

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

1964 Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja Vol. 3, 2
Journal of the Agricultural Research Centre

SISÄLLYS — CONTENTS

| | |
|--|-----|
| MARKKULA, M. & MYLLYMÄKI, S. & KANERVO, V. The abundance of seed pests of red clover in Finland and the effect of certain factors on their abundance | 95 |
| Selostus: Puna-apilan siementuholaisten runsaus maassamme sekä eräiden tekijäin vaikutuksesta runsauteen | 129 |
| IKÄHEIMO, K. Host plants of wheat striate mosaic virus and oat sterile dwarf virus | 133 |
| Selostus: Vehnän viirumosaikin ja kauran tyviversoviroosin isäntäkasvilajisto | 138 |
| YLLÖ, L. Perunan satotason kehitys koeasemien lajikekokeissa ja talousviljelyksillä | 139 |
| Summary: Potato yield levels in variety trials and on fields at Finnish agricultural experiment stations | 155 |
| LAKANEN, E. & SALO, A. Strontium 90 and caesium 137 in cow's fodder and milk in Finland 1961—62 | 157 |
| Selostus: Rehun ja maidon strontium 90 ja caesium 137 -pitoisuuksia Suomessa 1961—62 | 163 |

HELSINKI 1964

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja
Journal of the Agricultural Research Centre

TOIMITUSNEUVOSTO JA TOIMITUS EDITORIAL BOARD AND STAFF

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

O. Valle
Päätoimittaja
Editor-in-chief

V. U. Mustonen
Toimitussihteeri
Managing editor

Ilmestyy 4—6 numeroa vuodessa; ajoittain 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

THE ABUNDANCE OF SEED PESTS OF RED CLOVER IN FINLAND AND THE EFFECT OF CERTAIN FACTORS ON THEIR ABUNDANCE

MARTTI MARKKULA, SIRKKA MYLLYMÄKI
and VEIKKO KANERVO

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

Received November 18, 1963

Red clover is the most important forage legume plant in Finland and is sometimes regarded as the key agricultural crop in this country. Its cultivation, however, is greatly hindered by its poor winter survival, which is principally due to clover rot (e.g. YLIMÄKI 1956) and according to recent studies also to clover root rot (YLIMÄKI 1962). A second notable difficulty in cultivating red clover is its poor seed yield, which is mainly due to the high rainfall in the late summer and the scarcity of bumblebees (e.g. VALLE 1957).

Since earlier studies (HUKKINEN 1915, 1920, 1922; VALLE 1935, 1936) showed that certain insects were important as seed pests of red clover in this country, more detailed investigations were begun in 1953. The present study is part of an extensive research programme on the pests of grassland legumes. A small part of the data has previously been used in certain earlier papers (MARKKULA 1959 a and b; MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958, 1960, 1962 a and b; MARKKULA and VALLE 1959).

Material and methods

This study is based on inflorescence samples taken from red clover leys in the years 1958—1960. Each sample consisted of 200 red clover flower heads taken uniformly from different parts of the ley mainly between July 20 and August 10, which is the chief flowering period of the red clover. Three kinds of flower heads were chosen: those in full bloom at the beginning of the sampling period, those turning brownish in the middle of the period and those which were brown at the end of the sampling period. Collection of the samples was carried out

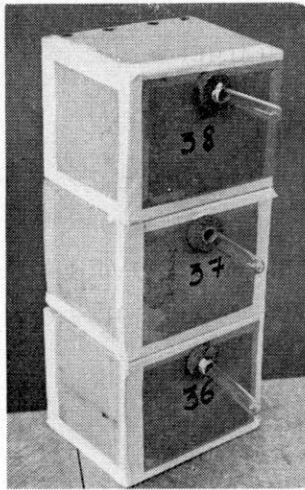


Fig. 1. Rearing boxes in which the inflorescence samples were placed. Most of the boxes were of this type.

principally by advisers of the agricultural societies. The samples were put in paper bags and sent to the Department of Pest Investigation at Tikkurila, where they were placed in cardboard rearing boxes in the insectarium. The conditions in the insectarium were approximately similar to those outdoors.

Two types of rearing boxes were used. Most of them were 19×15×15 cm in size and had one glass tube (Fig. 1). The others had two glass tubes and were 25×25×10 cm in size.

More than 2 000 inflorescence samples were obtained, but after elimination of the unusable samples (such as those taken at the wrong time, damaged during transportation or improperly labelled) 1 758 samples remained for investigation. The origin of the samples according to agricultural societies and communes is shown in Table 1 and Figures 2—4 and the locations of the agricultural societies in Figure 5. In addition to these samples of cultivated red clover, others were also collected from wild red clover growing mainly along roadways. There were 64 such samples (in the various years 21+26+17) obtained from 47 different communes. Furthermore, seven samples of zigzag clover (*Trifolium medium* L., Huds.) were taken from six communes for purposes of comparison.

The insects that had accumulated in the glass tubes of the rearing boxes were usually collected every fifth day. The *Apion* and *Phytonomus* species that had inhabited the inflorescences in the larval or pupal stage appeared in the tubes as newly-emerged adults, often being still quite soft. *Coleophora deauratella* Zell. appeared in the tubes at the larval stage soon after the sample was placed in the box, while thrips occurred both as larvae and as adults. When the insects had ceased to accumulate in the tubes, the boxes were opened and the numbers of insects remaining were counted. All the larvae of *Dasyneura leguminicola* Lintn. were at the bottom of the box, but otherwise the number of insects remaining in the boxes was very small. About 5% of the *Apion* adults that emerged were found in the boxes. The type of box had no distinct effect on the numbers of insects remaining within it.

A total of 104 275 insect specimens were obtained from the samples and belonged to the following main species of seed pests:

| | cultivated red clover | wild red clover |
|--|--------------------------|--------------------|
| <i>Apion apricans</i> Herbst | 65 259 | 1 917 |
| <i>Apion assimile</i> Kirby | 23 088 | 2 859 |
| <i>Apion trifolii</i> L. | 3 402 | 2 |
| <i>Phytonomus nigyrostris</i> Fabr. | 3 618 | 210 |
| <i>Phytonomus meles</i> Fabr. | 557 | 29 |
| <i>Coleophora deauratella</i> Zell. | 3 144 | 190 |
| | 99 068 | 5 207 |

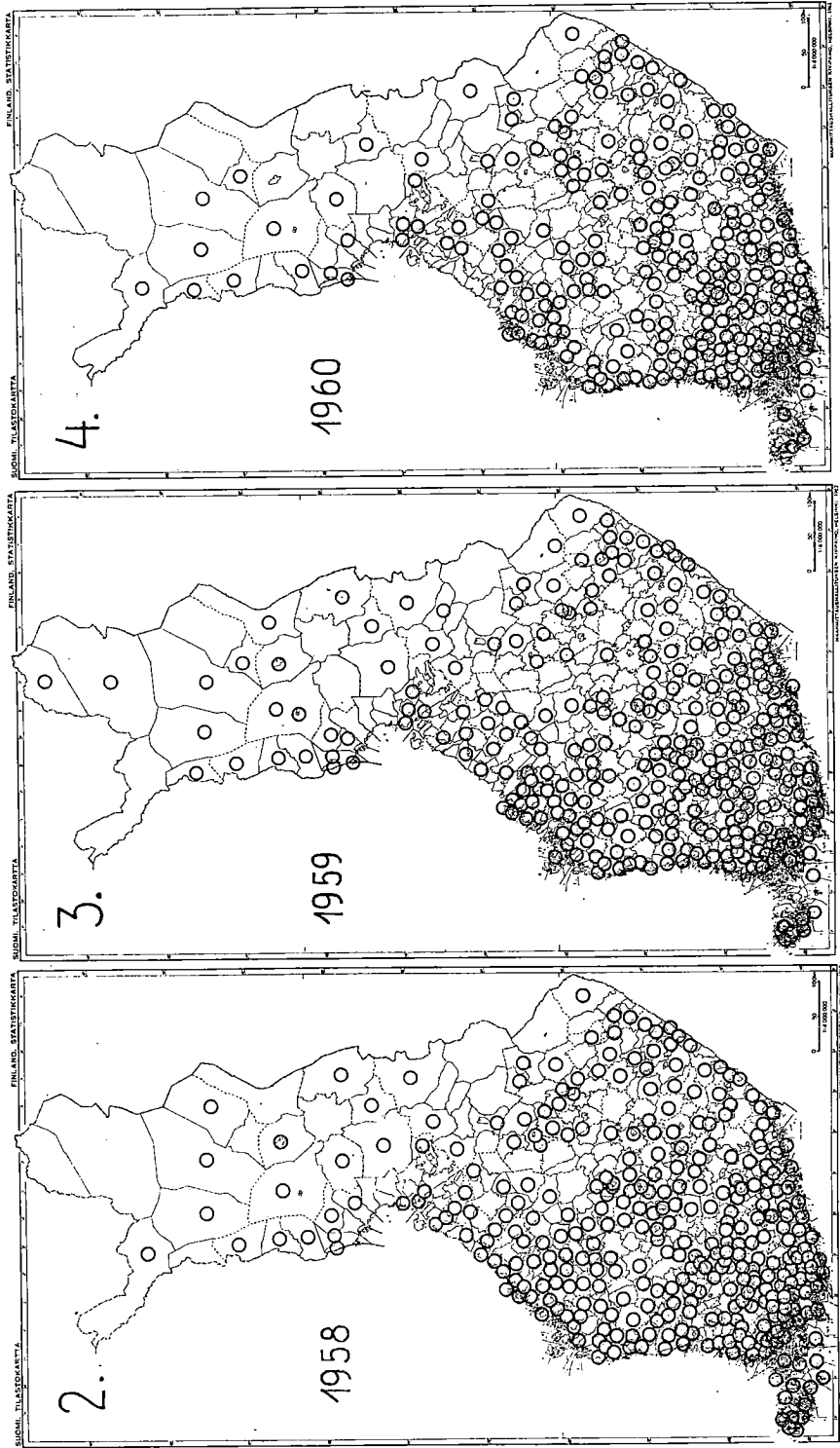
In addition, the numbers of samples containing larvae of *Dasyneura leguminicola* Lintn. and *Haplothrips niger* Osb. were recorded.

Many other species were also found in the inflorescence samples, but since they were few in number and did not belong to the seed pests of red clover, they are not discussed in this study. Such species included *Apion dichroum* Bedel (= *A. flavipes* Payk.), *A. virens* Herbst, *A. seniculus* Kirby, *Phytonomus pedestris* Payk., *Sitona sulcifrons* Thunb., *S. flavescens* Marsh., *S. decipiens* Lindb., *S. hispidulus* Fabr. and *Acyrtosiphon pisum* Harris.

The numbers of adults emerging from the inflorescence samples do not give an accurate picture of the actual abundance of the species. Examinations revealed that only 40—50 % of the larvae and pupae of *Apion apricans* and *A. assimile* located in the inflorescences had emerged. The death of the remaining larvae and pupae was caused by insect enemies, fungal diseases, and probably also by drying of the inflorescences. Only a small proportion of the larvae and pupae of *Phytonomus nigrirostris* (usually less than 10 %) is located in the inflorescences (MARKKULA and TINNILÄ 1956, p. 25) Consequently the figures on the abundance of *P. nigrirostris* as such are not comparable with those of the other species. In the case of the *Apion* species, however, mutual comparisons of their abundance can be made, since the life histories of these species are similar. With certain reservations *P. meles* and *Coleophora deauratella*, which

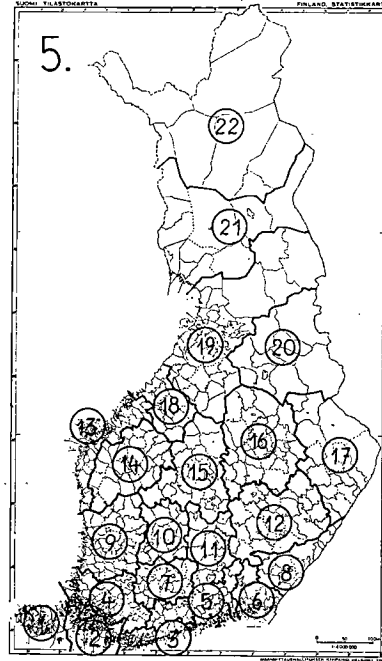
Table 1. The numbers of samples collected in the regions of the different agricultural societies in 1958—1960 as well as the numbers of communes in which the samplings were done. The areas of the agricultural societies are shown in Fig. 5.

| Agricultural Society | Samples | | | | Different communes | | | |
|----------------------------------|---------|------|------|-------|--------------------|------|------|-------|
| | 1958 | 1959 | 1960 | Total | 1958 | 1959 | 1960 | Total |
| 1. Alandia | 21 | 14 | 7 | 42 | 11 | 6 | 5 | 16 |
| 2. Finland Proper | 14 | 10 | 15 | 39 | 7 | 6 | 6 | 8 |
| 3. Uusimaa (Swedish) | 48 | 19 | 19 | 86 | 20 | 8 | 8 | 21 |
| 4. South-Western Finland | 79 | 46 | 37 | 162 | 32 | 21 | 23 | 39 |
| 5. Uusimaa Province | 36 | 29 | 27 | 92 | 16 | 16 | 14 | 21 |
| 6. Kymi River Valley | 12 | 18 | 22 | 52 | 6 | 9 | 7 | 10 |
| 7. Häme Province | 45 | 29 | 54 | 128 | 22 | 16 | 19 | 25 |
| 8. West Karelia | 22 | 17 | 23 | 62 | 12 | 9 | 9 | 14 |
| 9. Satakunta | 64 | 56 | 69 | 189 | 27 | 29 | 28 | 36 |
| 10. Häme—Satakunta | 29 | 37 | 27 | 93 | 17 | 19 | 13 | 23 |
| 11. East Häme | 30 | 13 | 22 | 65 | 14 | 8 | 13 | 17 |
| 12. Mikkeli Province | 42 | 22 | 37 | 101 | 18 | 12 | 15 | 20 |
| 13. Ostrobothnia (Swedish) | 20 | 40 | 31 | 91 | 17 | 20 | 16 | 23 |
| 14. South Ostrobothnia | 51 | 35 | 41 | 127 | 24 | 19 | 15 | 28 |
| 15. Central Finland | 42 | 27 | 17 | 86 | 22 | 15 | 8 | 23 |
| 16. Kuopio | 27 | 13 | 33 | 73 | 14 | 8 | 14 | 20 |
| 17. North Karelia | 23 | 39 | 30 | 92 | 11 | 16 | 12 | 16 |
| 18. Central Ostrobothnia | 21 | 14 | 9 | 44 | 12 | 9 | 4 | 15 |
| 19. Oulu Province | 35 | 30 | 24 | 89 | 18 | 16 | 12 | 25 |
| 20. Kajaani | 3 | 6 | 6 | 15 | 3 | 4 | 3 | 5 |
| 21. Arctic Circle | 7 | 7 | 5 | 19 | 5 | 6 | 4 | 8 |
| 22. Lapland | 1 | 7 | 3 | 11 | 1 | 3 | 3 | 5 |
| | 672 | 528 | 558 | 1758 | 329 | 275 | 251 | 418 |



Figs. 2—4. Sources of inflorescence samples. The circles denote the communes where samples were collected in the years 1958—1960.

Fig. 5. Regions of the agricultural societies in Finland. The names and numbers of the societies are shown in Table 1 (p. 97).



as larvae also exclusively inhabit the inflorescences, can be included in the comparisons.

Each sample was accompanied by a label with the following information: date and place of sampling, age of ley, type of ley crops and red clover content of the ley, soil type, area of seed production, total area of ley, size of cultivated space, distance from ley to nearest forest, and location of the ley (i.e. level ground or slope, direction of slope). On the basis of these data, endeavours were made to ascertain the effect of the different factors on the abundance of the seed pests.

Nearly thirty years ago, NOTINI (1935, 1938) used a similar inflorescence sample method to establish the abundance relations of the *Apion* species in Sweden. In two years 150 + 411 inflorescence samples were collected. No information on the age of the ley, its red clover content etc., was obtained, and NOTINI (op.cit.) principally determined the influence of climate on the differences in the abundance of *Apion apricans* and *A. trifolii*. In 1936, Prof. Otto Valle collected 188 inflorescence samples from 111 communes in southern and central Finland. The report of the results of this study (MARKKULA and VALLE 1959) includes a discussion of the influence of the age of the ley and its red clover content on the abundance of *Apion apricans* and *A. assimile*. SCHENKER (1951) also used the method of inflorescence samples in a limited study on the abundance of *Apion* species in Switzerland.

Certain investigators (e.g. ANDREESCU 1960, KRISTOVA 1961, PUSTOVOIT 1937, TEOFILOVIČ *et. al.* 1959) have studied the abundance of *Apion* species by counting the number of larvae in clover flower heads. This method is very time-consuming and furthermore the identification of the larvae is extremely difficult, if not impossible. The experimental material used by these investigators has consequently remained small and the species were not determined.

In the present investigation the inflorescence sample method has been expanded and improved. By obtaining information about the ley (its age, red clover content, etc.) it was possible to study the effect of different factors on the abundance of the most important seed pests. This method has proved very useful in investigating the distribution and abundance of red clover seed pests.

Results

Time of emergence

The time of appearance of the seed pests in the glass tubes of the rearing boxes is shown in Figure 6. For *Coleophora deauratella* the diagram shows the time of appearance of the larvae, but for the other species it indicates that of the adults, which fairly well corresponds to the time of emergence. The emergence periods of the various species usually deviated widely from one another, and there were also considerable differences between the years. In order more accurately to compare the differences in emergence time between the various years and species, the average date when 50% of the specimens of each species had accumulated in the glass tubes of the rearing boxes (Fig. 7) was calculated. This date was termed E 50 (Emergence 50). In 1958 and 1959, the order of emergence of the various species was identical, but in 1960 there were a few exceptions. The E 50 date for *Apion assimile* (three-year average) was August 8, for *Phytonomus nigrirostris* Aug. 17 or nine days later, *A. apricans* Aug. 19 or 11 days later, *P. meles* Aug. 23 or 15 days later and *A. trifolii* Aug. 30 or as much as 22 days later. The larvae of *Coleophora deauratella* appeared in the glass tubes on the average one day before the adults of *A. assimile* (Fig 7).

The average of the E 50 dates of the six seed pests was quite late in 1958, Aug. 29; in 1959 it was 17 days earlier or Aug. 12 and in 1960 20 days earlier or Aug. 9. The differences in these emergence times were mainly due to the temperature, as can be concluded from the following mean temperature data during the years of the investigation:

| | 1958 | 1959 | 1960 | Norm. 1921-50 |
|-----------------|------|------|------|------------------|
| May | 8.2 | 9.8 | 10.7 | 9.0 |
| June | 13.4 | 15.1 | 16.0 | 13.5 |
| July | 15.2 | 17.9 | 17.7 | 16.7 |
| August | 14.4 | 17.0 | 15.2 | 15.0 |
| September | 10.4 | 8.7 | 10.2 | 10.7 |

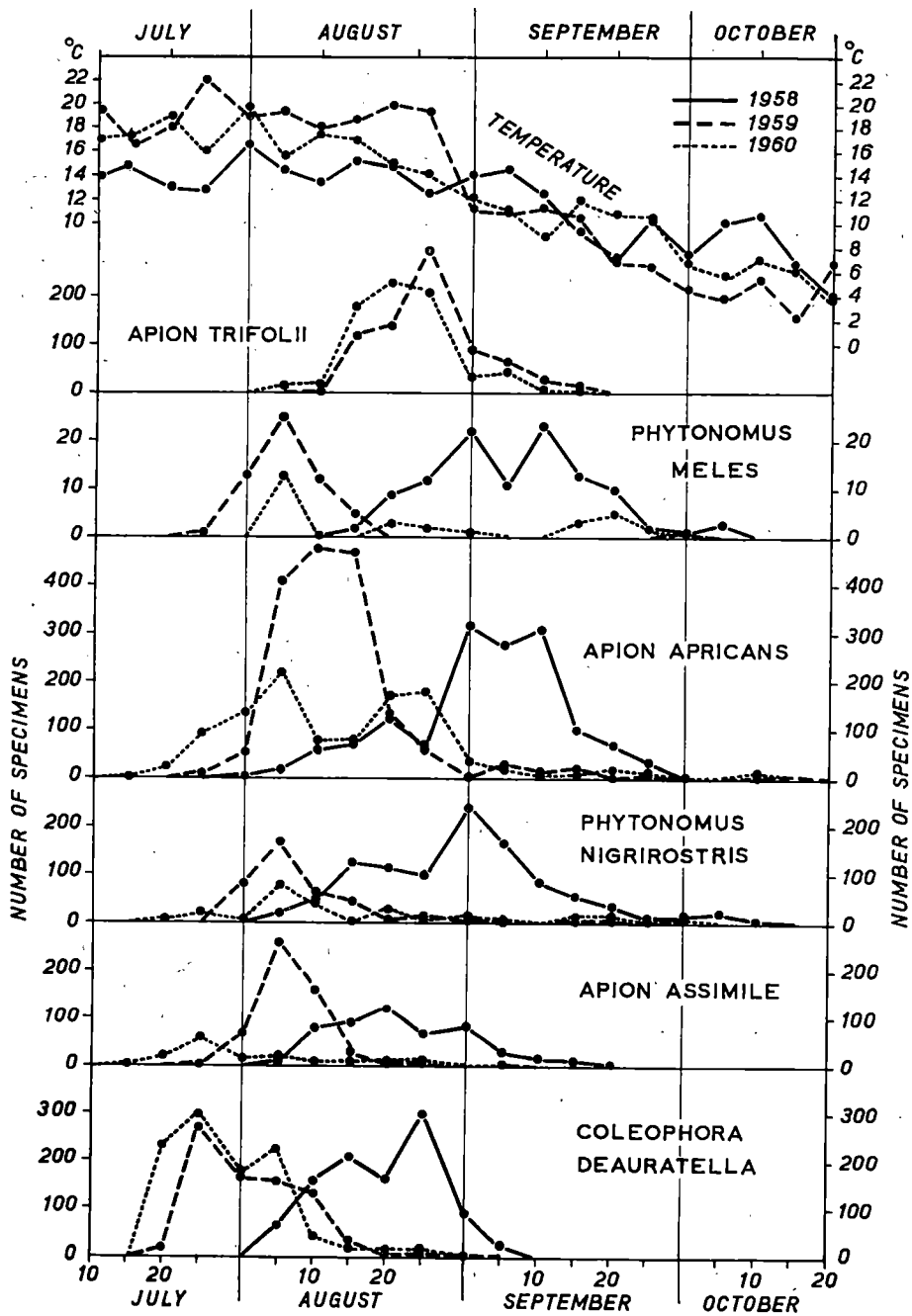


Fig. 6. The times of appearance of the seed pests in the glass tubes of the rearing boxes. In the case of *Coleophora deauratella*, appearance means the emergence of larvae, but for the other species that of adults.

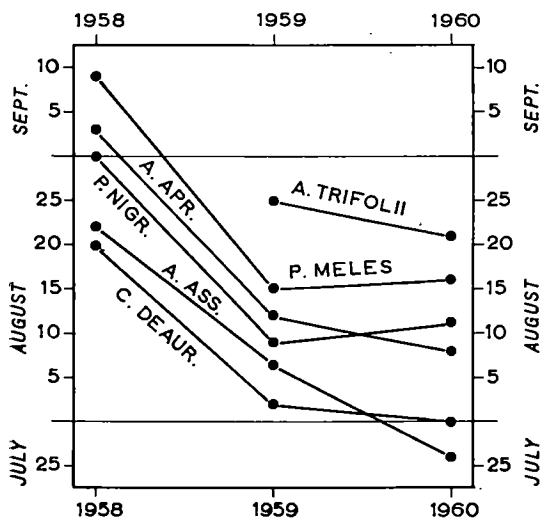


Fig. 7. The average times of appearance of seed pests in the glass tubes. The points in the diagram indicate the time (E 50) when 50% of the specimens of each species had appeared in the glass tubes of the rearing boxes.

The temperature during the spring determines the time when the hibernated adults start to become active, the temperature of the early summer the date of oviposition, and the temperature during the summer the developmental period of the eggs, larvae and pupae.

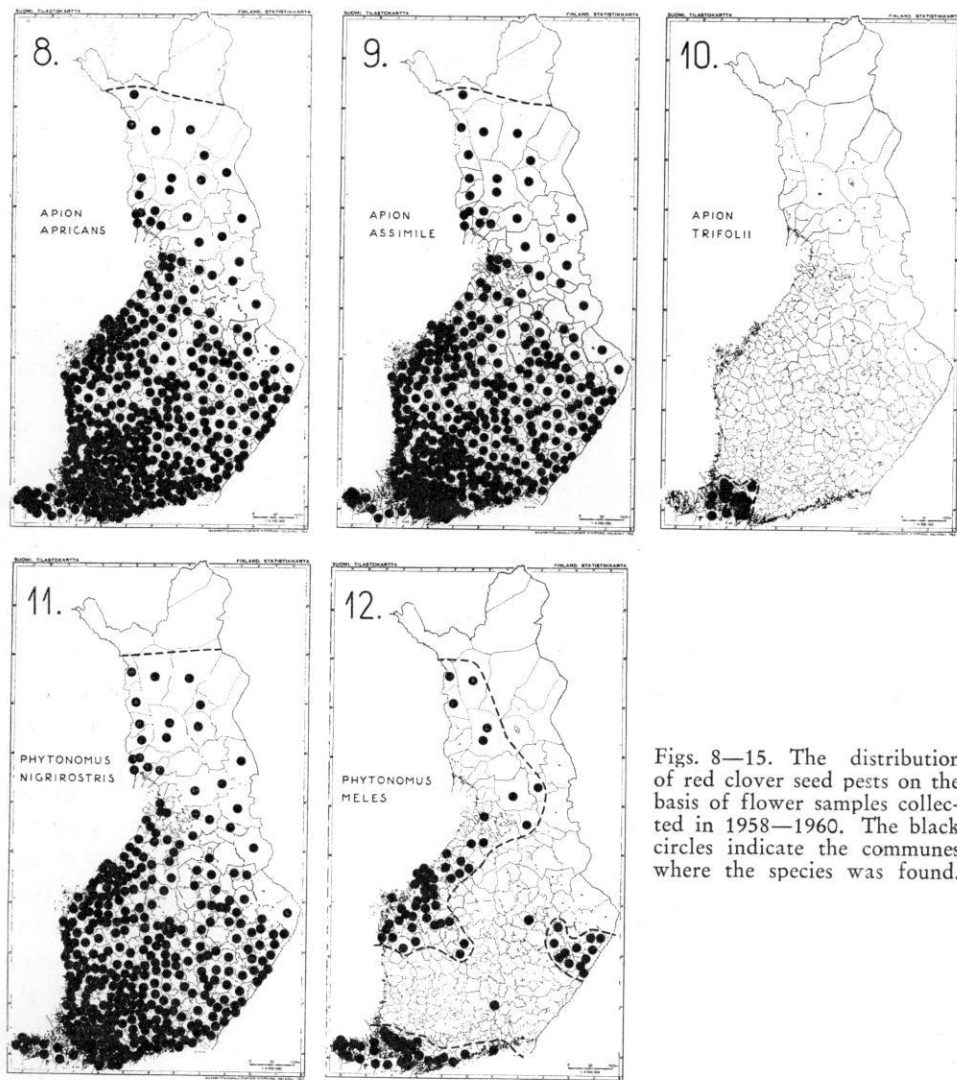
Distribution

None of the species investigated were found in the two most northern communes of Finland, Utsjoki and Inari (samples from these communes were obtained only in 1959). The most northern commune of occurrence of the three species *Apion apricans*, *A. assimile* and *Coleophora deauratella* was Enontekiö and the northernmost location approx. $68^{\circ} 30' N$.lat. (Figs. 8, 9, 13). *Phytonomus nigrirostris*, *Dasyneura leguminicola* and *Haplothrips niger* occurred almost as far north ($68^{\circ} N$) but were not encountered in Enontekiö (Figs. 11, 14, 15). Information on the distribution of these species, based on more limited experimental material, has been discussed in previous publications (MARKKULA 1959 a and b; MARKKULA and MYLLYMÄKI 1960; MARKKULA and TINNILÄ 1956). The present investigation shows that the above-mentioned species have spread further north than was known from the earlier material.

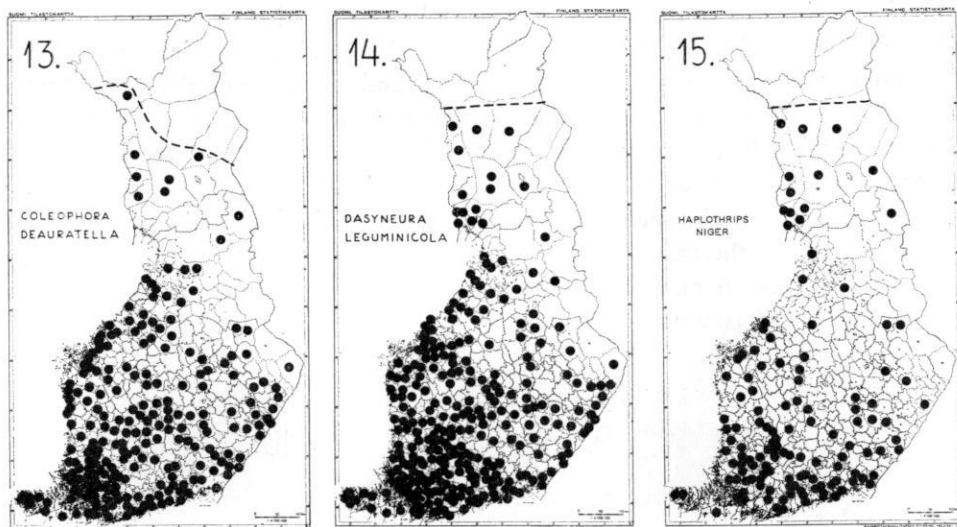
The six species mentioned above occurred throughout the entire area where red clover is cultivated and in some places north of it, too, Southwestern Finland is the most important region of red clover seed production, although seed is grown to some extent as far north as $66^{\circ} N$.lat.

Apion trifolii occurred only in a small area in the southwesternmost part of the country, mainly in the islands off the coast (Fig. 10). The species was

also found in one inflorescence sample taken from the same area in 1936 (MARKKULA and VALLE 1959). In 1956 and 1957 it was obtained from only five communes in this area in inflorescence and netting samples (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958) but was not encountered anywhere else in these years. The reasons for the restricted distribution of *Apion trifolii* have been previously discussed (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 a). The mean annual temperature within the range of the species and on its borders is the highest in Finland, and furthermore the thermal growing season and the thermal summer are the longest. This area is also one of the most arid in the country, although not as dry as the Aland Islands, for instance, where the species is not found.



Figs. 8—15. The distribution of red clover seed pests on the basis of flower samples collected in 1958—1960. The black circles indicate the communes where the species was found.



The occurrence of *Phytonomus meles* was restricted to three separate areas, and outside these the species was only found in two communes (Fig. 12). The northernmost locality was about 68° N.lat. No suitable explanation, either in terms of climatic or biological factors, can be presented for the exceptional distribution of this species (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 b).

Frequency

Taking into consideration all the samples from the whole country, *Apion apricans* was definitely the most frequent; 90 % of the samples contained one or more specimens of this species (Table 2). The second most frequent was *A. assimile* (67 %) and the third *Phytonomus nigrirostris* (55 %). *P. nigrirostris* was actually much more common than is indicated by the inflorescence samples, since the larvae of this species live mainly within the stipules of red clover (cf. p. 97). The other species occurred in less than half the samples.

If the frequencies are calculated only from the samples taken from the area of occurrence of each particular species, the results for those species having a limited range (i.e. *Apion trifolii* and *Phytonomus meles*) will be more accurate. *A. trifolii* was quite common in its range, being found in 44 % of the samples taken from this area in 1958, 73 % in 1959 and 92 % in 1960 (average 62 %). *P. meles*, likewise, is not uncommon in its range. The corresponding figures for it were 33 %, 20 %, and 27 % (av. 31 %). As to the other species, the frequencies calculated in this way differed by less than one unit from those based on the entire sample material, since only a few of the 1758 samples

Table 2. The frequencies of the various red clover pest species.

| Species | Percentage of samples containing the species among the total samples | | | |
|-------------------------------------|--|------|------|---------|
| | 1958 | 1959 | 1960 | 1958-60 |
| <i>Apion apricans</i> | 87 | 89 | 95 | 90 |
| <i>Apion assimile</i> | 63 | 68 | 71 | 67 |
| <i>Apion trifolii</i> | 4 | 3 | 4 | 4 |
| <i>Phytonomus nigrirostris</i> | 65 | 52 | 45 | 55 |
| <i>Phytonomus meles</i> | 13 | 11 | 8 | 11 |
| <i>Dasyneura leguminicola</i> | 57 | 21 | 10 | 31 |
| <i>Coleophora deauratella</i> | 29 | 24 | 33 | 29 |
| <i>Haplothrips niger</i> | 6 | 22 | 4 | 13 |

(those obtained from Utsjoki, Inari, and partly from Enontekiö) came from outside the area of occurrence of these species.

The regional differences in frequency of *Apion apricans* were somewhat less than those of *A. assimile* (Fig. 16). The former species was found in all the samples from the regions covered by the Agricultural Societies of Kuopio and the Kymi River Valley. It was rarest in the area of the Lapland Agricultural Society (occurring in only 18 % of the samples) and next rarest in that of the Agricultural Societies of Kajaani (73 %) and South Ostrobothnia (77 %). In other areas the species was found in at least 84 % of the samples. *A. assimile* was

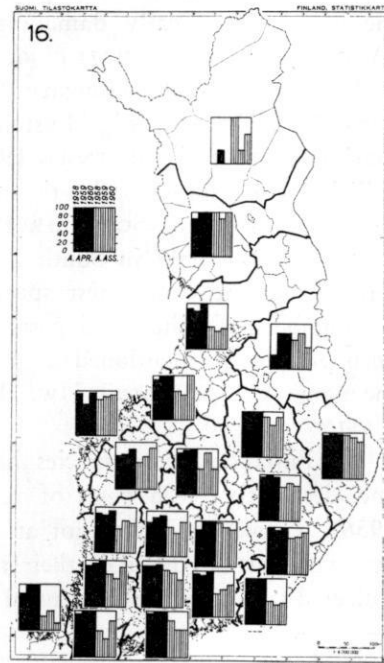


Fig. 16. The frequency of *Apion apricans* and *A. assimile*. The height of each column indicates the percentage of samples containing the species among the total samples collected from the area.

most frequent in the region of the Arctic Circle Agricultural Society (95 %), followed by those of the Agricultural Societies of North Karelia (91 %), East Häme (89 %) and Kuopio (88 %). The species was least frequent in the Aland Islands (31 %) and also relatively uncommon in the regions of Lapland (45 %), the Kymi River Valley (45 %) and Oulu Province (48 %).

In only two regions was *A. assimile* more frequent than *A. apricans*, and in one further region they were equal in frequency. In the samples from the area of the Lapland Agricultural Society *A. assimile* amounted to 45 % and *A. apricans* to 18 %. In the region of the Swedish Agricultural Society of Ostrobothnia the corresponding figures were 87 % and 85 %, and in the area of the Arctic Circle Agricultural Society both species were found in 95 % of the samples. Moreover, in the three areas mentioned above, as well as that of the Kajaani Agricultural Society (Fig. 25), *A. assimile* occurred in larger absolute numbers than *A. apricans*.

The regional frequencies of *A. apricans* and *A. assimile* quite closely follow the regional abundances of these species (Figures 21 and 22). In the case of the other species, their frequencies correspond fairly well also to their abundance, as is described later (Figs. 23, 30—32), and thus they are not treated further in this section.

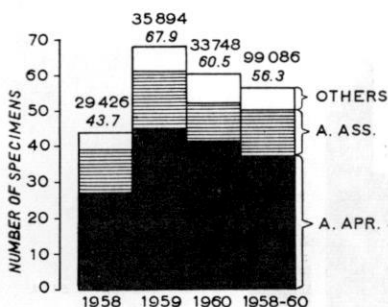
Abundance

Apion species are the most important seed pests of the red clover in Europe. According to most of the reports, *A. apricans* is the most abundant and also the most economically damaging species. Such is the situation in Romania (ANDREESCU 1960, HRISAFI *et al.* 1959), Yugoslavia (JANEZIC 1954, KOVACEVIC and BALARIN 1960), Hungary (MANNINGER 1961), Czechoslovakia (ORBTEL 1959, 1962¹), Schleswig-Holstein in Western Germany (SCHNELL 1955), Denmark (BOVIEN and JØRGENSEN 1934) and Sweden (NOTINI 1935, 1938). *A. trifolii* has been stated to be the most abundant species in Bulgaria (KRISTOVA 1961), Switzerland (SCHENKER 1951) and in parts of Wales in Great Britain (JONES 1950). Only in South and Central Wales has *A. assimile* earlier been reported as the commonest species (JENKINS 1926). Detailed information on the numbers of other seed pests is not available. *Coleophora deauratella* has been previously mentioned as a pest only in two countries, Denmark (under the name *C. spissicornis* Hw., HAMMER 1937) and Finland (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1960).

In Finland, *Apion* species have long been considered the most abundant and destructive seed pests of red clover (e.g. HUKKINEN 1920, VALLE 1935, 1936). However, it was not at first known which of the *Apion* species were involved nor the order of their relative importance. The inflorescence samples collected from South and Central Finland in 1936 (MARKKULA and VALLE 1959)

¹) c.f. also SKUHRAVÝ *et al.* 1959.

Fig. 17. The average abundance of seed pests per sample. The group "others" includes *Apion trifolii*, *Phytonomus nigrirostris*, *P. meles* and *Coleophora deauratella*. The figures directly above the columns indicate the number of specimens per sample and the uppermost figures the total number of specimens.



as well as a preliminary examination of the material dating from 1958 (MARKKULA 1959 a) have already revealed much valuable information of these problems.

Abundance in the whole country

The total number of specimens per sample of the six seed pest species (*Apion apricans*, *A. assimile*, *A. trifolii*, *Phytonomus nigrirostris*, *P. meles* and *Coleophora deauratella*) was 43.7 in 1958, 67.9 in 1959 and 60.5 in 1960, averaging 56.3 for the three years of the investigation (Fig. 17). In each year *Apion apricans* notably exceeded the others, averaging 37.1 specimens or 65.9%, and *A. assimile* took second place (13.1 specimens, 23.3%) (Figs. 18, 19). The other species only occurred in small numbers: *Phytonomus nigrirostris* 2.1 specimens, 3.7%, *Apion trifolii* 1.9, 3.4%, *Coleophora deauratella* 1.8, 3.2%, and *P. meles* 0.3, 0.6%. In comparing the figures for these species, it should be borne in mind that only a small proportion of *P. nigrirostris* inhabit the inflorescence samples (cf. p. 97) and that *A. trifolii* and *P. meles* occur in only limited regions of the country (Figs. 10 and 12).

The yearly fluctuation in abundance were not very great. In the warm dry summer of 1959, when exceptionally large numbers of many pests occurred (KANERVO 1960), *A. apricans* (45.3 specimens per sample) and *A. assimile* (16.3) were more abundant than in 1958 (27.0, 11.8) and 1960 (41.5, 11.7) (Fig. 18)¹. The numbers of specimens of the other species were insufficient for comparison. It should be mentioned, however, that *A. trifolii*, which requires a rather long summer and a high temperature (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 a), was very sparse during the cool summer of 1958.

In the red clover flower samples collected in 1936 from southern and central Finland (MARKKULA and VALLE 1959) the average number of *A. apricans*

¹) In 1957 a test sampling was made, comprising 93 samples from which 4 559 insect specimens developed. *Apion apricans* was found in amounts of 36.1 specimens per sample and *A. assimile* 10.5. The proportion of *A. apricans* among the total numbers of the two species was 78%.

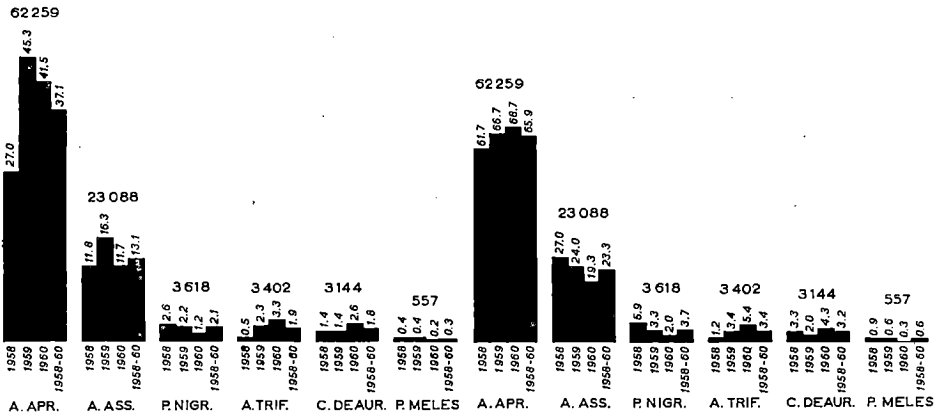


Fig. 18. The average abundance of seed pests per sample. The figures directly above the columns indicate the number of specimens per sample and the uppermost figure the total number of specimens.

Fig. 19. The proportions of the various species of seed pests. The figures directly above the columns indicate the percentage of the species among the total numbers of all the species, and the uppermost figures show the numbers of specimens of the species.

was 86.2 specimens per sample, *A. assimile* 28.2, *P. nigrirostris* 3.0 and *P. meles* 0.4. For all of the species investigated these numbers were greater than the mean figures from the years 1958—1960, being twice as great in the case of the *Apion* species (Fig. 18). This difference in abundance is apparently real, since, according to observations made by the Department, many insect pests occurred in greater numbers during the relatively warm years of the 1930's than at present.

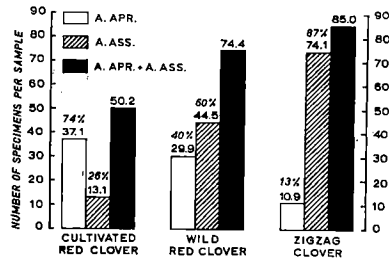
The proportions of *Apion apricans* and *A. assimile* were very similar in all the years investigated. The proportion of *A. apricans* among the total numbers of the two species was 70% in 1958, 74% in 1959 and 78% in 1960, averaging 74%. In the material from 1936 (MARKKULA and VALLE 1959), the proportion of *A. apricans* was almost identical, 75%. The marked similarity in the ratios of these species during different years indicates that the temperature and moisture requirements of the two species are probably very similar.

In the case of each of the species, there were certain samples which did not contain a single specimen of the species in question, as was shown by the frequency figures (Table 2). The maximum numbers of each species found in one sample were as follows:

| | <i>A. apricans</i> | <i>A. assimile</i> | <i>A. trifolii</i> | <i>P. nigrirostris</i> | <i>P. meles</i> | <i>C. deauratella</i> |
|------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|
| 1958 | 359 | 591 | 92 | 43 | 33 | 43 |
| 1959 | 1 012 | 497 | 248 | 39 | 52 | 65 |
| 1960 | 312 | 355 | 280 | 12 | 17 | 121 |

Each of these maximum figures was obtained from a different sample.

Fig. 20. The abundance of *Apion apricans* and *A. assimile* in cultivated and wild red clover as well as in zigzag clover. The figures above the column indicate the average numbers of specimens per sample and their percentage of the total.



In wild red clover the abundance of the species was different than in cultivated red clover. The average numbers of specimens per sample during the three years were as follows: *Apion apricans* 29.9, *A. assimile* 44.5, *Phytonomus nigrirostris* 2.8, *P. meles* 0.4 and *Coleophora deauratella* 2.9. With the exception of *A. apricans* all the species were thus more numerous in wild than in cultivated red clover (Fig. 20). The large amounts of *A. assimile* are especially noteworthy, being more than three times greater in wild than in cultivated clover (13.1 specimens per sample). In North Finland there were much larger numbers of *A. assimile* than *A. apricans*. In Central and Southern Finland, on the other hand, the relationship between these two species was partly the reverse, although the difference in their abundances was by no means as great as in cultivated red clover.

Analysis of the zigzag clover used as comparison material showed an even greater divergence from the figures obtained from cultivated red clover. *Apion apricans* occurred at rates of only 10.9 per sample, which was slightly more than one-third of its number in wild clover and less than one-fourth of that in cultivated clover. The values for *A. assimile*, on the other hand, were 74.1 per sample, or more than 1 1/2 times as great as in wild red clover and nearly 6 times as great as in cultivated red clover. The average abundance figures were approximately similar to those found in a previous study made at Tikurila: *A. apricans* 4.6 and *A. assimile* 68.4 (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958). The numbers of *Phytonomus nigrirostris*, *P. meles* and *Coleophora deauratella* in zigzag clover (4.9, 0.3 and 4.4) were nearly the same as or slightly larger than those in wild red clover.

It thus appears that *Apion apricans* is primarily a species of cultivated red clover, whereas *A. assimile* is more common in zigzag and in wild red clover. *A. assimile* emerges definitely earlier than *A. apricans*: its E 50 point during the years of investigation was 11 days earlier than that of the latter (Figs. 6, 7). However, in this country zigzag and wild red clover develop more rapidly and flower earlier than cultivated red clover. Consequently there appears to be a distinct coincidental relationship between the *Apion* species and their host plants, a fact which explains the variations in the abundance of these species on the different host plants.

Regional abundance

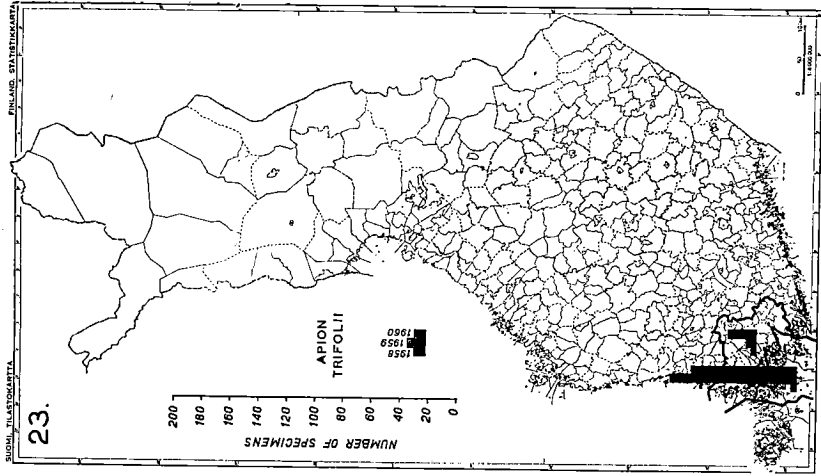
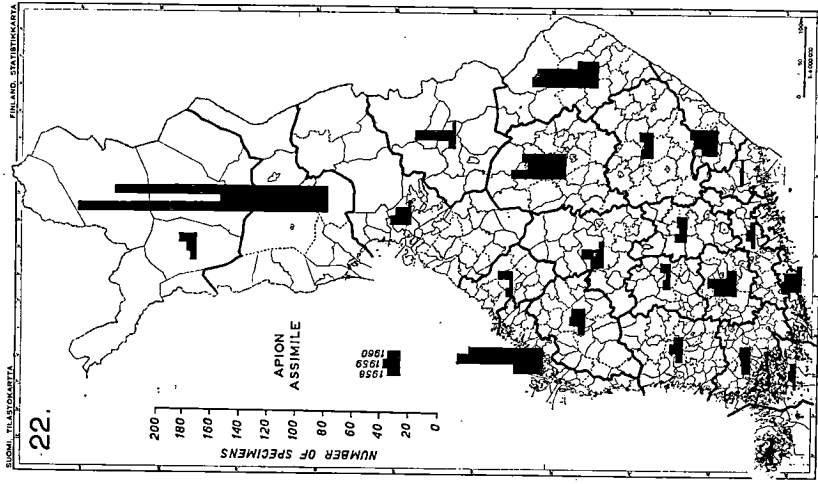
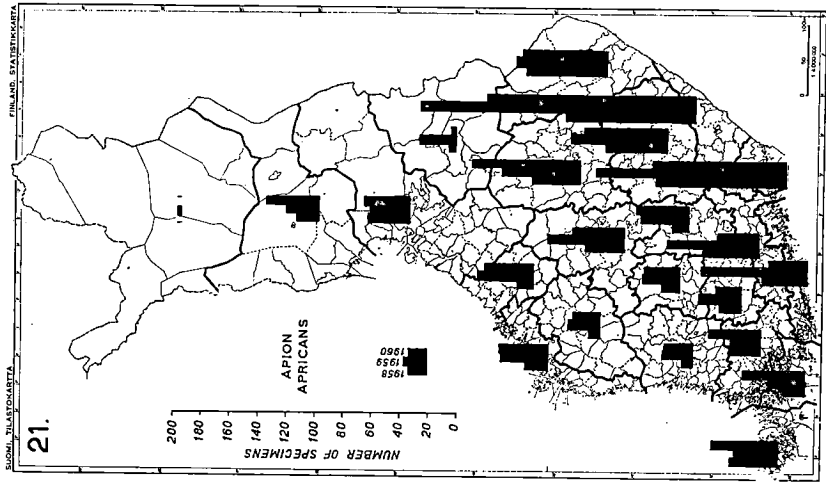
The investigation of regional abundance of red clover seed pests was made on the basis of the different regions of the agricultural societies in Finland (Fig. 5). It would also have been possible to have used the biological provinces of the country, but the division into agricultural society regions was considered to be more suitable for this study. Each such region forms a more or less independent unit, in which agriculture is directed according to the individual demands of the region concerned.

Apion apricans Herbst

In all the years investigated, *Apion apricans* was distinctly most abundant in the southeastern parts of the country (Fig. 21). The highest numbers were obtained in the region of the West Karelian Agricultural Society, averaging 144 specimens per sample (91.5 in 1958, 193.2 in 1959, 146.5 in 1960) and in the region of the Kymi River Valley Agricultural Society, averaging 107 per sample (92.0, 133.8, 94.2). The abundance of this species decreased quite distinctly toward the west and northwest. In the regions of the South Ostrobothnia and Satakunta Agricultural Societies the numbers were only 1/9 — 1/6 of those occurring in the previously-mentioned regions in Southeast Finland. The average figure in the region of the South Ostrobothnia Agricultural Society was only 16 specimens per sample (7.4, 22.3, 19.6) and in the Satakunta Agricultural Society 17 (7.7, 22.3, 20.9). In the region of the Lapland Agricultural Society the species occurred in very small numbers. It was found only in the year 1959 and then occurred at the very low rate of 3.0 specimens per sample.

The map showing the abundance of the species in 1936 (Fig. 28) resembles that for the years 1958—1960. Further, in 1936 *A. apricans* was more numerous in East Finland than in the western parts of the country. It should be taken into consideration, however, that the experimental material of 1936 did not include samples from North Finland or from the agricultural society regions of Swedish Ostrobothnia, the Kymi River Valley or the Aland Islands.

The abundance maps (Figs. 21 and 28) show that the most destructive seed pest of red clover, *Apion apricans*, is much less abundant in Southwest Finland, which is the most important red clover seed-producing region of the country, than in East and Southeast Finland, where seed production is less common. When clover fields are cut at the normal time just before flowering, most of the larvae are destroyed (MARKKULA 1959 a). On the other hand, seed production promotes the normal development of these pests. Since *A. apricans* and also *A. assimile* are more abundant in regions other than the actual seed-production areas, the conditions in such regions are obviously much more favourable for the species than in the seed-production areas.



Figs. 21—23. The abundance of *Apion apricans*, *A. assimile* and *A. trifolii* according to agricultural society regions.

Apion assimile Kirby

The regional abundance of *Apion assimile* (Fig. 22) was essentially different from that of *A. apricans*. The former species was distinctly most abundant in the region of the Arctic Circle Agricultural Society, averaging 134 specimens per sample (175.3 in 1958, 76.7 in 1959, 150.4 in 1960). Only in one region, that of the West Karelian Agricultural Society, was *A. apricans* more numerous (144 per sample). *A. assimile* was also quite abundant in the regions of the following agricultural societies: Swedish Ostrobothnia (44 on the average; 19.4 in 1958, 59.3 in 1959, 52.3 in 1960), North Karelia (34; 46.3, 42.5, 13.3) and Kuopio (31; 38.8, 25.4, 29.6). It occurred in very small numbers in the following agricultural society regions: Swedish Uusimaa (3.5; 1.4, 5.2, 4.0), Uusimaa Province (3.1; 2.2, 4.3, 2.9) and the Aland Islands (1.9; 1.4, 3.6, 0.7). Its minimum, however, was found in the region of the Kymi River Valley Agricultural Society (1.4; 1.6, 1.6, 1.1), where the numbers of *A. apricans* were especially great (averaging 107).

The regional abundance of *A. assimile* in 1936 (Fig. 29) resembles that of the period 1958 — 1960. However, in 1936 samples were lacking from several regions, such as those of the Swedish Ostrobothnia Agricultural Society and the Arctic Circle Agricultural Society.

Apion trifolii L.

This species occurred in the regions of only two agricultural societies (Fig. 23). In the region of the Agricultural Society of South-Western Finland which comprises communes exclusively in the archipelago, the species was quite abundant, averaging 56 specimens per sample (4.1 in 1958, 90.0 in 1959, 74.4 in 1960). The numbers were much lower in the region of the Finland Proper Agricultural Society, averaging 8.2 per sample (3.9, 7.0, 18.9). In a previous publication (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 a) the abundance of this species and the factors affecting it were discussed in detail.

Apion apricans, *A. assimile* and *A. trifolii*

The total abundance of the three *Apion* species (Fig. 24) was determined chiefly by the numbers of the most abundant species, *A. apricans*. In general, those agricultural society regions in which *A. apricans* was numerous also showed the highest figures for the combined numbers of the three species. In the regions of the Arctic Circle Agricultural Society and the Swedish Ostrobothnia Agricultural Society, on the other hand, the total abundance was largely determined by the numbers of *A. assimile*, and in the region of the South-Western Finland Agricultural Society by *A. trifolii*.

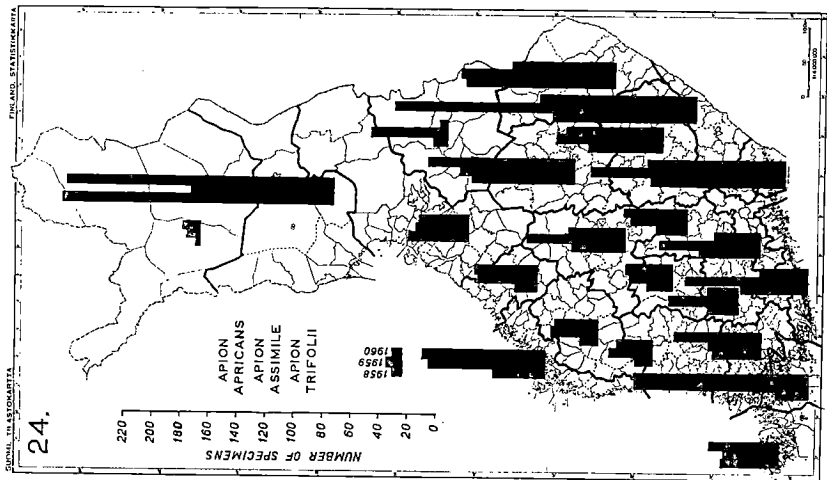


Fig. 24. The total abundance of *Apion* species (*A. apricans*, *A. assimile* and *A. trifolii*) according to agricultural society regions.

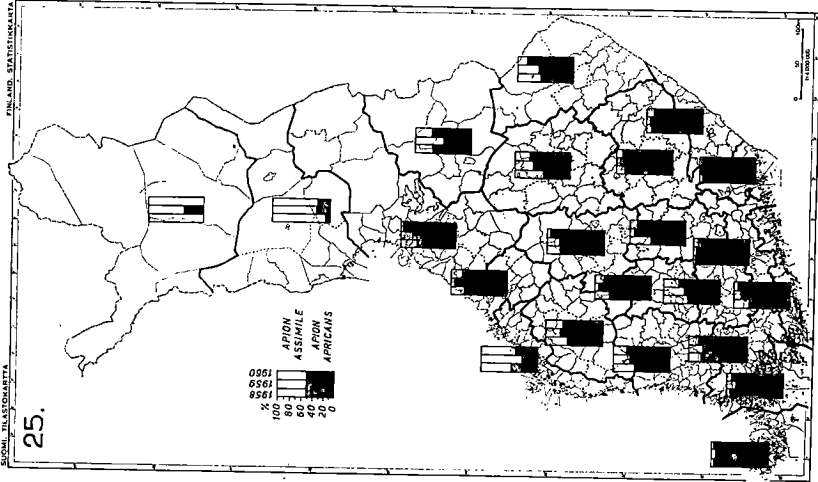


Fig. 25. The percentages of *Apion apricans* and *A. assimile* among the total numbers of both species.

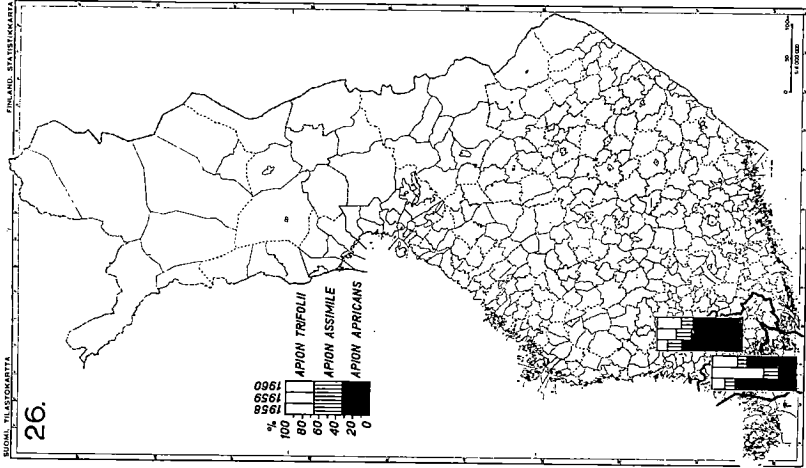


Fig. 26. The percentages of *Apion* species (*A. apricans*, *A. assimile* and *A. trifolii*) among the total numbers of all three species in the agricultural society regions of South-Western Finland and Finland Proper.

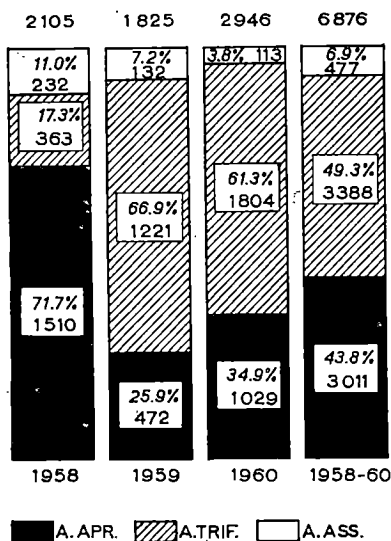


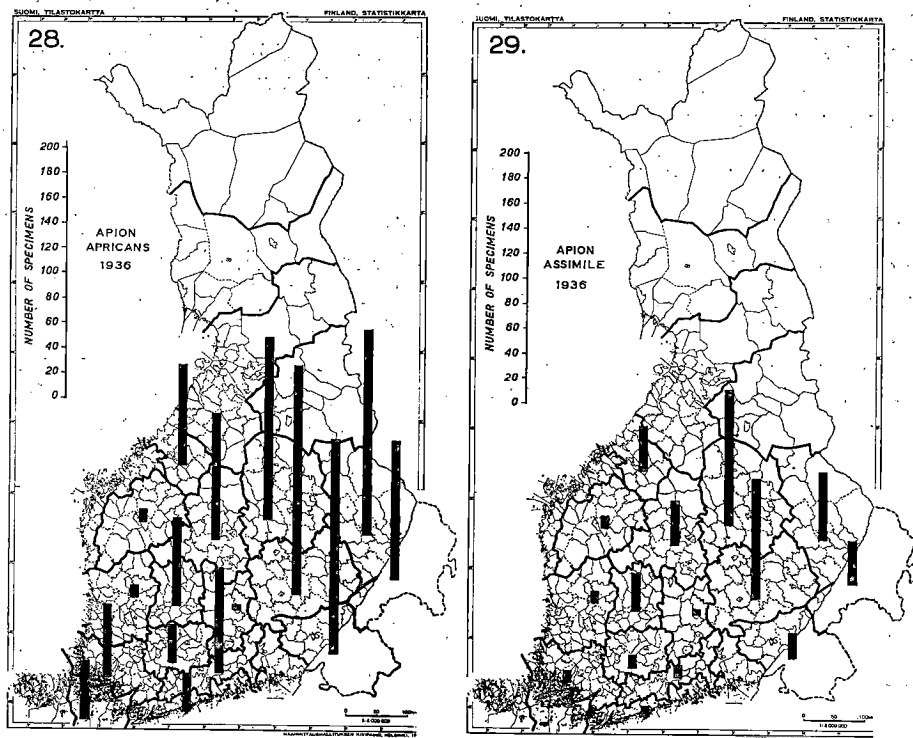
Fig. 27. The abundance and percentages of *Apion* species in samples collected from the areas of occurrence of *A. trifolii*. Numbers of samples: 54 in 1958, 22 in 1959 and 24 in 1960.

The three-year average figures for the combined abundance of the *Apion* species were very high (over 100 specimens per inflorescence sample) in three regions: West Karelia (159.4), Arctic Circle (159.4) and Kymi River Valley (108.1).

In the regions of six societies the numbers were moderately high (50—100) and in thirteen societies low (under 50). The smallest numbers of *Apion* species were found in the regions of Lapland (7.9) and Kajaani (22.1). The former region is at the northern boundary of the range of these species, and very little clover grows there. In the region of the Kajaani Agricultural Society clover cultivation is also very sparse. The low numbers of *Apion* species in Satakunta (23.3), South Ostrobothnia (24.7) and Häme—Satakunta (26.5), as well as in the regions of the neighbouring agricultural societies, is evidently due to other reasons, since in these areas the cultivation of red clover is quite common.

A comparison of the abundance of *Apion apricans* and *A. assimile* (Fig. 25) shows that in only four regions did *A. assimile* comprise over half the total numbers of these two species: Lapland 85.7%, Arctic Circle 84.1%, Swedish Ostrobothnia 61.5% and Kajaani 50.7%. In five regions the proportion of *A. assimile* was 25—50%, in nine regions 10—25% and in four regions less than 10%. The latter four regions were West Karelia (9.8%), Uusimaa Province (6.5%), the Aland Islands (4.5%) and Kymi River Valley (1.3%).

It appears that the proportion of *Apion apricans* decreases and that of *A. assimile* increases in going from the south to the north of the country (Fig. 25). This fact may be related to the age of the ley and its clover content, since



Figs. 28—29. The abundance of *Apion apricans* and *A. assimile* according to agricultural society regions in 1936. This particular study has been described in a previous publication (MARKKULA and VALLE 1959). No samples were collected from the following regions: 1, 6, 13, 19, 20, 21 and 22 (see Fig. 5, p. 99).

according to the material obtained in this study the leys in the northern parts of the country are generally older and their clover content smaller than in the south. These two factors do not, however, completely explain the differences in the regional abundance of the two species.

The ratios between the three *Apion* species can be compared only in the regions of two agricultural societies (Fig. 26). In the region of the South-Western Finland Agricultural Society *Apion trifolii* was most numerous. The three-year average proportions of the species in this region were *A. trifolii* 51.4 %, *A. apricans* 44.0 % and *A. assimile* only 4.6 %. In the region of the Finland Proper Agricultural Society *A. apricans* was most abundant, comprising 63.7 %, while *A. trifolii* made up 20.6 % and *A. assimile* 15.7 % of the combined amounts of the three species.

Since *A. trifolii* occurs only in a part of the region of the Finland Proper Agricultural Society, a comparison of the ratios of the three species is more accurate when consideration is confined to samples obtained from the areas

where this species occurs (Fig. 27). In these areas *A. trifolii* was definitely the most abundant in the years 1959 and 1960, making up 66.9 % and 61.3 % of the total. In the cool summer of 1958 it occurred in small numbers (17.3 %) but even so was more numerous than *A. assimile*.

Phytonomus nigrirostris Fabr.

The abundance of *Phytonomus nigrirostris* (Fig. 30) was not as variable in the different regions as in the case of the *Apion* species. *P. nigrirostris* occurred most abundantly in the region of the West Karelia Agricultural Society, averaging 4.5 specimens per sample (3.9 in 1958, 6.3 in 1959, 3.3 in 1960). In most of the regions it was found in amounts of 1—3 per sample. It was not encountered at all in the region of Lapland, and it occurred least frequently in the Aland Islands (average 0.5; 0.8, 0.5, 0.1), where the related species *P. meles*, on the contrary, occurred in the largest numbers.

Phytonomus meles Fabr.

The abundance of this species varied greatly in the different agricultural society regions (Fig. 31). In some of the areas it was not encountered at all. It was most numerous in the Aland Islands (3.4 specimens per sample) and second in the region of the North Karelia Agricultural Society (1.2). The regional abundance of *P. meles* has been described in detail in a previous publication (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 b).

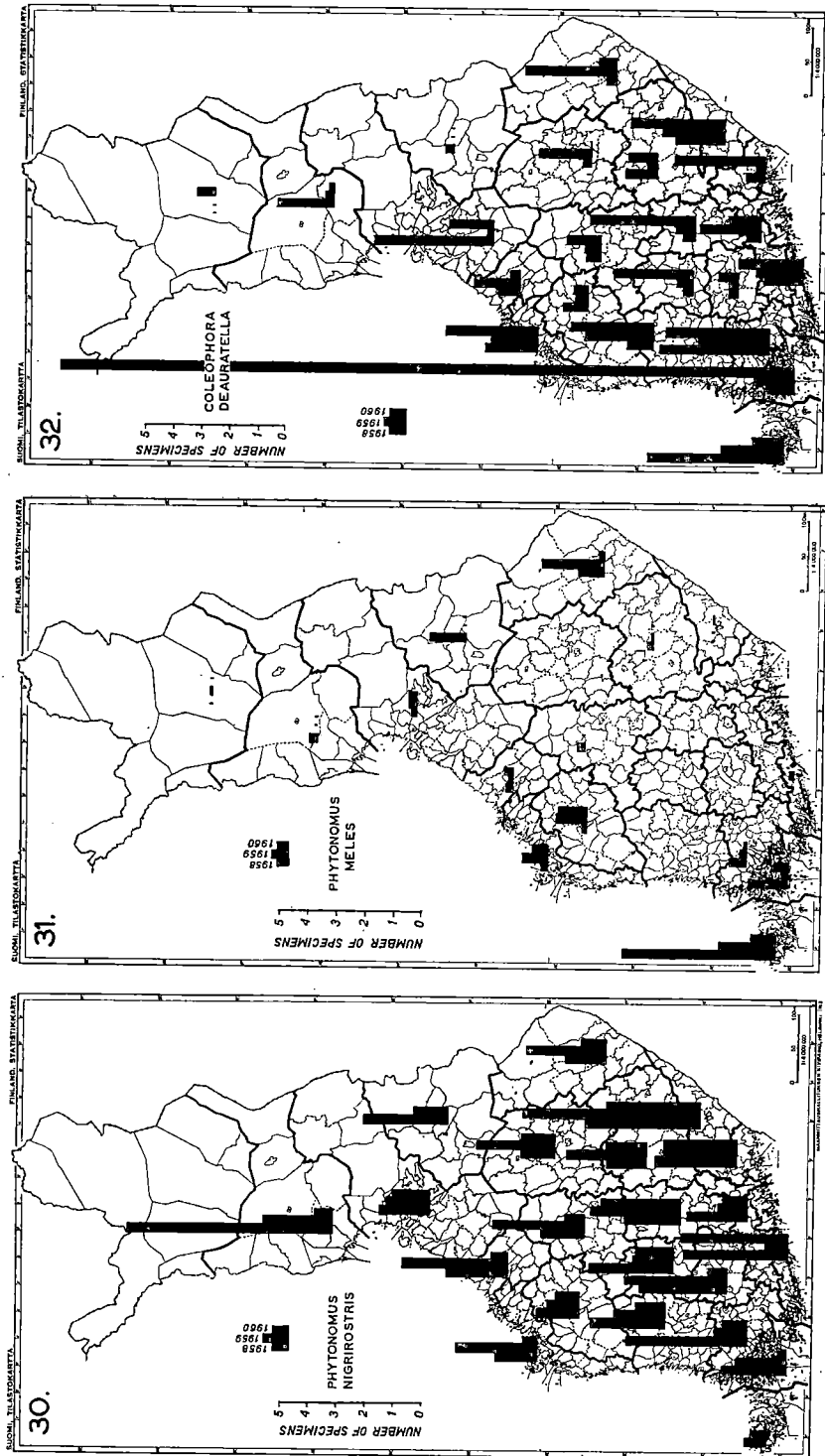
Coleophora deauratella Zell.

This species appears to be somewhat more abundant in western and south-western Finland (Fig. 32) than elsewhere in the country (cf. MARKKULA and MYLLYMÄKI 1960). Even in the same region its numbers varied greatly from year to year, as well as in the same year from one commune to the next. In 1960 the species occurred in considerable numbers in the region of the South-Western Finland Agricultural Society, averaging 26.7 specimens per sample.

Effect of certain factors on the abundance

Age of ley

There are several reports in the literature that *Apion* species occur more abundantly in older leys than in younger ones. Counts of *Apion* species (apparently *A. apricans* and *A. assimile*; MARKKULA and VALLE 1959) made in 1934 at the Hankkija Plant Breeding Station at Tammisto near Helsinki showed the number of larvae per 200 flower heads to be 4 in 1st-year leys, 108 in 2nd-year leys and 242 in 3rd-year leys (VALLE 1936). Such large differences are understandable when it is considered that these were seed fields from which clover seed was harvested each year. OBRTEL (1957) established that older red clover cultivations are more heavily infested than younger ones. Previous



Figs. 30—32. The abundance of *Phytonomus nigrirostris*, *P. meles* and *Coleophora deauratella* according to agricultural society regions.

studies carried out in the large research programme which includes the present investigations and which were based upon examinations of red clover inflorescence samples (MARKKULA 1959; MARKKULA and VALLE 1959; MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 a, cf. also VALLE *et al.* 1961) showed that the numbers of *A. apricans*, *A. assimile* and *A. trifolii* per flower head increased as the ley aged.

In the present investigation, endeavours have been made to confirm the previously-obtained results on the effect of age of ley and particularly to establish with more precision the magnitude of this effect. The material investigated included 29.7 % 1st-year leys, 53.4 % 2nd-year, 14.5 % 3rd-year, 2.1 % 4th-year, and 0.3 % 5th-year leys.

Apion apricans. In all the years of this investigation the effect of age of ley was quite similar (Fig. 33). In each year the abundance of the species increased from 1st-year to 2nd-year leys and further to 3rd-year leys, but the numbers decreased in 4th-year leys. In comparison to 1st-year leys (25 specimens per sample) the average abundance of this species in 2nd-year leys was 73 % greater, in 3rd-year leys 89 % and in 4th-year leys 49 % greater. In the experimental material from 1936 the effect of ley age was more pronounced, and the numbers of *A. apricans* increased also from the 3rd- to the 4th-year leys (MARKKULA and VALLE 1959).

Apion assimile. The amounts of this species increased greatly in 1958 and 1959 from 1st-year progressively to 4th-year leys. In 1960 a similar increase occurred as far as the 3rd-year leys, but the numbers in the 4th-year leys were slightly less than in the 3rd-year leys (Fig. 33). In comparison to the 1st-year leys (7 specimens per sample), the average increase in numbers in 2nd-year leys was double (105 % greater), in 3rd-year leys nearly four times (281 %) and in 4th-year leys still larger (295 % greater). In 1936 the effect of age of ley was almost exactly the same as in 1960 (cf. MARKKULA and VALLE 1959).

Apion trifolii. Only in the island communes of Southwest Finland was this species sufficiently abundant for the effect of ley age on its occurrence to be studied (Fig. 33). In comparison to 1st-year leys (42 specimens per sample) the average abundance in 2nd-year leys was 29 % greater and in 3rd-year leys 212 % greater or more than three times. There were no samples from 4th-year leys.

Other species. It appears that the age of the ley did not affect the abundance of *Phytonomus meles*. At any rate, the limited experimental material did not show any clear effect (Fig. 33). Likewise the numbers of *P. nigrirostris* and *Coleophora deauratella* were not as distinctly influenced by the age of the ley as in the case of the *Apion* species. However, in each year *P. nigrirostris* and *C. deauratella* were more abundant in 2nd-year than in 1st-year leys. In 3rd- and 4th-year leys no clear picture could be obtained; this was a consequence of the limited amount of material, since 83 % of the samples were from 1st- and 2nd-year leys.

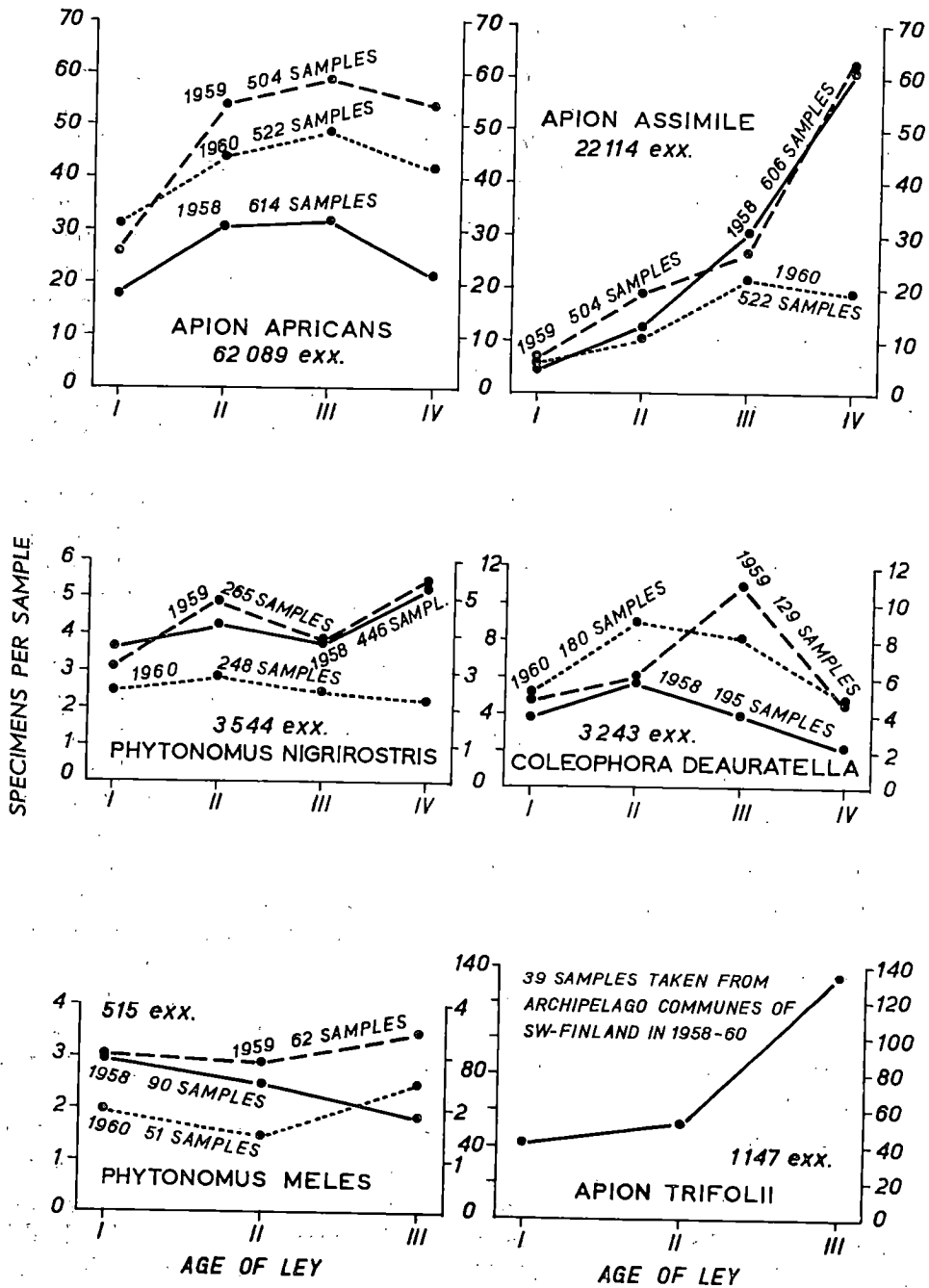


Fig. 33. The effect of age of ley on the abundance of red clover seed pests. The curve representing *Apion trifolii* has been modified from the results of MARKKULA and MYLLYMÄKI (1962 a) and that representing *Phytonomus meles* from MARKKULA and MYLLYMÄKI (1962 b).

Age of ley and red clover content

According to TEOFILOVIČ *et al.* (1959), the increase in numbers of insects per inflorescence as the ley ages is due to the concurrent decrease in numbers of inflorescences per unit area of the ley. Thus the apparent increase is not actual, but instead is a consequence of the concentration of insects in the few remaining inflorescences in old leys. In the present investigation no counts were made of the numbers of red clover flower heads in leys of different ages. Instead data were obtained on the red clover content of leys, and endeavours were made to separate the effects of ley age and clover content on the abundance of seed pests. It is apparent that the change in number of flower heads per unit area and the change in clover content occur in quite a similar manner. It is also noteworthy that studies based on netting samples (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1958) showed that as the ley ages the numbers of *Apion apricans* and *A. assimile* do also increase in relation to the unit area of the field.

The material investigated included 44.6 % of leys in which the red clover content was 81—100 % = the first category, 27.2 % of leys of the second category (red clover content 61—80 %), 13.1 % of leys of the third category (41—60 %), 8.9 % of leys of the fourth category (21—40 %), and 6.2 % of leys of the fifth category (< 20 %).

Figure 34 shows that the age of the ley and its red clover content each have a separate influence on the abundance of *Apion apricans*, *A. assimile*, *Phytomomus nigrirostris* and *Coleophora deauratella*. In the 1st- and 2nd-year leys (83 % of the samples) the effect of each factor is quite distinct, but in the limited amount of experimental material from 3rd-year leys (15 % of the samples) no clear results were evident. Because of the very small number of samples from 4th-year leys (only 2 %), they are not presented here.

Apion apricans. As the content of red clover decreased, the numbers of this species increased (Fig. 34). When the content of clover was 81—100 %, there were an average of 33 specimens per sample. In the second category of clover content (61—80 %) the numbers were 2 % greater, in the third category (41—60 %) 35 %, in the fourth (21—40 %) 23 % and in the fifth category (1—20 %) 40 % greater. The effect of red clover content appeared to be less pronounced than that of age of ley (Fig. 33).

Apion assimile. As the content of red clover declined, the numbers of *A. assimile* showed a greater increase than those of *A. apricans* (Fig 34). With a clover content of 81—100 % there were an average of 8 specimens of *A. assimile* per sample. In the second category the number was the same, in the third it was more than twice as large (122 % greater), in the fourth more than four times (322 %) and in the fifth category over six times as large (522 % greater) as in the first category of clover content (81—100 %). It appears that, contrary to the case of *A. apricans*, the content of red clover has a more pronounced effect on the abundance of *A. assimile* than the age of ley.

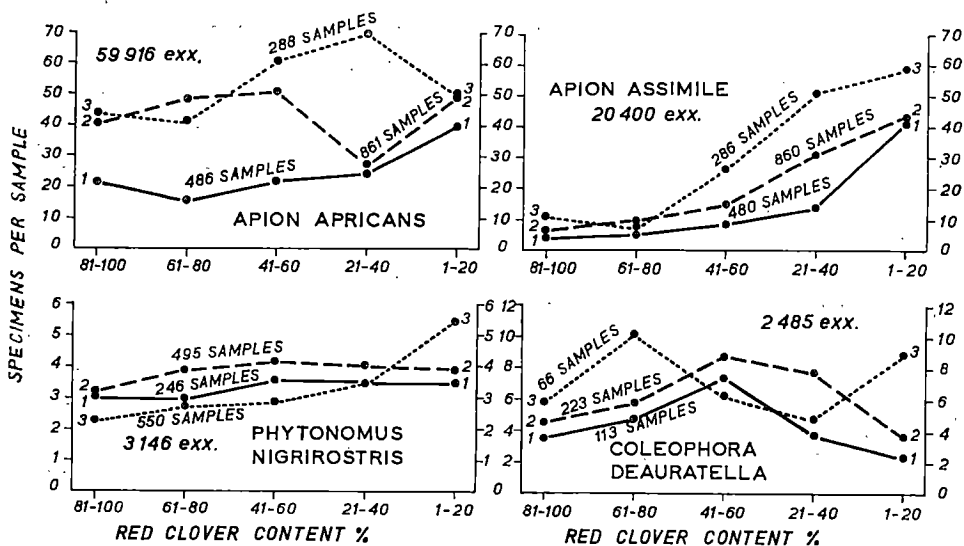


Fig. 34. The effects of age of ley and red clover content on the abundance of *Apion apricans*, *A. assimile*, *Phytonomus nigrirostris* and *Coleophora deauratella*. 1, 2 and 3 denote the age of the ley.

Phytonomus nigrirostris. A decrease in the red clover content was accompanied by a definite, although slight, increase in the numbers of this species (Fig. 34). When the clover content was 81—100 %, there were 2.9 specimens per sample. In the succeeding categories the abundance of this species increased by the following percentages: in the second 13 %, third 27 %, fourth 31 % and in the fifth category 51 %.

Coleophora deauratella. It appears that as the red clover content decreased, the number of specimens initially increased but later declined (Fig. 34). This effect, however, was not very clear. When the red clover content was 81—100 %, there were 4.6 specimens per sample. In the succeeding categories the abundance of this species increased by the following percentages: in the second 52 %, third 65 %, fourth 19 %, and in the fifth category 11 %.

Location of ley: level ground vs. slope, direction of slope

To judge from the experimental material in the present investigation, the location of the ley on level ground or on a slope had no great effect on the abundance of seed pests. Likewise, the direction of the slope was not significant, although in general the numbers appeared to be greater on south than on north slopes (Fig. 35).

Apion apricans was found on fields located on slopes of the "south" group (facing east, southeast, south and southwest) in numbers averaging 56.2 per sample; on slopes of the "north" group (west, northwest, north and northeast) the corresponding figure was 42.2. This difference is significant ($F = 11.2^*$). On level ground the numbers (38.5) were approximately similar to those on the north-facing slopes.

Apion assimile occurred on south-facing slopes in amounts of 17.3 per sample, and on north-facing slopes the figure was 13.9. This difference is not quite significant. On level ground the number was 13.2 specimens per sample. If the various slopes are grouped in such a way that those facing east, southeast, south, southwest and west comprise one group and those facing northwest, north and northeast a second group, then the average numbers of specimens per sample in each of these groups show a significant difference ($F = 23.8^{**}$). — *Apion trifolii* occurred in such small numbers that it does not provide a reliable picture of the effect of this factor.

Coleophora deauratella was found in average numbers of 7.7 per sample on south-facing slopes, 4.1 on north-facing slopes and 6.5 on level ground. These differences are not significant, but the general tendency is the same as for *Apion apricans* and *A. assimile*.

The average numbers of *Phytonomus nigrirostris* were 3.4 per sample on south-facing slopes, 3.1 on north-facing slopes and 3.8 on level ground. These differences are smaller than for the other species, and consequently the location of the ley cannot be considered to have any effect upon the abundance of this species.

The results concerning *Phytonomus meles* have been published previously (MARKKULA and MYLLYMÄKI 1962 b). The abundance of this species seemed to be greater on slopes facing east, southeast or south (av. 4.4 specimens per sample) than on level ground (2.3) and on slopes facing in other directions (1.8). These differences were not statistically significant. If the same grouping of slopes is used as in the case of *Apion apricans*, the numbers of specimens per sample in the south group was 3.6 and in the north group 2.0.

Distance from ley to nearest forest and size of cultivated area

By marking large numbers of apion weevils with an aqueous solution of fuchsin, SHCHERBINOVSKII (1939) found that they hibernated among fallen leaves at the edge of forests. On clover fields, on the other hand, only a few overwintering specimens were found. Similarly, OBRTEL (1957) reported that the overwintering sites of these pests are forest borders, bushes, etc., and that only minimal numbers of apion weevils hibernate in clover cultures. SCHNELL (1955) is the only investigator thus far to have presented data on the overwintering sites of the various *Apion* species. According to his studies, *Apion*

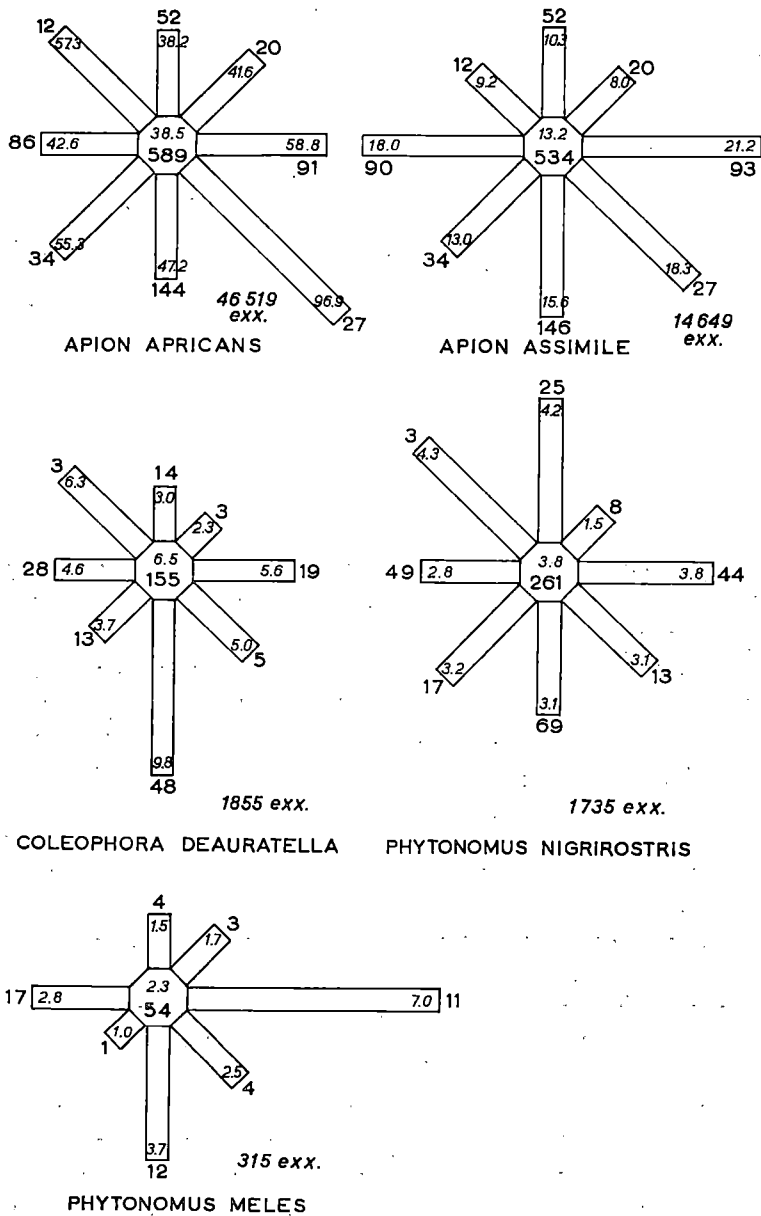


Fig. 35. The abundance of seed pests on level ground and on slopes facing in different directions in 1959 and 1960. The uppermost figure in the centre of the diagram indicates the number of specimens per sample on level ground and the figure below it the number of samples. The figures within the columns show the number of specimens per sample on slopes facing in each direction, and the figures outside show the number of samples. The column representing north-facing slopes is directed upwards and the other columns are placed in their respective directions. The data on abundance of *Phytomomus meles* are taken from MARKKULA and MYLLMÄKI (1962 b).

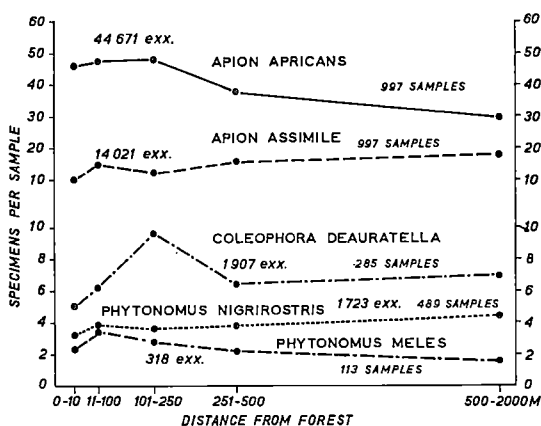


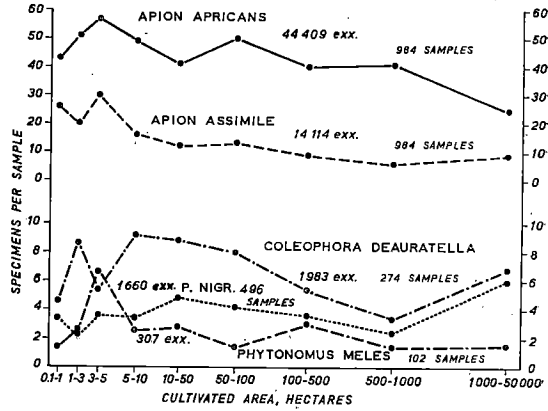
Fig. 36. The effect of the distance of the ley from the nearest forest on the abundance of seed pests in 1959—1960.

apricans and *A. trifolii* do not hibernate in clover fields but instead in hedges and banks on the borders of the fields as well as in the litter on the edges of forests. *A. assimile*, on the other hand, hibernates in concealed spots in red clover fields and also in hedges, while *Phytonomus nigrirostris* overwinters in bushes within or on the borders of fields of red and white clover. According to TANASIJEVIC (1960), *A. apricans* and *A. trifolii* hibernate either in fields of clover or outside such fields. In the autumn some adults have been observed to fly as far as 600 metres to nearby forests.

The above reports indicate that at least some clover seed pests hibernate mainly outside the clover fields. Thus it is conceivable that the location of a suitable overwintering site near the clover ley would affect the abundance of these pest species. Since the advisers of the agricultural societies, who were responsible for sending the samples, were unable to investigate which places (such as ditch banks, thickets, etc.) served as overwintering sites, they were requested to supply information only on the distance from the ley to the nearest forest as well as the size of the cultivated area. It was assumed that if the proximity of the forest had a pronounced influence on the abundance of these species, this would become evident from an analysis of such data.

From the results of the present investigation, it is apparent that the distance from the ley to the nearest forest has no great effect (Fig. 36). In the case of all the species, it was found that when the ley was situated in the immediate proximity of the forest (0—10 metres), there were smaller numbers of specimens than if the forest was somewhat more distant (11—250 metres). As the distance increased further, *Apion apricans* and *Phytonomus meles* appeared to become slightly less abundant, while the numbers of *A. assimile*, *P. nigrirostris* and *Coleophora deauratella* appeared to remain at the same level or to increase slightly.

Fig. 37. The effect of the size of the cultivated area on the abundance of seed pests in 1950—1960.



The size of the cultivated area had a somewhat more marked influence (Fig. 37). When the size was very small (0.1—3 hectares), the numbers of pests were low; as the size increased, the numbers appeared initially to rise and subsequently to decline. The numbers of *Apion apricans* and *A. assimile* distinctly increased with an increase in size of the cultivated area, while the effect on the other species was less obvious.

Other factors

In the present investigation the soil type was not found to have any distinct influence on the abundance of seed pests. Likewise, the abundance was apparently unaffected by the area of the ley producing seed or by the size of the entire ley. Although the experimental material as such was very extensive, it was perhaps not large enough to determine the possible negligible effect of these factors.

Summary

The present investigation was based on a total of 1 758 samples of red clover inflorescences collected during the years 1958—1960. The samples, each consisting of 200 flower heads, were obtained quite uniformly from throughout the entire country. They were placed in cardboard rearing boxes in the insectarium of the Department of Pest Investigation. The insects appearing in the glass tubes of the boxes (as well as those few remaining within the box) were collected, identified and counted. The following total numbers of specimens of seed pests were found in samples of cultivated red clover: *Apion apricans* Herbst 65 259, *A. assimile* Kirby 23 088, *A. trifolii* L. 3 402, *Phytanomus*

nigrirostris Fabr. 3 618, *P. meles* Fabr. 557 and *Coleophora deauratella* Zell. (larvae) 3 144. In addition, 5 207 specimens were found in samples of wild red clover, so that the total experimental material consisted of 104 275 specimens of seed pests. In the case of *Dasyneura leguminicola* Lintn. and *Haplothrips niger* Osb. observations were made only on their distribution and frequency.

Time of emergence. The average date (Emergence 50) during the three years investigated when half the specimens had emerged (= appeared in the glass tubes of the rearing boxes) was August 8 for *A. assimile*; for *P. nigrirostris* it was 9 days later, for *A. apricans* 11 days, for *P. meles* 15 days and for *A. trifolii* 22 days later. All of the species emerged considerably earlier in the warm summers of 1959 and 1960 than in the cool summer of 1958.

Distribution. Most of the species of seed pests occurred considerably further north than the principal regions of clover cultivation. *A. apricans*, *A. assimile* and *C. deauratella* were found throughout practically the entire country, as far north as about lat. 68° 30' N. *P. nigrirostris*, *D. leguminicola* and *H. niger* were encountered as far north as lat. 68° N. and *P. meles* also at lat. 68° N. although it mainly occurred only in three separate areas. *A. trifolii* was found only in the southwest parts of the country, primarily in the islands off the coast.

Frequency. 90 % of the samples contained *A. apricans*, 67 % *A. assimile*, 55 % *P. nigrirostris*, 31 % *D. leguminicola*, 29 % *C. deauratella*, 13 % *H. niger*, 11 % *P. meles* and 4 % *A. trifolii*. In their own regions of distribution *A. trifolii* and *P. meles* were much more frequent (62 % and 31 % respectively).

Abundance. In all three years *A. apricans* was definitely the most abundant (av. 37.1 specimens per sample), comprising 65.9 % of the total numbers of the six species of seed pests. The corresponding figures for the other species were: *A. assimile* 13.1 and 23.3 %, *P. nigrirostris* 2.1 and 3.7 %, *A. trifolii* 1.9 and 3.4 %, *C. deauratella* 1.8 and 3.2 %, *P. meles* 0.3 and 0.6 %. The annual differences in abundance were not very large, although in 1959 *A. apricans* and *A. assimile* were more numerous than in 1958 and 1960.

The ratio between the amounts of the two most important seed pests, *A. apricans* and *A. assimile*, was very similar in all three years. In 1958 *A. apricans* comprised 70 % of the total numbers of both species, in 1959 74 % and in 1960 78 %; in the material from 1936, used for comparison, the figure was 75 %. The dependence of both species on weather conditions is thus probably quite similar.

With the exception of *A. apricans*, all the species were more abundant in zigzag and wild red clover than in cultivated red clover. *A. apricans* appears especially to be a species of cultivated red clover and occurs infrequently in wild red clover and zigzag clover. *A. assimile*, on the contrary, is more numerous in zigzag and wild red clover than in cultivated clover. The former types of clover flower and produce seed earlier than cultivated red clover, thus encouraging the earlier development of *A. assimile* in comparison to that of *A. apricans*.

Regional abundance. *A. apricans* was definitely most abundant in the southeastern parts of the country. Counts made according to the regions of the agricultural societies showed the maximum figures for this species in Southeast Finland to be 144 and 107 specimens per sample. The numbers decreased toward the west and northwest, amounting to only 17 and 16 in two regions in West Finland. The regional abundance of *A. assimile* was essentially different. It was found to be most numerous (134 specimens) in the second most northern region of the country and was most sparse in the south and southwest parts (3.1, 1.9 and 1.4 specimens per sample). The maximum count for *A. trifolii* (56) was obtained from the island region off the southwest coast; on the nearby mainland region there were only 8 specimens per sample and elsewhere the species was not found at all.

Among the 22 regions of agricultural societies *A. apricans* was most abundant in 18 and *A. assimile* in only 4. The relative proportion of *A. apricans* appears to decrease and that of *A. assimile* to increase in going from the south to the north of the country.

Effect of certain factors on the abundance. The age of ley had a marked influence on the abundance of *A. assimile*. In second-year leys its numbers were twice as great and in third- and fourth-year leys nearly four times as great as in first-year leys. The abundance of *A. apricans* and *A. trifolii* also increased as the ley aged. The numbers of *P. nigrirostris* and *C. deauratella* were larger in 2nd-year than in 1st-year leys. The age of the ley appeared to have no effect on the abundance of *P. meles*.

As the content of red clover in the ley diminished, the amounts of *A. apricans*, *A. assimile* and *P. nigrirostris* increased. The rise in numbers of *A. assimile* was especially marked; when the clover content was only 10—20%, this species was six times more abundant than in leys with a clover content of 81—100%.

The numbers of *A. apricans*, *A. assimile*, *C. deauratella* and *P. meles* were greater on slopes facing southward than on northward-facing slopes or on level ground.

When the ley was located immediately adjacent to forest (0—10 metres distant), the amounts of all species were smaller than when the distance was somewhat greater (11—250 metres). When the seed field was situated on very small cultivated areas (0.1—3 hectares), there were generally low numbers of seed pests. As the size of the cultivated area increased, the numbers initially increased but subsequently generally decreased. This decrease was most pronounced in the case of *A. apricans* and *A. assimile*.

REFERENCES

- ANDREESCU, E. 1960. Contributii la cunoasterea biologiei si combaterii gargaritelor florilor de trifoi (*Apion apricans* Herb. si *Apion aestivum* Germ.). Lucr. Stiint. Inst. Agron. Ionescu 407—414.
- BOVIEN, P. & JØRGENSEN, M. 1934. Orienterande undersøgelser over angreb af snudebiller (*Apion*) i kløverhoveder. Tidskr. Planteavl 40: 376—398.
- HAMMER, M. 1937. Kløver-Sækmøllet (*Coleophora spissicornis* Hw.). Tidskr. Planteavl 42: 333—343.
- HRISAFI, C., IONESCU, M., SIMIONESCU, L. & MACREA, I. 1959. Cercetări asupra biologiei si combaterii gargartei florilor de trifoi (*Apion apricans* Herbst). Anal. Inst. Cerc. Agron. 26: 239—252.
- HUKKINEN, Y. 1915. Apilan korvakekäräsäkäs (*Phytonomus nigrirostris* Fabr.), muuan apilan siemen- ja rehusatojen hävittäjä. Maatalous 8: 164—167.
- »— 1920. Apilan tuhohyönteisistä. Luonnon Ystävä 24: 73—74.
- »— 1922. Apilan siemensääski (*Dasyneura leguminicola* Lintn.). Not. Ent. 2: 119.
- JANEZIC, F. 1954. Pojava apiona na crvenoj detelini u Sloveniji i pokusi za njihovo suzbijanje. Zaštita bilja 20: 10—20.
- JENKINS, J. R. W. 1926. Notes on the insect pests of red clover in Mid and West Wales. Welsh J. Agric. 2: 221—228. (Ref. Rev. appl. Ent. 14: 401—402.)
- JONES, J. M. 1950. Clover seed weevils. Ann. appl. Biol. 37: 313—320.
- KANERVO, V. 1960. Tuhoeläinten joukkoesiintymistä vuonna 1959. (Summary: Mass appearance by certain pests in Finland in 1959.) Maatal. ja koetoin. 14: 193—207.
- KOVACEVIC, Z. & BALARIN, I. 1960. Prilog poznavanju faune Coleoptera i Hemiptera na lucristima i djerelištima. Zaštita bilja 57—58: 163—175.
- KRISTOVA, E. 1961. Investigations on clover-seed weevils of the genus *Apion* (Col., Curculionidae). Rast. Zashr. 9: 4, 42—53.
- MANNINGER, G. A. 1961. Die Prognose und die Bekämpfung der Spitzmausrüssler *Apion apricans* Hbst und *Apion aestivum* Germ. und die Kontrolle der Pflanzenschutzmassnahmen. Proc. Conf. Sci. Probl. Plant Prot. Budapest, July 19—22, 1960, 2: 363—366.
- MARKKULA, M. 1959 a. Puna-apilan siementuholaisten levinneisyys, runsaus ja tuhoisuus Suomessa sekä tuhojen torjunta. (Summary: The distribution, abundance, and injuriousness of the seed pests of red clover in Finland and the control of the damage.) Rep. Finn. State Agric. Res. Board 239: 1—27.
- »— 1959 b. Klöverfröskadedjurens utbredning och frekvens i Finland. Not. Ent. 39: 93—94.
- »— & MYLLYMÄKI, S. 1958. The composition of the *Apion* (Col., Curculionidae) population of grassland legumes and some wild leguminous plants. Ann. Ent. Fenn. 24: 97—124.
- »— & —»— 1960. *Coleophora deauratella* Zell. (Lep., Coleophoridae), a seed pest of red clover. Ibid. 26: 74—78.
- »— & —»— 1962 a. The distribution, abundance, and biology of *Apion trifolii* L. (Col., Curculionidae) in Finland. Ibid. 28: 11—24.
- »— & —»— 1962 b. The distribution, abundance, and biology of the clover head weevil, *Phytonomus meles* Fabr. (Col., Curculionidae) in Finland. Ibid. 28: 49—63.
- »— & TINNILÄ, A. 1956. Studies of the biology of the lesser clover leaf weevil, *Phytonomus nigrirostris* Fabr. (Col., Curculionidae). Publ. Finn. State Agric. Res. Board 152: 1—62.
- »— & VALLE, O. 1959. Puna-apilan siementuholaisten esiintyminen ja runsaus Suomessa v. 1936. (Summary: The occurrence and abundance of insect pests of red clover in Finland in 1936.) J. Sci. Agric. Soc. Finl. 31: 240—247.
- NOTINI, G. 1935. Undersökningar rörande på rödklöver levande spetsvivar (*Apion* Herbst). 1. Deras förekomst, levnadssätt och utvecklingshistoria. Stat. Växtskyddsanst. Medd. 9: 1—63.

- NOTINI, G. 1938. 2. Ekologiska undersökningar. *Ibid.* 22: 1—42.
- OBRTTEL, R. 1957. Nosatčici (*Apion* sp.) šküdci semenných kultur červeného jetele. I. část. Systematika, bionomie a škodlivost. *Sbornik ČSAZV Rostlinna Vyroba* 30: 5, 459—488.
- »— 1959. Kvantitativni a ekologická studie fauny nosatčiku (*Apion* Hbst) na polich jetele červeného. *Zoologicke listy* 8: 114—130.
- »— 1962. Population dynamics in weevils *Apion apricans* Hbst and *A. trifolii* Linn. (*Col., Curculionidae*). *Prace Acta Acad. Sci. Cechosl. Basis Brunensis* 34: 7, 431, 249—279.
- PUSTOVOIT, A. F. 1937. The control of *Apion apricans* Hbst by means of ditches. (In Russian) *Plant Prot.* 13: 80—83. (Ref. Rev. appl. Ent. 26: 75.)
- SCHENKER, P. 1951. Die Kleesamenrüssler oder Kleespitzmäuschen und ihre Bekämpfung. *Landw. J.buch Schweiz* 1: 713—725.
- SCHNELL, W. 1955. Synökologische Untersuchungen über Rüsselkäfer der Leguminosekulturen. *Z. angew. Ent.* 37: 192—238.
- SHCHERBINOVSKIĬ, N. S. 1939. Seasonal migrations and behaviour of the clover-seed beetle. (In Russian) *Plant Prot.* 18: 136—141.
- SKUHRAVÝ, V., NOVÁK, K. & STARÝ, P. 1959. Entomofauna jetele (*Trifolium pratense* L.) a její vývoj. *Rozpr. Cesk. Akad. Ved, Rada Mat. Přir. Ved* 69: 7, 1—83.
- TANASIJEVIC, N. 1960. A contribution to the study of *Apion* species (*Col., Curculionidae*). *Rev. Res. Work Fac. Agric. Univ. Belgrade* 8: 296, 1—14.
- TEOFILOVIČ, Z., TEŠIĆ, T. & SAVIĆ, G. 1959. Prilog proučavanju jačine napada apiona na crvenoj detelini u nekim rejonima Srbije u 1957 godini. *Zaštita bilja* 51: 63—68.
- VALLE, O. 1935. Apilanirppu (*Apion apricans*) puna-apilan siementuhoojana. *Suom. Laiduntal.* 7: 96—102.
- »— 1936. Untersuchungen zur Bekämpfung von Samenschädlingen verschiedener Kleearten. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 8: 195—209.
- »— 1957. The problem of red clover seed production in Finland. *Ibid.* 29: 177—184.
- »— & SALMINEN, M. & HUOKUNA, E. 1961. Pollination and seed setting in tetraploid red clover in Finland. II. *Acta Agr. Fenn.* 97, 1: 1—63.
- YLIMÄKI, A. 1956. Additional experiments on the chemical control of clover rot. *Publ. Finn. State Agric. Res. Board* 148: 31—49.
- »— 1962. Root rot of red clover in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 1: 23—24.

SELOSTUS

Puna-apilan siementuholaisten runsaus maassamme sekä eräiden tekijöiden vaikutuksesta runsauteen

MARTTI MARKKULA, SIRKKA MYLLYMÄKI ja VEIKKO KANERVO

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Vuosina 1958—1960 keräsivät maanviljelysseurojen neuvotat Tuhoeläintutkimuslaitoksen pyynnöstä kaikkiaan 1758 kukintonäytettä viljellystä puna-apilasta ja 64 kukintonäytettä luonnonvaraisesta puna-apilasta. Kukin näyte käsitti 200 kukintoa. Näytteet olivat melko tasaisesti peräisin koko maasta. Ne sijoitettiin Tikkurilassa pahvisiin kasvatuslaatikkoihin Tuhoeläintutkimuslaitoksen insektaarioon. Kasvatuslaatikkojen lasiputkiin tulleet tai mahdollisesti laatikkoihin jääneet siementuholaiset otettiin talteen, määritettiin ja laskettiin. Viljellystä puna-apilasta saatiin eri siementuholaislajeja seuraavat yksilömäärät: apilanirppua 65 259,

pientä apilanirppua 23 088, lounaista apilanirppua 3 402, korvakekärsäkästä 3 618, mykerökärsäkästä 557 ja apilan pussikoita 3 144. Luonnonvaraisesta puna-apilasta saatiin 5 207 siementuholaisyksilöä eli puna-apilasta kaikkiaan 104 275 yksilöä. Lisäksi merkittiin muistiin apilan siemensääskeä ja apilaripsiäistä sisältäneiden näytteiden määrä, mutta näiden sangen pienikokoisten hyönteislajien yksilömääriä ei laskettu.

Lämpiminä kesinä 1959 ja 1960 kaikki lajit aikuistuvat (= ilmaantuivat kasvatuslaatikoiden lasiputkiin) huomattavasti aikaisemmin kuin koleana kesänä 1958. Vaihe, jolloin lajin yksilöistä puolet oli aikuistunut, sattui kolmen vuoden keskiarvona pienellä apilanirpulla elokuun 8. päiväksi, korvakekärsäkkäällä 9 vrk myöhäisemmäksi, apilanirpulla 11 vrk, mykerökärsäkkäällä 15 vrk ja lounaisella apilanirpalla 22 vrk myöhäisemmäksi. Apilan pussikoin toukat ilmaantuivat kasvatuslaatikoiden lasiputkiin keskim. vuorokautta aikaisemmin kuin pienen apilanirpun aikuiset.

Levinneisyys ja yleisyys

Apilanirpun, pienen apilanirpun ja apilan pussikoin pohjoisin esiintymispiitäjä oli Enontekiö. Korvakekärsäkäs, apilan siemensääske ja apilaripsiäinen esiintyvät lähes yhtä pohjoisessa, Muoniossa, Kittilässä ja Sodankylässä asti. Mykerökärsäkästä tavattiin pääasiassa vain kolmelta erilliseltä alueelta: 1) Länsi-Lapin ja Pohjanmaan alueelta, 2) Pohjois-Karjalan alueelta sekä 3) Varsinais-Suomen ja Uudenmaan alueelta. Laji esiintyi varsin pohjoisessa, Muoniossa ja Kittilässä asti. Lounaista apilanirppua tavattiin ainoastaan maamme lounaisimmasta osasta, pääasiassa saaristosta.

Apilanirppu oli siementuholaisista yleisin; 90 % näytteistä sisälsi sitä. Seuraavina olivat pieni apilanirppu 67 %, korvakekärsäkäs 55 %, apilan siemensääske 31 %, apilan pussikoi 29 %, apilaripsiäinen 13 %, mykerökärsäkäs 11 % ja lounainen apilanirppu 4 %. Kun mykerökärsäkkään ja lounaisen apilanirpun osalta, joiden levinneisyysalue on suppea, otetaan huomioon ainoastaan niiden levinneisyysalueilta saadut näytteet, todetaan mykerökärsäkästä olleen 31 %:ssa näytteitä ja lounaista apilanirppua 62 %:ssa.

Apilanirppua oli Lapin maatalousseuran alueella 18 %:ssa näytteitä ja muilla alueilla 73—100 %:ssa. Pientä apilanirppua oli Ahvenanmaalla 31 %:ssa ja kolmella muullakin alueella alle 50 %:ssa näytteitä. Yleisin (95 %) pieni apilanirppu oli Perä-Pohjolan maanviljelysseuran alueella. Apilanirppu oli 19 alueella pientä apilanirppua yleisempi, kahdella (Lapin maatalousseuran ja Perä-Pohjolan maanviljelysseuran) harvinaisempi ja yhdellä (Kajaanin maanviljelysseuran alueella) lajit olivat yhtä yleisiä.

Runsaus

Apilanirppu oli kaikkina tutkimusvuosina ehdottomasti runsaslukuisin. Sitä oli keskim. 37.1 yksilöä näytettä kohti ja 65.9 % kuuden siementuholaislajin yhteenlasketusta yksilömäärästä. Pieni apilanirppu oli yhtä selvästi toisella sijalla, 13.1 yksilöä ja 23.3 %. Muiden lajien runsaus oli varsin vähäinen: korvakekärsäkäs 2.1 yksilöä ja 3.7 %, lounainen apilanirppu 1.9 yksilöä ja 3.4 %, apilan pussikoi 1.8 yksilöä ja 3.2 % sekä mykerökärsäkäs 0.3 yksilöä ja 0.6 %. Näiden kuuden lajin yhteenlaskettu yksilömäärä kukintonäytettä kohti oli kolmena tutkimusvuotena keskim. 56.3. Vuotuiset runsauserot eivät olleet kovin suuria. Lämpiminä ja kuivana kesänä 1959 apilanirppu (45.3 yksilöä näytteessä) ja pieni apilanirppu (16.3) olivat runsaslukuisempia kuin v. 1958 (27.0, 11.8) ja v. 1960 (41.5, 11.7). Vertailu v:n 1936 aineistoon osoitti, että apilanirpun (86.2 yksilöä näytteessä) ja pienen apilanirpun (28.2) runsaus oli tällöin yli kaksinkertainen vuosien 1958—1960 keskiarvoon verrattuna. Näiden nirppulajien runsaussuhde oli kaikkina tutkimusvuosina hyvin samanlainen. Lajien yhteismäärästä apilanirppua oli v. 1957 78 %, v. 1958 70 %, v. 1959 74 %, v. 1960 78 % ja v. 1936 75 %. Suuri yhdenmukaisuus viiden sääoloiltaan varsin erilaisen vuoden aineistossa viittaa siihen, että kummankin lajin lämpötila- ja kosteusvaatimukset ovat hyvin samanlaiset.

Tutkimusten kohteena oli vertailun vuoksi myös siementuholaisten runsaus luonnonvaraisessa puna-apilassa ja metsäapilassa. Kaikkien muiden lajien paitsi apilanirpun runsaus oli näissä suurempi kuin viljellyssä puna-apilassa. Apilanirppua oli metsäapilassa vain 10.9 yksilöä näytettä kohti eli runsas kolmannes määrästä (29.9), joka oli luonnonvaraisessa puna-apilassa, ja vajaa neljännes viljellyssä puna-apilassa olleesta määrästä (37.1). Pientä apilanirppua oli metsäapilassa 74.1 yksilöä näytettä kohti eli yli 1½-kertainen määrä luonnonvaraisessa puna-apilassa olleeseen (44.5) verrattuna ja vajaa kuusinkertainen viljellyssä puna-apilassa olleeseen (13.1) verrattuna. Apilanirppu näyttää siis erityisesti viljellyn puna-apilan lajilta, kun taas pieni apilanirppu esiintyy huomattavasti runsaslukuisempana luonnonvaraisessa puna-apilassa ja metsäapilassa. Pieni apilanirppu on kehityksessään apilanirppua selvästi varhempi. Luonnonvaraisen puna-apilan ja metsäapilan viljeltyä puna-apilaa huomattavasti aikaisempi kukinta ja siemenmuodostus tekee ne erityisen sopiviksi pienen apilanirpun isäntäkasveiksi, mikä ainakin osittain selittää lajien runsauserot.

Alueellinen runsaus. Apilanirppu oli selvästi runsaslukuisin maan kaakkoisosissa. Suurimmat yksilömäärät olivat Länsi-Karjalan maanviljelysseuran alueella (keskim. 144 yksilöä näytteessä) ja Kymenlaakson maanviljelysseuran alueella (107). Runsaus väheni selvästi länteen ja luoteeseen päin. Etelä-Pohjanmaan maanviljelysseuran alueella oli lajia vain vähän (16 yksilöä näytteessä) ja samoin Satakunnan maanviljelysseuran alueella (17). Lapin maatalousseuran alueella apilanirppua tavattiin ainostaan v. 1959 ja silloinkin vain 3 yksilöä näytteessä.

Pienen apilanirpun alueellinen runsaus oli olennaisesti toisenlainen kuin apilanirpun. Pieni apilanirppu oli runsaslukuisin (keskim. 134 yksilöä näytteessä) Perä-Pohjolan maanviljelysseuran alueella. Melko runsas se oli myös Pohjanmaan ruotsalaisen maanviljelysseuran (44), Pohjois-Karjalan maanviljelysseuran (34) ja Kuopion maanviljelysseuran (31) alueella. Erittäin vähän sitä oli Suomen talousseuran alueella (3.5) ja Uudenmaan läänin maanviljelysseuran alueella (3.1) sekä Ahvenanmaalla (1.9), kaikkein vähiten Kymenlaakson maanviljelysseuran alueella (1.4). Lounaista apilanirppua oli Suomen talousseuran alueella keskim. 56 yksilöä/näyte ja Varsinais-Suomen maanviljelysseuran alueella vain 8.2 yksilöä.

Nirppulajien yhteenlaskettu runsaus oli suuri (vähintään 100 yksilöä näytteessä) kolmen maanviljelysseuran alueella: Länsi-Karjalan (159), Perä-Pohjolan (159) ja Kymenlaakson (108). Kuuden seuran alueella nirppuja oli melko runsaasti (50—100) ja kolmentoista seuran alueella vähän (alle 50). Kaikkein vähälukuisimpia ne olivat Lapin maatalousseuran (8) ja Kajaanin maanviljelysseuran (22) alueella.

Apilanirpun ja pienen apilanirpun runsauden vertailu osoittaa, että apilanirppu oli runsaslukuisempi 18 seuran alueella ja pieni apilanirppu vain neljän seuran alueella. Lapin maatalousseuran alueella pientä apilanirppua oli 85.7 % lajien yhteismäärästä, Perä-Pohjolan 84.1 %, Pohjanmaan ruotsalaisen 61.5 % ja Kajaanin maanviljelysseuran alueella 50.7 %. Viiden seuran alueella pientä apilanirppua oli 25—50 %, yhdeksän seuran alueella 10—25 % ja neljän seuran alueella alle 10 %. Viimeksi mainitut ovat Länsi-Karjalan (9.8 %) ja Uudenmaan läänin (6.5 %) maanviljelysseura, Ahvenanmaa (4.5 %) ja Kymenlaakson maanviljelysseura (1.3 %). Apilanirpun suhteellinen osuus näytti pienenevän ja pienen apilanirpun kasvavan maan eteläosasta pohjoiseen päin mentessä.

Korvakekärsäkäs oli runsain Länsi-Karjalan maanviljelysseuran alueella (4.5 yksilöä näytteessä) ja vähälukuisin Ahvenanmaalla (0.5), missä mykerökärsäkäs oli puolestaan runsaslukuisin (3.4). Apilan pussikoi näytti olevan Länsi- ja Lounais-Suomessa jonkin verran runsaampi kuin muualla. Laji oli huomattavan runsas (26.7 yksilöä näytteessä) v. 1960 Suomen talousseuran alueella.

Eri tekijöiden vaikutus runsauteen. *Nurmen ikä* vaikutti erityisen voimakkaasti pienen apilanirpun runsauteen. Sen määrä oli toisen vuoden nurmissa kaksinkertainen sekä kolmannen ja neljännen vuoden nurmissa lähes nelinkertainen verrattuna määrään, joka oli ensimmäisen vuoden nurmissa. Myös apilanirpun ja lounaisen apilanirpun runsaus lisääntyi

selvästi nurmien vanhetessa. Korvakekärsäkkään ja apilan pussikoin määrä oli toisen vuoden nurmissa suurempi kuin ensimmäisen vuoden. Nurmen ikä ei näyttänyt vaikuttavan mykerökärsäkkään runsauteen.

Puna-apilapitoisuuden vähetessä apilanirpun, pienen apilanirpun ja korvakekärsäkkään runsaus lisääntyi. Pienen apilanirpun runsauden lisääntyminen oli erittäin huomattavaa. Kun apilapitoisuus oli 1—20 %, lajia oli kuusinkertaisesti verrattuna sellaisissa nurmissa olleeseen määrään, joiden puna-apilapitoisuus oli 81—100 %.

Rinnemaiden ja tasamaiden nurmet. Apilanirpun, pienen apilanirpun, apilan pussikoin ja mykerökärsäkkään runsaus oli suurempi etelän puoleisilla rinteillä kuin pohjoisilla rinteillä tai tasamailla. Korvakekärsäkkään määrään ei vaikuttanut se, oliko kysymyksessä tasamaa vaiko rinteä eikä myöskään rinteiden viettävyyssuunta.

Siemennurmen *etäisyydellä metsästä* ei ollut ainakaan suurta vaikutusta siementuholaisten runsauteen. Nurmen sijaitessa metsän välittömässä läheisyydessä (0—10 m:n päässä) kaikkien lajien runsaus oli pienempi kuin hieman kauempana (11—250 m:n päässä). Etäisyyden suuressa apilanirpun ja mykerökärsäkkään määrä näytti hieman laskevan ja pienen apilanirpun, korvakekärsäkkään ja pussikoin pysyvän samana tai hieman lisääntyvän.

Kun *viljelyaukea*, jolla siemennurmi sijaitti, oli hyvin pieni (0.1—3 ha), siementuholaisten runsaus näytti yleensä vähäiseltä. Runsaus lisääntyi aluksi viljelyaukean suurentuessa, mutta pieneni sen edelleen suurentuessa.

HOST PLANTS OF WHEAT STRIATE MOSAIC VIRUS AND OAT STERILE DWARF VIRUS

KATRI IKÄHEIMO

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

Received February 4, 1964

The most extensive studies on the host plants of wheat striate mosaic virus (WSMV) and oat sterile dwarf virus (OSDV) have been carried out in Czechoslovakia (VACKE 1960; VACKE and PRŮŠA 1961; VACKE 1962). This problem has also been investigated in Sweden (LINDSTEN 1961).

During the studies on WSMV and OSDV carried out at the Department of Plant Pathology (IKÄHEIMO 1960, 1961, 1962; IKÄHEIMO and RAATIKAINEN 1961, 1963) attention has been paid to the kinds of host plants which were diseased by these viruses.

Methods. Of each plant species investigated, at least 8—12 plants, often as many as 20—40, were inoculated. The vectors used were *Calligypona pellucida* (Fabr.) leafhoppers, which were either collected from the field or reared in a glasshouse. The leafhoppers were first given acquisition feed for 7—10 days on virus-infected plants, after which they were allowed to feed on healthy oat plants for about two weeks in order to determine whether they were infected with the virus. During this feeding period there were 2—4 insects per plant. Since there were relatively few WSMV-transmitting leafhoppers among the infected insects, the susceptibility of test plants to WSMV was certain only when definite symptoms of this disease appeared. The perennial grasses were inoculated in the autumn, kept for 3—4 months in an unheated part of the glasshouse, and transferred to the heated section of the glasshouse in the spring. The occurrence of virus diseases in the plants was determined by transmission tests in the summer when they began to flower. The tests were made

with virus-free leafhopper nymphs, which were progeny of virus-free females. The test plant was Finnish Sisu oats.

R e s u l t s. Both reports in the literature and the present studies (Table 1) indicate that the host plants of the viruses WSMV and OSDV are mainly *Graminae*. According to HESKOVA, JERMOLJEV and CHOD (1962), certain dicotyledonous plants are susceptible to OSDV. Reports in the literature mention 27 grass species susceptible to WSMV; in addition to these, the present studies showed that following two species were also susceptible: *Hordeum hescalicow* and *Lolium temulentum*. Previous reports have been made of 29 grass species which are known to have been infected with OSDV; the present work showed that four additional species are susceptible: *Avena sterilis* ssp. *bysantina*, *A. sterilis* ssp. *ludoviciana*, *Arrhenatherum elatius* and *Hordeum hescalicow pyramidalum* (Table 1).

In the case of certain grass species, the results obtained in the present studies differed somewhat from those mentioned by other workers. LINDSTEN (1961) found that *Festuca pratensis* was not susceptible to either virus, but according to both VACKE (1962) and the trials described here, OSDV occurs latently in this grass species. According to the literature, *Arrhenatherum elatius* was not susceptible to either of the viruses, but in the present trials OSDV produced typical symptoms in *A. elatius*.

WSMV and OSDV were not found to cause disease symptoms in dicotyledonous plants. Flax (*Linum usitatissimum*) was most intensively tested for its susceptibility to OSDV, since in the U.S.A. the disease caused by OSDV was found greatly to resemble the disease produced in flax by the virus of blue dwarf of oats (BANTTARI and MOORE 1962). In the present tests, however, no visible symptoms were observed in inoculated flax. When the disease aster yellows appears in cereals, it resembles OSDV (cf. WESTDAL, BARRETT and RICHARDSON 1961). In the present studies OSDV was not transmitted to *Callistephus chinensis*.

Summary

A total of 34 species of *Graminae* and 11 *Dicotyledons* were inoculated with WSMV and OSDV, *Calligypona pellucida* (Fabr.) leafhoppers being used as vectors. New host plants of WSMV were found, namely *Hordeum hescalicow pyramidalum* and *Lolium temulentum*. New host plants of OSDV were also found, namely *Avena sterilis* L. spp. *bysantina* (Koch) Thell, *A. sterilis* L. spp. *ludoviciana* (Dur.) Husa., *Arrhenatherum elatius* (L.) and *Hordeum hescalicow pyramidalum*.

Table 1. Plant species tested in WSMV and OSDV host plant trials.

Taulukko 1. Viirumosaiikki- ja tyviverviruksen isäntäkasvikokeissa olleet kasvilajit.

| | | |
|-----|--|--|
| + | = distinct symptoms <i>selvät oireet</i> | S & W. = Slykhuis, J. & Watson, M. 1958 |
| (+) | = weak symptoms <i>heikot oireet</i> | P. et al. = Průša, V., Jermoljev, E. & Vacke, J. 1959 |
| — | = no symptoms <i>ei oireita</i> | V. = Vacke, J. 1960 |
| | virus recovered in oats | V. & P. = Vacke, J. & Průša, V. 1961 |
| * | = virus saatu siirtymään inokuloidusta kasvista viljakaskaiden avulla takaisin kauraan | V.P. 2 = Vacke, J. & Průša, V. 1962 |
| | | L. = Lindsten, K. 1961 |
| | | H. J. C. = Heskova, D., Jermoljev, E. & Chod, J. 1962 |
| ○ | = virus not recovered <i>virusta ei ole saatu siirtymään takaisin kauraan</i> | (Names of the grasses according to the worker or to HUBBARD, 1959) (Heinien nimet joko ko. tutkijan tai HUBBARDin (1959) mukaan.) |

| Plant species <i>Kasvilaji</i> | Susceptible to WSMV <i>Altis viirumosaiikki- virukselle</i> | Worker <i>Tutkija</i> | Susceptible to OSDV <i>Altis tyvivervirukselle</i> | Worker <i>Tutkija</i> | Present studies <i>Omat kokeet, altis</i> | |
|--|--|--------------------------|---|--------------------------|--|---|
| | | | | | susceptible to WSMV <i>viirumosaiikkivirukselle</i> | recovery of virus <i>virustautauden toteaminen</i> |
| Monocotyledons | | | | | | |
| <i>Agrostis stolonifera</i> L. | — | V. & P. | — | V. P. 2 | — | — |
| <i>Alopecurus pratensis</i> L. | — | —»— | — | —»— | — | — |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> L. | | | | | | |
| <i>Avena sativa</i> L. | + | S. & W., V. & P., L. | + | V. P. et al., V. | + | + |
| » <i>barbata</i> (Pott.) Thell. | + | L. | + | L. | | |
| » <i>byzantina</i> C. Koch | + | L. | + | L. | | |
| » <i>byzantina var. rubida</i> | + | L. | + | L. | | |
| » <i>fatua</i> (L.) Malz. | + | P. et al., L. | + | L., P. et al. | + | + |
| » <i>nuda</i> (L.) Hoej. | + | V. & P. | + | L., V. P. 2 | | |
| » <i>nuda var. chinensis</i> | + | L. | + | L. | | |
| » <i>orientalis</i> L. | | | | | + | + |
| » <i>strigosa</i> (Schreb) Malz | + | V. & P. | + | L., P. et al. | + | + |
| » <i>sterilis</i> L. | (+) | V. & P. | + | L., P. et al. | + | + |
| » » L. ssp. <i>abyssinica</i> | | | + | L. | | |
| » » <i>var. maxima</i> | + | L | + | L. | | |
| » » L. spp. <i>byzantina</i> (Koch) Thell. | | | | | + | + |
| » » L. spp. <i>ludoviciana</i> (Dur.) Husn. | + | L | + | L. | + | + |
| » » x <i>A. sativa</i> | | | + | L. | | |
| » <i>byzantina</i> x <i>A. sativa</i> | | | + | L. | | |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) | — | V. & P. | — | V. P. 2 | | + |
| <i>Briza media</i> L | | | — | —»— | | ○ |
| » <i>minor</i> L | | | | | — | — |
| <i>Bromus arvensis</i> L. | + | V. & P. | — | —»— | — | ○ |
| » <i>inermis</i> Leyss. | | | — | —»— | | |
| » <i>mollis</i> L. | + | V. & P. | — | —»— | | |
| » <i>tectorum</i> L. | + | —»— | — | —»— | — | ○ |
| <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth. | — | —»— | — | —»— | | |
| <i>Cynosurus cristatus</i> L. | | | — | —»— | | |
| <i>Dactylis glomerata</i> L. | — | —»— | — | —»— | | ○ |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv. | | | | O. L., V. P. 2 | — | — |

| Plant species Kasvilaji | Susceptible to WSMV <i>Altis vittumosatikki-</i> <i>viruskalle</i> | Worker Tutkija | Susceptible to OSDV <i>Altis tyttiviruksen-</i> <i>kalle</i> | Worker Tutkija | Present studies Omat kokeet, <i>altis</i> susceptible to WSMV <i>vittumosatikki-</i> <i>viruskalle</i> susceptible to OSDV <i>tyttiviruksen-</i> <i>kalle</i> recovery of virus <i>vittumosatikki-</i> <i>viruskalle</i> |
|--|--|-------------------------|--|-------------------|--|
| <i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb) Mühlenb. | — | — | — | V. P. 2 | |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv. | — | — | — | — | |
| <i>Elytrigia (Agropyron) repens</i> (L) Nevski | — | V. & P. | — | O. L., V. P. 2 | — |
| <i>Festuca pratensis</i> Huds. | — | — | — | O. L., V. P. 2 | — |
| » <i>rubra</i> L. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| <i>Glyceria aquatica</i> (L.) Wahlb. | — | — | — | — | — |
| <i>Hordeum vulgare</i> L. | + | S. & W., V. & P., L. | + | L. | — |
| » <i>distichon</i> L. lajike Balder | — | — | — | — | + |
| » <i>hescalicow pyramidalum</i> | — | — | — | — | (+) |
| » <i>jubatatum</i> L. | — | — | — | — | + |
| » <i>murinum</i> L. | + | V. & P. | — | P. et al. | (+) |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam. | + | —, V. | + | L., V. & P. 2 | + |
| » <i>perenne</i> L. | + | S. & W., V. & P. | + | L., V. P. 2 | + |
| » <i>temulentum</i> L. | — | — | — | — | + |
| <i>Melica nutans</i> L. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| » <i>transsylvanica</i> Schur. | — | — | — | — | — |
| <i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench. | — | — | — | — | — |
| <i>Panicum miliaceum</i> L. | — | — | — | — | — |
| <i>Phleum pratense</i> L. | — | — | — | O. L., V. P. 2 | — |
| <i>Poa annua</i> L. | + | V. & P. | + | P. et al. | + |
| » <i>palustris</i> L. | — | — | — | V. P. 2 | + |
| » <i>pratensis</i> L. | — | V. & P. | — | O. L., V. P. 2 | — |
| » <i>nemoralis</i> L. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| » <i>trivialis</i> L. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| <i>Secale cereale</i> L. | + | S. & W., | V. + | V., L. | + |
| <i>Setaria italica</i> (L.) Beauv. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| » <i>glauca</i> (L.) Beauv. | — | — | — | P. et al. | — |
| » <i>viridis</i> | — | — | — | V. P. 2 | — |
| <i>Sorghum vulgare</i> Pers. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| <i>Triticum aestivum</i> L. | + | S. & W., | + | V. L. | + |
| » <i>dicoccum</i> Schrank. | + | V. & P., L. | + | laj. Timantti | (+) * |
| » <i>durum</i> Desf. | + | V. & P. | + | laj. Varma | + |
| » <i>compactum</i> Host. | + | — | + | V. P. 2 | — |
| » <i>monococcum</i> L. | + | — | + | — | (+) |
| » <i>polonicum</i> L. | + | — | + | — | — |
| » <i>spelta</i> L. | + | — | + | — | — |
| » <i>turgidum</i> L. | + | — | + | — | — |
| <i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv. | — | — | + | — | — |
| <i>Zea mays</i> L. | — | P. V. | — | L. * V. P. 2 | — |
| Dicotyledons | | | | | |
| <i>Achillea millefolium</i> L. | — | — | — | V. P. 2 | — |
| <i>Atriplex nitens</i> L. | — | — | — | H. J. C. | — |
| <i>Callistephus chinensis</i> (L.) Neevs. | — | — | — | — | — |
| <i>Callistephus sativa</i> L. | — | — | — | — | — |
| <i>Chenopodium quinoa</i> Wild. | — | — | — | — | — |
| » <i>amaranticolor</i> Coste et Reyn | — | — | — | — | — |

| Plant species Kasvilaji | Susceptible to WSMV <i>Altis vitrumosaiikkä-</i> <i>viruskalle</i> | Worker <i>Tutkija</i> | Susceptible to OSDV <i>Altis tyvierviruskalle</i> | Worker <i>Tutkija</i> | Present studies <i>Omat kokeet, aliis</i> | | |
|---|--|--------------------------|--|--------------------------|---|--|--|
| | | | | | susceptible to WSMV <i>vitrumsaiikkäviruskalle</i> | susceptible to OSDV <i>tyvierviruskalle</i> | recovery of virus <i>viruosiinuden toicaminen</i> |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scap. | — | | — | V. P. 2 | | | |
| <i>Dahlia</i> Cav. | + | | + | H. J. C. | | | |
| <i>Datura metel</i> | + | | + | — | | | |
| <i>Datura stramonium</i> L. | — | | — | V. P. 2 | | | |
| <i>Daucus carota</i> L. | + | | + | H. J. C. | | | |
| <i>Fagopyrum tataricum</i> L. (Gärtn.) | — | | — | V. P. 2 | | | |
| <i>Lupinus polyphyllus</i> Lindl. | | | | | — | — | |
| <i>Nicotiana tabacum</i> L., lajike White Burley | | | | | — | — | |
| » <i>glutinosa</i> L. | | | | | — | — | |
| <i>Petunia hybrida</i> Juss. | | | | | — | — | |
| <i>Plantago lanceolata</i> L. | — | | — | V. P. 2 | | | |
| <i>Rumex acetosella</i> L. | — | | — | — | | | |
| <i>Solanum lycopersicum</i> L. | + | | + | H. J. C. | | | |
| <i>Sonchus arvensis</i> L. | — | | — | V. P. 2 | | | |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill. | — | ○ | — | P. et al. | — | ○ | ○ |
| <i>Taraxacum officinale</i> Web. | — | | — | V. P. 2 | | | |
| <i>Trifolium pratense</i> L., lajike Tammisto | | | | | — | — | |
| » <i>pratense</i> L. | — | | — | P. et al. | | | |
| » <i>montanum</i> L. | — | | — | — | | | |
| » <i>repens</i> L. | — | | — | — | — | — | |

REFERENCES

- BANTTARI, E. E. & MOORE, M. B. 1962. Virus cause of blue dwarf of oats and its transmission to barley and flax. *Phytopathology* 52: 897—901.
- HESKOVÁ, D. & JERMOLJEV, E. & CHOD, J. 1962. Studium virové zakrslosti u obilovin a špenátu. *Ann. Acad. tchécosl. Agric.* 34: 1343—1350.
- HUBBARD, C. E. 1959. Grasses. Bungay, Suffolk. 482 p.
- IKÄHEIMO, K. 1960. Two cereal viruses in Finland. *J. Sci. Agric. Soc. Finl.* 32: 62—70.
- — — 1961. A virus disease of oats similar to oat sterile dwarf disease. *Ibid.* 33: 81—87.
- — — & RAATIKAINEN, M. 1961. *Calligypona obscurella* (Boh.) a new vector of wheat striate mosaic and oat sterile dwarf viruses. *Ibid.* 33: 146—152.
- — — & — 1963. *Dicranotropis hamata* (Boh.) (*Hom.*, *Araeopidae*) as a vector of cereal viruses in Finland. *Ann. Agric. Fenn.* 2: 153—158.
- LINDSTEN, K. 1961. Studies on virus diseases of cereals in Sweden I, II. *K. Lantbr.högsk. Ann.* 27: 137—197 & 199—271.
- PRŮŠA, V. & JERMOLJEV, E. & VACKE, J. 1959. Oat sterile dwarf virus disease. *Biol. Plant.* 1: 223—234.
- SLYKHUIS, J. WATSON, M. A. 1958. Striate mosaic of cereals in Europe and its transmission by *Delphacodes pellucida* (Fabr.) *Ann. appl. Biol.* 46: 542—553.

- VACKE, J. 1960. Symptomatology of oat sterile dwarf virus disease. Rostlinná výroba 6: 1049—1066.
- »— & PRŮŠA, V. 1961. Host range of wheat striate virus. Biol. Plant. 3: 277—248.
- »— & — 1962. Studium okruhu hostitelu viru sterilni zakrslosti ovsa. Rostlinná výroba 8: 463—474.
- WESTDAL, P. H. & BARRETT, C. F. & RICHARDSON, H. P. 1961. The sixspotted leafhopper, *Macrosteles fascifrons* (Stål) and Aster yellows in Manitoba. Can. J. Pl. Sci. 41: 320—331.

SELOSTUS

Vehnän viirumosaiikin ja kauran tyviversoviroosin isäntäkasvilajisto

KATRI IKÄHEIMO

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvitautilien tutkimuslaitos, Tikkurila

Taulukossa 1 on esitetty sekä kirjallisuustiedot että Kasvitautilien tutkimuslaitoksella saadut tulokset vehnän viirumosaiikin ja kauran tyviversoviroosin isäntäkasvikokeista.

Sekä viirumosaiikki- että tyviversoviruksella on pääasiallisesti vain heinäkasveihin rajoittuva isäntäkasvilajisto. Uusia viirumosaiikkiviruksen isäntäkasveja olivat seuraavat lajit: *Hordeum hescalicow pyramidalum* ja *Lolium temulentum*. Tyviversoviruksen uusiksi isäntäkasveiksi osoittautuivat seuraavat lajit: *Avena sterilis* ssp. *bysantina*, *A. sterilis* ssp. *ludoviciana*, *Arrhenatherum elatius* ja *Hordeum hescalicow pyramidalum*.

Omissa kokeissa saadut tulokset poikkeavat muiden tutkijoiden tuloksista vain eräiden lajien osalta. *Festuca pratensis* ei LINDSTENIN (1961) kokeiden mukaan ole ollut altis kummallekaan virukselle, mutta sekä VACKEN (1962) että omissa kokeissa tyviversovirus esiintyi latenttina *F. pratensiksessa*. *Arrhenatherum elatius* ei ole ollut altis kirjallisuustietojen mukaan kummallekaan virukselle, mutta omissa kokeissa tyviversovirus aiheutti taudin tyypillisine oireineen *A. elatiuksessa*. Kumpikaan virus ei aiheuttanut tautia meillä kokeilluissa kaksisirkkaisissa kasveissa. Tšekkiläisten tutkijoiden mukaan kauran tyviversovirus voi kuitenkin siirtyä eräisiin kaksisirkkaisiin kasveihin.

PERUNAN SATOTASON KEHITYS KOEASEMIEN LAJIKE-
KOEISSA JA TALOUSVIJELYKSILLÄ

Summary: Potato yield levels in variety trials and on fields at Finnish agricultural experiment stations

LEO YLLÖ

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos, Tikkurila

Saapunut 14. 2. 1964

Perunan satotason kehitykselle Suomessa on luonteenomaista satotason voimakas paraneminen 1920-luvulla, suhteellisen hyvä taso 1930-luvulla, huomattava lasku sotien seurauksena 1940-luvulla ja satotason paraneminen jälleen 1950-luvulla (YLLÖ 1961). Huomioon ottaen vuodet 1931—62 oli keskimääräinen mukulasato koko maassa maataloustilaston mukaan 14.2 tn/ha eli huomattavasti pienempi kuin kokeissa on yleensä saatu. Mainittakoon esimerkkinä, että jo 1920-luvulla oli lajikekokeissa kahdeksalla koepaikalla, joiden tuloksia jäljempänä tarkastellaan, kunakin vuonna antoisimman lajikkeen keskimääräinen mukulasato 23.9—39.8 tn/ha (KOSKINEN 1932). Satotason kehityksen seuraaminen näissä kokeissa on kuitenkin vaikeata, sillä useimmat koeasemat aloittivat toimintansa vasta 1920-luvun jälkipuoliskolla. Tikkurilassa ja Karilassa, jossa kokeita oli eniten, pysyi satotaso suunnilleen samana.

Seuraavassa tarkastellaan perunan satotason kehitystä eräillä koeasemilla vuosina 1931—62. Mainittu aika on jo siksi pitkä, että satotason muutoksia voidaan tilastollisilla menetelmillä tutkia. Eri kysymyksistä pyritään selvittämään erityisesti koepaikkojen keskimääräistä satotasoa, satovaihtelua ja satotason kehityksen pääsuuntaa eli trendiä. Perusaineistoksi otettiin Ruusulehti-perunan sadot. Mainittu lajike oli useimilla koepaikoilla kokeissa jo vuonna 1931. Vuonna 1936 se hyväksyttiin kaikilla koeasemilla mittarilajikkeeksi. Ruusulehden lisäksi otettiin huomioon myös kunakin vuonna satoisimman lajikkeen sato samoista kokeista. Vertailupohjan laajentamiseksi seurattiin lisäksi satotason kehitystä talousviljelyksillä. Aineiston tilastollisessa käsittelyssä käytettiin MUDRAN (1958) esittämiä laskutapoja.

Eri koepaikkojen satotason vertailussa on riittävän pitkän ajan lisäksi tärkeätä, että aineisto käsittäisi samoja vuosia. Mainituista syistä tutkimus rajoitettiin seuraaviin, jo vuonna 1931 toiminnassa oleviin Maatalouden tutkimuskeskuksen laitoksiin ja koeasemiin: 1. Kasvinviljelylaitos (Tikkurila), 2. Kasvinjalostuslaitos (Jokioinen), 3. Satakunnan koeasema (Peipohja), 4. Hämeen koeasema (Pälkäne), 5. Etelä-Savon koeasema (Karila), 6. Etelä-Pohjanmaan koeasema (Ylistaro), 7. Pohjois-Savon koeasema (Maaninka) ja 8. Pohjois-Pohjanmaan koeasema (Ruukki). Myös Perä-Pohjolan koeaseman (Apuikka) tulokset otettiin tarkasteltavaksi aseman pohjoisen sijainnin vuoksi, vaikka sen säännöllinen toiminta alkoi vasta sotavuosien jälkeen.

1. Kasvuolot

Taulukkoon 1 on koottu eräitä tietoja kasvuoloista. Koepaikat on siinä ryhmitelty leveysasteen mukaan etelästä pohjoiseen. Taulukon selitykseksi mainittakoon seuraavaa:

a. Maalaji

Maantutkimuslaitos suoritti edellä mainituilla koetiloilla vuonna 1948 otetuista maanäytteistä viljavuustutkimuksen (VUORINEN 1952). Useimmilla koepaikoilla on sen lisäksi analyysituloksia muilta vuosilta. Aineiston perusteella saadaan varsin hyvä yleiskuva maalajisuhteista ja maan laadusta. Maan viljavuuden muutoksista ko. vuosien aikana on sitä vastoin vaikeata saada selvää käsitystä, sillä säännöllisiä tutkimuksia ei ole suoritettu.

Taulukko 1. Eräitä tietoja kasvuoloista perunan lajikekokeista v. 1931—62.

Table 1. Some data on growing conditions in potato variety trials, 1931—62.

| Koepaikka. <i>Trial location</i> | Leveysaste p.l. <i>N.lat.</i> | Valitseva maalaji <i>Main soil type</i> | Lannoitus - <i>Manuring</i> | | | | Lämpötila <i>Temper.</i> VI-VIII °C | Sademäärä <i>Precip.</i> VI-VIII mm | Keskim. istutusp. <i>Aver. date of planting</i> |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--|--|-------------------------------|------------------|--|--|--|--|
| | | | Väkil. - <i>Chem. fertil.</i> kg/ha | | | Karijälanta <i>Bermyrd man.</i> t/ha-toni/ha | | | |
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | | | |
| 1. Tikkurila ... | 60°18' | M, HtS | 53 | 106 | 135 | — | 15.5 | 195 | 30/5 |
| 2. Jokioinen ... | 60°49' | AS | 35 | 103 | 99 | 15 | 14.9 | 189 | 29/5 |
| 3. Peipohja | 61°17' | KHt | 46 | 92 | 74 | 16 | 15.0 | 195 | 25/5 |
| 4. Pälkäne | 61°20' | » | 63 | 109 | 115 | 9 | 15.3 | 189 | 28/5 |
| 5. Karila | 61°40' | » | 41 | 69 | 86 | 26 | 15.0 | 205 | 31/5 |
| 6. Ylistaro | 62°55' | LjS | 38 | 75 | 76 | 9 | 14.8 | 196 | 31/5 |
| 7. Maaninka ... | 63°09' | KHt | 58 | 85 | 125 | 1 | 15.0 | 191 | 30/5 |
| 8. Ruukki | 64°40' | Ht | 43 | 76 | 100 | 24 | 14.2 | 205 | 1/6 |
| 9. Apukka ¹⁾ ... | 66°35' | HtMr | 41 | 98 | 123 | 11 | 13.2 | 216 | 6/6 |

¹⁾ 1951—62

Tikkurilassa sijaitsevan perunan pääkoe vuosina 1938—47 multavalla hietasavimaalla, jossa oli humusta 4—8 % ja pH 5.5—6.0. Muina vuosina olivat koealueina pääasiallisesti multamaat, joiden pH 5.0 — 5.5. Koealue käsitti yhteensä noin 10 ha. Alue ei ollut tasainen, sillä maalajierojen lisäksi oli huomattavia eroja ravinnepitoisuuksissa, kosteussuhteissa jne.

Jokioisissa olivat perunakokeet vuosina 1931—39 Peltosuo-nimisellä sivutilalla multamaalla ja sen jälkeen Jokioisissa aitosavimaalla. Edellä mainitun viljavuustutkimuksen mukaan oli savimaissa humusta keskimäärin 5.3 %. Niiden pH oli 5.8. Alue oli epätasainen mm. kosteussuhteiltaan. Peltosuon koe-
kenttä käsitti noin 3 ha ja varsinainen koealue Jokioisissa 18 ha. Kun alueiden etäisyys oli noin 3 km, kasvoi peruna eri vuosina hyvin erilaisissa oloissa.

Peipohjassa peruna oli useimpina vuosina hietamaalla, jonka laatu vaihteli melkoisesti. Esimerkiksi pH-luku oli 5.0 — 6.1. Tilan kivennäismaissa todettiin humusta keskimäärin 5.3 % (1948). Kokeita oli tilan kaikilla pelto-
lohkoilla yhteisaltaan noin 30 ha. Tästä syystä perunan kasvuolot vaihtelivat eri vuosina huomattavasti.

Pälkäneellä kokeet olivat pääasiallisesti karkealla hiedalla, jossa oli humusta hieman alle 4 %. Maan pH vaihteli 5.0 — 6.0. Koealueena oli vain noin 1.3 ha:n suuruisen alue, jolla oli oma viljelykierto: kesanto, syysvilja ja peruna.

Karilassa koealueet olivat erilaisia hietamaita, joitten multavuus oli yleensä hyvä ja pH keskimäärin 5.6 (1948). Kokeet kiersivät tilan kaikkia peltoja, joita on noin 40 ha.

Ylistarossa sovellettiin kokeiden järjestelyssä samaa periaatetta kuin Pälkäneellä. Kokeita varten oli varattu noin 3 ha:n alue, jolla oli oma viljely-
kierto. Alue oli pääasiallisesti lieju- ja aitosavea, jossa oli humusta 5—10 % ja pH 5.0 — 6.5. Vaikka alue olikin pieni, esiintyi siinä melkoista vaihtelua mm. kosteussuhteissa.

Maaningalla sijaitsevat kokeet noin 2 ha:n suuruisella lohkoilla, joka oli tasaista, karkeata hietaa. Humusta oli 3—5 %, pH-luku vaihteli 5.7 — 6.2. Vuonna 1960 suoritettu viljavuustutkimus osoitti, että fosfori- ja kalipitoisuus oli hyvä ja koko alueella verrattain tasainen. Lohkolle oli järjestetty oma viljelykierto.

Ruukissa maalaji oli pääasiallisesti hietaa, jonka laatu eri kokeissa vaihteli, sillä kokeet kiersivät tilan useita peltoja, joiden yhteinen ala oli noin 23 ha. Maan multavuus oli eräinä vuosina hyvä, humusta 8—10 %. Vallitsevana maalajina oli kuitenkin karkea hieta, jonka multavuus oli huonompi. Maan keskimääräinen happamuus oli noin pH 5.8 (ANTTINEN 1963).

Apuksassa peruna oli lähinnä hietamoreenimailla, joita tilalla on lähes 4 ha. Maan multavuus oli verrattain hyvä, humusta 6—10 %. Maat olivat lievästi happamia, pH keskimäärin 5.7.

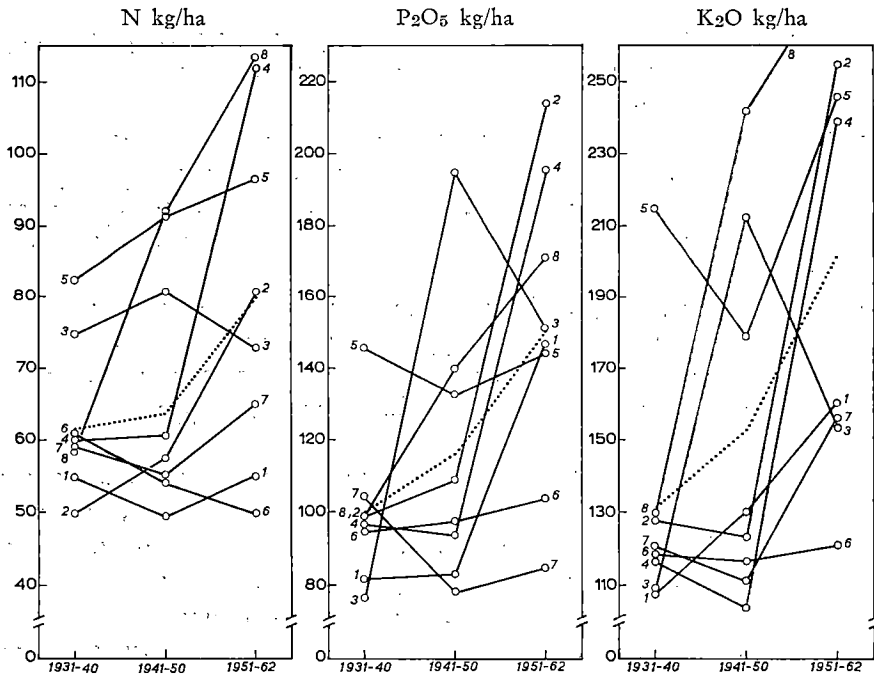
Talousviljelyksillä oli maalaji suunnilleen sama kuin kokeissa. Kasvinjalostuslaitoksella ei ollut talousviljelyksiä lainkaan. Perunan suhteel-

linen viljelyala vaihteli eri koetiloiilla. Esimerkiksi 1950-luvulla se oli pienin Tikkurilassa ja Peipohjassa (2—3 % pelto-ala) ja suurin Karilassa ja Ylis-tarossa (6—8 %).

b. Lannoitus

Eri koepaikkojen keskimääräinen lannoitus kokeissa selviää taulu-kosta 1. Väkilannoitteiden lisäksi käytettiin useimmilla koetiloiilla myös kar-janlantaa, ei kuitenkaan kaikkina vuosina. Karjanlannan käyttö oli runsain ja säännöllisin Karilassa ja Ruukissa. Hyvin usein karjanlanta annettiin esi-kasville.

Huomioon ottaen väkilannoitteissa ja karjanlannassa annetut kasvinravin-teet, kokeiden lannoitus oli voimakkain Karilassa ja Ruukissa. Lannoitus oli muillakin koepaikoilla runsas. Keskimääräinen vuotuislannoitus vastasi seuraa- via lannoitemääriä: 450 kg kalkkisalpietaria, 650 kg superfosfaattia ja 330 kg 50-%:sta kalisuolaa ha:lle. Apukassa oli lannoitus 1950-luvulla suunnilleen samaa suuruusluokkaa. Karjanlannassa annettiin keskimäärin 30—40 % ravin-teista. Eri koepaikkojen keski-erot olivat siinä suhteessa hyvin suuria, sillä



Kuva 1. Perunakokeiden lannoitus (väkil. + karjanl.) eri koepaikoilla. Koepaikkojen numerot kuten taulukoissa. Pisteviivat kuvaavat keskimääräisiä lukuja.

Fig. 1. Amounts of fertilizers (Chem.fertil. + Barnyard man.) in potato trials at different locations. The numbers refer to the locations in the tables. The dotted lines represent the averages from all locations.

esimerkiksi Tikkurilassa ei karjanlantaa käytetty lainkaan. Laskettaessa karjanlannassa annettuja ravinnemääriä käytettiin SALOSEN esittämiä lukuja (Pellervon kalenteri 1963).

Useimmilla koepaikoilla lisättiin lannoitusta vuosien kuluessa. Typpi-lannoituksen lisäys oli suuri erityisesti Ruukissa, Pälkäneellä ja Jokioissa. Suhteellisen pieni, mutta sitä tasaisempi oli lisäys Karilassa, jossa typpeä käytettiin runsaimmin. Verrattain tasaisina pysyvät typpimäärät Tikkurilassa, Ylistarossa ja Maaningalla. Kaikki koepaikat huomioon ottaen (ei Apukkaa) käytettiin typpeä vuosina 1951—62 lähes 20 kg/ha eli 30 % enemmän kuin vuosina 1931—40. Lisäystä tapahtui pääasiallisesti 1950-luvulla (kuva 1).

Fosforilannoitusta lisättiin 1940-luvulla erityisesti Peipohjassa ja seuraavalla kymmenluvulla Jokioisissa, Pälkäneellä ja Tikkurilassa. Lisäys oli suuri myös Ruukissa, Ylistarossa, Karilassa ja Maaningalla lannoitus pysyi suunnilleen samana. Fosforia annettiin perunalle vuosina 1951—62 keskimäärin 50 kg/ha eli 50 % enemmän kuin 1930-luvulla. Näin suuri lisäys johtui mm. siitä, että eräillä koepaikoilla käytettiin sodan jälkeisinä vuosina hyvin suuria, jo peruslannoitukseen kuuluvia fosforimääriä.

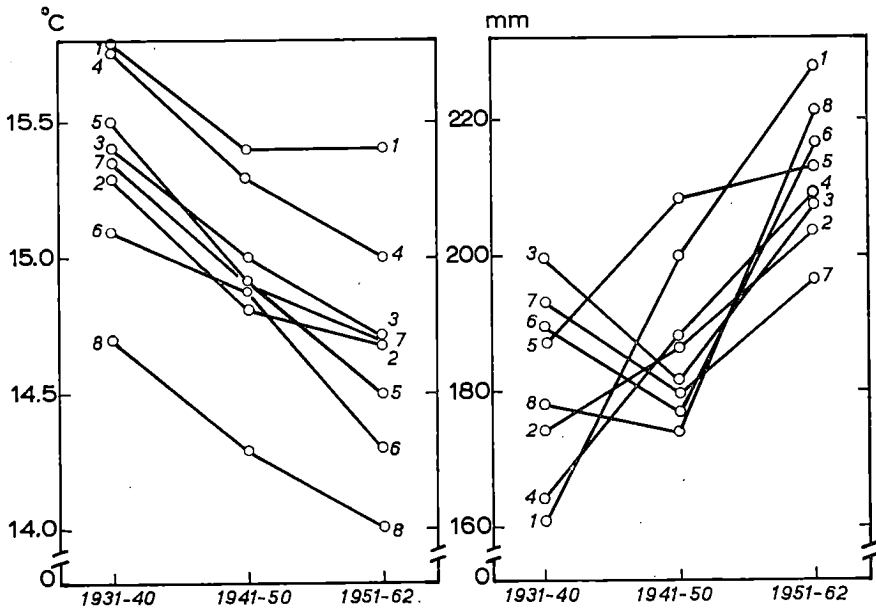
Kalimäärä suureni 1940-luvulla erityisesti Peipohjassa ja Ruukissa. Seuraavalla kymmenluvulla nousu oli huomattavin Jokioisissa ja Pälkäneellä. Lisäystä oli myös Tikkurilassa, Karilassa ja Maaningalla. Peipohjassa kalimäärä sitä vastoin väheni, kuten fosforilannoituskin. Ainoastaan Ylistarossa pysyivät lannoitemäärät jokseenkin muuttumattomina. Huomioon ottaen kaikki koepaikat (ei Apukkaa), käytettiin vuosina 1951—62 kalia 70 kg/ha eli 54 % runsaammin kuin vuosina 1931—40.

Lannoituksessa tapahtuneet muutokset eivät olleet niin suoraviivaisia kuin kuvasta 1 voitaisiin päätellä. Eri vuosina oli kaikilla koepaikoilla huomattavia lannoitemäärien vaihteluja.

Talousviljelyksiä lannoitettiin suunnilleen samalla tavalla kuin kokeita. Tärkein ero oli siinä, että väkilannoitteita käytettiin yleensä vähemmän, mutta karjanlantaa enemmän. Karjanlannan ansiosta talousviljelykset saivat ravinteita runsaammin kuin kokeet. Erot olivat esimerkiksi 1950-luvulla, huomioon ottaen kaikki koepaikat (ei Jokioista), ravinteesta riippuen, 10—20 % talousviljelysten hyväksi. Voimakkaimmin lannoitettiin talousviljelyksiä Maaningalla, Ruukissa ja Apukassa.

c. Sääolot

Perunan kasvun kannalta tärkeimpien kuukausien kesä—elokuun keskilämpötilat ja sademäärät selviävät taulukosta 1. Siitä nähdään mm., miten lämpötila laskee etelästä pohjoiseen. Keskilämpötila oli esimerkiksi Tikkurilassa 15.5° C (eri vuosina 14.2 — 17.1°), Ruukissa sitä vastoin vain 14.4° C (11.8 — 16.9°). Koekauden kuluessa lämpötila osoitti laskua kaikilla koepaikoilla (kuva 2). Vuosina 1951—62 oli kesä—elokuun lämpötila, huomioon



Kuva 2. Kesä—elokuun keskilämpötila °C ja sademäärä mm eri koepaikoilla. Koepaikkojen numerot samat kuin taulukoissa.

Fig. 2. Mean temperature °C and precipitation mm in June—August at different locations. The numbers refer to the locations in the tables.

ottaen kaikki koepaikat (ei Apukkaa), keskimäärin 0.8°C viileämpi kuin vuosina 1931—40. Sään viileneminen oli pienin Tikkurilassa. Muilla koepaikoilla se oli suunnilleen samanmääräistä. Lasku oli pienin kesäkuun lämpötiloissa, keskimäärin vain 0.2°C ja suurin heinäkuussa, keskimäärin 1.3°C . Vuosivaihtelu oli suuri, kuten edellä mainitut Tikkurilan ja Ruukin raja-arvot osoittavat. Mainitusta syystä lämpötilan aleneminen oli vain poikkeustapauksissa tilastollisesti merkitsevä. Tällaisia poikkeuksia oli mm. Karila, jossa regressiolaskussa saatiin kesä—elokuun lämpötilan keskimääräiseksi laskuksi 0.04°C vuodessa (regressiokerroin $b = -0.04^{*}$). Kuten kuvasta 2 nähdään, oli lasku Karilassa verrattain jyrkkä ja tasainen.

Kesä—elokuun sademäärä oli vuosina 1931—62 eri koepaikoilla 189—205 mm (taul. 1). Erot olivat siis varsin pienet. Näin kuitenkin vain keskiarvojen valossa, sillä vuosivaihtelu oli erittäin suuri. Sademäärä suureni yleensä vuosien kuluessa (kuva 2). Huomioon ottaen kaikki koepaikat (ei Apukkaa) satoi kesä—elokuussa vuosina 1951—62 keskimäärin 31 mm eli 17% enemmän kuin 1930-luvulla. Lisäys oli selvästi suurin Tikkurilassa, keskimäärin 2.78 mm vuodessa ($b = 2.78^{*}$). Myös Jokioisissa, Pälkäneellä ja Karilassa sademäärät lisääntyivät suhteellisen tasaisesti, kun sitä vastoin Peipohjassa, Ylistarossa, Maaningalla ja Ruukissa sademäärä laski 1940-luvulla. Mainitut muutokset

eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kesäkuut olivat sateisimpia 1940-luvulla, heinäkuut 1930- ja 1950-luvuilla ja elokuut 1950-luvulla. Satovaihtelua aiheuttavista säätekijöistä olivat p o u t a ja h a l l a tärkeimmät. Ankaria poutakausia sattui esimerkiksi Tikkurilassa vuosina 1937, —38, —46, —51, —55 ja —59. Halla vieraili varsinkin pohjoisilla koemasilla usein, esimerkiksi Ruukissa vuosina 1933, —35, —42, —44, —50 ja —52.

2. Satotaso

Seuraavassa tarkastellaan perunan keskimääräistä satotasoa, josta tulokset on koottu taulukkoihin 2 ja 3. Eri koepaikkoja verrataan siinä lähinnä Tikkurilaan.

a. Ruusulehti

Kuten jo alussa huomautettiin, Ruusulehti (P. S. G., Saksa 1928) oli lajikekokeissa 1930-luvun alkuvuosista lähtien. Tähän tutkimukseen otettiin tulokset lähinnä pääkokeesta. Vähäisistä poikkeuksista mainittakoon Tikkurilan tulokset näyteruuduilta vuosina 1959—62, Jokioisten tulokset valmistavasta kokeesta 1932 ja Maaningan tulokset samanlaisesta kokeesta 1937. Aineisto ei ole aivan täydellinen, sillä eräinä vuosina ei kokeita ollut kaikilla koepaikoilla. Koko aineisto käsitti yhteensä 265 koetta.

Ruusulehden mukulasato oli Tikkurilassa vuosina 1931—62 keskimäärin 32.9 tn/ha (taul. 2). Satotaso oli selvästi heikoin Jokioisissa ja Apukassa, suhdeluvut 80 (Tikkurila = 100). Taso oli suhteellisen heikko myös Karilassa,

Taulukko 2. Ruusulehti-perunan sadot lajikekokeissa v. 1931—62.

Table 2. Yields of *Rosafolia* potato in variety trials, 1931—62.

| Koepaikka <i>Trial location</i> | Puuttavat vuodet <i>Years lacking</i> | Vuosia No of years | Mukulasato <i>Tuber yield</i> | | Tärkkelys-% <i>Starch cont.</i> | | Tärkkelyssato <i>Starch yield</i> | |
|------------------------------------|---|--------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | | | tn/ha <i>tons/ha</i> | Suhdel. 1) <i>rel.</i> (Ti:la=100) | % | Poikk. 1) Ti:la <i>Diff. from</i> <i>Ti:la</i> | kg/ha <i>kg/ha</i> | Suhdel. 1) <i>rel.</i> (Ti:la=100) |
| 1. Tikkurila | — | 32 | 32.9 | 100 | 16.0 | — | 5 260 | 100 |
| 2. Jokioinen | 1931 | 31 | 26.5 | 80** | 17.1 | 0.8* | 4 530 | 84** |
| 3. Peipohja | 1940—44 | 27 | 34.3 | 103 | 18.0 | 1.8*** | 6 170 | 115* |
| 4. Pälkäne | — | 32 | 35.0 | 106 | 15.8 | —0.1 | 5 530 | 105 |
| 5. Karila | 1931—40 | 30 | 29.0 | 89* | 15.0 | —1.0** | 4 350 | 83* |
| 6. Ylistaro | 1931 | 31 | 31.6 | 96 | 16.2 | 0.1 | 5 120 | 97 |
| 7. Maaninka | 1940 | 31 | 38.3 | 117** | 15.1 | —1.0** | 5 780 | 112** |
| 8. Ruukki | 1940—41 | 30 | 30.9 | 94 | 15.6 | —0.6 | 4 820 | 93 |
| 9. Apukka | 1931—38, —41, —44, —45 | 21 | 27.7 | 80* | 15.5 | —0.2 | 4 290 | 78* |

1) Laskettu samoilta vuosilta — *Calc. from the same years.*

suhdeluku 89. Parhaita satoja saatiin Maaningalla, jossa suhdeluku oli 117. Peipohjassa, Pälkäneellä, Ylistarossa ja Ruukissa satotaso oli suunnilleen sama kuin Tikkurilassa.

Ruusulehden tärkkelyspitoisuus oli Tikkurilassa keskimäärin 16.0 %. Selvästi alhaisempi kuin Tikkurilassa tärkkelysprosentti oli Karilassa ja Maaningalla. Hyvin tärkkelyspitoista perunaa saatiin sitä vastoin Jokioisissa ja varsinkin Peipohjassa. Pälkäneellä ja Ylistarossa oli tärkkelysprosentti suunnilleen sama kuin Tikkurilassa. Pohjoisilla koeasemilla, Ruukissa ja Apukassa, prosenttiluku oli hieman pienempi kuin Tikkurilassa, mutta ero ei ollut tilastollisesti varma. Kaikki tärkkelysprosentit on laskettu HALS & BUCCHOLZIN mukaan.

Ruusulehden tärkkelyssato oli Tikkurilassa 5 260 kg/ha. Sato oli selvästi heikompi Jokioisissa (suhdel. 84), Karilassa (suhdel. 83) ja Apukassa (suhdel. 78). Huomattavasti suurempia tärkkelyssatoja kuin Tikkurilassa saatiin Peipohjassa (suhdel. 115) ja Maaningalla (suhdel. 112). Pälkäneellä, Ylistarossa ja Ruukissa sadot olivat suunnilleen samat kuin Tikkurilassa (taul. 2):

b. Satoisin lajike

Kunakin vuonna satoisimman lajikkeen sadot otettiin samoista kokeista kuin edellä mainitut Ruusulehden sadot. Keskimääräiset sadot selviävät taulukosta 3. Satotaso oli luonnollisesti huomattavasti parempi kuin Ruusulehdellä. Jos Ruusulehden mukulasato otetaan 100:ksi, oli satoisimman lajikkeen suhteellinen sato eri koepaikoilla seuraava: Tikkurila 120, Jokioinen 121, Peipohja

Taulukko 3. Perunan mukulasato (a), vaihtelukerroin (s) ja keskim. sadonlisäys tai -vähennys vuodessa (b) v. 1931—62.

Table 3. Potato tuber yield (a), coeff. of variation (s) and average annual yield increases or decreases (b) 1931—62.

| Koepaikka Trial location | Lajikekokeet - Variety trials | | | | | | | Talousviljelykset - Farm fields | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------|--------|--|--------|--------|---------------------------------|----------------------------------|--------|---------|
| | Vuosien lukum. No of years | Ruusulehti Rosafolia | | | Satoisin lajike Highest-yield variety | | | Vuosien lukum. No of years | Eri lajikkeet Diff. varieties | | |
| | | a tn/ha | s % | b % | a tn/ha | s % | b % | | a tn/ha | s % | b % |
| 1. Tikkurila | 32 | 32.9 | 25 | 0.72 | 39.6 | 29 | 1.52** | 31 | 16.3 | 28 | 1.83*** |
| 2. Jokioinen | 31 | 26.5 | 32 | 0.25 | 32.0 | 31 | 0.11 | — | — | — | — |
| 3. Peipohja | 27 | 34.3 | 22 | -0.63 | 37.1 | 24 | -0.29 | 29 | 26.3 | 22 | -0.86 |
| 4. Pälkäne | 32 | 35.0 | 21 | 0.38 | 41.6 | 20 | 0.88* | 25 | 18.5 | 15 | -0.43 |
| 5. Karila | 30 | 29.0 | 18 | 0.06 | 33.2 | 17 | 0.40 | 30 | 22.0 | 20 | 0.53 |
| 6. Ylistaro | 31 | 31.6 | 21 | -0.24 | 36.8 | 25 | 0.49 | 32 | 21.2 | 21 | -0.46 |
| 7. Maaninka | 31 | 38.3 | 16 | 0.39 | 43.5 | 19 | 0.79* | 32 | 25.2 | 19 | 0.58 |
| 8. Ruukki | 30 | 30.9 | 23 | 0.66 | 35.5 | 20 | 0.66 | 29 | 22.3 | 27 | 0.00 |
| 9. Apukka | 21 | 27.7 | 33 | -0.28 | 33.5 | 32 | 0.21 | 15 | 19.7 | 44 | 3.70 |

108, Pälkäne 119, Karila 114, Ylistaro 116, Maaninka 114, Ruukki 115 ja Apukka 121. Suhdeluvut olivat siis suunnilleen samansuuruiset lukuun ottamatta Peipohjaa, jossa Ruusulehti oli menestynyt suhteellisesti parhaiten. Huomioon ottaen koko aineiston Ruusulehti oli satoisin lajike 32 kokeessa. Kun satoisimman lajikkeen ja Ruusulehden satoero oli eri koepaikoilla jokseenkin sama, pysyi koepaikkojen satoisuusjärjestys suunnilleen samana kuin Ruusulehden sadoissa.

Satoisimman lajikkeen tärkkelysprosentti oli yleensä alhaisempi kuin Ruusulehden vastaava luku. Keskimääräiset erot olivat aineistossa, joka käsitti yhteensä 230 koetta, seuraavat: Tikkurila -0.9^{**} , Jokioinen -1.2^{***} , Peipohja -0.5 , Pälkäne -0.6^* , Karila -0.2 , Ylistaro -1.6^{***} , Maaninka -0.7^{**} , Ruukki -0.8^* ja Apukka -1.2^* prosenttia. Ero oli siis pienin Peipohjassa ja Karilassa, jossa satoisimman lajikkeen tärkkelyspitoisuus oli melkein yhtä hyvä kuin Ruusulehden. Vaikka tärkkelyspitoisuudet olivatkin alhaisempia, kohosivat satoisimman lajikkeen tärkkelyssadot suhteellisen suuriksi. Esimerkiksi Tikkurilassa oli tärkkelyssadon suhdeluku Ruusulehteen verrattuna 114.

c. Satotaso talousviljelyksillä

Talousviljelyksiltä saatiin selvästi heikompia satoja kuin kokeista. Keskimääräinen satotaso oli heikoin Tikkurilassa, 16.3 tn/ha, ja paras Peipohjassa sekä Maaningalla, 26.3 ja 25.2 tn/ha. Koepaikkojen satoisuusjärjestys oli osittain toinen kuin lajikekokeissa (taul. 3). Tikkurilan talousviljelysten heikkotaso johtui osittain 1930-luvun alkuvuosien poikkeuksellisen huonoista sadoista (kuva 4).

3. Satovaihtelu

Sadot vaihtelivat eri vuosina kaikilla koepaikoilla hyvin paljon. Vaihtelu käsitti, kuten jäljempänä selviää, pääasiallisesti satunnais- eli vuosivaihtelun. Vaihtelua voidaan kuvata graafisesti (kuva 4) tai laskemalla esimerkiksi vaihtelukertoimet (hajonta $\%$:eina keskisadosta), kuten on tehty taulukossa 3. Mitä suurempi on kerroin ($s\%$), sitä enemmän ovat sadot eri vuosina vaihdelleet.

Ruusulehden mukulasadon kokonaisvaihtelu oli kokeissa suhteellisesti pienin Maaningalla ja Karilassa (vaihtelukertoimet 16 ja 18) ja suurin Jokioisissa ja Apukassa (kertoimet 32 ja 33). Satovaihtelun laajuudesta mainittakoon esimerkkinä, että Ruusulehden sato oli pienin (5.7 tn/ha) Jokioisissa poutakesänä 1955 ja suurin (53.2 tn/ha) Maaningalla v. 1948. Tärkkelyspitoisuuden vaihtelut olivat suhteellisesti huomattavasti pienempiä kuin mukulasatojen, kertoimet eri koepaikoilla vain 6—14. Vaihtelu oli pienin Karilassa ja Pälkäneellä ja suurin Tikkurilassa, Ruukissa ja Apukassa. Ruusulehden tärkkelyspitoisuus oli pienin (11.0 $\%$) Ylistarossa v. 1954 ja suurin (24.0 $\%$) Jokioisissa ja Peipohjassa v. 1939.

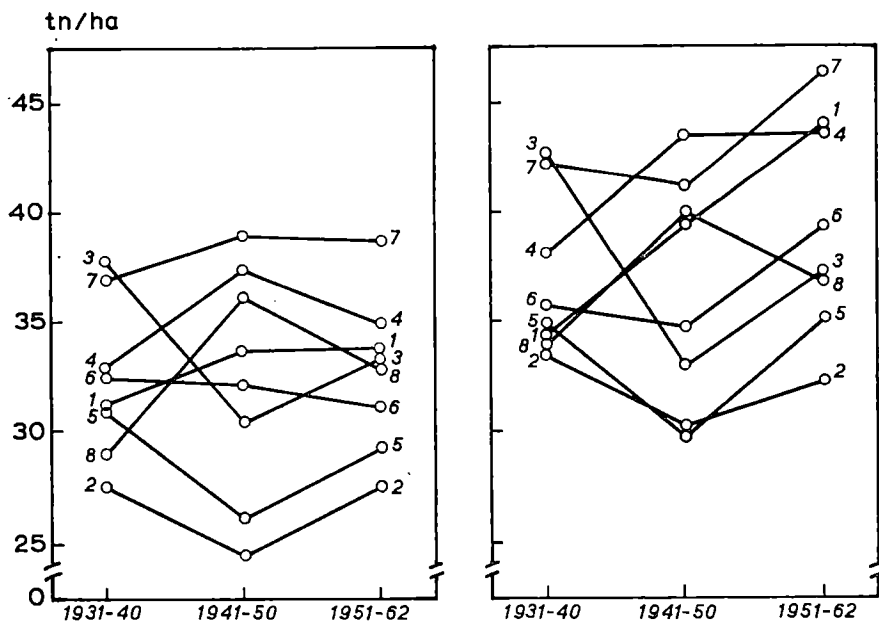
Satoisimman lajikkeen mukulasatojen vaihtelu oli samaa suuruusluokkaa kuin Ruusulehden vastaava vaihtelu. Huomioon ottaen kaikki koepaikat oli vaihtelukerron keskimäärin 24 (Ruusulehdellä 23). Suurin mukulasato, mikä kokeissa yleensä saatiin, oli Jo 059:n (Peipon) sato Tikkurilassa v. 1950, 68.9 tn/ha.

Talousviljelyksillä oli vaihtelu verrattuna satotasoon keskimäärin hieman suurempi kuin kokeissa, vaihtelukertoimet olivat eri koepaikoilla 15—44, keskiarvo oli 25 (Ruusulehden kerroin ilman Jokioista 22). Satovaihtelu oli suurin pohjoisilla koeasemilla Apukassa ja Ruukissa.

4. Satotason kehitys

Satotason kehityksen pääsuunnasta eli trendistä antaa käsityksen kuva 3, johon on merkitty keskimääräiset mukulasadot vuosilta 1931—40, 1941—50 ja 1951—62.

Ruusulehden mukulasato pysyi jokseenkin muuttumattomana Tikkurilassa, Ylistarossa ja Maaningalla. Muilla koepaikoilla oli muutoksia lähinnä 1940-luvulla, jolloin satotaso laski Jokioisissa, Peipohjassa ja Karilassa, mutta parani Pälkäneellä ja Ruukissa.



Kuva 3. Ruusulehden (vas.) ja satoisimman lajikkeen (oik.) mukulasadot lajikekokeissa. Koepaikkojen numerot samat kuin taulukossa.

Fig. 3. The tuber yields of *Rosafolia* (left) and the highest-yielding variety (right) in the variety trials. The numbers refer to the locations in the tables.

Satoisimman lajikkeen (lajikkeiden) satotason kehitys oli yleensä samansuuntainen kuin Ruusulehden (kuva 3). Huomattavimmista eroista mainittakoon tulokset Tikkurilassa, Ylistarossa ja Maaningalla, joissa sato parani 1950-luvulla.

Tarkemmin selviää trendin luonne taulukosta 3, johon on koottu keskimääräiset mukulasadon nousut tai laskut. Sitä kuvaavat b-luvut ovat regressioker-toimia, laskettuna %:na keskisadoista. Mahdolliset väliuodet, jolloin kokeita ei ollut, otettiin laskussa ajan kulumisena huomioon.

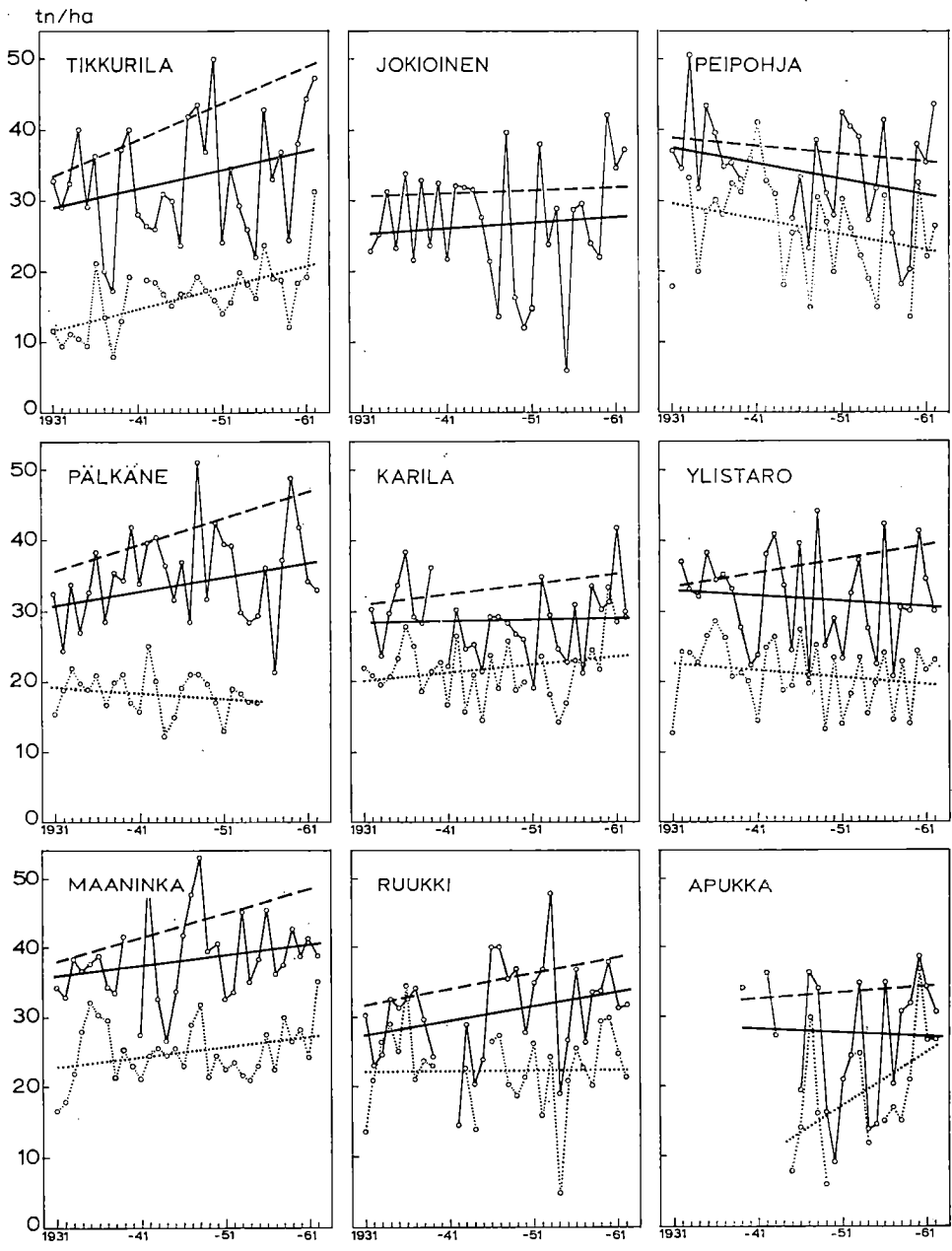
Ruusulehden satotason muutokset olivat pieniä. Satotason parane-minen oli huomattavinta Tikkurilassa (0.77 %) ja Ruukissa (0.66 %). Mainitut luvut eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Tilanne oli sama muil-lakin koepaikoilla. Jokioisissa, Pälkäneellä, Karilassa ja Maaningalla suunta oli lievästi nouseva, Ylistarossa ja Apukassa sitä vastoin laskeva. Huomioon ottaen kaikki koepaikat regressiokertoimien keskiarvo oli vain 0.12 %. Ruusu-lehden satotaso pysyi siis käytännöllisesti katsoen samana.

Ruusulehden tarkkelyspitoisuus aleni regressiolaskun valossa kai-killä koepaikoilla. Mainittu lasku oli keskimäärin kuitenkin vain 0.04 %/yksikköä vuodessa. Luvut eivät olleet ainoassakaan tapauksessa tilastollisesti merkitseviä.

Satoisimman lajikkeen satotason muutokset olivat osittain suu-rempiä kuin Ruusulehden vastaavat muutokset. Satotaso parani kaikilla koe-paikoilla lukuun ottamatta Peipohjaa. Nousu oli selvä kuitenkin vain Tikku-rilassa (1.52 %), Pälkäneellä (0.88 %) ja Maaningalla (0.79 %). Muilla koe-paikoilla taso pysyi jokseenkin samana, sillä pienet muutokset eivät olleet tilas-tollisesti merkitseviä. Huomioon ottaen kaikki koepaikat parani satoisimman lajikkeen mukulasato keskimäärin 0.53 % vuodessa.

Taloussviljelyksillä oli satotasossa suurempia muutoksia kuin kokeissa, mutta täälläkin oli suurin osa muutoksista epävarmoja. Hehtaari-satojen paraneminen oli riittävän selvää vain Tikkurilassa, keskimäärin 1.83 % vuodessa (taul. 3). Peipohjassa, Pälkäneellä ja Ylistarossa suunta oli laskeva. Apukassa sadot nousivat eniten, mutta nousu jäi suuren vuosivaihtelun ja vuo-sien pienen lukumäärän vuoksi epävarmaksi.

Kuvaan 4 on piirretty Ruusulehden ja taloussviljelysten mukulasadot eri vuo-silta sekä niiden regressiosuorat eli trendit. Kun satoisimman lajikkeen vuosivaihtelu seurasi melko tarkkaan Ruusulehden vaihtelua, ei sen satoja ole merkitty kuvaan, mutta kylläkin trendit. Trendin laskussa käytettiin ensim-mäisen asteen regressioyhtälöä, vaikka satotason kehitys ei ollutkaan aivan suoraviivaista (vrt. kuvaa 3). Tulokset on kuvassa 4 piirretty aritmeettiseen asteikkoon, mistä syystä trendi tulee näkyviin sitä jyrkempänä, mitä parempi oli satotaso. Asia olisi voitu korjata käyttämällä esimerkiksi puolilogarit-mista asteikkoa, jolloin kuitenkin absoluuttisten lukujen vertailu olisi vaikeu-tunut. Kuva antaa havainnollisen käsityksen satoisuussuhteista, vuosivaihte-lusta ja trendistä eri tapauksissa.



Kuva 4. Perunan mukulasadot v. 1931—62. — Ruusulehden sato lajikekoissa, sato talousviljelyksillä. Suorilla on kuvattu trendit. ----- Kunakin vuonna satoisimman lajikkeen trendi.

Fig. 4. Potato tuber yields, 1931—1962. — yield of *Rosafolia* in variety trials, on farm fields. The straight lines are regression lines. ----- Regression line of the highest-yielding variety in each year.

5. Tulosten tarkastelua

Edellä todettiin sängen selviä eroja koepaikkojen satotasossa. Koepaikan maantieteellisellä sijainnilla ei ollut siihen selvää vaikutusta, sillä satotaso oli esimerkiksi Apukassa suunnilleen sama kuin Jokioisissa. Tulokset käyvät siinä suhteessa yhteen maataloustilaston kanssa, jonka mukaan perunasadot ovat Pohjois-Suomessa suunnilleen samansuuruisia kuin maan eteläosissa. Koeasemien satotason erot johtuvat siis pääasiallisesti paikallisista oloista. Niistä ovat maan viljavuus ja siihen vaikuttavat tekijät tärkeimpiä. Kasvuolot olivat siinä suhteessa parhaat Maaningalla, jossa satotaso oli jo 1920-luvun kokeissa parempi kuin muilla koepaikoilla. Vuosina 1931—62 oli Maaningan satotaso kokeissa ylivoimaisesti paras. Sadot olivat hyviä myös Pälkäneellä, Peipohjassa ja Tikkurilassa, kun sitä vastoin muilla koepaikoilla satotaso jäi keskimääräistä heikommaksi (taulukot 2 ja 3). Lannoituksella ei voinut olla kovin suurta vaikutusta satotason eroihin, sillä lannoitus oli kaikilla koepaikoilla runsasta. Maan alttius poudan vaikutuksille oli huomattava satotaso alentava tekijä, joka vaikutti erityisesti Jokioisissa, Tikkurilassa ym. Aikaisten syyshallojen haitallinen vaikutus oli suuri erityisesti pohjoisilla koeasemilla. Siitä huolimatta satotaso oli kokeissa hyvä. Ruusulehdestä saatiin keskimäärin 31.8 tn mukuloita ha:lta.

Talousviljelysten satotaso oli huomattavasti heikompi kuin kokeiden taso, mukulasato keskimäärin vain 21.4 tn/ha. Kunnollinen siemen, parempi hoito, huolellinen korjuu ja reunavaikutus olivat tärkeimpiä syitä kokeiden parempaan satotasoon. Erot olisivat todennäköisesti olleet vieläkin suurempia, jos talousviljelyksillä olisi koko ajan viljelty Ruusulehteä. Sen sijaan otettiin uusia ja satoisia lajikkeita viljelyyn. Kun lannoitus oli yleensä runsaampi kuin kokeissa, ei ravinteiden puute voinut olla syynä suhteellisen heikkoon satotasoon. Koepaikkojen satoisuusjärjestys oli talousviljelyksillä osittain toinen kuin kokeissa. Esimerkiksi Tikkurila putosi viimeiselle sijalle. Sadot olivat parhaita Peipohjassa (keskim. 26.3 tn/ha) ja Maaningalla (25.2 tn/ha).

Kun perunan sato oli koko maassa vuosina 1931—62 keskimäärin vain 14.2 tn/ha, oli koeasemien satotaso siihen verrattuna erittäin hyvä. Voimaperäinen viljely oli siis tuottanut hyviä tuloksia.

Myös tärkeelyspitoisuudessa oli koepaikkojen kesken selviä eroja. Näyttää siltä, että pohjoisilla koeasemilla tärkeelysprosentti oli hieman pienempi kuin eteläisillä (taul. 2). Se johtuu ilmeisesti alhaisemmasta lämpötilasta. Tärkeelyspitoisuus oli yleensä sitä pienempi mitä suurempi oli mukulasato. Ruusulehden mukulasadon ja tärkeelysprosentin välinen korrelaatiokerroin olikin useimmilla koepaikoilla negatiivinen, joskin pieni ja tilastollisesti epävarma — lukuun ottamatta Jokioista, jossa vuorosuhde oli $r = -0.42^*$.

Satovaihdelu käsitti pääasiallisesti vuosivaihtelun, sillä satotason kehityssuunnasta johtuva muuntelu oli vähäistä. Esimerkiksi oli Tikkurilassa satoisimman lajikkeen kokonaisvaihtelu 29 % (taul. 3). Kun siitä eliminointiin trendi, saatiin vuosivaihteluksi 25 % keskisadosta. Pälkäneellä olivat vastaavat

luvut: kokonaisvaihtelu 20 % ja vuosivaihtelu 19 %. Suunnilleen sama oli tilanne Maaningalla — kokonaisvaihtelu 19 % ja siitä vuosivaihtelu 18 %. Muilla koepaikoilla olivat erot satoisimman lajikkeen osalta vieläkin pienempiä. Samaa on sanottava Ruusulehdestä kaikilla koepaikoilla. Vuosivaihtelu oli, huomioon ottaen kokeet ja talousviljelykset, suurin pohjoisilla koeasemilla Ruukissa ja Apukassa. Se oli suuri myös Jokioisissa ja osittain Tikkurilassa. Vaihtelun syyt olivat moninaisia.

Maalajierot olivat eri vuosina huomattavia varsinkin sellaisilla koepaikoilla, joilla kokeet kiersivät tilan kaikkia peltoja. Esimerkkinä mainittakoon Jokioinen, jossa v. 1932—39 kokeet sijaitsivat sivutilalla multamailla, tällöin vuosivaihtelu jäi verrattain pieneksi. Kun kokeet siirrettiin varsinaiselle koeasemalle jäykillä savimaille, suureni vuosivaihtelu huomattavasti (kuva 4). Maalajin vaihtelu oli pienin Pälkäneellä, Maaningalla ja Ylistarossa, joissa kokeet sijaitsivat pienillä alueilla. Lannoitus vaihteli eri vuosina kaikilla koepaikoilla. Pääravinteiden (kg/ha) vaihtelukertoimet olivat esimerkiksi Tikkurilassa seuraavat: typpi 30, fosfori 51 ja kali 30. Perunalle käytettävissä olevien ravinteiden vaihtelu oli kuitenkin pienempi, sillä lannoituksessa otettiin maan kunto huomioon. Toisaalta sääolot lisäsivät vuosivaihtelua vaikuttamalla ravinteiden hyväksikäyttöön. Lannoituksen vaikutus tuli esiin myös korrelaatiolaskussa, vaikka kertoimet jäivätkin pieniksi. Tikkurilassa olivat vuorosuhteet: kasvinravinnemäärä kg/ha — Ruusulehden mukulasato tn/ha (suluissa tärkeelys-%) seuraavat: typpi $r=0.02$ ($r=0.39^*$), fosfori $r=-0.05$ ($r=0.36^*$) ja kali $r=0.09$ ($r=-0.12$). Selvemmin tuli esiin typen ja fosforin positiivinen vaikutus tärkeelyspitoisuuteen. Kertoimien pienuus johtuu ainakin osittain siitä, että lannoitus oli runsas.

Laaja aineisto antoi aiheen tarkastella myös istutusaajan merkitystä. Istutuspäivien ja Ruusulehden mukulasadon välinen vuorosuhde oli kaikilla koepaikoilla (ei Apukassa) negatiivinen, joten aikaisella istutuksella saatiin yleensä suurempi sato kuin myöhäisellä. Vuorosuhde oli tilastollisesti merkitsevä kuitenkin vain Pälkäneellä, $r=-0.53^{**}$. Mainittakoon, että kovin aikaista istutusta ei juuri käytetty. Myös istutusaajan ja tärkeelyspitoisuuden välinen vuorosuhde oli yleensä negatiivinen, mutta vieläkin heikompi kuin mukulasadoissa. Korrelaatiokerroin oli suurin nytkin Pälkäneellä, $r=-0.27$. Myöhäinen istutus alensi siis tärkeelysprosenttia. Nostoajalla ei voinut olla kovin suurta vaikutusta Ruusulehden satovaihteluun, sillä peruna nostettiin yleensä kasvun päättymisen jälkeen. Kasvu päättyi usein liian aikaisin *kuivuuden, hallan tai ruton* vuoksi.

Satotason kehityksen pääsuunta eli trendi oli useimmissa tapauksissa nouseva (kuva 4). Lukuun ottamatta vähäisiä poikkeuksia satotason nousu (tai lasku) oli pieni ja tilastollisesti epävarma. Huomioon ottaen kaikki koepaikat oli Ruusulehden mukulasadon keskimääräinen lisäys 0.12 % ja satoisimman lajikkeen vastaava lisäys 0.53 % vuodessa. Ero oli siis lähes viisinkertainen. Vuosien kuluessa oli kokeisiin saatu yhä satoisampia lajikkeita, jotka paransivat

satotaso. Mittarin (Ruusulehden) ja satoisimman lajikkeen trendien välisestä kulmasta voidaan tehdä johtopäätöksiä jalostustyön saavutuksista. Kuvasta 4 nähdään, että tulokset ovat varsin vaatimattomia. Uusien lajikkeiden positiivinen vaikutus tuli näkyviin lähinnä vain Tikkurilassa, Pälkäneellä, Maaningalla ja Ylistarossa. Tässä yhteydessä on otettava huomioon myös Ruusulehden mahdollinen taantuminen. Se oli ilmeisesti vähäistä, sillä mittarin terveydestä pyrittiin kokeissa pitämään huolta. Lajike on sitä paitsi melko vastustuskykyinen. Se, että Ruusulehden tärkkelyspitoisuus laski vuosien kuluessa, johtuu lähinnä sääolojen kehityksestä (kuva 2). Uusien lajikkeiden heikkoho vaikutus satotasoon on selitettävissä osittain sillä, että kokeissa oli lähinnä ruokaperunaksi tarkoitettuja lajikkeita, joiden jalostuksessa sadon määrä oli jäänyt toisarvoiseksi tekijäksi.

Talousviljelyksillä satotaso pysyi keskimäärin jokseenkin muuttumattomana, kuten kokeissakin. Eri koepaikkojen kesken oli kuitenkin huomattavia eroja (taul. 3). Koeasemien satotason kehitys poikkesi koko maan vastaavasta kehityksestä sikäli, ettei siinä ollut huomattavaa satotason laskua sota- ja säännöstelyvuosina. Yhteistä oli, että satotason paraneminen oli kokeissa yhtä heikkoa kuin maan keskisadoissa. Mainittakoon, että hehtaarisatojen lisäys oli koko maassa v. 1931—62 vain 0.16 % vuodessa.

Kuten edellä selvisi, sai peruna koeasemilla 1950-luvulla keskimäärin runsaamman lannoituksen kuin aikaisempina vuosina (kuva 1). Satotaso pysyi siitä huolimatta samana tai parani vain vähän. Syitä tähän on hyvin vaikeata yksityiskohtaisemmin selvittää, sillä eri tekijöistä ja niiden vuorovaikutuksista ei ole tarkempia tietoja. Mainittakoon vain, että lannoitus oli runsas ja että koeasemien keskimääräinen satotaso oli hyvä. Huippusatoihin päästiin vain sellaisina vuosina, jolloin eri kasvutekijöiden yhteisvaikutus oli paras mahdollinen.

Vertailupohjan laajentamiseksi suoritettiin satotason selvitys myös kauran lajikekokeissa, lähinnä Kultasade II:n (Apukassa Tammen) jyväsadoista. Aineisto käsitti, vähäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta, samoja vuosia kuin perunan kokeetkin. Kokeiden lukumäärä oli yhteensä 254. Kauran (mittarin) jyväsato oli keskimäärin 3 330 kg/ha, satovaihtelukerroin 30 ja keskimääräinen hehtaarisadon lisäys 0.42 % vuodessa. Mainitut luvut ovat, kuten vastaavat luvut aikaisemminkin, eri koepaikkojen tulosten aritmeettisiä keskiarvoja. Koepaikkojen satoisuusjärjestyksessä oli tärkeimpänä erona se, että Jokioisissa, jossa perunan satotaso oli koepaikkojen heikoimpia, oli kauran sato paras. Kauran satotaso laski etelästä pohjoiseen ja samalla suureni vuosivaihtelu. Satotason paraneminen oli selvin Tikkurilassa, Jokioisissa ja Maaningalla. Peipohjassa, Karilassa ja Apukassa oli havaittavissa laskua. Kauran ja perunan hehtaarisatojen vuosivaihtelu oli jossakin määrin samansuuntaista. Vuorosuhde oli selvin Ruukissa, $r = 0.45^{***}$. Muilla koepaikoilla se oli heikko ja tilastollisesti epävarma, mikä osoittaa, että perunan ja kauran vaatimukset suuresti poikkeavat toisistaan.

6. Tiivistelmä

Tutkimuksessa selvitettiin perunan satotason muutoksia vuosina 1931—62 Maatalouden tutkimuskeskuksen Kasvinviljely- ja Kasvinjalostuslaitoksilla ja seitsemällä koeasemalla eri puolilla Suomea. Tärkeimmistä tuloksista mainittakoon seuraavaa:

Ruusulehden mukulasato oli lajikekokeissa, huomioon ottaen kaikki koepaikat, keskimäärin 31.8 tn/ha ja satoisuusjärjestys: 1. Maaninka (38.3 tn/ha), 2. Pälkäne, 3. Peipohja, 4. Tikkurila, 5. Ylistaro, 6. Ruukki, 7. Karila, 8. Apukka ja 9. Jokioinen (26.5 tn/ha).

Ruusulehden tärkkelyspitoisuus oli eri koepaikoilla 15.0 — 18.0 % ja keskimäärin 16.0 %. Tärkkelysprosentti oli yleensä sitä suurempi, mitä pienempi oli mukulasato.

Ruusulehden tärkkelyssato oli keskimäärin 5 090 kg/ha ja koepaikkojen järjestys: 1. Peipohja (6 170 kg/ha), 2. Maaninka, 3. Pälkäne, 4. Tikkurila, 5. Ylistaro, 6. Ruukki, 7. Jokioinen, 8. Karila ja 9. Apukka (4 290 kg/ha).

Satoisimman lajikkeen mukulasato oli keskimäärin 37.0 tn/ha eli lähes 12 % suurempi kuin Ruusulehden sato samoissa kokeissa. Koepaikkojen satoisuusjärjestys oli melkein sama kuin Ruusulehden mukulasadoissa. Vaikka satoisimpien lajikkeiden tärkkelysprosentit olivat suhteellisen alhaisia, saatiin niistä runsaampia tärkkelyssatoja kuin Ruusulehdestä.

Talousviljelyksillä oli keskimääräinen mukulasato 21.4 tn/ha eli 66 % Ruusulehden sadosta kokeissa. Satoisuusjärjestys oli osittain toinen kuin kokeissa. Maan keskisatoihin verrattuna koeasemien satotaso oli hyvä.

Perunan sadot vaihtelivat eri vuosina huomattavasti kaikilla koepaikoilla. Satovaihtelukertoimet olivat: Ruusulehden mukulasadot 23, satoisimman lajikkeen sadot 24, talousviljelysten sadot 25 ja kauran sadot 30. Satovaihtelu oli siis perunalla suhteellisesti pienempi kuin kauralla. Tärkkelyspitoisuus vaihteli eri vuosina huomattavasti vähemmän kuin mukulasadot. Vuosivaihtelun voimakkuudessa oli eri koepaikoilla suuria eroja.

Satotason kehityksen pääsuunta eli trendi oli yleensä lievästi nouseva. Ruusulehden mukulasadon lisäys oli kokeissa keskimäärin 38 kg/ha eli 0.12 % vuodessa. Kunakin vuonna satoisimman lajikkeen satotason nousu oli hieman suurempi, 196 kg/ha eli 0.53 %. Sadonlisäys oli selvin Tikkurilassa, Pälkäneellä ja Maaningalla. Talousviljelysten sadot paranivat eniten Tikkurilassa, 298 kg/ha eli 1.83 % vuodessa. Useimmilla koepaikoilla satotason muutokset olivat suuren vuosivaihtelun vuoksi tilastollisesti epävarmoja.

Yhteenvedon mainittakoon, että perunan satotaso oli koeasemilla keskimäärin hyvä ja huomattavasti parempi kuin maataloustilaston mukaan koko maassa. Vuosivaihtelu oli suuri — ei kuitenkaan niin suuri kuin esimerkiksi kauran. Satotason muutokset olivat vuosina 1931—62 verrattain vähäisiä. Kehityksen suunta oli useimmilla koepaikoilla lievästi nouseva.

KIRJALLISUUTTA

- ANTTINEN, O. 1963. Perunan lajikekokeet Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla. (Engl. summary) Maatal. ja koetoim. 17: 127—137.
- HONKAVAARA, T. 1936. Tuloksia viljelykasvien laatukokeista Etelä-Pohjanmaan kasvinviljelyskoeasemalla vv. 1927—35. Valt. maatal.koetoim. tied. 116: 1—58.
- HUOKUNA, K. & HUOKUNA, E. 1961. Etelä-Savon koeasema. Satotason tutkimus vuosilta 1931—1960. Käsikirjoitus, 16 s.
- Koeasemien koetulosmonisteita ja toimintakertomuksia vuosilta 1931—62.
- KOSKINEN, Y. K. 1932. Perunan lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1920—1930. Valt. maatal. koetoim. julk. 44: 1—121.
- LAURILA, V. 1938. Koti- ja ulkomaisia perunajalosteita vertailevissa kokeissa maatalouskoelaitoksen kasvinjalostusosastolla vuosina 1932—37. (Deutsche Zusammenfass.) Valt. maatal. koetoim. julk. 101: 1—55.
- MUDRA, A. 1958. Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche. 331 S., Berlin u. Hamburg.
- SAULI, J. O. 1941. Peruna. 126 s., Helsinki.
- TEITTINEN, P. 1961. Satotason kehitys Satakunnan koeasemalla v. 1930—61. Käsikirjoitus, 11 s.
- VIRRI, T. J. 1953. Satakunnan kasvinviljelyskoeaseman koetuloksia v. 1945—52. (Engl. summary) Valt. maatal.koetoim. tied. 231: 1—45.
- VUORINEN, J. 1952. Koetilojen peltojen viljavuudesta. (Engl. summary) Agrogeol. julk. 59: 1—59.
- YLLÖ, L. 1961. Tärkeimpien peltokasvien hehtaarisatojen kehitys Suomessa. (Deutsche Zusammenfass.) Maatal.tiet. aikak. 33: 140—145.
- »— 1963. Perunan lajikekokeiden tuloksia Kasvinviljelylaitoksella Tikkurilassa v. 1931—58. (Engl. summary) Ann. Agric. Fenn. 2: 109—133.

SUMMARY

Potato yield levels in variety trials and on fields at Finnish agricultural experiment stations

LEO YLLÖ

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

This study deals with the mean yield level of potatoes, the fluctuations in yield, and the overall change in yield level in the years 1931—62 at the following departments and stations of the Agricultural Research Centre: 1. Department of Plant Husbandry (Tikkurila), 2. Department of Plant Breeding (Jokioinen), 3. Satakunta Exp. Station (Peipohja), 4. Häme Exp. Sta. (Pälkäne), 5. South Savo Exp. Sta. (Karila), 6. South Ostrobothnia Exp. Sta. (Ylistaro), 7. North Savo Exp. Sta. (Maaninka), 8. North Ostrobothnia Exp. Sta. (Ruukki), and 9. Arctic Circle Exp. Sta. (Apukka). The material investigated comprised: 1. the yields of Rosafolia (standard) in the variety trials, 2. the yields of the highest-yielding variety each year in these same trials, and 3. the yields on the ordinary potato fields at the station.

At Tikkurila the potatoes were grown principally on humus and sandy clay soils, at Jokioinen on heavy clay, and at the experiment stations on various kinds of sandy soils. The manuring of the trials is shown in Table 1 and Fig. 1. In general the potatoes were planted

at the end of May or beginning of June and were lifted in the latter half of September. The weather conditions are presented in Table 1 and Fig. 2.

The average tuber yield of *Rosafolia* in all the trials was 31.8 tons per hectare. The average starch content was 16.0% and the total starch yield 5 090 kg/ha. The starch content was calculated according to the method of HALS & BUCCHOLZ, which gives slightly higher values than that of MAERCKER. Table 2 gives the yields from the various trial locations.

The average yield of the highest-producing variety was 37.0 tn/ha, and the order of the yield levels at the various trial locations (Table 3) was nearly the same as that for *Rosafolia*. At many locations, the starch content of the highest-yielding variety was definitely lower than that of *Rosafolia*.

The average yield on the potato fields at the stations was 21.4 tn/ha. This figure can be considered quite good, since the average potato yield for the whole country during the period 1931—62 was only 14.2 tn/ha.

At all the trial locations the yields varied widely from year to year. The mean coefficients of yield variation were as follows: *Rosafolia* 23, highest-yielding variety 24, yields on station fields 25. Large differences in these coefficients occurred between the various stations (Table 3). The variation in potato yield, however, was less than that of oats, whose coefficient of variation in the variety trials was 30. The variations in starch content were relatively considerably smaller than those in tuber yield.

The trend of the yields showed, on the average, a slight increase. The annual increases in tuber yield were as follows: *Rosafolia* 0.12%, highest-yielding variety 0.53% and ordinary field yields 1.05%. At certain of the stations a slight decrease in yield level occurred (Table 3, Fig. 4). Because of the wide annual fluctuations, the overall changes in yield level were generally not statistically significant.

The experiences obtained at the experiment stations indicate that under Finnish conditions it is very difficult to obtain high average yields of potatoes, since weather factors, especially drought and early autumn frosts, are often harmful. The growing conditions, however, favour the health of potatoes, and thus there are few symptoms of degeneration in Finland. This is confirmed by the yield level of *Rosafolia*, which, in spite of continued cultivation for several decades, has remained stable.

STRONTIUM 90 AND CAESIUM 137 IN COW'S FODDER AND MILK IN FINLAND 1961 – 1962

ESKO LAKANEN

Agricultural Research Centre
Department of Soil Science
Helsinki, Finland

ANNELI SALO¹⁾

University of Helsinki
Department of Radiochemistry
Finland

Received March 17, 1964

Regular bulletins on the levels of the long-lived fission products in the food chain are published in many countries. In Finland, however, few data concerning the subject have been reported.

The present investigation was carried out in order to continue the work started by PAAKKOLA *et al.* (1960), VUORINEN and MIETTINEN (1960). In this paper some analytical data are presented about the radiostrontium and -caesium level in cow's fodder and milk in Finland 1961–62.

The object was also to get a picture of the change in the activity level due to fall-out in summer 1962 after atmospheric nuclear weapon testings during the autumn of 1961. This fall-out was expected to be heaviest in the beginning of July 1962, and this time was therefore chosen for the sampling. However, later analyses indicated that the ⁹⁰Sr activity of milk in Finland reached a maximum some weeks later (PAAKKOLA 1964).

The sampling was done from five different places already investigated in 1959 (PAAKKOLA *et al.* 1960; VUORINEN and MIETTINEN 1960). The samples representing the activity level of 1961 were taken during the indoor feeding period of 1962, when the fodder harvested in summer 1961 was still in use.

Fodder samples, approximately 5 kg (as dry matter) in paper or plastic bags and milk samples of 10 litres of whole milk in polyethylene bottles were sent to the laboratory. For preservation 20 ml of 3.5 % formaldehyde was added to each milk sample. The sampling data are given in Table 1.

¹⁾ Present address: Institute of Radiation Physics, Helsinki, Finland.

Table 1. Place and time of sampling.

Taulukko 1. Näytteenottoaika ja -aika.

| Place of sampling Näytteenottoaika | Latitude Leveysaste | Date of sampling Näytteenottoaika |
|--|------------------------|--------------------------------------|
| Arctic Circle Agr. Exp. Sta. Apukka, Rovaniemi <i>Perä-Pohjolan koeasema</i> | 66° 35' N | 28. 5. 1962, 4. 7. 1962 |
| North Ostrobothnia Exp. Sta. Ruukki <i>Pohjois-Pohjanmaan koeasema</i> | 64° 40' N | 19. 5. 1962, 5. 7. 1962 |
| North Savo Agr. Exp. Sta. Maaninka <i>Pohjois-Savon koeasema</i> | 63° 09' N | 22. 5. 1962, 4. 7. 1962 |
| Häme Agr. Exp. Sta. Pälkäne <i>Hämeen koeasema</i> | 61° 20' N | 24. 5. 1962, 9. 7. 1962 |
| State Farm of Jokioinen Jokioinen <i>Jokioisten kartano</i> | 60° 49' N | 21. 5. 1962, 4. 7. 1962 |

Methods

Pretreatments of samples: The air-dry plant samples were ground, dried at 105–110°C, and ashed at 450°C. The milk samples were evaporated to dryness and ashed at 450°C.

Strontium separation from milk samples: After addition of carrier (50 mg Sr) the milk ash (15 g) was dissolved in HCl. The insoluble residue was ashed and redissolved in HCl. Strontium separations by fourfold HNO₃ precipitation were made according to the method of BRYANT *et al.* (1959).

Strontium separation from plant samples: After the addition of carrier the plant ash (10 g) was dissolved in HCl. The insoluble residue was ashed and the silica dissolved by HF treatment. Oxalic acid precipitation was done with 50 g oxalic acid at pH 4. After ashing the samples were dissolved in HCl. Fe(OH)₃ and Al(OH)₃ were precipitated with NH₄OH. After carbonate precipitation three HNO₃ separations were made according to the same procedure as for milk ash.

Checking of Sr separations: a) Some of the ⁹⁰Sr analyses were done in duplicate. b) Spectrographic and flame photometric purity controls were carried out at different stages of the work. The final controls showed the Ca content to be < 1% or << 1% of the Sr content of the final Sr preparation.

Flame photometric calcium and potassium determinations: The ash was dissolved quantitatively (1 mg/ml). Potassium was determined directly from the solution (4044 Å, Beckman DU, acetylene-oxygen flame) and calcium (4227 Å) after 1 + 4 dilution. Standard series were prepared by dissolving CaCO₃ and KH₂PO₄ in the ratio of K = 1.3 × Ca for milk and K = 5 × Ca for plant ash. Some of the Ca determinations were checked gravimetrically as Ca oxalate.

Strontium recovery: The flame photometric determinations were based on a standard series made with Sr carrier solution corresponding to 40, 60, 80 and 100% recovery. The wavelength 4078 Å was used instead of 4607 Å, since the latter showed more selfabsorption in the concentration range used.

Table 2. Strontium 90 in fodder and milk calculated as pc/g Ca, pc/kg dry matter of fodder, pc/litre of milk.
Taulukko 2. Strontium 90 rehussa ja maidossa laskettuna pc/g Ca, pc/kg rehun kuiva-ainetta, pc/l maitoa.

| Year <i>Vuosi</i> | Sample <i>Näyte</i> | APUKKA | | RUUKKI | | MAANINKA | | PÄLKÄNE | | JOKIOINEN | |
|----------------------|-----------------------------|---------|----------------|---------|----------------|----------|----------------|---------|----------------|-----------|----------------|
| | | pc/g Ca | kg pc/litre | pc/g Ca | kg pc/litre | pc/g Ca | kg pc/litre | pc/g Ca | kg pc/litre | pc/g Ca | kg pc/litre |
| 1961 | Hay <i>Heinä</i> | 100 | 260 | 120 | 380 | 73 | 200 | 52 | 320 | 65 | 340 |
| | Acid ensilage <i>AIV</i> | 63 | 230 | 54 | 170 | 69 | 280 | | | 30 | 240 |
| | Swede <i>Nauris</i> | | | | | 21 | 7.6 | | | | |
| | Turnip <i>Turkki</i> | | | | | 52 | 6.4 | | | | |
| | Milk <i>Maito</i> | 3.4 | 3.9 | 3.5 | 4.1 | 3.9 | 4.2 | 4.1 | 5.2 | 1.1 | 1.1 |
| 1962 | Grass <i>Riobo</i> | 200 | 1 100 | 340 | 1 500 | 300 | 2 000 | 160 | 1 500 | 280 | 950 |
| | Milk <i>Maito</i> | 10.6 | 11.3 | 12.2 | 15.4 | 11.9 | 11.6 | 12.3 | 14.5 | 9.7 | 11.4 |

Table 3. Caesium 137 in fodder and milk calculated as pc/g K, pc/kg dry matter of fodder, pc/litre of milk.
Taulukko 3. Caesium 137 rehussa ja maidossa lasketuna pc/g K, pc/kg rehun kuiva-ainetta, pc/l maitoa.

| Year <i>Vuosi</i> | Sample <i>Näyte</i> | APUKKA | | RUUKKI | | MAANINKA | | PÄLKÄNE | | JOKIOINEN | |
|----------------------|-----------------------------|--------|----------------|--------|----------------|----------|----------------|---------|----------------|-----------|----------------|
| | | pc/g K | kg pc/litre | pc/g K | kg pc/litre | pc/g K | kg pc/litre | pc/g K | kg pc/litre | pc/g K | kg pc/litre |
| 1961 | Hay <i>Heinä</i> | 100 | 1 600 | 22 | 460 | 18 | 310 | 10 | 230 | 23 | 450 |
| | Acid ensilage <i>AIV</i> | 41 | 630 | 9.7 | 200 | 14 | 300 | | | 14 | 310 |
| | Milk <i>Maito</i> | 72 | 120 | 14 | 19 | 6.2 | 9.7 | 8.5 | 15 | 8.0 | 11 |
| 1962 | Grass <i>Ruoho</i> | 80 | 3 000 | 100 | 3 000 | 100 | 3 000 | 70 | 3 000 | 100 | 3 000 |
| | Milk <i>Maito</i> | 53 | 69 | 89 | 120 | 64 | 98 | 63 | 89 | 46 | 70 |

Radioactivity measurements: The strontium 90 content was determined by separating the yttrium 90 daughter activity at equilibrium and counting it with a low-level β -counting assembly type PW 4127, Philips. The counting system was calibrated with ^{90}Sr standard solution from the Radiochemical Centre, Amersham, and the counting efficiency for ^{90}Y was found to be 33.7%. The statistical error of the counting was less than 2% and the radiochemical purity of the counting preparations was checked by following the ^{90}Y decay.

For ^{137}Cs determinations the dried samples were measured in a 2.5 litre container on a Harshaw 3 in. \times 5 in. sodium iodide crystal with a 512 channel pulse-height analyser by the Finnish Cable Works. The counting system was calibrated with an Amersham ^{137}Cs standard solution CDR 4 and potassium chloride p.a. (Merck.) Corrections for the background and the potassium counts in the Cs range (0.60–0.72 MeV) were made as well as corrections for the differences in the sample density. The grass samples of July 1962 were measured 1 1/2 years after sampling. The interference of shortlived activity was diminished but since the samples still contained several interfering nuclides the ^{137}Cs content of the grass was estimated graphically from the gamma spectra.

Results and discussion

The results of the ^{90}Sr and ^{137}Cs analyses are presented in Tables 2 and 3. The activities are of the same order as values for Scandinavia, Germany and Great Britain. The 1962 level is higher than that in 1961, as expected. The ^{90}Sr content of the milk samples from different places varies only slightly. The milk from Jokioinen is an exception, however, with very low ^{90}Sr in 1961. The ^{137}Cs content of milk is highest in North Finland.

The observed ratio (OR) shows the discrimination of radiostrontium from fodder to milk and was calculated as follows:

$$\text{OR} = \frac{\text{pc } ^{90}\text{Sr}/1 \text{ g Ca (milk)}}{\text{pc } ^{90}\text{Sr}/1 \text{ g Ca (fodder)}}$$

The diet of the cows during the indoor feeding period (May 1962) consisted mainly of hay and acid ensilage. In addition to these the cows were fed on variable amounts of potatoes and other root vegetables, grain products, etc., which are, however, of minor significance in the calculation of the OR. Grass was the only fodder in July 1962. The observed ratios are presented in Table 4.

The overall mean 0.047 of the discrimination factors is very similar to the value of 0.048 found by PAAKKOLA *et al.* (1960). Thus the Finnish values seem

Table 4. Observed ratios for ^{90}Sr from diet to milk.
Taulukko 4. Diskriminaatiokertoimet ^{90}Sr :lle rehusta maitoon siirryttäessä.

| | Apukka | Ruukki | Maaninka | Pälkäne | Jokioinen |
|------------------------|--------|--------|----------|---------|-----------|
| 1961 | 0.038 | 0.034 | 0.055 | 0.079 | 0.021 |
| 1962 | 0.055 | 0.035 | 0.040 | 0.075 | 0.035 |
| Mean — Keskiarvo | 0.042 | 0.035 | 0.048 | 0.077 | 0.028 |

to be considerably lower and more favourable than those found elsewhere, ranging from 0.09 to 0.16 with most values falling close to 0.11 (Rep. U. N. Sci. Comm. Effects of Atomic Radiation 1962). A possible explanation of this may be the rather high amount of inactive strontium in Finnish soils and plants analysed in the Department of Soil Science. To get more information the inactive strontium was determined spectrochemically from three representative Finnish milk samples and from the IAEA milk samples Nos. 54 and 173 (Kiel, Germany). The analyses indicated that the Sr content was 2.7 times higher and the inactive Sr/Ca ratio 2.7 times higher in the Finnish milk. The subject is being investigated further.

Summary

The ^{90}Sr and ^{137}Cs contents of fodder, grass and milk were analysed. The samples originated from five different places in Finland and represented the activity level in summer 1961 and in the beginning of July 1962.

The mean values (^{90}Sr pc/g Ca) were: Fodder (1961) 70, grass (1962) 256, milk (1961) 3.2 and milk (1962) 11.3.

The mean values (^{137}Cs pc/g K) were: Fodder (1961) 31, grass (1962) 88, milk (1961) 22 and milk (1962) 63.

The observed ratio for ^{90}Sr from diet to milk gave a mean value of 0.047, which is considerably lower than OR of 0.1 reported elsewhere. A possible explanation is the rather high inactive Sr/Ca ratio of some Finnish plants and milk.

Acknowledgements. We are greatly indebted to Prof. Dr. J. K. Mieltinen for suggesting this investigation and for advice. The financial aid of the Finnish Atomic Energy Commission is acknowledged.

REFERENCES

- BRYANT, F. J. *et al.* 1959. The determination of radiostrontium in biological materials. AERE-R 3030, 35 p. Harwell.
- PAAKKOLA, O. 1964. Strontium -90 in Finnish milk during 1960—1963. *Nature*, in press.
- »— *et al.* 1960. Strontium -90 in Finnish grass and cow's milk. *Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A II Chemica*, 101: 1—12.
- VUORINEN, A. P. U. & MIETTINEN, J. K. 1960. Caesium -137 in Finnish grass and cow's milk. *Ibid.* 102: 1—6.
- Rep. U. N. Sci. Comm. Effects of Atomic Radiation, General Assembly, off. Rec.: Seventeenth Session, Supp. No. 16 (A/5216), New York 1962.

SELOSTUS

Rehun ja maidon strontium 90 ja caesium 137 -pitoisuuksia Suomessa 1961–62

ESKO LAKANEN

Maatalouden tutkimuskeskus,
Maantutkimuslaitos, Helsinki

ANNELI SALO

Helsingin Yliopiston
radiokemian laitos, Helsinki

Suomalaisen rehun ja maidon radioaktiivisuudesta on toistaiseksi ollut sangen vähän tietoja. Esillä olevassa työssä määritettiin strontium 90 ja caesium 137 -pitoisuudet rehu-, laidunruoho- ja maidonäytteistä, jotka edustivat aktiivisuustasoa, kesällä 1961 ja heinäkuun alussa 1962. Näytteenottoaikat ovat taulukossa 1.

Tulokset nähdään taulukoista 2 ja 3. Käytetty aktiivisuusyksikkö pc = pikocurie vastaa 2.22 hajoamista minuutissa. Aktiivisuustaso ei poikkea selvästi tiedossa olevista pohjoismaisista ja keskieurooppalaisista arvoista. Vuoden 1962 moninkertainen aktiivisuus on peräisin syksyn 1961 ydinasekokeista. ¹³⁷Cs-pitoisuus on korkein Apukassa. ⁹⁰Sr-pitoisuudet ovat eri näytteenottoaikoista samaa tasoa, poikkeuksena Jokioisten maidon (1961) alhainen aktiivisuus.

Rehusta maitoon siirryttäessä tapahtuu voimakasta radiostrontiumin diskriminoitumista, joka lasketaan seuraavasti (OR = observed ratio):

$$OR = \frac{pc \text{ } ^{90}\text{Sr}/1 \text{ g Ca (maito)}}{pc \text{ } ^{90}\text{Sr}/1 \text{ g Ca (rehu)}}$$

Tämän perusteella lasketut OR-arvot ovat taulukossa 4. Kaikkien keskiarvo 0.047 on sangen alhainen ja edullinen verrattuna muualla saatuihin arvoihin (n. 0.1). Kysymyksessä saattaa olla suomalaisen maan ja rehun suuremmasta inaktiivisen strontiumin määrästä johtuva vaikutus. Suoritetut analyysit osoittavat myös, että suomalaisessa maidossa suhde inaktiivinen strontium : kalsium on lähes 3-kertainen eräisiin ulkomaisiin maitonäytteisiin verrattuna. Tutkimusta jatketaan.

Helsinki 1964, Kirjapaino Oy Versal

AIKAKAUSKIRJAN KIRJOITTAJILLE

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

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

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

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

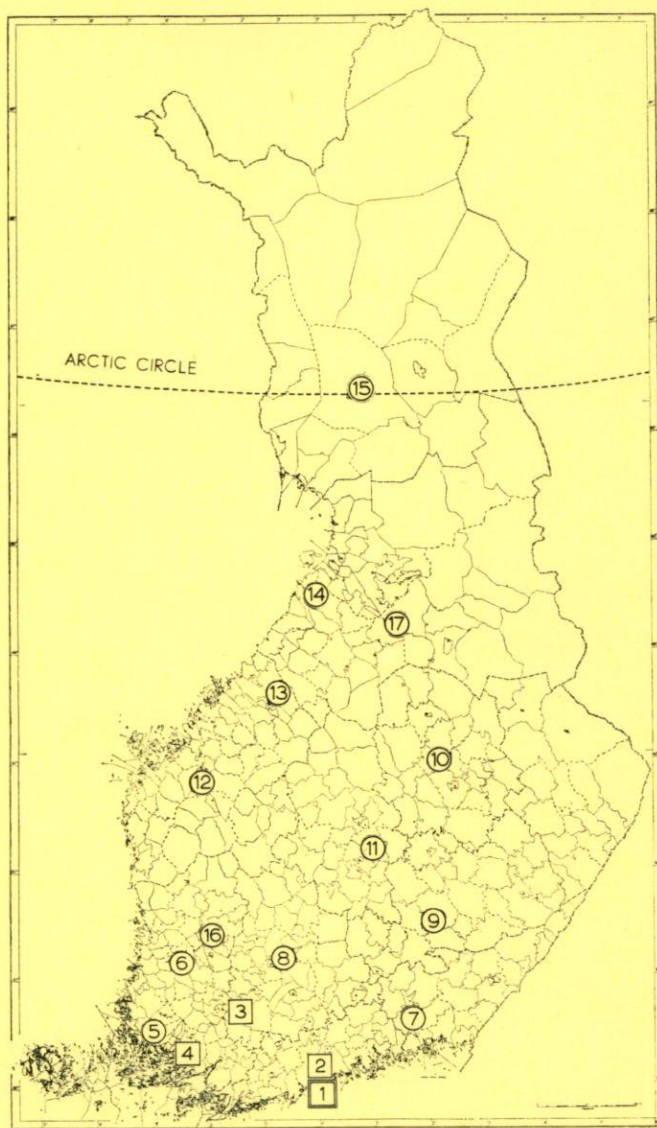
Harvennettavat kohdat alleviivataan käsikirjoituksessa katkoviivalla (— — —) ja *kursivoitavat* kohdat yhtenäisellä viivalla. Kursivointia käytetään lähinnä vain kasvien ja eläinten latinankielisissä nimissä sekä kaksikielisten taulukkojen ja kuvien toissijaisissa teksteissä. Pitkiä harvennuksia ja kursivointeja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

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

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

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

Kaikki yhteydet kirjepainoon hoidetaan toimituksen kautta.



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

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