa Lodging	Kylvösmäärä Seeding rate	Lakoa Lodging	Kylvösmäärä Seeding rate	Lakoa Lodging
	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	%	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	%	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	%
Hyvä — Good . . . . .	950	85	850	64	750	50
» . . . . .	700	66	600	52	500	59
» . . . . .	450	42	350	37	250	51
Huono — Poor . . . . .	950	79	850	54	750	42
» . . . . .	700	54	600	56	500	45
» . . . . .	450	31	350	29	250	40

jossa kevätvehnä oli keskim. 55 cm, kaura 36 cm ja ohra 35 cm korkeata.

Lakoutumista ei sanottavammin esiintynyt vuonna 1963. Ainoastaan Peipohjan kokeissa ja Apukan ohra- sekä Ylistaron kaurakokeissa se oli huomattava. Taulukossa 6 nähdään vain Peipohjan kokeista tehtyjen havaintojen tulokset.

Kylvömäärän pienetessä lakoutuminen yleensä väheni. Poikkeuksena oli kauran kaksi suurinta huonon siemenen määrää ja ohran sekä hyvän että huonon siemenen kaksi suurinta määrää. Kahdella pienemmällä siemenmäärällä kylvösiemenen vähentäminen merkitsi kaikissa tapauksissa lakoisuuden vähenemistä.

Lakoutuminen oli yleensä voimakkaampaa hyvällä kuin vastaavalla huonolla siemenellä kylvetyillä koeruuduilla. Olihan kasvuston tiheyskin suurempi edellisillä.

Apukassa tehdyt havainnot ohran lakoutumisesta vahvistavat Peipohjan tuloksia; Ylistarossa ei sen sijaan havaittu eroja eri koejäsenten välillä.

### Jyväsato

Jyväsadot eri koepaikoilta on koottu taulukkoon 7. Samaan taulukkoon on merkitty myös mittarin kasvuajat. Useimmissa kokeissa merkittiin kaikki koejäsenet samaan aikaan tuleentuneiksi, joten kylvösiemenen laadulla ja kylvömäärällä ei ollut yleensä vaikutusta tuleentumiseen. Eri koepaikoilla oli kevätvehnän kasvu-aika 93—109, kauran 82—110 ja ohran 89—112 päivää.

Alhaisimmat ha-sadot saatiin Mietoisissa, mikä johtui sekä maalajista (aitosavi) että kesä-heinäkuun sateiden niukkuudesta. Peipohjassa taas olivat kevätvehnän ja ohran sadot suuremmat kuin muilla koepaikoilla, koska sadetta saatiin riittävästi ja kasvustot muodostuivat reheviksi. Myös kaurasadot olivat Peipohjassa runsaat, joskin Leteensuon mutasuolla kauran jyväsato ylitti Peipohjassa saadun.

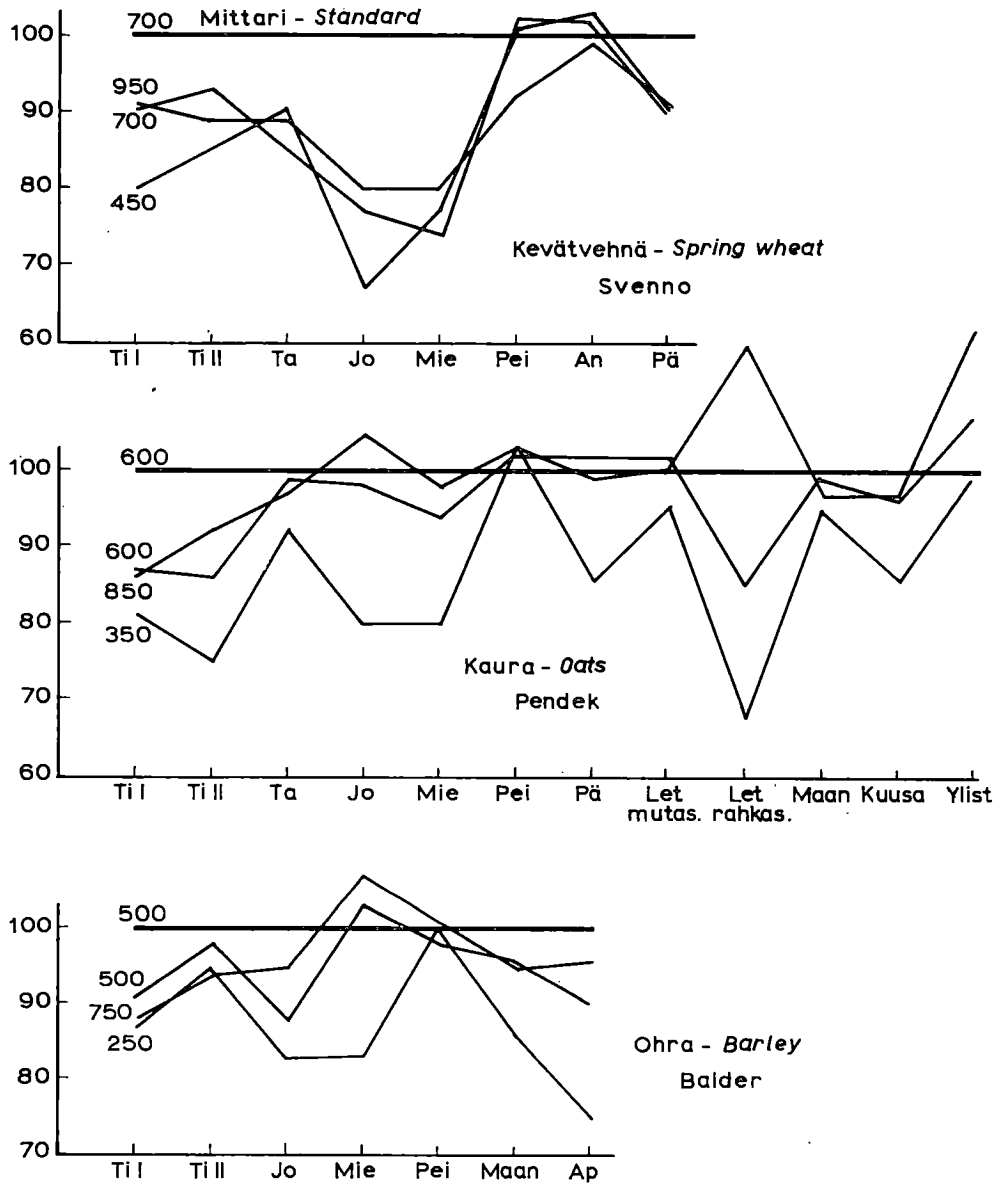
Kevätvehnä kokeissa oli kylvösiemenen heikkoitoisuuden satoa vähentävä vaiku-

Taulukko 7. Kevätviljojen jyväsadot ja mittarin kasvuaika  
 Table 7. Grain yields of cereals and growing time of standard

Kylvösiemen Quality and sowing rate	Tikkurila I	Tikkurila II	Tammisto	Jokioinen	Mie-toinen	Peipohja	Anjala	Pälkäne	Leteisuus		Maaninka	Kruusa	Ylistaro	Apukka	Keskim. Average
									muuraso Carex peat	rakkasuo Sphagnum peat					
Kevätvehnä Svenno — Spring wheat Svenno															
Hyvä .....	3 480	2 680	2 310	2 540	1 370	3 650	2 985	3 590							2 830
Good .....	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100							=100
Huono .....	91	89	89	80	80	92	99	91							89***
Poor .....	700	93	85	77	74	102	102	90							89***
	450	85	90	67	77	101	103	90							87**
Mittarin kasvuaika — Growing time of standard															
	96	93	100	102	100	109	93	97							
Kaura Pendek — Oats Pendek															
Hyvä .....	3 170	3 310	2 730	3 210	1 530	4 910	3 920	6 280	1 600		4 690	3 010	4 210		3 550
Good .....	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100		=100	=100	=100		=100
Huono .....	86	92	97	104	98	103	99	100	116		97	97	118		101°
Poor .....	600	87	99	98	94	102	102	102	85		99	96	107		96°
	350	81	92	80	80	103	86	95	68		95	86	99		87***
Mittarin kasvuaika — Growing time of standard															
	85	82	95	87	84	101	84	99	97		101	84	110		
Ohra Balder — Barley Balder															
Hyvä .....	3 830	3 700	5 000	3 170	1 130	5 000					3 140			4 820	3 540
Good .....	=100	=100	=100	=100	=100	=100					=100			=100	=100
Huono .....	88	94	101	95	107	101					95			96	97°
Poor .....	500	91	98	88	103	98					96			90	95*
	250	87	95	83	83	100					86			75	87**
Mittarin kasvuaika — Growing time of standard															
	89	91		93	92	101					94			112	

° = ei merkitsevä — not significant  
 \* = merkitsevä — significance P ≥ 95.0 %  
 \*\* = » » P ≥ 99.0 %  
 \*\*\* = » » P ≥ 99.9 %

Suhdel.  
Relat.



Kuva 1. Kevätviljojen suhteelliset jyväsadot hyvätoisella (mittari) ja heikkoitoisella kylvösiemenellä eri koepaikoilla kasvukautena 1963 (vrt. taul. 7).

Fig. 1. Relative grain yields of spring cereals sown with normal (standard) and poorly germinating seed at different experiment stations in Finland, 1963 (compare Table 7).

tus varsin selvä. Mittariin verrattuna heikoimmat sadot saatiin Mietoisissa ja Jokioisissa aitosavimaasta, parhaat Peipohjassa ja Anjalassa. Kylvömäärän ollessa 700 orastuvaa jyvää m<sup>2</sup>:lle olivat heikoimmat sadot 23—26 % mittarin satoa huonommat, kun taas samansuuruista kyl-

vömäärää käytettäessä Peipohjassa ja Anjalassa saatiin heikkoitoisella siemenellä samansuuruiset sadot kuin mitä hyvätoinen mittari antoi. Keskimäärin antoi heikkoitoinen siemen (700 kpl/m<sup>2</sup>) 11 % pienemmän jyväsadon kuin mittari. Tulokset osoittavat myös, että heikkoitoisen siemenen

erisuuruksilla kylvömäärillä oli varsin vähäinen vaikutus sadon suuruuteen. Vaikka kylvömäärää lisättiin 36 % (kylvömäärä 950 kpl/m<sup>2</sup>), jyväsato ei lisääntynyt, ja keskimäärin lähes samansuuruinen sato saatiin myös pienimmällä siemenmäärällä (450 kpl/m<sup>2</sup>). Heikkoitoisen kevätvehnän siemenen kylvösiemenarvo riippuu paljon siitä, kuinka suotuisissa kasvuoloissa kevätvehnää viljellään. V. 1963 järjestetyissä kokeissa antoivat heikkoitoisen siemenen kaikki koejäsenet keskimäärin merkitsevästi heikomman jyväsadon kuin mittari.

**Kaurakokeissa** saatiin heikkoitoisella siemenellä suhteellisesti parempia jyväsatoja kuin kevätvehnäkokeissa. Kylvömäärän ollessa 600 orastuvaa jyvää m<sup>2</sup>:lle saatiin heikkoitoisella kauralla keskimäärin samansuuruinen sato kuin mittarierällä, sillä satoero oli vain 4 %. Suurinta siemenmäärää käytettäessä (850 kpl/m<sup>2</sup>) heikkoitoinen kaura antoi useimmilla koepaikoilla täysin samansuuruisen sadon kuin mittari, kun sen sijaan pienin siemenmäärä (350 kpl/m<sup>2</sup>) osoittautui riittämättömäksi (jyväsato keskimäärin 13 % pienempi). Heikkoitoisella siemenellä saatiin mittarin kylvömäärää vastaavasta koejäsenestä heikoin sato Tikkurilassa ja Leteen-suon rahkasuolla.

**Ohrakokeissa** tulos oli samansuuntainen kuin kaurakokeissa. Mittaria vastaava heikkoitoisen siemenen koejäsen (500 kpl/m<sup>2</sup>) antoi keskimäärin vain 5 % pienemmän jyväsadon, ja useilla koepaikoilla (Mietoinen, Peipohja, Maa-

ninka) ei todellista satoeroa ollut. Siemenmäärän lisäys 50 %:lla (750 kpl/m<sup>2</sup>) ei juuri lisännyt jyväsatoa. Toisaalta pienin siemenmäärä (250 kpl/m<sup>2</sup>) osoittautui riittämättömäksi, sillä heikkoitoinen ohra antoi tällöin keskimäärin 13 % pienemmän jyväsadon kuin mittari.

*Tulosten perusteella näyttää siltä, että hyväitoisen kauran ja ohran siemenen puutteessa voidaan heikkoitoista (jopa n. 65 %:sesti orastuvaa) kylvösiementä käyttää jyväsatojen siitä kärsimättä. Ilmeisesti olisi syytä lisätä heikkoitoisen siementavaran kylvömääriä jonkin verran, ehkä n. 10 % siitä, mitä laboratoriossa suoritettu orastumismääritys edellyttää. Kevätvehnän kylvösiemenen laatu on sen sijaan sadon kannalta tärkeämpi, sillä runsaallakaan siemenmäärällä ei heikkoitoisen kevätvehnän satoa pystytty näissä kokeissa parantamaan. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava lisäksi huomioon, että kokeissa käytetyn kevätvehnän siemenen orastuminen (72 %) oli parempi kuin kauran (65 %) ja ohran (63 %). Heikkoitoista kevätvehnän siementä kylvöön käytettäessä se olisi kylvettävä huolellisesti muokattuun ja hyvin lannoitettuun maahan, jotta saataisiin tarpeeksi tiheä kasvusto.*

### Jyvän koko

Suoritetuissa kokeissa on pyritty selvittämään myös sadon laatua lähinnä 1000 jyvän painon määrittäyksillä, koska voidaan olettaa, että erilainen kasvuston tiheys kuvastuu myös

Taulukko 8. Kevätviljojen 1 000 jyvän painot  
Table 8. 1 000-grain weights of spring cereals

Kylvösiemenen laatu Seed quality	Kevätvehnä (8 koetta) Spring wheat (8 trials)		Kaura (12 koetta) Oats (12 trials)		Ohra (7 koetta) Barley (7 trials)	
	Kylvömäärä Seeding rate	1000 j.p.g. 1000-grain weight g	Kylvömäärä Seeding rate	1000 j.p.g. 1000-grain weight g	Kylvömäärä Seeding rate	1000 j.p.g. 1000-grain weight g
	kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>		kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>		kpl/m <sup>2</sup> no./m <sup>2</sup>	
Hyvä — Good . . . . .	700	36.7	600	32.4	500	41.6
Huono — Poor . . . . .	950	35.7*	850	32.1°	750	40.7*
» . . . . .	700	37.4°	600	33.1°	500	42.5*
» . . . . .	450	38.6***	350	33.3*	250	43.2***

° = ei merkitsevä — not significant  
\* = merkitsevyys — significance P ≥ 95.0 %  
\*\* = » » P ≥ 99.0 %  
\*\*\* = » » P ≥ 99.9 %

jyvän koossa. Yhdistelmä suoritetuista 1000 jyvän painon määrityksistä on koottu taulukoon 8. Tulokset osoittavat, että kaikilla viljalajeilla kylvösiemenen määrän pienenemisestä aiheutui korjatun sadon jyväkoon suureneminen. Tämä johtui viljayksilöiden keskinäisen kilpailun

pienenemisestä kasvuston harvetessa. Aikaisemmin (taulukko 3) totesimme, että heikkoitoisten erien orastuminen oli mittarin kylvömäärää vastaavilla koejäsenillä heikompi kuin mittari-erillä. Myös tästä johtuva kasvuston harveneminen näkyi jyväkoon suurenemisena.

### Tulosten tarkastelua

Suomessa kevätiljoilla suoritetuissa kylvömääräkokeissa on yleensä käytetty normaalisti itäviä siemeniä. Kasvinviljelylaitoksella on jo aikaisemmin suoritettu viljelykokeita heikkoitoisilla erillä ja eräitä tuloksia kaurakokeista on aikaisemmin julkaistu (VALLE 1958). Käytettäessä kylvöön hyvästä ja huonosta kylvösiemenestä yhtä monta orastuvaa jyvää pinta-alayksikölle on yleensä hyväitoisella siemenellä saatu runsaampia satoja.

Kevättalvella 1963 käsiteltiin meillä edellisen katokesän takia lukuisissa kirjoituksissa kevätiljojen kylvöön liittyviä ongelmia. KÖYLJÄRV (1963) oli 1962 järjestänyt eri kevätehnälajikkeilla yhdistetyn kylvömäärä- (280, 230 ja 180 kg/ha) ja typpilannoituskokeen (0, 200 ja 400 kg Nos/ha). Lannoitusta lisättäessä väheni eri kylvömäärien keskinen satoero. Pienen siemenmäärän käytön edellytyksenä on huolellinen muokkaus, voimakas lannoitus ja rikkaruohojen torjunta.

TAINIO (1962) selostaa ohralla ja kauralla kiinteillä koekentillä suoritettujen yhdistettyjen kylvömäärä- (135 ja 270 kg/ha) ja N-lannoituskokeiden tuloksia. Näissäkin kokeissa oli nousevalla N-lannoituksella edullinen vaikutus kasvuston tihentymiseen. Erityisesti kaurasta saatiin pienellä siemenmäärällä varsin runsaita satoja.

Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla (ANTTINEN 1963) on suoritettu useita arvokkaita koesarjoja, joissa on tutkittu erisuuruisten kylvömäärien vaikutusta satoon lannoituksen voimakkuuden vaihdellessa. Kevätehnäkokeissa vuosina 1938, 1939 ja 1941 käytettiin viittä eri kylvömäärää (170, 200, 230, 260 ja 290 kg/ha) ja kahta eri N-lannoitusta (150 ja 300 kg Nks/ha). Heikosti

versovasta kevätehnästä on saatu runsaimmat sadot suurilla kylvömäärillä. Kauralla vuosina 1959—62 suoritetuissa kylvömääräkokeissa (100, 150, 200 kg/ha), joissa lannoituksen voimakkuus vaihteli (0, 400 ja 800 kg/ha Oulun Y-lannosta), todettiin, että lannoituksen lisääntyessä kylvömäärien keskinen satoero pienentyi. Voimakasta lannoitusta käytettäessä voitiin kylvömääriä haittata vähentää.

Keväällä 1963 järjestetyt, tässä tutkimuksessa selostetut kokeet heikkoitoisen kevätiljan kylvösiemenarvon selvittämiseksi ovat varsin arvokkaat sen takia, että kaikilla koepaikoilla käytettiin kylvöön samoja viljaeriä. Kun kasvuolot eri koepaikoilla huomattavasti vaihtelivat sekä maalajin että kasvukauden sääolojen suhteen, antavat tulokset hyvän kuvan mahdollisuuksista käyttää kylvösiemenenä hyvinkin heikkoitoista siementavaraa normaalilaatuisen kylvösiemenen puutteessa.

Kuten taulukossa 7 esitetyt tulokset osoittavat, saatiin kaikista kevätiljoista heikkoitoisen siemenen pienimmällä kylvömäärällä 13 % pienempi jyväsato kuin mittarista. Kun erällä koepaikoilla käytettiin myös hyvästä kylvösiemenestä useita kylvömääriä (samoja kuin heikkoitoisista eristä), voidaan näiden tulosten perusteella tarkastella, kuinka suuria satoja voidaan saada, jos käytetään hyväitoisesta siementavarasta mittarikoejäsenen kylvömäärää suurempia ja pienempiä siemenmääriä. Tuloksia on esitetty 4 kevätehnäkokeesta ja 6 kaurakokeesta taulukossa 9.

Sekä kevätehnän että kauran osalta voidaan todeta, että hyväitoista kylvösiementä käytettäessä on kylvömäärillä ollut sangen vähäinen vaikutus jyväsatoihin. Pienimmillä siemenmää-

Taulukko 9. Kevätviljojen jyväsadot ja mittarin kasvu aika  
 Table 9. Grain yields of cereals and growing time of standard

	Tammisto	Microinen	Peipohja	Pälkäne	Kuusa	Ylistaro	Keskim. Average
Kevätvehnä Svenno — <i>Spring wheat Svenno</i>							
Hyvä ..... 950	94	86	92	103			94
Good .....							
» ..... 700	2 310	1 370	3 650	3 590			2 730
	=100	=100	=100	=100			=100
» ..... 450	97	82	108	97			96
Huono ..... 950	89	80	92	91			88
Poor .....							
» ..... 700	85	74	102	90			88
» ..... 450	90	77	101	90			90
Mittarin kasvu aika — <i>Growing time of standard</i>							
	100	100	109	97			
Kaura Pendek — <i>Oats Pendek</i>							
Hyvä ..... 850	104	100	101	105	101	111	104
Good .....							
» ..... 600	2 730	1 530	4 910	3 920	3 010	4 210	3 390
	=100	=100	=100	=100	=100	=100	=100
» ..... 350	97	89	105	97	91	99	96
Huono ..... 850	97	98	103	99	97	118	102
Poor .....							
» ..... 600	99	94	102	102	96	107	100
» ..... 350	92	80	103	86	86	99	91
Mittarin kasvu aika — <i>Growing time of standard</i>							
	95	84	101	84	101	110	

rillä on sekä kevävehnästä että kaurasta saatu keskimäärin vain 4 % pienempi jyväsato kuin mittarin siemenmäärillä, kun taas suurimmalla siemenmäärällä kevävehnä antoi keskimäärin 6 % pienemmän ja kaura 4% suuremman jyväsadon kuin mittari. Hyväitoista kylvösiementä käytettäessä voidaan sadon huomattavasti pienentymättä vähentää kylvömääriä, mutta huonoitoista kylvösiementä käytettäessä kovin pieni

kylvömäärä johtaa sadon varsin voimakkaaseen vähenemiseen.

Kun kevävehnän sato heikkoitoista kylvösiementä käytettäessä väheni huomattavasti kaikissa kylvömääräluokissa, tarkastellaan seuraavassa vielä heikon kevävehnän siemenen käytön taloudellisuutta nyt saatujen tulosten perusteella:

	Kylvömäärä		Siemenen hinta		Jyväsato		Sadon arvo		Nettosadon arvo
	Kpl/m <sup>2</sup>	kg/ha	mk/kg	mk/ha	kg/ha	sl.	mk/kg	mk/ha	mk/ha
Hyvä .....	700	358	0,90 <sup>1)</sup>	322	2 000 <sup>4)</sup>	100	0,60 <sup>3)</sup>	1 200	878
Huono .....	950	409	0,65 <sup>2)</sup>	266	1 780	89	0,60	1 068	802
» .....	700	301	0,65	196	1 780	89	0,60	1 068	872
» .....	450	194	0,65	126	1 740	87	0,60	1 044	918

1) Hyvin itävän kevävehnän siemenen hinta huhtik. 1965 n. 0,90 mk/kg

2) Huonosti itävän kevävehnän siemenen (leipävilja) hinta huhtik. 1965 n. 0,65 mk/kg.

3) Leipäviljan perushinta syksyllä 1965 arviolta 0,60 mk/kg

4) Jyväsadoksi käytännön viljelykseltä hyvällä siemenellä oletettu 2 000 kg/ha.

Vaikka heikkoitoista kylvösiementä käytettäessä keväthehnan jyväsato jäikin yli 10 % pienemmäksi kuin hyväitoista siementä käytettäessä, oli taloudelliselta kannalta yhdentekevää, kylvettiinkö hyvää siementä vaiko orastumista vastaava määrä heikkoitoista, leipäviljan arvoista siementä. Paras taloudellinen tulos kokeessa saatiin pienimmällä siemenmäärällä, mutta käytännön kannalta tuntuu kuitenkin uskalialta käyttää näin pientä kylvömäärää, koska kasvuolot talousviljelyksillä ovat yleensä heikommat kuin kenttäkokeissa. Harva keväthehnaikasvusto ei myöskään tuleennu yhtä tasaisesti kuin tiheydeltään normaali.

Kuten sivulla 122 on selostettu, olivat kokeissa käytetyt normaalikokoisen ja hyväitoisen (95 %) siementavaran kylvömäärät mittarien osalta seuraavat: Svenno-keväthehna 295 kg/ha, Pendek-kaura 220 kg/ha ja Balder-ohra 226 kg/ha.

### Tiivistelmä

Kokeiden tarkoituksena oli selvittää heikosti itävien kevätiljaerien kylvösiemenarvoa.

Kokeet suoritettiin seuraavilla kylvösiemenillä: Svenno-keväthehna, hyväitoisen siemenen orastuminen 88 % (1000 jyvän paino 45.0 g), huonoitoisen 70 % (31.0 g); Pendek-kaura, hyväitoisen siemenen orastuminen 93 % (38.9 g), heikkoitoisen 65 % (34.4 g); Balder-ohra, hyväitoisen siemenen orastuminen 89 % (42.3 g), heikkoitoisen 63 % (37.0 g). Käväthehnan kylvömäärät olivat 950, 700 ja 450 orastuvaa jyvää m<sup>2</sup>:lle, kauran 850, 600 ja 350 kpl sekä ohran 750, 500 ja 250 kpl/m<sup>2</sup>. Vertailu suoritettiin hyväitoisiin kevätiljaeriin keväthehnan siemenmäärän ollessa 700, kauran 600 ja ohran 500 kpl/m<sup>2</sup>. Kokeita suoritettiin 12 eri koepaikalla. Kokeiden tulokset olivat seuraavat:

1. Hyväitoinen siemen orastui pellossa paremmin kuin huonoitoinen, vaikka orastumismääritusten perusteella oli kylvetty yhtä monta orastuvaa jyvää pinta-alayksikölle.

2. Oraiden luku juoksumetrillä oli suoraan verrannollinen kylvömääriin. Eri koepaikoilla oli orastumisessa suuria vaihteluja.

Kun keväthehnan heikkoitoisella kylvösiemenellä saatiin sekä normaalia suuremmilla että pienemmällä siemenmäärillä yhtä heikkoja satoja, on keväthehnan viljelyssä siementavaran hyvää itävyyttä pidettävä erittäin tärkeänä hyvän sadon edellytyksenä.

Kaurasta ja ohrasta saadut tulokset taas viittaavat siihen, että varsin heikkoitoisillakin siemenillä voidaan saada täysin tyydyttäviä satoja käyttämällä normaaleja kylvömääriä, kun vain siemenmäärää laskettaessa otetaan huomioon itävyys tai orastuminen sekä 1000 jyvän paino. Heikkoitoista siementä käytettäessä on kuitenkin kiinnitettävä erikoista huomiota maan huolelliseen muokkaukseen, runsaaseen lannoitukseen ja sopivaan kylvösyvyyteen. Myöskään maalajin vaikutusta orastumiseen pellossa ei ole unohdettava.

3. Kauran ja ohran versominen oli huomattavasti runsaampaa kuin keväthehnan. Versonmuodostus oli kääntäen verrannollinen kylvömäärään.

4. Siemenen laadulla ja määrällä ei ollut vaikutusta kasvuikaan.

5. Jyväsadot muodostuivat yleensä hyväitoista kylvösiementä käytettäessä paremmiksi kuin huonoitoista kylvösiementä käytettäessä. Käväthehnanlilla satoerot olivat suurimmat. Kun hyvä- ja heikkoitoista siementä kylvettiin yhtä monta orastuvaa jyvää hehtaarille, huonon siemenen aiheuttama jyväsadon vähennys oli keskimäärin keväthehnanlilla 11 %, ohralla 5 % ja kauralla 4 %. Vain vehnällä ja ohralla satoerot olivat merkitsevät.

6. Siemenmäärän alentaminen pienimpään kokeessa käytettyyn määrään aiheutti jokaisella viljalajilla erittäin merkitsevän jyväsadon alenuksen (kaikki lajit huomioon otettuina keskimäärin 13 %).

7. Käväthehnanlilla ei huonon kylvösiemenen eri kylvömäärien välillä ollut merkitsevää eroa jyväsadoissa. Sen sijaan huonoitoisen kauran ja ohran suurimmat kylvömäärät antoivat parempia satoja, samansuuruisia kuin hyväitoinen mittari.

## KIRJALLISUUTTA

ANTTINEN, O. 1963. Kevätviljojen kylvösiemenmääristä. Koetoim. ja käyt. 20: 9—10.

KÖYLJÄRVI, J. 1963. Voidaanko kevätevehnän siemenmäärää pienentää. Kylvösiemen 1963, 1: 18—20.

TAINIO, A. 1962. Kylvösiemenmäärän ja lannoituksen välisestä suhteesta. Koetoim. ja käyt. 19: 43—44.

VALLE, O. 1958. Kokemuksia hallavuoden jälkeen keväällä 1957 käytetyn siemenkauran kylvösiemenarvosta. Maatalous 51: 29—31.

## SUMMARY

### The value of poorly germinating spring cereals as seeding stock

OTTO VALLE and TIMO MELA

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

Owing to the partial crop failure in Finland in 1962, it was necessary the following spring to sow spring cereals with seed having very poor germination. Therefore trials were carried out in 1963 in 12 different localities to determine the value of such poor seed as compared with normal seed of the same varieties. There were 8 trials with spring wheat (Svenno), 12 with oats (Pendek) and 7 with barley (Balder).

The emergence of the cereals was: normally germinating spring wheat (1000-grain weight 45.0 g) 88 %, poorly germinating seed (31.0 g) 70 %; normal oat seed (38.9 g) 93 %, poor seed (34.4 g) 65 %; normal barley seed (42.3 g) 89 %, poor seed (37.0 g) 63 %. The different sowing rates used were: spring wheat 950, 700 and 450 viable seeds per m<sup>2</sup>, oats 850, 600 and 350, and barley 750, 500 and 250 seeds per m<sup>2</sup>. Comparisons were made with normally germinating seed lots sown at rates of 700 per m<sup>2</sup> for wheat, 600 for oats and 500 for barley (Table 1). The following results were obtained:

1. Even though the same amounts of viable seed per m<sup>2</sup> were sown, normal seed emerged better than poorly germinating seed (Table 3).
2. The number of seedlings per row metre was directly proportional to the sowing rate. There were large

variations in emergence between the different localities.

3. Oats and barley tillered much more abundantly than wheat. Tillering was inversely proportional to the sowing rate (Table 4).
4. The quality and sowing rate of the seed had no effect on the growing time.
5. In general, the grain yields were higher when normally germinating seed had been planted than when poorly germinating seed was used. When the sowing rate of viable seed was identical, poor-quality seed resulted in yield reductions of 11 % for wheat, 5 % for barley and 4 % for oats. The differences for wheat and barley were significant (Table 7).
6. The lowest sowing rates of poorly germinating seed caused a great drop in yield, amounting to about 13 % for all the cereals.
7. There were no significant differences in grain yield between the different sowing rates of poorly germinating wheat seed. On the other hand, the highest rates of poor oat and barley seed gave yields as high as those of the standard.

THE PASSAGE OF FLUID, CERTAIN MINERAL ELEMENTS,  
AND VOLATILE FATTY ACIDS FROM THE RETICULO-  
RUMEN OF THE COW

MARTTI LAMPILA

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

Received May 5, 1965

An abundant flow of fluid through the reticulo-rumen is of evident importance for the microbial digestion of foodstuffs in the forestomachs. This concerns especially the flow of saliva, the alkaline constituents of which effectively buffer the rumen contents against the pH-lowering effect of the acids constantly being formed as a result of microbial fermentation.

Using polyethylene glycol (PEG) as reference substance, SPERBER *et al.* (1956) found that the passage of rumen fluid through the reticulo-omasal opening in a 530-kg cow amounted to 150—170 litres during a 24-hour period. Such a large flow appeared to be possible only if the salivary secretion were much more abundant than had been supposed from the results of previous investigations (cited by MANGOLD 1929, pp. 117—118). In comparison with the latter figures, those calculated by BAILEY (1961 b) are about threefold. Accordingly, the secretion of buffering mineral substances must be con-

sidered to be greater than previously supposed.

The purpose of the present work was not to determine the rate of flow of saliva directly, but rather to obtain preliminary data on the approximate rate of passage of rumen fluid and its dissolved mineral constituents via the reticulo-omasal orifice. By measuring the flow with the aid of polyethylene glycol, it was thought possible to calculate — with certain reservations — the rate of flow of saliva and its mineral constituents. The latter feature is particularly interesting and also necessary as regards feeding measures which could be taken to increase the neutralization of the rumen contents. Such improved neutralization is evidently important in view of the observation that the pH values in the rumen are often lower than the optimum for fermentation (LAMPILA 1964). A preliminary report of these investigations has been published earlier (LAMPILA and POIJÄRVI 1959).

#### Methods

*Experimental animals and their feeding.* — The animals used were two fistulated Ayrshire cows with live weights of 559 kg (Tupu) and 564 kg

(Ulu). Table 1 shows the daily rations received by each cow; the rations were given in two equal portions at 12-hour intervals. In Table 2 are

Table 1. Composition of the experimental diets (kg/day)  
*Taulukko 1. Koedieettien kokoonpano (kg/vrk.)*

Ingredients	Cow Tupu	Cow Ulpu
Hay (mainly timothy) .....	5	5
Protein concentrate mixture (Hankkija I) <sup>1)</sup> .....	1.3	1.3
Wheat bran .....	4	8
Mineral mixture (Hankkija I) <sup>2)</sup> .....	0.1	0.1

1) Composition: dry matter 91.8 %, crude fat 3.8 %, crude protein 45.0 %, crude fiber 10.5 %, nitrogen free extract 25.0 %, ash 7.5 %.

2) Contents: Ca 27.0 %, P 8.8 %, NaCl 4.0 %, plus trace elements of Cu, Co and J.

Table 2. Approximate consumption of five mineral elements (g/day)  
*Taulukko 2. Viiden kivennäisalkuaineen likimääräinen syönti (g/vrk.)*

Cow	K	Na	Ca	Mg	P
Tupu .....	136	13	55	29	76
Ulpu .....	180	15	61	47	125

given the approximate amounts of mineral elements in the daily diet of the cows. Water was freely available.

*Dosage of polyethylene glycol.* — The reference substance used was the product »Polyaethylen-glykol 4000 pract.» manufactured by Fluka AG. The dosage was 60 grams, given in three 20-g portions 18, 12 and 6 hours before the first rumen sampling, which was done just before the beginning of the morning feed. Each 20-g portion was dissolved in 1/2 litre water, and the solution was led by means of a rubber tube through the fistula opening into the lower part of the rumen.

*Sampling and preparation of samples.* — On each occasion three samples of the rumen fluid (50—150 ml) were taken. One consisted of the liquid expressed from the ingesta in the upper part of the rumen. The other two were taken from the lower part of the rumen, one from the base of the ventral part and the other from

the lower forepart of the dorsal sac. The exact location of these sampling points is described in an earlier study (LAMPILA 1964, pp. 28—29). The samples were centrifuged at 4000 r.p.m. for 20 minutes with a Wifug centrifuge, type H.

*Determination of PEG.* — A turbidimetric method introduced by HYDEN (1956) was used. The turbidity was measured with a Unicam spectrophotometer at 480 mμ, using 18 mm cuvettes.

*Determination of mineral elements.* — Fluid samples were centrifuged, and measured portions of the supernatant were evaporated to dryness and incinerated. Determinations were then made of K, Na, Ca, Mg and P by procedures previously described (LAMPILA 1964, pp. 53—54).

*Determination of total volatile fatty acids.* — The steam distillation method of FRIEDEMANN (1938) was used, as described earlier (LAMPILA 1964, p. 29).

## Results

*The passage of fluid.* — Figures 1 and 2 present logarithmically the lowering of the PEG concentration in the rumen during the 12-hour inter-feeding period. The figures also show the

linear regression equations calculated from the experimental results. The two equations are:

$$\text{Fig. 1 } y = -0.0468x + 2.4999$$

$$\text{Fig. 2 } y = -0.0748x + 2.4312$$

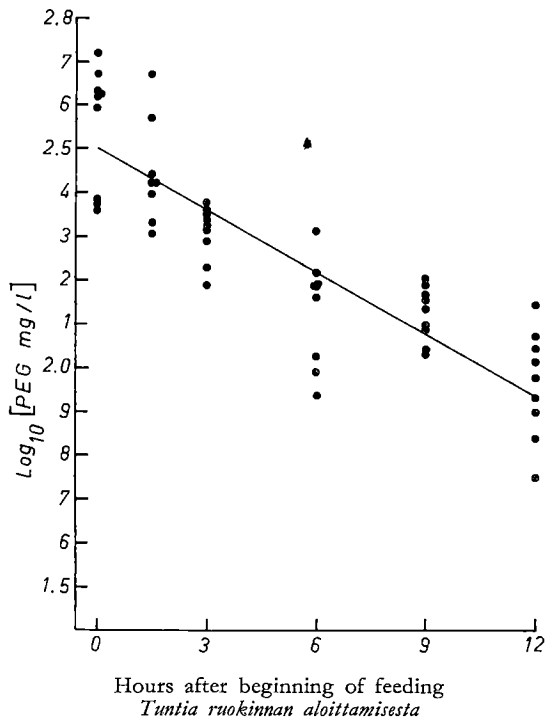


Fig. 1. Lowering of the PEG concentration in the rumen fluid of the cow Tupu during the period between two feedings. Results of three series of experiments are summarised.

*Kuva 1. PEG-konsentraation aleneminen Tupun pötsinesteessä kahden ruokintakerran välisenä aikana. Kolmen koesarjan tulosten yhdistelmä.*

The linear correlation, whose coefficients are (Fig. 1)  $r = -0.863$  and (Fig. 2)  $r = -0.946$ , is highly significant ( $P < 0.001$ ). Comparison of the mean squares of the regression line with the error mean square estimated from the replicates indicates that any higher-degree regression equation in the former case would have fitted the material slightly better. In the latter case, a higher-degree regression would not have been significantly better.

Assuming that the decrease in PEG concentration occurs exponentially as described above, the passage of fluid through the rumen was calculated from the formula

$$z = z_0 \cdot e^{-\frac{k}{v} \cdot x}$$

where  $z$  = concentration of PEG (mg/l) at time  $x$ ,  $z_0$  = concentration of PEG at time  $x = 0$ ,

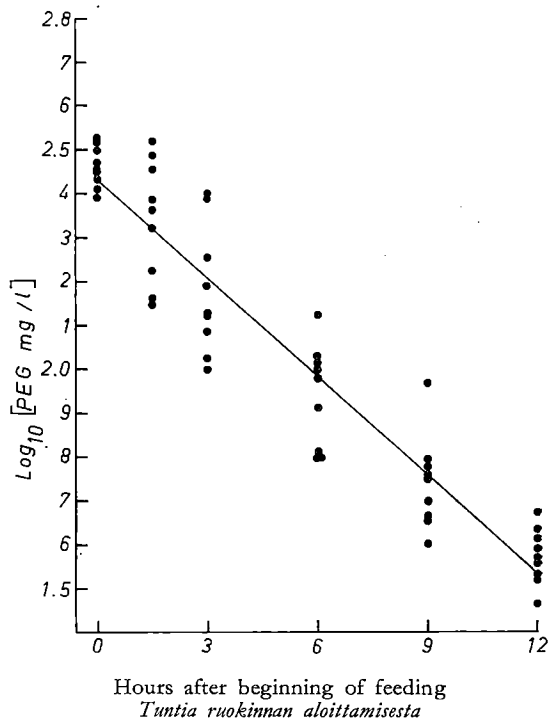


Fig. 2. Lowering of the PEG concentration in the rumen fluid of the cow Ulpu during the period between two feedings. Results of three series of experiments are summarised.

*Kuva 2. PEG-konsentraation aleneminen Ulpun pötsinesteessä kahden ruokintakerran välisenä aikana. Kolmen koesarjan tulosten yhdistelmä.*

$e$  = base of natural logarithm,  $k$  = fluid flow (litres/hour) and  $v$  = volume of fluid in the rumen (litres). Since neither the volume of fluid nor any changes in this value were measured, only the value  $\frac{k}{v}$  could be computed from the results, so that the absolute value for the passage of fluid was dependent upon the value of  $v$ .

The value of  $\frac{k}{v}$  in the cow Tupu (Fig. 1) was 0.108 and in Ulpu (Fig. 2) 0.172. Assuming that the passage of fluid proceeds at about the same rate during both day and night, the total passage during a 24-hour period was  $24 \times 0.108 = 2.59$  times the volume of rumen fluid in the first cow and  $24 \times 0.172 = 4.13$  times in the second. Assuming the volume of rumen fluid to average 50 litres in both cows, the fluid passage during 24 hours was 129.5 litres in Tupu and 206.5 litres in Ulpu.

Table 3. The concentrations (mg/l) of five mineral elements in the centrifuged fluid samples taken from different parts of the rumen of cow TUPU at different times after beginning of feeding

Taulukko 3. Viiden kivennäisalkunainen konsentraatiot (mg/l) Tupun pötsimestessä määrättyinä näyttöistä, jotka otettiin sisällön eri osista eri ajanjakobina ruokinnan aloittamisesta lükien ja jotka emen analyointia sentrifugoititiin

Hours after beginning of feeding	Sampled parts of the rumen	K			Na			Ca			Mg			P		
		Actual values	Average of a, b, c-values	Average of two a, b, c-averages	Actual values	Average of a, b, c-values	Average of two a, b, c-averages	Actual values	Average of a, b, c-values	Average of two a, b, c-averages	Actual values	Average of a, b, c-values	Average of two a, b, c-averages	Actual values	Average of a, b, c-values	Average of two a, b, c-averages
0	a) Upper .....	1 594			2 747			80.2			144.9			686		
	b) Lower .....	1 333	1 431		2 966	2 824	72.7	78.6	117.7	125.8	117.7	125.8	653	674		
	c) Lower forward..	1 365		1 697	2 759	2 530	2 481	59.3	87.2	73.0	114.8	135.5	682	674	674	642
3	a) Upper .....	2 053			2 362			133.9			242.7			786		
	b) Lower .....	1 916	1 962		2 141	2 235	101.6	84.2	153.2	184.0	153.2	184.0	634	674		
	c) Lower forward..	1 916		1 852	2 203	2 305	2 172	86.6	97.3	77.0	156.1	150.5	602	674	671	587
6	a) Upper .....	1 793			2 584			121.8			191.2			735		
	b) Lower .....	1 838	1 742		2 399	2 375	93.0	89.8	163.9	166.7	163.9	166.7	695	667		
	c) Lower forward..	1 594		1 665	2 141	2 434	2 303	67.3	83.8	66.5	144.9	142.8	572	667	667	604
9	a) Upper .....	1 556			2 465			85.0			147.4			663		
	b) Lower .....	1 613	1 588		2 546	2 492	74.5	72.9	144.9	144.3	144.9	144.3	703	667		
	c) Lower forward..	1 594		1 540	2 465	2 576	2 586	65.7	67.5	60.9	140.6	122.6	635	667	652	625
12	a) Upper .....	1 517			2 626			72.1			122.9			655		
	b) Lower .....	1 517	1 492		2 644	2 659	60.4	52.9	109.0	111.9	109.0	111.9	641	637		
	c) Lower forward..	1 441		1 689	2 707	2 461	2 386	56.1	84.0	69.4	104.6	137.9	614	637	666	615
Averages for the period				1 689	1 627	2 461	2 386		84.0	69.4	153.5	137.9		666	615	

Table 4. The concentrations (mg/l) of five mineral elements in the centrifuged fluid samples taken from different parts of the rumen of cow ULPU at different times after beginning of feeding

Taulukko 4. Viiden kivennäisalkuaineen konsentraatiot (mg/l) Ulpuun pötsimestessä määritettyinä näyttyistä, jotka otettiin sisällön eri osista eri ajankohdina ruokinnan aloittamisesta lükäten ja jotka ennen analysointia sentrifugoitiin

Hours after beginning of feeding	Sampled parts of the rumen	K			Na			Ca			Mg			P		
		Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages	Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages	Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages	Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages	Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages
0	a) Upper .....	2 202	2 124		2 433			52.1	42.0		162.9			755		
	b) Lower .....	2 061	2 108		2 334	2 395		32.1			133.8	146.1		705	733	
	c) Lower forward..	2 108		2 334	2 418	2 120	1 928	41.7		65.4	58.1	200.2	174.6	738		778
3	a) Upper .....	2 775			2 092			112.2			340.5			1 032		
	b) Lower .....	2 452	2 543		1 736	1 845		79.4	88.7		214.5	254.2		722	822	
	c) Lower forward..	2 401		2 328	1 707	1 767	1 632	74.5		83.5	207.7		232.1	712		778
6	a) Upper .....	2 505			1 905			108.2			279.2			911		
	b) Lower .....	1 916	2 112		1 602	1 688		64.1	78.3		174.6	210.0		642	733	
	c) Lower forward..	1 916		2 075	1 556	1 834	1 744	62.5		72.6	176.1		197.5	645		682
9	a) Upper .....	2 101			2 012			84.2			211.6			803		
	b) Lower .....	2 007	2 038		1 996	1 980		56.1	66.8		170.2	185.0		724	749	
	c) Lower forward..	2 007		1 974	1 931	2 033	2 036	60.1		56.8	173.2		162.2	719		708
12	a) Upper .....	2 053			2 035			48.1			160.5			703		
	b) Lower .....	1 838	1 910		2 078	2 085		47.3	46.8		128.9	139.3		650	667	
	c) Lower forward..	1 838		2 141				44.9			128.4			647		
Averages for the period				2 178	2 075	1 939	1 835		69.6	60.1	198.0	173.0		751	692	

The passage of mineral elements and volatile fatty acids. — As a basis for calculations on the passage of mineral elements and volatile fatty acids, the mean concentrations of these substances in the rumen fluid during the 12-hour inter-feeding period were used. Tables 3 and 4 show the concentrations of 5 mineral elements in samples taken at 3-hour intervals; furthermore the averages for each inter-sampling period and for the entire period are also given. The average values

were calculated not only for the three sampling points, but also separately for the lower forepart of the rumen, since the data for this part were assumed to give a better picture in certain respects of the concentrations of constituents in the fluid entering the omasum.

The same procedure was used for computing the mean concentrations of volatile fatty acids, as shown in Table 5.

Table 5. The concentration (me./l) of volatile fatty acids in the rumen fluid at different times after beginning of feeding  
Taulukko 5. Haihtuvien rasvahappojen konsentraatio (me./l) pötsinesteessä eri ajankohdina ruokinnan aloittamisesta lukien

Hours after beginning of feeding	Sampled parts of the rumen	Cow Tupu				Cow Ulpu			
		Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages	Average of two c-values	Actual values	Average of a-, b-, c-values	Average of two a-, b-, c-averages	Average of two c-values
0	a) Upper .....	116.6	99.9	103.3	93.3	121.0	93.0	101.9	82.3
	b) Lower .....	95.7				80.1			
	c) Lower foreward..	92.5				77.8			
3	a) Upper .....	132.5	106.6	108.8	97.3	149.0	110.7	110.5	96.5
	b) Lower .....	93.1				96.2			
	c) Lower foreward..	94.1				86.8			
6	a) Upper .....	133.3	111.0	109.7	98.0	130.2	110.3	108.5	99.8
	b) Lower .....	99.2				94.7			
	c) Lower foreward..	100.4				106.1			
9	a) Upper .....	143.7	108.4	96.9	86.8	139.0	106.7	96.5	85.3
	b) Lower .....	85.9				87.7			
	c) Lower foreward..	95.5				93.5			
12	a) Upper .....	105.0	85.3			106.5	86.3		
	b) Lower .....	72.9		75.4					
	c) Lower foreward..	78.0		77.0					
Averages for the period				104.7	93.9			104.4	91.0

Table 6. The passage of mineral elements (grams) in the fluid from the rumen, calculated for 24 hours and an average fluid volume of 50 litres in the reticulo-rumen

Taulukko 6. Kivennäisalkuaineiden poistuminen pötsistä nesteessä (grammoina) laskettuna 24 tuntia ja 50 litran keskimääräistä nestevolymyä kohti

Element	Cow Tupu		Cow Ulpu	
	Calculated from the average concentrations for		Calculated from the average concentrations for	
	3 sampling points	lower foreward part	3 sampling points	lower foreward part
K .....	219	211	450	428
Na .....	319	309	400	379
Ca .....	11	9	14	12
Mg .....	20	18	41	36
P .....	86	80	155	143

Table 6 presents the results showing the passage of mineral elements obtained by multiplying the average concentration of each element by the volume of liquid. Table 7 gives the corresponding values for the passage of volatile fatty acids. These calculations were made assuming that in the rumens of both cows the average volume of fluid was 50 litres, in which case the passage of fluid as determined with the aid of PEG was 129.5 litres in 24 hours for the cow Tupu and 206.5 litres for Ulpu.

Table 7. The passage of volatile fatty acids (equivalents in the fluid from the rumen, calculated for 24 hours and an average fluid volume of 50 litres in the reticulo-rumen  
*Taulukko 7. Haihtuvien rasvahappojen poistuminen pötsistä nesteessä (ekvivalentteina) laskettuna 24 tuntia ja 50 litran keskimääräistä nestevolyymiä kohti*

Cow	Calculated from the average concentration for	
	3 sampling points	lower foreward part
Tupu .....	13.56	12.16
Ulpu .....	21.56	18.79

## Discussion

*The passage of fluid.* — The correctness of the calculations on the passage of fluid are highly dependent upon the accuracy with which the volume of rumen fluid can be measured or estimated. In the present preliminary study the volume was not measured, so that the results are best expressed per unit volume of the fluid. The calculations were based, however, on an assumed volume of 50 litres, since later investigations now being carried out have indicated this to be the approximate volume of rumen fluid in animals of similar size.

The volume estimated above may be too small, since according to the data of MÄKELÄ (1956, Appendices 2, 3) it may considerably exceed 50 litres. Possible variations in the fluid volume during the interval between feedings make it difficult to estimate the average volume, when this is attempted on the basis of determinations at fixed times. Another difficulty is that the PEG determinations are somewhat inaccurate, since the distribution of this compound between the free fluid and that bound to the ingesta may be uneven. This phenomenon was indicated by the results of BROBERG (1960, p. 36), in which the addition of ground grain to the PEG solution caused an increase in its concentration. Similar results were obtained in the present studies.

Despite the above limitations in the accuracy of the determinations, the difference between the two cows in the passage of fluid in the rumen is distinct. A similar difference, although

smaller, is also seen when the passage is calculated per kilogram of air-dry food eaten, which amounted to 12.6 litres in Tupu and 14.4 litres in Ulpu.

*The passage of mineral elements.* — In comparison with the amounts ingested as well as in terms of equivalents, the passage of sodium out of the rumen was most abundant. This result is to be expected, since normally sodium is the most plentiful mineral element in the saliva. Although much more potassium was contained in the fodder than sodium, only Ulpu showed a slightly greater passage of potassium than sodium on a weight basis. In this cow the amount of potassium leaving the rumen was about 2½ times that in the food, which indicates that a large amount of this element was brought into the rumen with the saliva. In comparison with the other cow the relative amount of potassium was also greater, which can be explained by the observations that there is a very definite negative correlation between the Na and K contents in the saliva, the sum of these ions remaining relatively constant (DOBSON *et al.* 1960; BAILEY and BALCH 1961).

Calculated on the basis of the figures from the lower forepart of the rumen, the total equivalents of Na and K leaving the rumen per 50 litres of fluid were about 18.8 in Tupu and 27.4 in Ulpu. The ratio between the two cows is approximately the same as in the amount of fluid leaving the rumen, so that the liquid flow, and accordingly the abundance of saliva,

apparently play an important role in influencing the amounts of these mineral elements. It appears questionable whether neutralization of acids can be effectively improved by feeding these minerals in quantities greater than usual as basic salts, unless at the same time their combined concentration in the saliva can be raised and possibly also the secretion of saliva increased.

The average concentration of sodium in the rumen fluid was 17 % below the mean value for saliva in the studies of BAILEY (1961 b). If, on the basis of this figure, estimations are made of the average Na levels in the saliva of the cows in the present investigations, and also of the quantities of saliva in which an amount of Na corresponding to passage (minus that in the food) is secreted into the rumen, figures of 103 litres for Tupu and 165 for Ulpu are obtained. The total passage was correspondingly 27 and 42 litres greater. In later trials with animals of similar weight, the water consumption on a diet of dry feeds ranged from 26 to 48 litres in a 24-hour period (calculated from a 12-hour trial period), so that the figures for salivary secretion appear consistent with the total passage of fluid.

In the studies of BAILEY and BALCH (1961) the sum of sodium and potassium in the saliva averaged about 166 me./l. When the level of Na was less than 120 me./l. — as in the present study — the sum was slightly smaller, about 160 me./l, on the average. Using this latter figure, it is also possible to compute the amounts of saliva which would have to be secreted in order that the total amounts of Na and K in both the saliva and the ingested food would correspond to the amounts of these elements leaving the rumen. Values of 98 litres for Tupu and 148 for Ulpu are obtained, figures which show that the proportion of drinking water in the fluid is slightly larger than that in the previous calculation. By determining the amount of water consumed and the mineral content of the food, as has been done in subsequent studies, it is possible to verify the calculations on salivary secretion. It is naturally a drawback that the

amounts of water entering or leaving the rumen directly through the wall of this organ cannot be determined. However, the present calculations gave values for the secretion of saliva which are in agreement with those presented by BAILEY (1961 a).

Because of the low concentrations of calcium and magnesium in the rumen fluid (Tables 3, 4), they apparently play only a minor role in the neutralization of acids. Calcium, particularly, passed out of the rumen in the fluid in amounts definitely smaller (Table 6) than were present in the daily rations (Table 2). Since both these elements are also introduced into the rumen via the saliva (McDOUGALL 1948; PHILLIPSON and MANGAN 1959), the discrepancy between the amounts entering and leaving the rumen in solution becomes even greater. Absorption through the rumen wall may take place, but the main cause is apparently the low solubility, especially of calcium salts, with the result that the bulk of this element passes through the rumen in insoluble form. The presumably greater solubility of magnesium salts in the rumen is probably responsible for the fact that its concentration in the rumen fluid and its passage out of the rumen in dissolved form are much greater — both by weight and especially equivalently — than those of calcium. The maximum concentrations of magnesium in the upper part of the rumen after feeding are high enough to merit attention as a partial factor in neutralization.

The quantities of phosphorus passing out of the rumen in the fluid (Table 5) were greater in both cows than the amounts ingested in the fodder (Table 2). The difference is quite small, however, especially if comparison is made on the basis of the values from the lower forepart of the rumen. It is probable that the amount of phosphorus secreted by the saliva was larger than the above difference (for concentrations of mixed saliva see e.g. BAILEY and BALCH 1961), and that some of the phosphorus passed through the rumen in insoluble form.

*The passage of volatile fatty acids.* — As in the case of the mineral elements, the calculations

regarding the passage of volatile fatty acids depend upon whether the basis for the computations comprises all three sampling points or only the average values for the lower forepart. The latter values are invariably lower, although the differences for sodium and potassium are small. The consistently higher concentrations of acids and calcium and magnesium in the upper part of the rumen seem to be the main factor raising the three-point averages. Since only one of the three sampling points was situated in the upper part, the average value obtained is obviously not representative of the contents as a whole, but is presumably somewhat lower than the true value.

However, in the present study, the above factor has virtually no practical significance, since the concentrations of the lower forepart seem to be most suitable as bases of calculation. It is, of course, possible that absorption from the reticulum as well as the arrival of saliva cause lowering of certain concentrations at the reticulo-omasal opening. It is just as possible, on the other hand, that the higher concentrations in the contents of the upper part have the opposite effect, because the opening is located above the sampling point. However,

owing to the proximity of these two points and to the mobility of the fluid, it does not appear probable that any appreciable differences in concentration occur between them.

Even though the values for the lower forepart were used as a basis for calculating the results in Table 7, it is warrantable to conclude that the passage of volatile fatty acids into the omasum is quite abundant. The absorption there is considerable too, as the concentration of acids in the abomasum has been found to be very low (BADAWY *et al.* 1958; CONRAD *et al.* 1956).

The more ample diet of Ulpu (Table 1) had virtually no influence on the average concentration of volatile fatty acids as compared with Tupu on a smaller ration. Consequently the difference in the passage of acids between these two cows was entirely dependent upon the volume of fluid. It thus appears that in making judgements concerning the effect of various kinds of diets on the total production of acids, a comparison of concentrations alone is not adequate, but in addition to the sampling point (LAMPILA 1964) consideration must also be taken of possible differences in the volume of fluid passing through the rumen.

### Summary

A preliminary investigation was carried out on two fistulated cows, using polyethylene glycol as indicator to determine the passage of fluid through the reticulo-rumen. On the basis of the magnitude of fluid passage and its average concentrations, the passage out of the rumen of volatile fatty acids and five mineral elements was calculated.

The average passage of fluid per hour in the two cows in a 12-hour period was 0.108 and 0.172 times the volume of rumen fluid. Assuming the average fluid volume of the reticulo-rumen to be 50 litres, the total passage was computed to be 129.5 and 206.5 litres in 24 hours. The corresponding amounts of food consumed by the two cows were 5 kg hay + 5.3 kg

concentrates and 5 kg hay + 9.3 kg concentrates, respectively.

On the basis of the calculated total fluid passage and the average concentrations in the lower forepart, volatile fatty acids in amounts of 12.16 and 18.79 equivalents passed out of the rumen in 24 hours. The difference between the values is entirely due to the difference in magnitude of the fluid passage, the concentration being about the same in the two cows. Evaluation of the effect of different diets on acid production cannot therefore be based exclusively on comparisons of concentrations.

Calculations made in the same way on the passage of mineral elements indicated that the abundant secretion of sodium and potassium

in the saliva plays the most pronounced rôle in the neutralization of acids in the reticulo-rumen. Computed from their concentrations in the lower forepart of the rumen contents, the combined amount of these two elements passing through the rumen was 18.8 and 27.4 equivalents in 24 hours. The difference between the two cows is chiefly due to differences in the magnitude of the fluid passage.

Only a small proportion of the calcium in the food passed through the rumen in soluble form and thus it cannot be important in neutral-

ization. Relative to the amounts consumed, the concentration of magnesium in the rumen fluid and its passage through the rumen in soluble form were greater than in the case of calcium. The quantity of phosphorus leaving the rumen in solution was approximately the same as that in the food.

*Acknowledgement.* — The author wishes to express his deep gratitude to Mr. Tauno Moisio, Mag. Phil., for valuable help with the mathematical treatment of the results.

### REFERENCES

- BADAWY, A. M. & CAMPBELL, R. M. & CUTHBERTSON, D. P. & MACKIE, W. S. 1958. Further studies on the changing composition of the digesta along the alimentary tract of the sheep. 2. Volatile fatty acids and energy relative to lignin. *Brit. J. Nutrition* 12: 384—390.
- BAILEY, C. B. 1961 a. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 3. The rate of secretion of mixed saliva in the cow during eating, with an estimate of magnitude of the total daily secretion of mixed saliva. *Ibid.* 15: 443—451.
- »— 1961 b. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 4. The relationship between the concentrations of sodium, potassium, chloride and inorganic phosphate in mixed saliva and rumen fluid. *Ibid.* 15: 489—498.
- »— & BALCH, C. C. 1961. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 2. The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cow during rest. *Ibid.* 15: 383—402.
- BROBERG, G. 1960. Acute overeating with cereals in ruminants. Dissertation. Lovisa, Finland.
- CONRAD, H. R. & HIBBS, J. W. & POUNDEN, W. D. 1956. Absorption of rumen volatile fatty acids from the forestomachs of young dairy calves fed high roughage rations. *J. Dairy Sci.* 39: 97—98.
- DOBSON, A. & KAY, R. N. B. & MCDONALD, I. 1960. The relation between the composition of parotid saliva and mixed saliva in sheep during the induction of sodium deficiency. *Res. vet. Sci.* 1: 103—110.
- FRIEDEMANN, T. E. 1938. The identification and quantitative determination of volatile alcohols and acids. *J. Biol. Chem.* 123: 161—184.
- HYDEN, S. 1956. A turbidimetric method for the determination of higher polyethylene glycols in biological materials. *Ann. Agric. Coll. Sweden* 22: 139—145.
- LAMPILA, M. 1964. Volatile fatty acids, pH and microbial activity in the rumen contents of the cow. *Ann. Agric. Fenn.* 3, Suppl. 3.
- »— & POIJÄRVI, I. 1959. The formation of volatile fatty acids in the rumen contents of cows *in vivo* and *in vitro*. *J. Sci. Agric. Soc. Finland* 31: 315—320.
- MANGOLD, E. 1929. *Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere.* II. Verdauung und Ausscheidung. Berlin.
- MCDUGALL, E. I. 1948. Studies on ruminant saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J.* 43: 99—109.
- MÄKELÄ, A. 1956. Studies on the question of bulk in the nutrition of farm animals with special reference to cattle. *Acta agr. fenn.* 85: 1—139.
- PHILLIPSON, A. T. & MANGAN, J. L. 1959. Bloat in cattle. XVI. Bovine saliva: The chemical composition of the parotid, submaxillary, and residual secretions. *N. Z. J. Agric. Res.* 2: 990—1001.
- SPERBER, I. & HYDEN, S. & EKMAN, J. 1956. Studies in ruminant digestion. Contribution to VIIth Intern. Congr. Animal Husbandry. Madrid, May 23—June 1: 113—136.

## SELOSTUS

### Nestevirtaus ja sen mukana tapahtuva liuenneiden kivennäisaineiden sekä haihtuvien rasvahappojen poistuminen pötsi-verkkomahasta

MARTTI LAMPILA

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos, Tikkurila

Kirjoituksessa on selostettu kahdella fistelilehmällä suoritettua alustavaa koetta, jossa polyetyylenglykolia indikaattoriaineena käyttäen määritettiin liuoksen kulku pötsi-verkkomahan kautta. Liuoksen määrään ja sen keskimääräisiin konsentraatioihin perustuen laskettiin haihtuvien rasvahappojen ja viiden kivennäisalkuaineen kulkeutuminen liuoksessa pötsistä eteenpäin.

Nesteen kulku oli koelehmillä 12-tuntisen koejakson aikana keskimäärin 0.108 ja 0.172 kertaa pötsin nestevolymin suuruinen tunnissa. Arvioiden pötsi-verkkomahan keskimääräisen nestevolymin 50 litraksi laskettiin virtauksen kokonaismäärän olleen 129.5 ja 206.5 litraa 24 tunnissa. Lehmien päivittäin syömät rehumäärät olivat vastaavasti 5 kg heinää + 5.3 kg väkirehua ja 5 kg heinää + 9.3 kg väkirehua.

Lasketun kokonaisvirtauksen ja sisällön etu-alaosan keskimääräisten konsentraatioiden mukaan poistui haihtuvia rasvahappoja liuoksen mukana 12.16 ja 18.79 ekvivalenttia 24 tunnissa. Poistumisen ero lehmien välillä johtui kokonaan nestevirtauksen suuruuserosta kon-

sentraatioiden ollessa samaa luokkaa. Happojen muodostumista koskevia dieettien välisiä vertailuja tehtäessä eivät konsentraatiot siten näytä yksinään riittävän arvosteluperusteeksi.

Kivennäisalkuaineiden kulkeutumisesta samoin tehtyjen laskelmien perusteella oli pääteltävissä, että syljen mukana tulevan natriumin ja kaliumin erityksen runsaus vaikuttaa olennaisesti happojen neutraloimiseen pötsi-verkkomahassa. Sisällön etu-alaosan konsentraatioista laskettuna niiden poistuminen oli yhteensä noin 18.8 ja 27.4 ekvivalenttia 24 tunnissa. Ero lehmien välillä johtui ensi sijassa nestevirtauksen eri suuruudesta.

Kalsiumia poistui liuoksen mukana vain pieni osa rehuissa tulleista määristä ja sen merkitys neutralointitekijänä oli vähäisin. Tämä johtui nähtävästi sen suolojen heikosta liukoisuudesta. Syötyyn määrään verrattuna oli magnesiumin konsentraatio pötsinesteessä korkeampi ja poistuminen liuoksessa vastaavasti runsaampi kuin kalsiumin. Fosforia poistui liuoksessa likipitään samat määrät kuin sitä oli tullut pötsiin rehuissa.

## VILJAVUUSANALYYSIEN TULOSTEN ILMOITUSTAPA JA TULKINTA

Summary: **Interpretation of soil testing results**

MARTTI KURKI, ESKO LAKANEN, OSMO MÄKITIE,  
MIKKO SILLANPÄÄ ja JOUKO VUORINEN<sup>1)</sup>

Maatalouden tutkimuskeskus  
Tikkurila

Viljavuuspalvelu Oy  
Helsinki

Saapunut 1. 6. 1965

Aloitettaessa viljavuustutkimuksen käytäntöön soveltamista Suomessa laajamittaisesti vuosina 1947—1948 pidettiin tärkeänä, että sen tulosten ilmaisutavan oli oltava mahdollisimman kansanomainen, koska oli kysymys uudesta asiasta, josta pyrittiin levittämään tietoa kaikkiin maatalouspiireihin. Näin päädyttiin ilmoittamaan viljavuustulokset käytännön maanviljelijäin tuntemina konkreettisina ilmauksina — eri lannoitteita painomäärinä hehtaaria kohden (kg/ha ja tn/ha). Viljavuustutkimuksen alkuvaikeuksien voittamisessa ja sen myöhemmän läpimurron auttajana on tällä kansanomaisuudella ollut varmasti huomattava merkitys.

Kun Suomen pelloista nyt jo yli neljänneksellä on suoritettu viljavuustutkimus ja viljavuus-

tutkimuksen merkitys on yleisesti tunnettu, eivät em. näkökohdat enää ole ratkaisevia. Sen sijaan kuluneiden vuosien aikana mm. lannoitealalla tapahtunut kehitys antoi aiheen harkita viljavuusanalyysien ilmoitustavan muuttamista siten, että

- 1) tulokset ilmoitetaan alkuaineina (Ca, P ja K) aikaisemmin tiettyinä lannoitteina (CaCO<sub>3</sub>, Psf ja K<sub>40</sub>) laskettujen määrien sijasta, ja
- 2) pitoisuudet ilmoitetaan milligrammoina litrassa maata eikä tn/ha ja kg/ha.

Maantutkimuslaitoksen ja Viljavuuspalvelu Oy:n taholta tehtiinkin asiasta perusteltu esitys, jonka toimeenpaneminen jäi Maatalouden tutkimuskeskuksen maaajaoston ja sen nimittämän toimikunnan tehtäväksi.

### Muutosten perustelut

Tulosten ilmoittamista alkuaineina puoltavat mm. seuraavat seikat: Lannoitteiden käytössä on kehitys johtanut yhä enenevässä määrin seoslannoitteisiin, ja samanaikaisesti on pyrkimyksenä siirtyä entistä ravinnepitoisempiin lannoitteisiin. Viljavuusanalyysien tulosten ilmoittaminen edelleen erillisinä yksityisiä lannoitteita vastaavina

<sup>1)</sup> Maatalouden tutkimuskeskuksen maaajaoston asettama toimikunta, puh.joht. M. Sillanpää.

määrinä olisi omiaan hidastamaan tätä tervettä kehitystä ja aiheuttamaan uusien lannoitteiden kohdalla tulkintavaikeuksia.

Hivenravinteita koskeva viljavuustutkimus on voimakkaasti alkanut ja siirtynyt tutkimustoiminnan piiristä eräiden hivenaineiden kohdalla myös käytännön sovellutuksiksi. Hivenaineet on alunperin ilmoitettu alkuaineina. Sama koskee magnesiumia, ja myös typpi ilmoitetaan alku-

aineena (N) riippumatta siitä, onko kysymyksessä ammonium- vai nitraattityppi. Yhdenmukaisuus vaatii, että kaikkien pääravinteiden kohdalla noudatetaan samaa ilmoitustapaa.

Maan ravinnepitoisuuksien ilmoittaminen oksideina on yksi välimuoto lannoitteina ja alkuaineina ilmoittamisen välillä. Tähän ilmoittamistapaan siirtymiseen ei ole riittävä syytä, koska sekin olisi omiaan aiheuttamaan sekaannusta. Ravinteet eivät ole maassa eivätkä siirry kasveihin oksideina ( $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  jne.), vaan pääasiassa ionimuodossa kuten kalsium-, kalium- ja ortofosfaatti -ioneina. Ravinnepitoisuuksien ilmoittaminen yhdisteinä voi olla harhaanjohtavaa. Mm. kirjallisuudessa käytetään fosforipitoisuutta ilmoitettaessa ilmaisuja fosfori, fosforihappo, fosforioksidi, fosforipentoksidi, fosfaatti jne. mainitsematta vastaavaa kemiallista kaavaa. Nämä epäselvät ilmaisut tarkoittavat useimmiten pitoisuutta  $\text{P}_2\text{O}_5$ :na.

Nykyisen kansainvälisen tavan mukaan ilmoitetaan kasvimateriaalin ravinnepitoisuudet useimmiten alkuaineena. Kansainvälisen maantutkimusseuran julkaisussa (Bull. Intern. Soc. Soil

Sci. 23.1963) korostetaan voimakkaasti sitä suurempaa yhtenäisyyttä, yksinkertaisuutta ja tarkkuutta, joka saavutetaan ilmoittamalla sekä lannoitteiden, maan että kasvimateriaalin ravinnepitoisuudet alkuaineena nykyisen sekavan ilmoitustavan sijasta. Ilmoitustavan yhtenäisyydellä on huomattava merkitys myös kansainvälisen yhteistyön kannalta.

Koska meikäläisten maalajien tilavuuspaino vaihtelee varsin laajoissa rajoissa (eräät turvemaat 0.06 — 0.10 ja raskaimmat kivennäismaat 1.6—1.7), on luonnollista, että tulokset edelleen ilmoitetaan maan tilavuusyksikköä kohden. Eriytyisesti kansainvälistä yhteistyötä silmällä pitäen on kuitenkin katsottu aiheelliseksi luopua ilmoittamasta tuloksia kiloina hehtaaria kohden, koska nimityksen hehtaari (2 milj. litraa maata) on todettu aiheuttavan sekaannusta. Esim. anglosaksisissa maissa pinta-alayksiköllä *acre* tarkoitetaan analyysien yhteydessä painoyksikköä, yleensä 2 milj. lbs, eikä tilavuutta. Kg/ha-ilmaisun sijaan on otettu mg/l maata, jonka lukuarvot ovat kg/ha:iin verrattuina puolta pienemmät (esim. 100 kg/ha = 50 mg/l).

### Viljavuusanalyysin tulkinta

Muutettaessa yksiköt alkuaineita ja ilmaisua mg/l vastaaviksi on pyritty tekemään mahdollisimman vähän muutoksia vanhaan tulkintaohjeeseen. Suoran matemaattisen yksikköjen muutoksen seurauksena olisi, että luokkarajoiksi useimmiten tulisi epätasaisia, desimaaleja sisältäviä lukuja, jotka ovat vaikeasti muistettavia ja epäkäytännöllisiä. Tämän johdosta on jouduttu tekemään »pyöristyksiä» kokonaisluvuiksi. Lisäksi on eräissä kohdissa katsottu aiheelliseksi tehdä joitakin muutoksia vanhaan tulkintaohjeeseen.

Riittävän perustietouden saamiseksi tätä työtä varten on Maantutkimuslaitos suorittanut noin

80 000 maanäytettä käsittävän Viljavuuspalvelu Oy:ltä saadun analyysiaineiston tilastomatemaattisen käsittelyn tietokoneella. Aineistosta, joka jaettiin 10 maalajiryhmään ja jonka fosfori-, kalium-, kalkki- ja pH-luvut jaettiin kukin 30:een ja tuottokunto 5:een luokkaan, oli suoritettua tietokoneohjelmoinnin puitteissa mahdollista saada tiedot sekä kunkin tekijän keskiarvoista ja hajonnan jakautumasta että myös seurata eri tekijöitä toistensa funktiona. Tämän lisäksi on viljavuusanalyysien tulkinnan tarkistuksen perusteina käytetty muita saatavissa olevia tilastotietoja ja tutkimuksia, joista tärkeimmät on mainittu kirjallisuusluettelossa.

### Maalajijako

Käytettävissä olleen laajan eri maalajeja koskevan tilastoaineiston tarkastelu osoitti, ettei käytännössä olleeseen maalajijakoon ollut riittäviä

perusteita tehdä muutoksia. Tulkinnessa erotettiin kolmeen maalajiryhmään luetaan seuraavat maalajit:

- 1) Eloperäiset maat: kaikki turvemaat, lieju-, järvi- muta- ja multamaat.
- 2) Karkeat kivennäismaat: moreeni-, sora-, hiekka-, hieta- ja hiesumaat.
- 3) Savimaat: aito-, hieta-, hiesu- ja liejusavet.

On huomattava, että tämäntapaisessa karkeassa jaossa muodostuu aina rajatapauksia, jotka vaikeuttavat tulkintaa. Näistä mainittakoon seuraavat:

Hiesumaat kuuluvat ravinneominaisuksiltaan keskimäärin karkeiden kivennäismaiden ryh-

mään, joskin erittäin saviset hiesumaat ovat ominaisuuksiltaan jo lähellä savia, lähinnä hiesusavea. Myös typpilannoitukseen sekä muokkaus- ja kosteussuhteisiin nähden hiesumaat ovat verrattavissa savimaihin.

Moreenista savimoreenin, erityisesti milloin sen savipitoisuus on korkea, tulkinta olisi suoritettava savimaaryhmän mukaisena. Runsasmultaiset kivennäismaat tulevat lähelle eloperäisten maiden ryhmää, ja vastaavasti eräät multamaat taas muistuttavat runsasmultaisia kivennäismaita.

### Tulkintakaavio

Viljavuusanalyysien tulkinta sekä vanhan että uuden ohjeen mukaan perustuu pH:n ja johtoluvun kohdalla määrittämiseen maa:vesi-suspensiosta (1:2.5) ja kalsiumin, kaliumin ja fosforin kohdalla happamalla ammoniumasetaatilla (0.5 N CH<sub>3</sub>COOH, 0.5 N CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>; pH 4.65) tilavuussuhteessa 1:10 suoritettuun uuttoon (VUORINEN & MÄKITIE 1955).

Taulukossa 1 ja kuvassa 1 on esitetty rinnan sekä uuden että vanhan tulkintaohjeen mukaiset viljavuusluokkien raja-arvot sekä pH:lle että eri ravinteille. Kuvassa 2 on graafisesti esitetty vanhojen ja uusien yksikköjen väliset suhteet. Kaliumin ja fosforin kohdalla on esitetty myös muuntamiskertoimet molempiin suuntiin: Kalsiumin muuntokerroin muuttuu pitoisuuden kasvaessa, mikä johtuu käytössä olleesta ns. kalkin korjauskertoimesta. Tämä progressiivinen kalkin korjauskerroin, millä aikaisemmin korjattiin kalkkiluvut kokonaisvaihtuvaksi kalkiksi, on päätetty jättää pois. Uudet kalsiumin viljavuusluvut ilmoittavat siten happaman ammoniumasetaatin vaihtaman kalsiumin määrän. Yli 40 tn/ha CaCO<sub>3</sub> (n. 5 600 mg/l Ca) oleville kalkkipitoisuuksille ei korjauskerrointa ollut laskettu, joten siirryttäessä vanhoista yksiköistä uusiin käytetään vakiokerrointa 139 ja päinvastoin siirryttäessä kerrointa 0.00719.

Tulkintakaaviota seuraavassa lannoituksen suosituskaaviossa suositellaan luokkaa 4 vastaavan maan lannoitukseksi yleensä vain normaalia vuotuislannoitusta vastaavat määrät, sitä huonompiin lukeutuville maille ovat lannoite-

suositukset suurempimääräisiä ja paremmille maille vastaavasti pienempiä. Koska suositustaulukkoon ei ole tehty olennaisia muutoksia, ei sitä ole tässä esitetty.

Tulkintakaavioon tehdyt huomattavimmat muutokset ovat seuraavat:

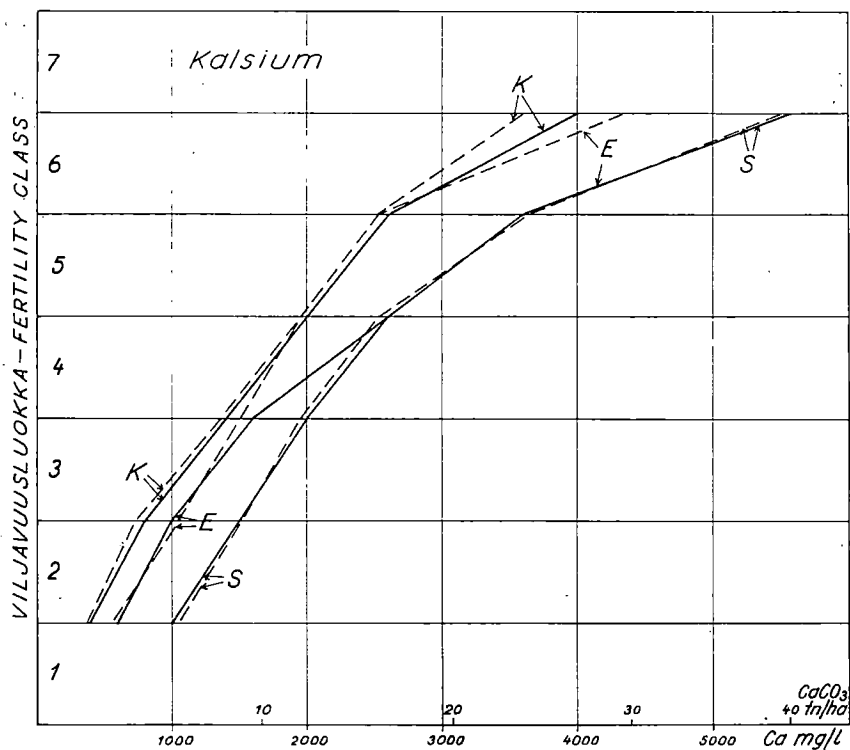
#### *pH*

Sekä tähän asti suoritetusta viljavuustutkimuksesta saadut kokemukset että tilastollisten analyysien tulokset tukevat vanhassa tulkintaohjeessa ollutta käsitystä eloperäisten maiden ja kivennäismaiden pH-vaatimusten suhteesta. Sen sijaan savien ja karkeiden kivennäismaiden pH-luokituksessa ollut vähäinen ero (0.2 pH-yksikköä) ei ollut selvästi perusteltavissa. Tämän johdosta pH-luokitus on eloperäisten maiden ja savimaiden kohdalla jätetty entiselleen ja karkeiden kivennäismaiden pH-luokkien raja-arvoja nostettu 0.2 pH-yksiköllä, ts. uuden tulkintaohjeen pH-luokituksessa kivennäismaat muodostavat yhden maalajiryhmän.

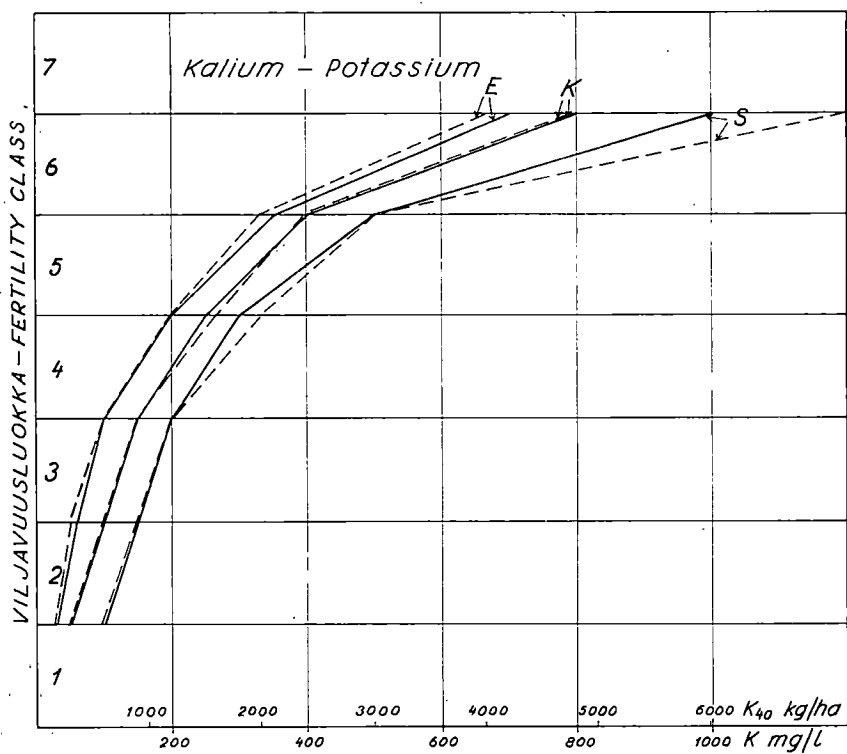
#### *Kalsium*

Viljavuustutkimuksessa käytetty hapan ammoniumasetaatiiuutto vaihtaa keskimäärin n. 85 % maan vaihtuvasta kalsiumista. Silloin kun kalsiumanalyysillä pyritään selvittämään maan kalkintarvetta, ei kalsiumin merkitys ravinteena ole ratkaiseva, vaan kalkin ja kalkituksen merkitys kytkeytyy olennaisesti maan pH-kysymykseen. Savimaiden ja karkeiden kivennäismaiden koh-

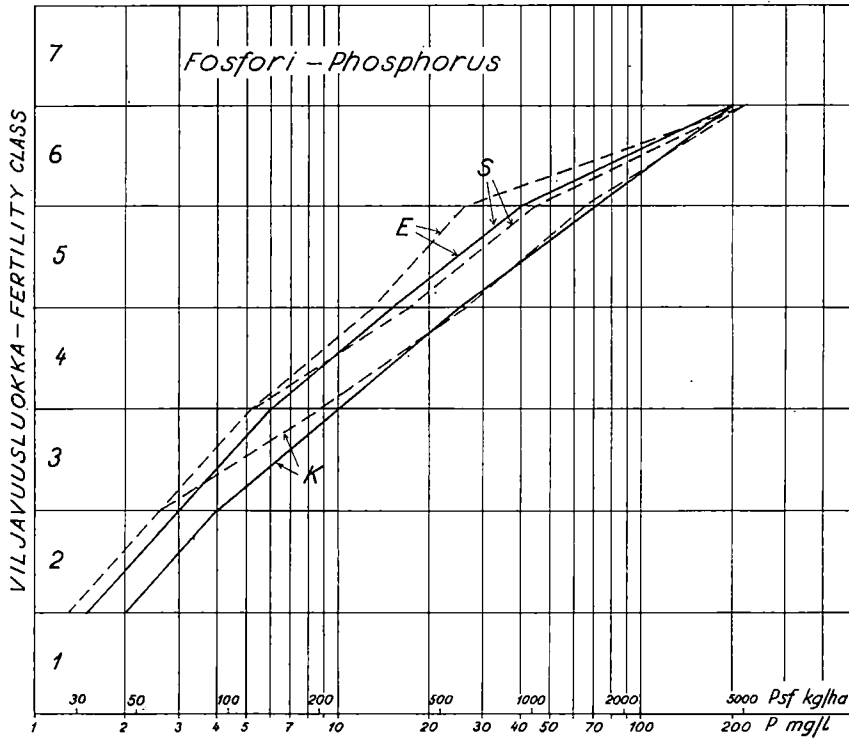
Kuva 1  
Fig. 1



Kuva 2  
Fig. 2



Kuva 3  
Fig. 3



Kuvat 1—3. Kalsiumin (1), kaliumin (2) ja fosforin (3) viljavuusluokkajako sekä uuden että vanhan (katkoviiva) tulkinnan mukaan. E = eloperäiset maat, K = karkeat kivennäismaat ja S = savimaat.

Figs. 1—3. Fertility classes of soil calcium (1), potassium (2) and phosphorus (3), according to the new (solid line) and old (dotted line) interpretations. E = organogenic soils, K = coarse mineral soils, S = clay soils.

dalla noudattaa uusi viljavuusluokkajako entistä tulkintaohjetta vähäisiä pyöristyksiä lukuun ottamatta (taul. 1, kuva 1). Useihin tutkimuksiin ja aineistoihin perustuen on eloperäisten maiden korkeampien kalkkiluokkien rajoja korotettu, jotta näiden maiden pH-kysymys tulisi paremmin huomioon otetuksi kalkitustarvetta arvioitaessa. Aikaisemmin niitä verrattiin lähinnä karkeiden kivennäismaiden ryhmään, kun taas uudessa tulkintaohjeessa ne noudattavat savimaiden luokkajakoa.

### Kalium

Kaliumin uudet viljavuusluokat poikkeavat vain lievästi aikaisemmasta luokituksesta (taul. 1, kuva 2). Huomattavin muutos on tehty savimaiden ylimmässä viljavuusluokassa, jossa muihin maalajiryhmiin arveluttavan korkeata luokan alarajaa on tasoitettu alaspäin.

### Fosfori

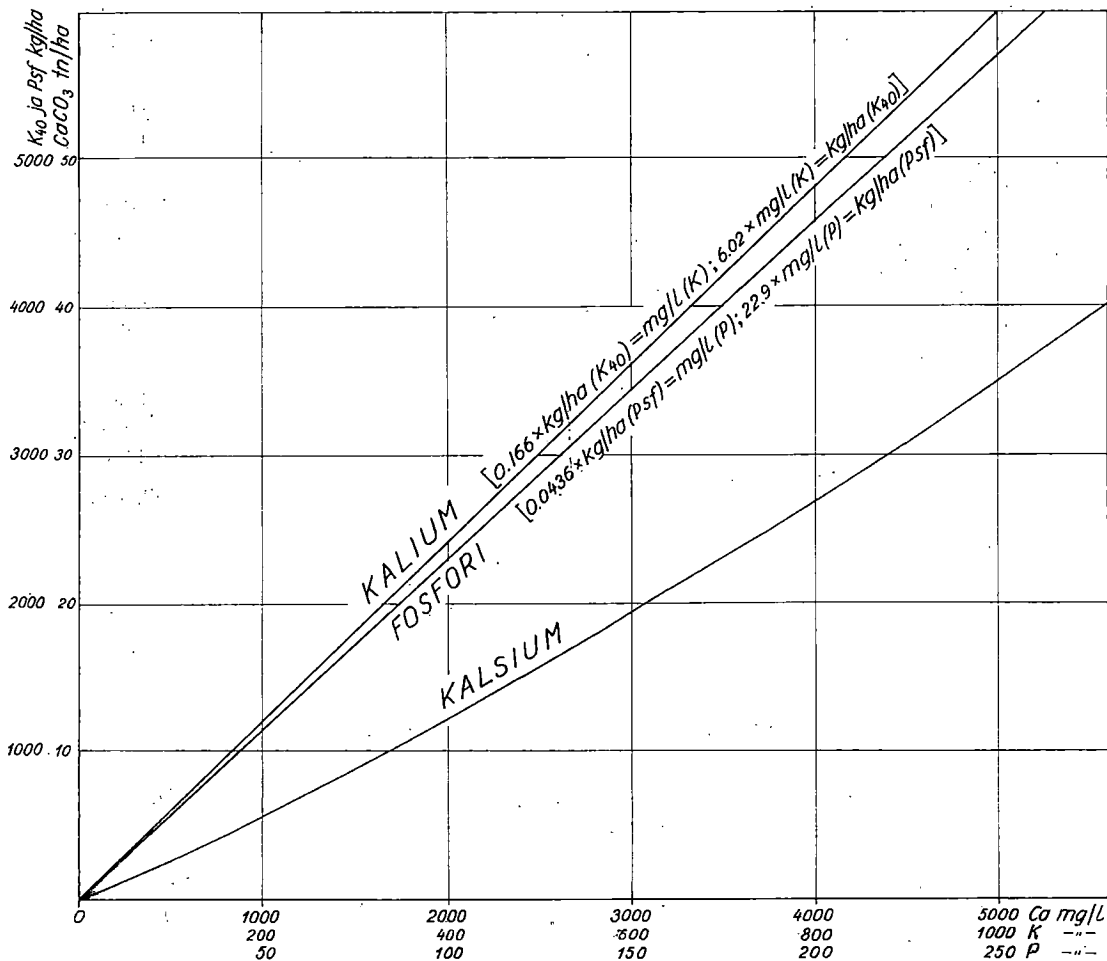
Suomen hapan maaperä sisältää liukoista fosforia luonnostaan niukasti. Sitä on yleensä suhteellisesti vähemmän kuin muita pääravinteita. Tämän johdosta on alimpien fosforiluokkien raja-arvoja jonkin verran korotettu erityisesti karkeilla kivennäismailla, joilla fosforitilanne on helpoimmin korjattavissa (taul. 1, kuva 3). Eloperäiset maat ja savimaat on fosforin kohdalla tulkinnallisesti liitetty yhdeksi ryhmäksi.

### Vesiliukoiset suolat

Vesiliukoisten suolain määrän ilmoitustavan epäyhtenäisyydestä on päästy ottamalla käytäntöön kansainväliseen tapaan perustuva ominaisjohtokyvyn yksikkö kymmenkertaisena ( $10 \times$  millimho/cm,  $20^\circ \text{C}$ ), josta käytetään nimitystä johtoluku.

Taulukko 1. Viljavuustutkimuksen tulkintakaavio. Kaaviossa on ilmoitettu luokkien alarajat uusissa yksiköissä sekä uuden että vanhan (suluissa) tulkinna mukaan.  
 Table 1. Interpretation table of soil testing results. The lower limits of the fertility classes are given in mg/litre of soil according to both the new and the old (in parentheses) interpretation system. Eloperäiset maat = organogenic soils, karkeat kiv.maat = coarse mineral soils, savimaat = clay soils.

Viljavuus- luokka Fertility class	Happamuus pH			Kalium Ca mg/l			Kalium K mg/l			Fosfori P mg/l			Johtoluku Ominaisjohtokyky (20°C) Spec. conductivity 10 X millimho/cm
	Eloperäiset maat	Karkeat kiv. maat	Savimaat	Eloperäiset maat	Karkeat kiv. maat	Savimaat	Eloperäiset maat	Karkeat kiv. maat	Savimaat	Eloperäiset maat	Karkeat kiv. maat	Savimaat	
7	6.6 (6.6)	7.4 (7.2)	7.4 (7.4)	5 600 (4 360)	4 000 (3 620)	5 600 (5 560)	700 (664)	800 (797)	1 000 (1 195)	200 (218)	200 (218)	200 (218)	> 10
6	6.0 (6.0)	6.6 (6.4)	6.6 (6.6)	3 600 (2 530)	2 600 (2 530)	3 600 (3 620)	350 (332)	400 (398)	500 (498)	40 (26)	70 (65)	40 (44)	
5	5.6 (5.6)	6.2 (6.0)	6.2 (6.2)	2 600 (1 960)	2 000 (1 960)	2 600 (2 530)	200 (199)	250 (266)	300 (332)	15 (13)	25 (26)	15 (17)	
4	5.2 (5.2)	5.8 (5.6)	5.8 (5.8)	1 600 (1 510)	1 400 (1 360)	2 000 (1 960)	100 (100)	150 (149)	200 (199)	6 (5.2)	10 (8.7)	6 (5.2)	4
3	4.8 (4.8)	5.4 (5.2)	5.4 (5.4)	1 000 (1 050)	800 (730)	1 500 (1 510)	60 (50)	100 (100)	150 (149)	3 (2.6)	4 (2.6)	3 (2.6)	
2	4.4 (4.4)	5.0 (4.8)	5.0 (5.0)	600 (560)	400 (380)	1 000 (1 050)	30 (25)	50 (50)	100 (100)	1.5 (1.3)	2 (1.3)	1.5 (1.3)	
1	< 4.4 (< 4.4)	< 5.0 (< 4.8)	< 5.0 (< 5.0)	< 600 (< 560)	< 400 (< 380)	< 1 000 (< 1050)	< 30 (< 25)	< 50 (< 50)	< 100 (< 100)	< 1.5 (< 1.3)	< 2 (< 1.3)	< 1.5 (< 1.3)	< 2



Kuva 4. Yksiköiden muuntamiskaavio.

Fig. 4. Chart for converting units between the old and the new interpretation systems.

## KIRJALLISUUTTA

- Arbejdsmetoder, III. Del. Faelles arbejdsmetoder for jordbundsanalyser. København 1963: 54 s.
- Elemental expression of P and K fertilizer analyses. Bull. Intern. Soc. Soil Sci. 23. 1963: 16—17.
- GREWELING, T. & PEECH, M. 1960. Chemical soil tests. Cornell Univ. Agric. Exp. Sta. Bull. 960: 54 p.
- JANHUNEN, MAIRE 1961. Vilja- ja heinäpeltojen viljavuudesta Suomessa. Summary: Fertility of soils under various crops in Finland. Maatal. ja koetoim. 15: 15—29.
- KERÄNEN, T. & BARKOFF, E. & JOKINEN, RAILI 1963. Vergleich einiger für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden gebräuchlichen chemischen Analysenmethode. Selostus: Muutamien maan ravinnetilan selvittämiseen käytettyjen analyysimenetelmien vertailua. Ann. Agric. Fenn. 2: 19—32.
- KURKI, M. 1962. Viljavuustutkimuksen hyväksikäyttö. Viljavuuspalvelu Oy, 18 s.
- 1963. Suomen peltojen viljavuudesta. Referat: Über die Fruchtbarkeit des finnischen Ackerbodens auf Grund der in den Jahren 1955—1960 durchgeführten Bodenfruchtbarkeitsuntersuchungen. Ibid.: 107 s.
- LAKANEN, E. 1963. A comparison of three extractants in routine soil analysis. Selostus: Kolmen uuttones-teen vertailu viljavuusanalyysissa. Ann. Agric. Fenn. 2: 163—168.
- & VUORINEN, J. 1963. The effect of liming on the solubility of nutrients in various Finnish soils. Selostus: Kalkituksen vaikutuksesta ravinteiden liukoisuuteen. Ibid. 2: 91—102.

- MÄKITIE, O. 1960. On the extractability of phosphorus by the acid ammonium acetate soil-testing method. *Acta Agr. Scand.* 10: 237—245.
- »— 1965. On determination of the lime requirement of soils. *Selostus: Maan kalkintarpeen määrittämisestä* (käsikirj.).
- SALONEN, M. & TAINIO, A. 1956. Savimaan lannoitusta koskevia tutkimuksia. Summary: Investigations concerning the manuring and fertilizing of clay soil, based principally on the results of a long-term experiment at Mustiala school farm. *Valt. maatal. koetoim. julk.* 146: 86 s.
- SILLANPÄÄ, M. 1958. Lannoituksen ja satojen vaikutuksesta maan fosforin ja kaliumin viljavuusarvoihin. Summary: Soil testing as an index of phosphorus and potassium balances in the soil. *Agrogeol.julk.* 71: 19 s.
- »— 1961. The effect of liming on the solubility of phosphorus in a muddy clay soil. *Acta Agr. Scand.* 11: 360—368.
- VUORINEN, J. 1952. Justerad tolkning av bördighetsundersökningens resultat. *Finska Hush.sällsk. årsbok* 1952: 7 s.
- »— 1954. Surt ammoniumacetat som extraktionsmedel vid bördighetsundersökningen i Finland. *Nord. jordbr.forsk.* 36: 78—83.
- »— & HEINONEN, R. 1951. Viljavuuskarttojen hyväksikäyttö viljavuussuunnitelmia laadittaessa. *Käyt. maatal.* 4—5: 7 s.
- »— & KURKI, M. 1955. Viljavuustutkimustulosten tarkennettu tulkintaohje. *Maatalouskoelaitos, maatutkimusosasto* 1955.
- »— & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Selostus: Viljavuustutkimuksen analyysimentelmistä.* *Agrogeol.publ.* 63: 44 p.
- »— & SILLANPÄÄ, M. 1962. Maa ja viljavuus. *Maatal. kal.* 1962: 157—162.

## SUMMARY

### Interpretation of soil testing results

MARTTI KURKI, ESKO LAKANEN OSMO, MÄKITIE, MIKKO SILLANPÄÄ  
and JOUKO VUORINEN<sup>1)</sup>

Agricultural Research Centre  
Department of Soil Science  
Tikkurila, Finland

Viljavuuspalvelu Oy  
(Soil Testing Service)  
Helsinki, Finland

When in 1947—1948 soil testing in Finland was organized as a wide-scale service, it was decided to express the results of soil analyses as the corresponding amounts of commonly used fertilizers (limestone =  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{K}_{40}$  = potassium fertilizer cont. 40%  $\text{K}_2\text{O}$  and  $\text{Psf}$  = superphosphate cont. 20%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) in tons or kilograms per hectare (ha = 2 milj. litres).

Because of the greater uniformity, simplicity, and accuracy obtained by expressing the nutrient contents of fertilizers, soils, and plants on an elemental basis rather than by the present mixture of elemental, oxide and compound values, the expression of soil testing results is now to be changed to the former.

Owing to the wide variation of bulk density in our soils (the lightest peat soils 0.06—0.1 and the heaviest mineral soils 1.6—1.7) the expression of the results of soil analyses will be given on a volume basis, as before. However, instead of tons or kilograms per hectare, the values will be expressed in milligrams per litre of soil.

<sup>1)</sup> A working group of the Soil Section of the Agricultural Research Centre, chairman M. Sillanpää.

In changing the units, some corrections to the earlier limits of fertility classes have been made. These corrections are based on data of a series of 80 000 soil samples statistically analysed with an automatic data processing system, on other statistical data available and on investigations concerning the fertility status of Finnish soils.

Soils have been divided into three main groups in interpreting the results of soil testing:

- 1) Organogenic soils: all peat soils, gyttja, lake mud and mould soils.
- 2) Coarse mineral soils: moraine (till), gravel, sand, finesand and silt soils.
- 3) Clay soils: heavy clay, sandy clay, silty clay and gyttja clay soils.

It should be noted that in a rough classification of this kind, there are always borderline cases which complicate the interpretation. For example, the average fertility properties of silt soils correspond to those of coarse mineral soils, while clayey silts approach clay soils. The same is true of clay moraine soils with a high clay content.

The properties of mineral soils rich in organic matter are close to the organogenic soil group, and, vice versa, some mould or gytja soils resemble mineral soils.

The system of interpreting the results of soil testing which is discussed in this paper is based on the following methods of analysis:

The pH and the specific conductivity are determined from a soil: water (1:2.5 by volume) suspension. Exchangeable calcium and potassium are determined with a flame spectrophotometer and readily soluble phosphorus colorimetrically after extracting the soil with acid ammonium acetate in the volume ratio 1:10 (0.5 *N* CH<sub>3</sub>COOH, 0.5 *N* CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, pH 4.65, shaking time 1 hr.) (VUORINEN & MÄKITIE 1955).

The fertility classes according to both the new and the old interpretation system are given in Table 1 and in Figs. 1—3. The relations between the old and new units are given in Fig. 4. The curvilinearity of the relation between the calcium units (Fig. 4) is due to a correction coefficient applied in the earlier interpretation system. This experimentally found coefficient, which was used to correct the acid ammonium exchangeable calcium to total exchangeable calcium, is now omitted.

The most noticeable changes in interpretation are as follows:

### *pH*

The statistical and experimental data lend support to the former pH classification for organogenic soils and clay soils, whereas there was no good reason for dividing the mineral soils into two groups. Hence the pH requirements of coarse mineral soils were raised by 0.2 pH unit or to the same level as those of clay soils and thus these two soil groups were united.

### *Calcium*

The acid ammonium acetate method gives about 85 per cent of the total exchangeable calcium on the average. In evaluating the lime requirement of acid soils the role of calcium as a nutrient is not decisive but the problem is essentially connected with pH. This is obvious in the case of peat soils of the best quality, which in spite of a relatively high Ca content are usually still acid and thus the interpretation of Ca and pH requirements are inconsistent (thus the pH is inconsistent with the liming requirement). Because of this, the limits of the higher calcium classes have been raised in the group of organogenic soils. For mineral soils the calcium classes are in broad outlines unchanged.

### *Potassium*

In the case of potassium the former classification is retained largely unchanged.

### *Phosphorus*

The limits of the lowest phosphorus classes are somewhat raised, especially in the group of coarse mineral soils, where the soluble phosphorus condition can be more easily improved. The groups of organogenic and clay soils are united in the new interpretation.

### *Soluble salts*

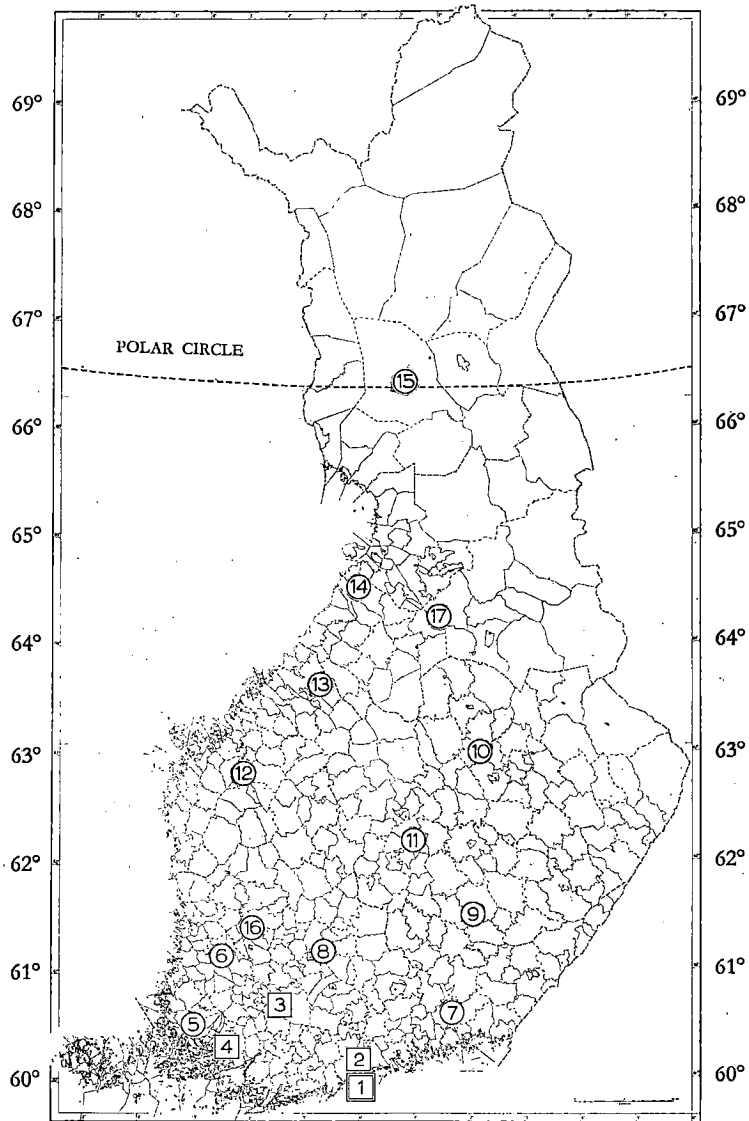
Excluding coastal sulphate soils and some heavily fertilized garden soils, salinity presents no problem in our conditions. For eliminating the former heterogeneity of units, the subunit of specific conductivity (10 × milimho/cm, 20°C) is adopted (Table 1).

## CORRECTION

Ann. Agric. Fenn. 4,2 p. 152

The authors' names MARTTI KURKI, ESKO LAKANEN, OSMO MÄKITIE, ...  
read MARTTI KURKI, ESKO LAKANEN, OSMO MÄKITIE, ...





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

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

## SISÄLLYS — CONTENTS

VARO, M. Einige Beobachtungen über Anwendungsmöglichkeiten von Ergebnissen der Faktorenanalyse .....	91
Selostus: Huomioita faktorianalyysin tulosten käyttökelpoisuudesta sikojen jalostusvalinnassa .....	95
VALLE, O. & MELA, T. Eräiden keväällä 1963 Suomeen tuotujen ulkomaisten kevävehnä-lajikkeiden viljelyarvosta .....	96
Summary: Studies on the suitability of certain foreign varieties of spring wheat imported to Finland in 1963 .....	104
BREMER, KATRI. Characteristics of the barley yellow dwarf virus in Finland .....	105
Selostus: Suomessa esiintyvän ohran kääpiökasvuviruksen ominaisuuksista .....	119
VALLE, O. & MELA T. Heikosti itävien kevätiljojen kylvösiemenarvosta .....	121
Summary: The value of poorly germinating spring cereals as seeding stock .....	133
LAMPILA, M. The passage of fluid, certain dissolved minerelements, and volatile fatty acids from the reticulo-rumen of the cow .....	134
Selostus: Nestevirtaus ja sen mukana tapahtuva liuenneiden kivennäisaineiden sekä haihtuvien rasvahappojen poistuminen pötsi-verkkomahasta .....	144
KURKI, M. & LAKANEN, E. & MÄKITIE, O. & SILLANPÄÄ, M. & VUORINEN, J. Viljavuus-analyysien tulosten ilmoitustapa ja tulkinta .....	145
Summary: Interpretation of soil testing results .....	152