

Annales Agriculturae Fenniae

Maatalouden
tutkimuskeskuksen
aikakauskirja

Vol. 9, 2

Journal of the
Agricultural
Research
Centre

Helsinki 1970

ANNALES AGRICULTURAE FENNIAE

Maatalouden tutkimuskeskuksen aikakauskirja
Journal of the Agricultural Research Centre

TOIMITUSKUNTA — EDITORIAL STAFF

M. Lampila

Päätoimittaja
Editor-in-chief

R. Manner

J. Säkö

V. U. Mustonen

Toimitussihteeri
Managing editor

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

SARJAT — SERIES

Agrogeologia, -chimica et -physica

— Maaperä, lannoitus ja muokkaus

Agricultura — Kasvinviljely

Horticultura — Puutarhanviljely

Phytopathologia — Kasvitaudit

Animalia domestica — Kotieläimet

Animalia nocentia — Tuhoeläimet

KOTIMAINEN JAKELU

Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, Helsinki 10

ULKOMAINEN JAKELU JA VAIHTOTILAUKSET
FOREIGN DISTRIBUTION AND EXCHANGE

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

MESOPOLOBUS GRAMINUM (HÅRDH) (HYM., PTEROMALIDAE), ITS POPULATION DYNAMICS AND INFLUENCE ON JAVESELLA PELLUCIDA (F.)

MIKKO RAATIKAINEN

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

Received May 5, 1968

Mesopolobus graminum, its bionomics and economic significance have been discussed in several earlier publications (e.g. HÅRDH 1950, 1953; VON ROSEN 1956, 1958, 1960, 1961 a and b, 1962; GRAHAM 1957; NUORTEVA 1959, 1962, p. 10; RAATIKAINEN 1961, 1962, 1967, p. 52—53). However, some of the results obtained in Finland are difficult to interpret, as the species has been mistaken for others. This study is part of a far-reaching investigation into the population dynamics of the important virus vector *Javesella pellucida* (F.) (*Hom.*, *Delphacidae*).

Region and methods of investigation

The field work was carried out in the years 1956—64 in the communes of Sulva, Mustasaari, Laihia, Vähäkyrö, Isokyrö and Ylistaro, situated near the city of Vaasa in western Finland. The region of investigation, experimental methods and material have been described earlier (RAATIKAINEN 1967). Additional material was collected in the same years in the surroundings of the cities Rauma and Pori, in western Finland. Observations on the distribution of the species were made during excursions extending from the southern parts of the country up to the Arctic Circle.

Distribution

M. graminum has been found in England, Denmark, Sweden and Finland (i.a. HÅRDH 1950,

1953; GRAHAM 1957; VON ROSEN 1961 a and b). According to VON ROSEN (1960, p. 28) and the material investigated by the present author, the species has been found in the following Finnish communes (the name of the collector, if other than the present author, is given in parentheses):

V: Kalanti, Mynämäki, Lohja, — U: Helsinki (Forsius), — EK: Vehkalahti. — St: Rauma rural commune, Mellilä, Huittinen, Harjavalta, Noormarkku, Parkano. — EH: Forssa, Kuhmoinen. — EP: Lapväärtti, Karijoki, Jalasjärvi, Ilmajoki, Sulva, Mustasaari, Laihia, Vähäkyrö, Isokyrö, Ylistaro (Hårdh), Oravainen. — PH: Laukaa. — PK: Liperi (O. Heikinheimo). — Kn: Kajaani rural commune (O. Heikinheimo).

The species is not rare in Finland, but at least in cereal fields it seems to occur more rarely than *Mesopolobus aequus* (Walk.) and is less abundant (cf. RAATIKAINEN 1967). In Sweden, its occurrence appears to be similar (VON ROSEN 1956, pp. 60—65; 1961 a).

Life cycle

In Finland, *M. graminum* usually has one generation per year. It hibernates at the larval stage. In spring cereal fields in 1958—64, however, about 10 % of the specimens, on the average, pupated and emerged as adults during the latter part of the summer (Fig. 1). There seems to be

	July	Aug.	Sept.	Oct.	May	June	July	Aug.
Egg		—						
Larva		—	—	—	—			
Pupa					—	—		
Male			—	—		—	—	
Female			—	—		—	—	

Fig. 1. Life cycle of *M. graminum* in the Vaasa region, 1956—1964. The solid line denotes the known and the broken line the probable occurrence of the stages. The thin line denotes the occurrence of the incomplete second generation.

some variation between the years. In the warmest summer, 1960, 13 out of the 23 specimens investigated emerged as adults the same year. In 1964, when the temperature was about average, 2 out of 27 specimens emerged, but in the coolest summer, 1962, none of the 10 specimens under study emerged as adults the same year. According to HÅRDH (1953), the progeny of the autumn generation hibernate at the prepupal stage.

M. graminum eggs were found in cavities of spring cereal stems between August 1 and 23. Possibly some were laid even earlier. The first larvae were observed on August 4 and the last on May 22. In spring, pupation began in cereal stubble in May. In an insectary in 1960, the

average date of pupation for 10 male and 4 female specimens was May 18. At a temperature of $+14$ — 15°C the average duration of the pupal period was 17 days for the males and 18 days for the females. In another experiment in the same year, 26 adult males and 21 females emerged (Fig. 2). The average date of emergence was June 4 for the males and June 8 for the females. The males emerged earlier than the females ($\chi^2 = 71.22^{***}$, d.f. = 6). The reason for this may be the fact that the duration of the pupal period is shorter for males than for females. This has been found to be the case with e.g. the pteromalid *Panstenon oxylus* (Walk.) (RAATIKAINEN 1967). The 30 specimens of *M. graminum* investigated in 1960 emerged 5 days earlier, on the average, than the 400 *P. oxylus* specimens included in the same trial ($\chi^2 = 37.02^{***}$, d.f. = 5). Emergence was most active just before midday.

Of the larvae collected in the field in spring, a total of 142 specimens emerged as adults in the years 1959—65. Of these, 75 (53 %) were males. In the same years 14 adults (7 males) of the autumn generation emerged from the material collected in the field.

The adults moved in the vegetation by walking. At a temperature of $+20^{\circ}\text{C}$ their walking speed was 4—11 mm/sec. Sometimes they would fly for distances of a few centimetres. But they migrated for over 100 metres, and probably for even more than a kilometre, from their sites of emergence to cereal fields. Migration was investigated by means of netting apparatuses. Both sexes migrated and migration seemed to be most active in June and the early part of July (Fig. 3).

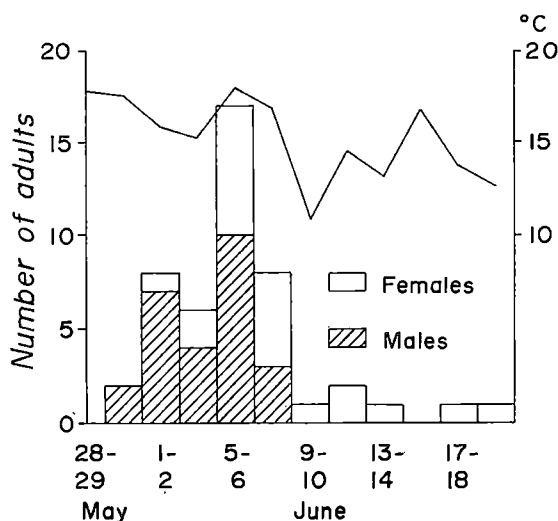


Fig. 2. Emergence of *M. graminum* adults, measured by the numbers found in the glass tubes of the rearing boxes, in 1960.

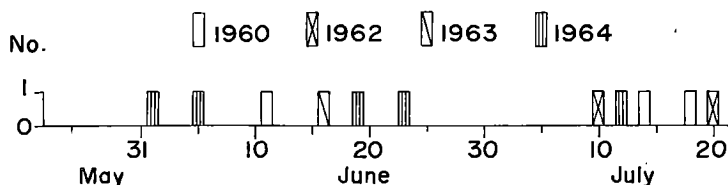


Fig. 3. Migration of *M. graminum* in 1960—1964, according to specimens caught with netting apparatuses.

Food and reproduction

M. graminum has been encountered in galls on many graminaceous plants, in stem cavities of graminaceous plants, and in galls on oak leaves (e.g. HÅRDH 1950, 1953; GRAHAM 1957; VON ROSEN 1958, 1960, 1961 a and b, 1962; RAATIKAINEN 1961, 1962, 1967, p. 53). It has been claimed to be a facultative phytophage (HÅRDH 1953) but this has not been verified (e.g. NUORTEVA 1959; VON ROSEN 1960; RAATIKAINEN 1961, 1962). *M. graminum* is a primary and secondary parasite that feeds on immature stages of many Hymenoptera, such as *Tetramesa* species and delphacid egg-predatory pteromalids (e.g. GRAHAM 1957; VON ROSEN 1958, 1960, 1961 b; RAATIKAINEN 1961, 1962, 1967). *M. graminum* itself has not been observed to feed on delphacid eggs, although it has been encountered in stem cavities containing no other animal food except delphacid eggs (e.g. RAATIKAINEN 1962, 1967, p. 53).

In the cereal fields of the region under investigation, the food of *M. graminum* usually consisted of larvae of pteromalids feeding on delphacid eggs present in the cavities of cereal stems. It was not possible to determine the species of the host larvae; presumably they included both *Panstenon oxylus* (Walk.) and *Mesopolobus aequus* (Walk.). In 1958—64, *P. oxylus* made up about 13 % of the larvae found in the oat fields and 24 % of those found in the spring wheat fields; the rest were larvae of *M. aequus* (see RAATIKAINEN 1967, p. 78). *M. graminum* quite often parasitized pupae of *M. aequus*. Once it was encountered parasitizing a *P. oxylus* pupa.

M. graminum was found in stem cavities of spring wheat, oats, barley and winter rye. In

general, the immature stages occupied internodes with thin walls, as is seen from the following tabulation:

	Thickness of wall, mm				Total no.
	0.2	0.3	0.4	0.5	
Oats	25	9	5	4	43
Spring wheat ...	3	5	3	0	11
Barley	2	0	1	1	4

In oats and spring wheat the immature stages of *M. graminum* were located at a somewhat higher level than those of *P. oxylus*, *M. aequus* and the delphacids (Fig. 4; RAATIKAINEN 1967, pp. 44, 45, 67 and 76). In barley they were found at a height of 11—30 cm, in winter rye at 21—60 cm. The ovipositor of the smallest *M. graminum* females was short and could not extend into the prey if the latter was hiding in cavities of the stems with the thickest walls. This, and probably some other factors too, prevented them

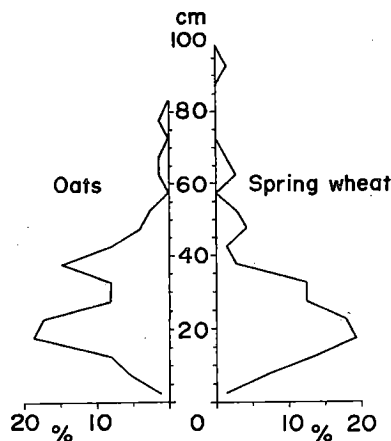


Fig. 4. Height above the ground of upper end of internodes inhabited by *M. graminum* in 1958—1963. Numbers of inhabited internodes scored: oats 75 and spring wheat 73.

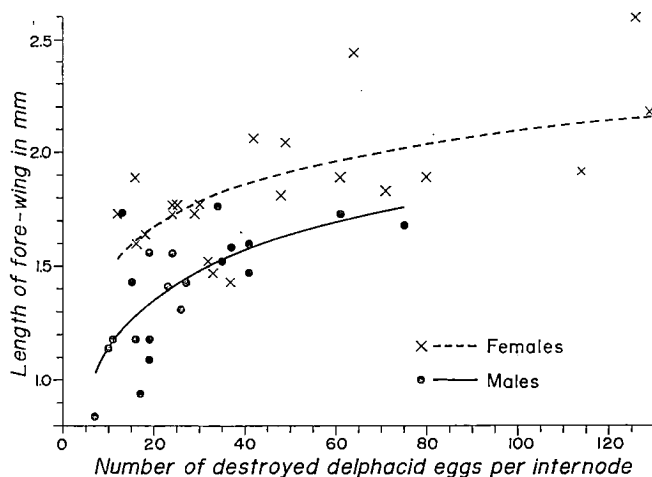


Fig. 5. Regressions of length of fore-wing of *M. graminum* on number of delphacid eggs destroyed by its hosts *M. aequus* and *P. oxylus*. Males: $y = 42.46 + 71.45 \log x$, females $y = 89.60 + 59.89 \log x$.

from depositing eggs in the thick-walled cavities of the lowermost internodes of the plants.

The fore-wing length of male and female, used as an index of body size, bore a significant positive correlation ($P < 0.05$) with the amount of delphacid food available to the host animals in the internodes. A still more significant correlation ($P < 0.01$) was found to exist between the fore-wing length and the number of delphacid eggs consumed by the host (Fig. 5).

It has been shown earlier (RAATIKAINEN 1967) that the body size of both *P. oxylus* and *M. aequus* is positively correlated with the number of delphacid eggs present in the internode; in the present study it was established that their body size was also positively correlated with the size of *M. graminum*. Thus the size of the primary hosts of *M. graminum* as well as that of *M. graminum* itself are both determined by the number of eggs of the secondary hosts of *M. graminum* in the internodes.

The distribution of the immature stages of *M. graminum* among internodes with different food contents was investigated in fields of spring wheat and oats in 1962–64. The results (Table 1) show that the hosts (*P. oxylus* and *M. aequus*) usually inhabited internodes where abundant food was available. The immature stages of *M.*

graminum seemed to prefer internodes with the highest possible food contents.

In spring cereals, *M. graminum* appears to oviposit in the thin-walled upper internodes of the plants, where abundant delphacid eggs are available and large-sized larvae and pupae of *M. aequus* and *P. oxylus* are produced. Such internodes probably also give rise to large-sized *M. graminum* specimens with good viability and pre-

Table 1. Relationship between the numbers of available delphacid eggs and pteromalids (*P. oxylus* + *M. aequus*) and *M. graminum* in spring wheat and oats, 1962–1964. *** = $P < 0.001$.

No. of delphacid eggs per internode A	No. of internodes containing delphacid eggs B	Internodes inhabited by <i>P. oxylus</i> and <i>M. aequus</i>		Internodes inhabited by <i>M. graminum</i>		
		No. C	% of B D	No. E	% of C F	% of B
<i>Spring wheat</i>						
1—20 ..	333	182	55	10	6	3
21—40 ..	405	285	70	24	8	6
41—60 ..	129	101	78	12	12	9
61—330 .	144	127	88	13	10	9
χ^2			19.39***		3.69	
<i>Oats</i>						
1—20 ..	756	241	32	6	3	1
21—40 ..	434	272	63	6	2	1
41—60 ..	185	140	76	2	1	1
61—330 .	234	191	82	9	5	4
χ^2			126.54***		3.95	

sumably a higher fecundity than that of the small-sized individuals.

Fluctuations in abundance

One to three *M. graminum* eggs were found per internode on the surface of a pteromalid. However, not more than one fully grown larva per internode was ever found. Presumably the larvae did not die of lack of food but killed each other.

In one internode, the larva usually found sufficient food in a single pteromalid larva or pupa. Other species were never seen destroying immature stages of *M. graminum* in the internodes. Dead larvae were encountered at times, but the cause of death remained obscure. On emergence, the adult bored a hole in the wall of the stem and escaped. Yet several times *M. graminum* adults were found which had only succeeded in making a very small hole or none at all and, incapable of leaving the stem, had died inside.

By the time of the cereal harvest, part of the autumn generation had already escaped from the stems. However, the majority still remained in the internodes at the pupal and larval stages. Possibly more than 90 % of the specimens were in the larval stage. Now that the length of the cereal stubble after different harvesting methods (RAATIKAINEN 1966) and the location of *M. graminum* larvae at different levels were known, it was possible to calculate the percentages of the spring generation specimens remaining in the stubble. With old harvesting methods, scythe and mower, only 9–14 % of the larvae were left in the stubble, while with modern methods, self-binder and combine, 20–53 % remained (Table 2). Since the larvae of *M. graminum* were located

Table 2. Proportion of larvae of *M. graminum* remaining in stubble cut by different methods.

Method of cutting	% of larvae in stubble	
	Oats	Spring wheat
Mower	9	14
Scythe	11	—
Binder	20	39
Combine	36	53

at higher levels in the stems than those of *P. oxylus*, a considerably larger proportion of them remained in the threshing litter and succumbed during or after the threshing process (see RAA-TIKAINEN 1967, p. 70).

During the winter season the larvae present in the stubble alternately froze and thawed. According to HÅRDH (1953, p. 84), such repeated freezing is fatal to *M. graminum*. In spring numerous dead larvae were always found in the cereal stubble; it is very likely that among them were some *M. graminum*.

Abundance in various crops. Immature stages of *M. graminum* were scarce in grass stems in hay fields, more numerous in winter rye than in grasses, and most numerous in spring cereals. Their average density was higher in spring wheat than in oats (Tables 1 and 3).

Fluctuations in abundance in 1958–64. The abundance of the immature stages of *M. graminum* was investigated yearly in 20 oat fields and 17–20 spring wheat fields. The material has been described in detail in an earlier publication (RAATIKAINEN 1967, pp. 16, 53 and

Table 3. Abundance of *M. graminum* and its hosts in spring wheat and oats in different years. Every year 100 cereal plants from each field were examined during the period July 28–Sept. 19.

Year	No. of fields	No. of internodes containing delphacid eggs	Internodes inhabited by			
			pteromalids	<i>M. aequus</i>	<i>M. graminum</i>	
					No.	% of internodes containing pteromalids
<i>Spring wheat</i>						
1958	18	249	149	6	5	3.4
1959	17	623	415	53	10	2.4
1960	17	204	126	65	9	7.1
1961	20	309	168	96	5	3.0
1962	20	378	209	71	6	2.9
1963	20	245	159	14	1	0.6
1964	20	531	343	76	24	7.0
<i>Oats</i>						
1958	20	522	168	3	0	0.0
1959	20	736	345	13	16	4.6
1960	20	211	93	24	7	7.5
1961	20	369	156	84	1	0.6
1962	20	536	213	52	3	1.4
1963	20	589	291	17	5	1.7
1964	20	526	271	14	5	1.8

72). The results (Table 3) show that the numbers of *M. graminum* per plant, per internode containing delphacid eggs (food of hosts) and per internode containing pteromalids were evidently greatest in the summers of 1959, 1960 and 1964. It is likely that the abundance of *M. graminum* was affected chiefly by the number of its hosts (*M. aequus* and *P. oxylus*) and in the second place by the hosts' food supply (number of internodes with delphacid eggs). These were both plentiful in the summer of 1959, which resulted in great numbers of immature stages of *M. graminum*. Although more larvae than usual may have succumbed during the winter of 1959—60, the number of adults still remained high the following summer (see Fig. 3), and since the hosts were then no longer numerous and their food supply scanty, the number of *M. graminum* larvae was especially large as calculated per internode inhabited by pteromalids. Even the following winter the mortality of *M. graminum* larvae seemed to be higher than usual, so the number of specimens remained low until 1964, when immature stages of *M. graminum* were again found in spring wheat in unusually large numbers.

During the period of investigation it became evident that the abundance of *M. graminum* was

primarily regulated by the number of its hosts and secondarily by the amount of food available to the hosts (mainly the number of *Javesella pellucida*). The weather may have been the strongest tertiary factor. The diagram in Fig. 6 shows some of the main factors affecting the abundance of *M. graminum*, in part according to RAATIKAINEN (1967).

Influence of *M. graminum* on *Javesella pellucida*

In cereal fields the larvae of the *M. graminum* hosts, *M. aequus* and *P. oxylus*, fed almost exclusively on delphacid eggs (VON ROSEN 1956, RAATIKAINEN 1967). In the spring wheat and oat fields investigated in 1958—64, more than 95 % of the delphacid eggs were those of *J. pellucida* (RAATIKAINEN 1967, p. 122). In 1960 and 1961, eggs of other delphacids, particularly *Megadelphax sordidulus* (Stål), also occurred abundantly.

M. graminum usually oviposits on the larvae or pupae of pteromalids feeding on delphacid eggs. In the cereal straw samples investigated between July 28 and September 2 in the years 1958—64, immature stages of *M. graminum* were encountered in 25 pteromalid pupae and 160 (87 %) pteromalid larvae. In the material collected in the field it was found that during their larval period 338 delphacid egg-predatory pteromalids without enemies destroyed an average of 94.8 % of the delphacid eggs present in the internodes. When parasitized by *M. graminum*, such a larva (according to 79 observations) destroyed 91.1 % of the delphacid eggs in the internode.

M. graminum affects the abundance of *J. pellucida* and some other delphacids in two different ways: by killing larvae of *M. aequus* and *P. oxylus* before they have ceased feeding and by reducing the numbers of these pteromalids. Since *M. graminum* occurred in the region of investigation in 1958—64, 2—3 (0.2 %) more *J. pellucida* nymphs hatched per square metre in oat and spring wheat field, and furthermore *M. graminum* killed about 3 % of the larvae of the egg predators of *J. pellucida* in oats and about 4 % of

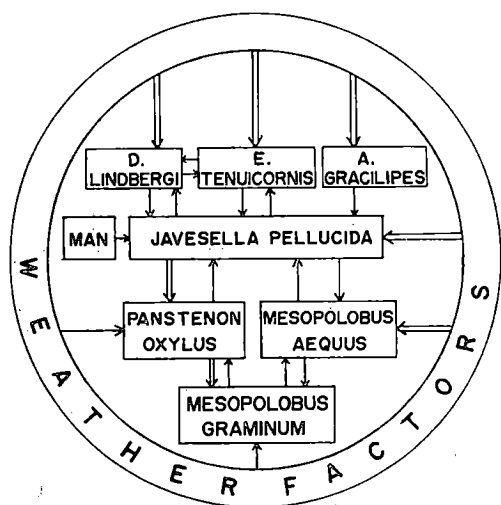


Fig. 6. Some of the main factors affecting the fluctuations in abundance of *M. graminum*.

them in spring wheat. This last-mentioned decrease in the number of enemies may not result in an increase in the numbers of *J. pellucida* until the following year. Although *M. graminum* thus increases the numbers of *J. pellucida* in two different ways, its effect was nevertheless only slight during the period of investigation, so slight, in fact, that it was not worth considering any control measures against the species. In fact, the numbers of some other delphacid species, e.g. *Stiroma bicarinata* (H.—S.), *Megadelphax sordidulus*, *Javesella obscurella* (Boh.) and *Dicranotropis hamata* (Boh.) may have increased to some extent, because *M. graminum* destroyed *P. oxylus* and *M. aequus*.

Summary

Investigations on the bionomics of *Mesopolobus graminum* in cereal and hay fields were carried out in the years 1956—64, mainly in western Finland, east of the city of Vaasa. It was found that at least in southern and central Finland *M. graminum* was not rare. The species was usually univoltine. The males emerged as adults in May—June a little earlier than the females. Both sexes migrated to cereal fields in June—July.

In the cereal fields, the larvae of *M. graminum* fed on pupae and evidently also larvae of *Mesopolobus aequus* and *Panstenon oxylus*, both of which are egg predators of *Javesella pellucida*. The length

of the fore-wing of an adult, used as an index of body size, was positively correlated with the number of delphacid eggs consumed by the host.

M. graminum deposited 1—3 eggs in each internode, but the number of fully grown larvae was never found to be higher than one per internode. With the old methods of harvesting, only 9—14 % of the larvae remained in the stubble, whereas with modern methods 20—53 % were left. Those remaining in the cut stems usually succumbed during or after the threshing process. Some adults were incapable of escaping from the stem cavity.

The abundance of *M. graminum* was affected primarily by the number of its hosts, *M. aequus* and *P. oxylus*, secondarily by the amount of food available to the hosts, and tertiarily by weather factors. Many other factors also affected the abundance of *M. graminum*.

About 87 % of the immature stages of *M. graminum* were encountered on the larvae of the hosts; the rest were found on pupae. When *M. graminum* parasitized the larvae, these were unable to consume all the food they might otherwise have eaten, and as a result the number of *J. pellucida* nymphs hatching in the oat and spring wheat fields were probably 2—3 (0.2 %) more per square metre. Furthermore, *M. graminum* killed about 3 % of the larvae of *J. pellucida* egg predators in oats and about 4 % of them in spring wheat.

REFERENCES

- GRAHAM, M. W. R. de V. 1957. A revision of the Walker types of *Pteromalidae* (Hym., Chalcidoidea). Part 3 (including descriptions of new species). Ent. Mon. Mag. 93: 217—236.
- HÄRDH, H. J. E. 1950. *Amblymerus graminum* n. sp. (Hym., Chalcididae) a pteromalid living in the wheat stem. Ann. Ent. Fenn. 16: 84—88.
- 1953. Kevätvehnän kahutähkäisydestä sekä sen syistä Suomessa. Summary: On the shrivelheads of spring wheat and their causes in Finland. Publ. Finn. State Agric. Res. Board 140: 1—52.
- NUORTEVA, P. 1959. Viljakaskastuhon luonteesta. Luonnon Tutkija 63: 11—18.
- 1962. Studies on the causes of the phytopathogenicity of *Calligypona pellucida* (F.) (Hom., Araeopidae). Ann. Zool. Soc. »Vanamo» 23, 4: 1—58.
- RAATIKAINEN, M. 1961. On the contribution of *Mesopolobus graminum* (Härdh) (Hym., Pteromalidae) to the shrivelheads of spring wheat. Ann. Ent. Fenn. 27: 204—209.
- 1962. Hymenoptera species occurring in stems of spring wheat and the damage caused by them to wheat crops in Finland. Ann. Agric. Fenn. 1: 217—225.
- 1967. Bionomics, enemies and population dynamics

- of *Javesella pellucida* (F.) (*Hom.*, *Delphacidae*). Ibid. 6, suppl. 2: 1—149.
- ROSEN, H. VON 1956. Untersuchungen über drei auf Getreide vorkommende Erzwespen und über die Bedeutung, die zwei von ihnen als Vertilger von Wiesenzirpeneiern haben. Kungl. Lantbr.högs. Ann. 23: 1—72.
- 1958. Zur Kenntnis der europäischen Arten des Pteromaliden-Genus *Mesopolobus* Westwood 1833 (*Hym.*, *Chalc.*). Opusc. Ent. 23: 203—240.
- 1960. Zur Kenntnis des Pteromaliden-Genus *Mesopolobus* Westwood 1833 (*Hym.*, *Chalc.*) VI. Ibid. 25: 16—29.
- 1961 a. Zur Kenntnis des Pteromaliden-Genus *Mesopolobus* Westwood 1833 (*Hym.*, *Chalc.*) VII. Ent. Tidskr. 82: 1—48.
- 1961 b. Zur Kenntnis des Pteromaliden-Genus *Mesopolobus* Westwood, 1833 (*Hym.*, *Chalc.*) VIII. Ent. Medd. 31: 116—122.
- 1962. Zur Kenntnis des Pteromaliden-Genus *Mesopolobus* Westwood 1833 (*Hym.*, *Chalc.*) IX. Kungl. Lantbr.högs. Ann. 28: 141—148.

SELOSTUS

Mesopolobus graminum -pistiäisen runsaudenvaihtelusta ja vaikutuksesta viljakaskaaseen

MIKKO RAATIKAINEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Tämä työ liittyy haitallisen viruksensiirtäjän viljakaskaan torjunnan selvittämiseen. Kenttätöyt tehtiin v. 1956—1964 Vaasan itäpuolella olevissa pitäjissä, joissa viljakaskasta oli runsaasti ja se aiheutti huomattavia sadonmenetyksiä.

M. graminum oli jokseenkin yleinen Etelä- ja Keski-Suomen viljapelloilla. Se muni viljojen korsissa viljakaskaan munia syövien *Mesopolobus aequus* ja todennäköisesti myös *Panstenon oxylus* -pistiäisen toukkiin ja koteloihin, joita toukka käytti ravinnokseen. Toukat jäivät talvehtimaan korsiin. Viljaa viikatteella tai sirpillä korjattaessa toukista jäi sänkeen 9—14 % ja itsesitojalla tai

leikkuupuimurilla korjattaessa 20—53 %. *M. graminum*in runsauden vuosivaihtelun näyttivät säätelevän *M. aequus* ja *P. oxylus* -pistiäisten määrät, näiden isännän viljakaskaan määrä ja säätekijät.

M. graminum tappoi isäntänsä niin aikaisin, etteivät nämä ehtineet syödä niin paljon kuin ne olisivat syöneet. Tämän takia kaura- ja kevätvehnäpelloissa kuoriutui keskimäärin noin 2—3 viljakaskaan toukkaa neliometriä kohden eli noin 0.2 % enemmän. Lisäksi laji tappoi viljakaskaan munapetojen toukista kaurassa noin 3 ja kevätvehnässä noin 4 %.

KAURAN LANNOITUKSESTA

Uudisviljelykokeiden tuloksia vuosilta 1947—61

Summary: Fertilization of oats. Results of experiments on clearings in 1947—61

JORMA SYVÄLAHTI

Maatalouden tutkimuskeskus, Paikalliskoetoimisto, Helsinki

Saapunut 4. 10. 1968

Maamme pohjoisen aseman ja kotieläinvaltaisen maataloustuotannon johdosta on rehukasveilla viljelyssämme huomattava merkitys. Kun kaura 1800-luvun lopulla saavutti valta-aseman viljakasviemme joukossa, se on hyvin säilyttänyt tämän asemansa. Kauran suosio perustuu edelleenkin vaatimattomuuteen kasvualustan suhteen sekä hyvään rehukasviarvoon kotieläinten ruokinnassa.

PERNU (1955) toteaa Suomen peltojen olevan enimmäkseen ravinne- ja kalkkiköyhiä verrattuna esim. Keski- ja Etelä-Euroopan peltoihin. Savimailla on puute typestä ja fosforista, suomilla pääasiallisesti fosforista ja kalista sekä moreeni-, hiekka- ja hietamailla tavallisesti kaikista ravinteista.

Suomessa lannoitteiden käyttöön liittyvää tutkimusta vaikeuttaa pinnanmuodostuksen ja maalajien suuri vaihtelevuus, erilaiset ilmasto-olot maan eri osissa ja viljeltävien kasvien runsaskuisuus. Sitäpaitsi on otettava huomioon myös kehitys kasvinsuojelu- ja kasvunsäätöaineiden alalla, jotka nekin tietyllä tavalla vaikuttavat käytettäviin lannoitemääriin.

Vuosina 1939—44 käytyjen sotien seurauksena

menetettiin alueluovutuksien yhteydessä 290 000 ha peltoa. Tämä aiheutti voimakkaan raivaustarpeen uuden pellon hankkimiseksi. Vuonna 1950 saavutettiin suurin sodan jälkeinen raivaustulos eli 41 000 ha (PÄLIKÖ 1963). Edellä mainitusta vuodesta lähtien uudisraivaustoiminta onkin sitten jatkuvasti vähentynyt, sillä nykyisen ylituotanto-ongelman aikakautena uudismaan raivaamisen kannattavuus on kyseenalaista. Tilanne on samankaltainen myös muissa pohjoismaissa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää paikalliskokeina uudismailla kauran viljelyssä saatuja tuloksia. Aineisto käsittää vain ensimmäisen viljelyvuoden sadot. Lannoituskoekaava on ollut sellainen, että siitä on ollut mahdollista laskea kunkin pääravinteen vaikutus erikseen. Periaatteessahan ei yksityisen ravinteen vaikutusta voida ilmaista tietyllä luvulla, koska kasvit aina tarvitsevat kaikkia ravinteita eikä niitä voida korvata toisilla. Esitetyt luvut osoittavat kuitenkin ko. ravinteen vaikutuksen kokeen olosuhteissa kahden muun pääravinteen läsnäollessa. Päähuomio kiinnitetäänkin siten fosforin, kalin ja typen antamiin laskettuihin sadonlisiin:

Koeaineisto

Paikalliskokeina on v. 1947—61 suoritettu 206 uudisviljelykoetta. Kokeiden hoidosta ovat huolehtineet maataloudelliset neuvontajärjestöt.

Maalajeittain ryhmiteltyinä kokeita oli seuraavasti: turvemaat 109 koetta, savimaat 67 koetta ja hietamaat 30 koetta.

Yleislannoituskokeina on v. 1933—58 ollut 162 koetta, jotka on järjestetty saman koekaavan mukaan kuin varsinaiset uudisviljelykokeet. Mainitut kokeet on myös perustettu selvästi uudismaahan tai siihen verrattavaan maahan, joten nekin on voitu tässä aineistossa käsitellä. Maalajeittain ne jakaantuvat seuraavasti: turvemaat 124 koetta, savimaat 21 koetta ja hietamaat 17 koetta.

Turvemaiden osuus uudisviljelyraivauksessa on huomattavan suuri, mikä ilmenee tästäkin aineistosta. Prosentteina eri maalajien määrät ovat seuraavat: turvemaat 63 %, savimaat 24 % ja hietamaat 13 %.

Edellä mainittujen kokeiden lannoitus on järjestetty alla olevan koekaavan mukaan: a, b, c, d ja e ovat erilaisen lannoituksen saaneita koejäseniä.

a	0
b	PK
c	PN
d	KN
e	PKN

Koeruutujen suuruus on ollut 50 m², koejäsenien lukumäärä 5 ja kerranteita on ollut 4. Koe kentän pinta-ala on siten ollut 10 aaria.

Koekaavasta ilmenee, että kokeessa on käytetty yhtä lannoittamatonta ruutua (0), eri lannoitteiden kaikkia parittaisia yhdistelmiä (PK, PN ja KN) sekä täyslannoitusta (PKN). Yksityisten ravinteiden vaikutukset (P_{II}, K_{II}, ja N_{II}) voidaan laskea parhaiten siten, että täyslannoituksella saadusta tuloksesta vähennetään kullakin parittaisella yhdistelmällä saatu tulos. Erotus osoittaa ko. ravinteen vaikutuksen, joka tutkimuksessa on merkitty seuraavasti:

$$\begin{aligned} P_{II} &= PKN - KN \\ K_{II} &= PKN - PN \\ N_{II} &= PKN - PK \end{aligned}$$

Jos tällä tavoin laskettujen ravinteiden vaikutusluvut lasketaan yhteen, ei niiden summa juuri koskaan ole sama kuin täyslannoituksen vaikutus. Laskutapa antaa tuloksiin mukaan myös ns. yhdistelmävaikutuksen, jolloin sadonlisäykset saattavat tulla huomattavasti suuremmiksi kuin lannoitteen todellinen satoa lisäävä vaikutus PKN-yhdistelmässä. Keskimääräisiksi yhdistel-

mävaikutuksiksi eri ravinteille on saatu (TENNBERG 1955):

N-lannoitteella	n. 16 %
P- »	n. 18 %
K- »	n. 20 %

TENNBERG (1939) on perusteellisesti tutkinut ja selvittänyt edellä mainitun koekaavan mukaisen tulosten käsittelyä. Hän on myös esittänyt laskutavan, jolla eri ravinteiden vaikutusluvut saadaan muunnettua sellaisiksi, että niiden summa on sama kuin täyslannoituksen vaikutus.

Vuosien mittaan kokeissa käytetyt lannoitteet ovat hieman vaihdelleet sekä määrältään että laadultaan.

Uudisviljelykokeet:

	lannoitetta kg/ha				
	Psf	K ₄₀	K ₅₀	Nks	Nos
1947—53 ..	200	150		150	
1954	200		120	150	
1955—56 ..	200		100	150	
1957—61 ..	400		200		150

Yleislannoituskokeet:

	Psf	Pkf	K ₄₀	K ₅₀	Nos	Nks	Nch
1933—40 ..	200	(180)	100			150	(150)
1941—52 ..	200		150			150	
1953	200		150		100	(150)	
1954	200			120	100	(150)	
1955—58 ..	200			100	100	(150)	

1) Lannoitteista käytetyt lyhenteet:

Psf = superfosfaatti, Pkf = kotkafosfaatti, K₄₀ = 40 % kalisuola, K₅₀ = 50 % kalisuola, Nos = oulunsalpietari, Nks = kalkkisalpietari ja Nch = chilensalpietari

1930-luvulla on muutamissa kokeissa käytetty chilensalpietaria ja kotkafosfaattia. Typpilannoitteena on 1950-luvulla käytetty joko oulunsalpietaria tai kalkkisalpietaria. Lannoitemäärät on pyritty järjestämään käytännön viljelyä vastaavaksi. Sitäpaitsi on SALOSEN (1963) mukaan pyritty pieniä lannoitemääriä käyttämällä saamaan eri ravinteiden vaikutukset selvimpinä esiin. Saman koekaavan mukaisia kokeita on järjestetty myös kiinteillä koekentillä. Kokeet ovat olleet uusintalannoituskokeina käynnissä usean vuoden ajan (SALONEN 1963).

Ravinteiden vaikutus on usein erilainen samaa ravinnetta sisältävissä erilaisissa kauppalannoitteissa. Fosforilannoitteissa on fosforin liukenevuudessa eroja. Jos superfosfaatin vaikutus on 100, on kotkafosfaatin vaikutus n. 80 (TUORILA ja TAINIO 1932). TENNBERGIN (1960) mukaan kotkafosfaatin vaikutus olisi 90. Erilaisten kalisuolojen suhteen ei liene ravinteiden vaikutus-

tehoon nähden merkittävää eroa (TENNBERG 1955). Oulunsalpietarin ja kalkkisalpietarin vaikutusarvo on 100. Näissä kokeissa käytettyjen eri P-, K- ja N-lannoitteiden vaikutusarvojen erot ovat siis melko pieniä. Lannoitteissa annettujen ravinteiden selvät muutokset on sen sijaan otettu jäljempänä huomioon tietyissä yhteyksissä.

Satoluokat ja maan kasvukunto

Sadonlisäyksiä on tarkasteltu paitsi alueittain ja maalajeittain myös nollasadon (lannoittamattoman ruudun sadon) satoluokkien mukaan ryhmiteltynä. Satoluokkien nolla-arvoksi on valittu

1 200 kg, ja luokittelu on suoritettu tästä alasta ylöspäin 200 rehuyksikön välein (240 kg). Nollasadot kuvaavat täten tietyllä tavalla maan luontaista kasvuvoimaa.

Satoluokkaryhmittely

Satoluokka	—5	—4	—3	—2	—1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	
Pääsato kg/ha	0	119	359	599	839	1 079	1 319	1 559	1 799	2 039	2 279	2 519	2 759 jne.

Luokkien rajat on merkitty näkyviin. Siten esim. sato 1 079 kg/ha kuuluu satoluokkaan —1 ja 1 080 kg/ha kuuluu satoluokkaan 0.

Tässä yhteydessä on syytä viitata myös boniteettiin, jolla tarkoitetaan maan biologista viljavuutta (VALMARI 1957). KOTILAISEN (VALMARI 1957) mukaan suon boniteetilla tarkoitetaan turpeen luontaista kasvuvoimaa. Tuotos on kuitenkin huonosti yksityistapauksiin soveltu-

va boniteetin mitta, toteaa VALMARI (1957).

Nollasadon satoluokka —5 ilmaisee tässä ainoastaan sen, että lannoittamattomana saatu sato on käytännössä 0. Maan boniteettiarvo saattaa olla hyvinkin korkea siitä huolimatta, ettei satoa saada.

Maalajit

Maalajijako on tässä käsittelyssä karkea kolmijako: hietta-, savi- ja turvemaat. Hietamaat (Ht) -nimikkeeseen alle on sisällytetty myös muutamia hiekka- (Hk) ja moreenimaita (Mr), jotka eivät oleellisesti poikkea ko. ryhmästä. Savimaat ovat hietasavia (HtS), hiesusavia (HsS), aitosavia (AS) ja liejusavia (LjS). Turvemaat ovat suurimmalta osalta saraturpeita (Ct ja SCt). Joukossa on vain muutamia rahkaturvemaita (St ja CSt).

Maa-analyysseja ei näin pitkältä ajanjaksolta ole tehty, joten maaperän ja sen ominaisuuksien tarkempi määrittäminen ei ole mahdollista. Aineisto on kuitenkin ryhmitelty nollasadon satoluokkien mukaan, kuten edellä jo on käynyt ilmi.

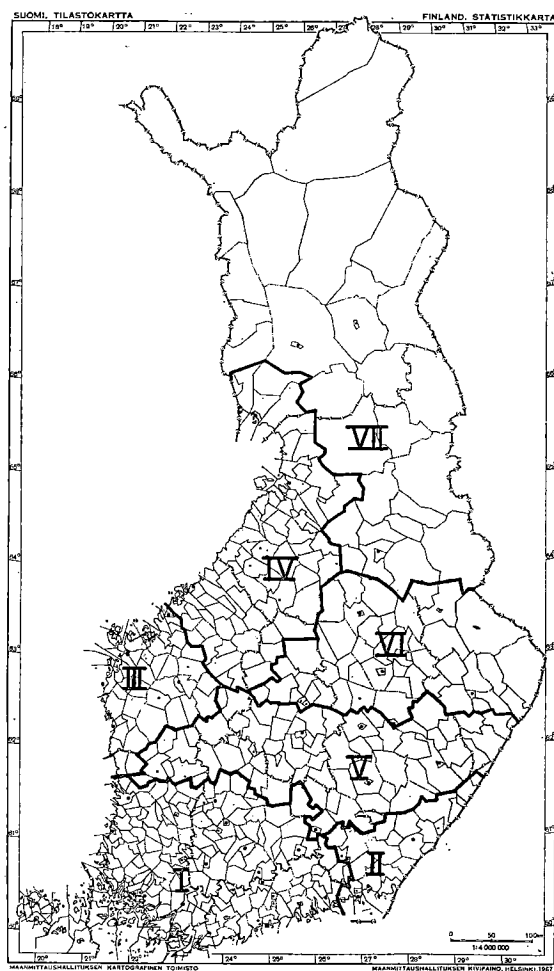
Viljavuuspalvelu Oy:ssä on laadittu kartta Suomen peltojen vallitsevista maalajeista. Tässä on kysymys nimenomaan ruokamultakerroksen maalajista, joka useasti poikkeaa pohjamaasta. Maalajien jakautuminen maan eri osiin on hyvin epätasainen. Niinpä Etelä- ja Lounais-Suomessa on savia n. 60 % peltoalasta, mutta pohjoisempana vain muutaman prosentin verran (KURKI 1963). Tämä kuvastuu myös tutkimusaineistosta, jossa savimaiden uudisviljelyksistä on 44 % ollut alueella I eli juuri Lounais-Suomessa. Hietamaita on raivattu tutkimusaikana lähes tasaisesti yli koko maan, runsaimmin kuitenkin Pohjois-Karjalassa. Eloperäisten maiden raivaus sensijaan

ei ole keskittynyt Pohjois-Suomen turvealueille, jos tästä lainkaan voi sellaista johtopäätöstä tehdä, vaan kokeet ovat sijoittuneet sekä Etelä- että Keski-Suomeen kartan alueille I ja IV—VI.

Laskelmien mukaan vielä 1920-luvulla raivattiin suuremmissa määrin kivennäis- kuin eloperäisiä maita. Vähitellen raivaustoiminnan painopiste on kuitenkin siirtynyt turvemaille. Vuo-

den 1941 laskelman mukaan oli uudisviljelyyn raivatuista maista karkeasti ottaen 1/3 turvemaita, ja myöhemmin niiden osuus on kasvanut ehkä 50 prosenttiin (JONSSON 1947). Tässä tutkimuksessa turvemaita on mukana 63 %, savimaita 24 % ja hietamaita 13 %, mikä kuvastanee melko hyvin myös ko. ajanjaksolla suoritettujen raivausten maalaajettaista jakautumista.

Viljelyalueet



Kuva 1. Tutkimuksessa noudatettu aluejako.

Maamme maantieteellisen sijainnin johdosta viljelyolosuhteet ovat maan eri osissa hyvin erilaisia. Yleispätevää aluejakoa on vaikea esittää, koska jakoperusteet riippuvat siitä, mitä tarkoitusta varten aluejako tehdään.

Sopivan aluejaon tarpeellisuudesta TENNBERG (1955) toteaa, että alueelliset eroavuudet väkilannoitteiden vaikutuksessa ovat niin suuret, että ne edellyttävät koko maan käsittäviä väkilannoitteiden vaikutuslukuja laskettaessa huomioon otettavaksi lannoitteiden vaikutuksen kullakin kasvilla alueittain ja eri kasvien viljelylaajuuden kullakin alueella.

Tässä tutkimuksessa noudatettu aluejako on pääpiirteittäin sama, jota Tennberg on käyttänyt paikalliskokeiden tuloksia käsitellessään. Alueita muodostettaessa on otettu huomioon erilaisten maalajien esiintyminen sekä eräitä maantieteellisiä ja ilmastollisia seikkoja. Aluejako ilmenee kuvasta 1.

Tämä aluejako niveltyy pääpiirteittäin sekä PESOLAN (1941) aluejakoon että MARJASEN (1961) käyttämään aluejakoon paikallisten lajikekokeiden tuloksia ryhmiteltäessä. Maa on jaettu neljään viljelyvyöhykkeeseen siten, että alue I vastaa tämän tutkimuksen alueita I ja II, alue II alueita III ja V, alue III alueita IV ja VI, ja alue IV on pääpiirtein sama kuin tämän tutkimuksen alue VI.

Edellä esitetyt alueet eivät noudata esim. maanviljelys- ja talousseurojen aluejakoa, jota voidaan pitää lähinnä taloudelliselta pohjalta syntyneenä, vaan lähtökohdaksi on otettu alueiden luontaiset viljelyedellytykset.

Kokeiden luotettavuus ja tutkimusmenetelmät

Yksittäisten kokeiden luotettavuuden selvittämiseksi on laskettu kokeen keskivirhe kiloina ruutua kohti ja kahden koejäsenen satoeron virhe kg/ha. Keskivirheen laskemiseksi on käytetty Molduenhaerin kaavaa (ROEMER 1930). Sadonlisäysten riippuvuutta nollasadosta on tutkittu pienimmän neliösumman regressiolla (MATTILA 1961).

Lasketut regressiot osoittavat aineiston lineaarisen käyttäytymisen. Jokaisessa yksityistapauksessa tämä ei ehkä ole paras ilmaisutapa, mutta se selvittää kuitenkin aineiston suuntaviivat. Korrelaatiokertoimet ovat numeerisilta arvoiltaan useassa tapauksessa pieniä eikä selvää riippuvuutta

ta nollasadosta ole havaittavissa, kuten jäljempänä selviää.

Kussakin maalajiryhmässä on ravinteille laskettu myös keskiarvon keskivirhe ($S_{\bar{x}}$) ja keskiarvon luotettavuusväli (MATTILA 1961):

$$\begin{array}{ll} 95 \% \text{ luotettavuusväli } & \bar{x} \pm 1.96 \cdot S_{\bar{x}} \\ 99 \% & \bar{x} \pm 2.58 \cdot S_{\bar{x}} \end{array}$$

Sarjojen keskiarvojen sadonlisäysten luotettavuus on ilmaistu F-arvolla: n^{***} = todennäköisyys P on ainakin 99.9 % eli tilastollisesti erittäin merkitsevä, n^{**} = todennäköisyys P on ainakin 99 % eli tilastollisesti merkitsevä, ja n^{*} = todennäköisyys P on ainakin 95 % eli tilastollisesti melkein merkitsevä (BONNIER-TEDIN 1940).

Kaura koekasvina

Aikaisemmin on jo todettu kauran saavutaneen valta-aseman viljakasvienne joukossa. Seuraavan asetelman luvut on laskettu Suomen tilastollisen vuosikirjan (1948 ja 1967) mukaan:

Vuosi	% peltoalasta kauralla	% viljanviljelyalasta kauralla
1920	19.6	52
1930	19.2	55
1942	14.3	49
1950	18.1	50
1967	16.6	39

Kun kauran osuus viljan viljelyalasta on ollut noin puolet, ei ole ihmeteltävää sekään, että kaura on ollut suurin väkilannoitteiden kuluttaja vuoden 1949 maataloustilastoon perustuvien laskelmien mukaan. Fosforilannoitteista kauralle käytettiin 38.0 %, kalilannoitteista 39.0 % ja typpilannoitteista 20.0 % (TENNBERG 1955). Vuonna 1967 vastaavat %-luvut ovat jonkin verran pienempiä.

Koekasvina olleet kauralajikkeet ovat näin pitkän ajanjakson kuluessa vaihdelleet huomattavasti. Suurin osa kokeista on suoritettu Kultasade II -lajikkeella. Edustettuina ovat olleet kaiken kaikkiaan seuraavat lajikkeet: Kultasade I, Kultasade II, Tammi, Sisä, Kytö, Esa, Osmo II, Orion II, Eho, eräät maataislajikkeet ja eräät tuntemattomat.

Kullakin lajikkeella on oma ominaishäätönsä, joka sekin vielä vaihtelee olosuhteiden mukaan. MARJANEN (1961) esittää eräiden paikalliskoikeissa olleiden kauralajikkeiden välisiä suhdelukuja 1920- ja 1930-luvun kokeista:

Lajike	Suhdeluku
Kultasade 2 592 kg/ha	100
» II	101
Kytö	100
Osmo II	98
Esa	98

PESOLAN (1942) julkaisemat kauralajikkeiden väliset suhdeluvut poikkeavat näistä. Tulokset ovat Tammistosta vuosilta 1930—35.

Lajike	Suhdeluku
Kultasade II 3 604 kg/ha	100
»	95.2
Esa	93.9
Kytö	93.4
Osmo II	97.0
Orion II	77.3

Näissä kokeissa satotaso on melko korkea, joten lajikkeen väliset erot ovat ehkä senkin vuoksi selvempiä kuin MARJASEN esittämässä suhdeluvuissa. Satotason ollessa alhainen, kuten tutkimuksissa uudisviljelykokeissa, ei lajikkeella ole oleell-

lista merkitystä. Sitäpaitsi tällaisen eron merkitys pienenee käsiteltäessä suurehkon aineiston keskiarvoja.

Jotta uudisviljelykokeiden sadoista verrattuna jatkuvan peltoviljelyn satoihin saataisiin oikea käsitys, esitetään vertailukohdaksi seuraavat kauran keskisadot koko maassa (PERNU 1968):

Vuodet	Vilj.pala 1 000 ha	Sato kg/ha
1931—35	462.1	1 454
1936—40	453.3	1 553
1941—45	351.1	1 225
1946—50	391.5	1 447
1951—55	468.2	1 642
1956—60	454.1	1 745
1961—65	462.7	1 789

Väkilannoitteiden jälkivaikutuksesta

Monet lannoitteena annetut ravinteet pidättyvät ja varastoituvat maahan, joten kerralla annetun lannoitteen vaikutus jatkuu useita vuosia. TENNBERG (1955) on arvioinut pintalannoituksen annettuna kalisuolan jälkivaikutuksen suuruuden hietta- ja turvemailla ainakin 100 %:ksi lannoitusvuoden vaikutuksesta. Edelleen hän olettaa, ettei jälkivaikutus ole yksivuotisia kasveja viljeltäessä yhtä suuri kuin nurmilla, vaan ainoastaan 60 %, jakautuen kahden vuoden osalle à 40 ja 20 %. Kalin keskimääräisinä vaikutuslukuina SALONEN (1963) esittää, että kilo kalialia, K_2O , on antanut ensimmäisenä vuotena sadonlisäystä 3 ry ja koko vaikutus on ollut 4.5 ry. Jälkivaikutus on siten 50 % lannoitusvuoden vaikutuksesta.

Fosforilannoitteiden vaikutus on vielä pitempiaikainen kuin kalin. Tämä johtuu osittain fosfaattien vaikealiukoisuudesta ja osittain siitä, että ne pidättyvät hyvin maahiukkasiin; jälkivaikutus voi lannoitemäärän runsaudesta riippuen kestää useita vuosia, eräiden saksalaisten kokeiden mukaan jopa kymmeniä vuosia (WAGNER 1929). Superfosfaatin jälkivaikutuksen yleiskeskiaarvoksi esitetään 150 % lannoitusvuoden vaikutuksesta

jakautuen neljän jälkivaikutusvuoden osalle suhteessa 65, 45, 25 ja 15 %. Kotka- ja hienofosfaatin jälkivaikutus on suurempi ja se voidaan laskea myös pitempiaikaiseksi (TENNBERG 1955).

Uudismailla ei varsinaisia lannoitteiden jälkivaikutustutkimuksia ole tehty. Kiinteillä koeentillä suoritettujen uudismaan lannoituskokeiden tulokset antavat kuitenkin selviä viitteitä siitä, millaisia ko. tulokset tulisivat olemaan. Fosforin jälkivaikutus on osoittautunut muutamissa tapauksissa erittäin pieneksi. Kalin vaikutus on savimailla ollut pieni, hietamailla hieman parempi, mutta turvemailla — kuten voi odottaakin — hyvin suuri (SALONEN 1963).

VUORISEN (1949) mukaan yleinen havainto uudismailla on se, että ensimmäisinä vuosina on saatu vanhojen peltojen satoihin verrattuna kohतालaisia, jopa hyviäkin satoja. Tätä hän pitää uudismaiden erikoisluonteesta johtuvana sekä arvelee voiman kätkeytyvän kasvinravinteiden suurempaan liukoisuuteen ja sen vuoksi nopeampaan vaikutukseen taikka siihen, että uudessa maassa saattaa olla joitakin edullisesti vaikuttavia hivenravinteita, jotka on vanhoista pelloista jo ammennettu loppuun.

Satotuloksia

Hiekka- ja hietamaat

Hiekka- ja hietamaiden keskimääräiset lannoittamatta saadut sadot (nollasato) ja lannoituksen alueittain antamat sadonlisäykset kg/ha esitetään taulukossa 1. Nollasadon keskimääräinen arvo koko maassa on ollut 1 280 kg/ha, mitä on

pidettävä melko hyvänä satona. Alueen I 0-sato on ollut 1 900 kg/ha eli kaikkein korkein, mikä on ollut odotettavissakin maamme parhaalta viljelyalueelta. Fosforin vaikutus on alueilla III ja VI selvästi voimakkainta. Tämä alue voitaisiin rajata myös linjojen Kristiinankaupunki—Joensuu ja Uusikaarlepyy—Nurmes välille.

Taulukko 1. Hietamaat. Lannoittamatta saatu sato ja lannoitteiden antamat sadonlisät keskimäärin sekä yhdistelmävaikutus kg/ha alueittain

Alue	Kokeita kpl	0-sato	PN	PK	KN	PKN	P _{II}	K _{II}	N _{II}	Yhdis- telmä- vaikutus
I	8	1 900	555	286	455	789	334	234	503	282
II	2	1 510	320	380	460	875	415	555	495	590
III	6	1 220	697	430	530	1 087	557	390	657	517
IV	6	1 340	253	133	346	663	317	410	530	594
V	9	1 060	684	570	600	962	362	278	392	70
VI	15	1 130	564	455	351	937	586	373	482	514
VII	1	180	350	370	130	490	360	140	120	130
Yhteensä	47									
Keskim.	—	1 280	548	400	439	889	450	341	489	391
95 %:n luotet- tav.väli ...	—	—	—	—	—	—	± 64	± 48	± 52	—
99 %:n luotet- tav.väli ...	—	—	—	—	—	—	± 125	± 94	± 102	—
	—	—	—	—	—	—	± 165	± 124	± 134	—
							F = 1.88	F = 1.45	F = 1.94	

Taulukko 2. Hietamaat. Keskimääräiset sadonlisät ja yhdistelmävaikutus kg/ha lannoittamattoman sadon satoluokittain ryhmiteltynä

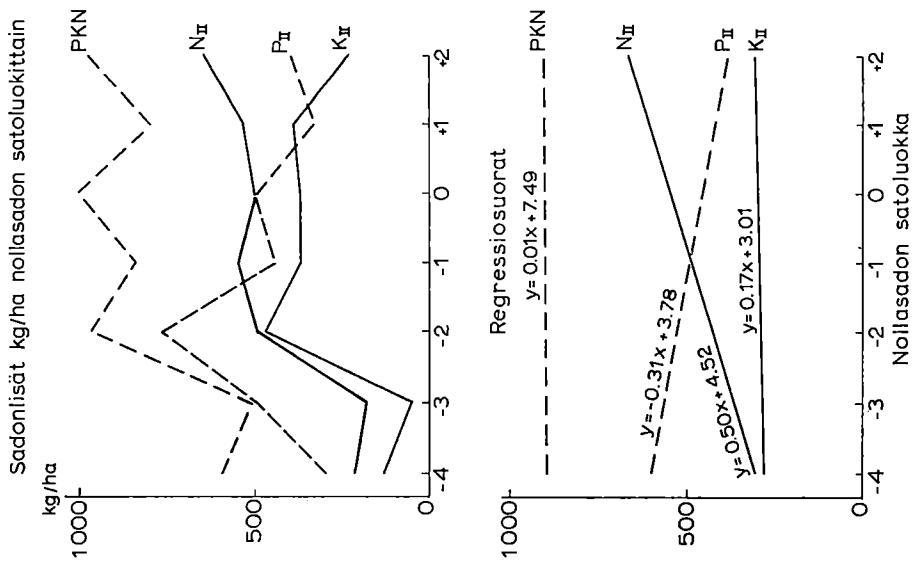
0-sadon satoluokka	Kokeita kpl	PN	PK	KN	PKN	P _{II}	K _{II}	N _{II}	Yhdis- telmä- vaikutus
—4	3	463	370	300	596	296	133	216	49
—3	1	460	330	20	510	490	50	180	210
—2	5	498	478	202	968	766	470	490	758
—1	11	561	333	467	841	447	371	546	523
0	8	636	512	511	1 005	494	369	493	351
+1	7	407	268	462	796	334	388	528	454
+2	4	742	329	585	977	392	235	648	298
+3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+4	4	722	662	520	1 222	702	500	560	545
+5	3	351	231	390	467	77	116	236	—38
+10	1	410	200	450	570	120	160	370	80
Yhteensä	47								
keskim.	—	548	400	439	889	450	341	489	391
						F = 1.36	F = 1.37	F = 1.96	

Kalin voimakkainta vaikutusalueutta on taas Pohjanmaa ja Kymen lääni. Typen vaikutus on samoin suurin Pohjanmaan alueella. Lounaisosissa maata kalin vaikutus on heikko. Koko aineiston keskiarvoille lasketut keskivirheet eivät kohoa 50—60 kg:aa suuremmiksi. Keskiarvoja voidaan hyvin pitää suuntaa antavina.

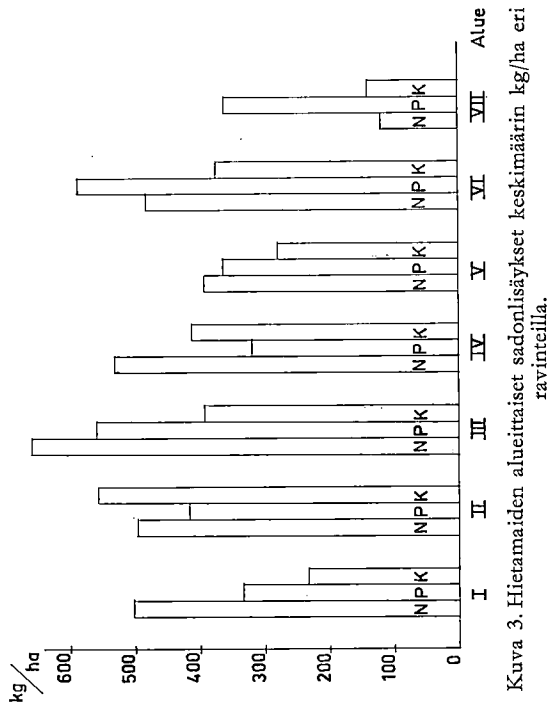
Uudisviljelyssä olevilla hietamailla on typen satoa lisäävä vaikutus ollut voimakkain ja kalin heikoin. Eroa näiden ääriarvojen välillä on 150 kg/ha. Täyslannoituksella saatu sadonlisä on ollut n. 900 kg/ha, joten saavutettu satotaso on 2 170 kg/ha eli huomattavasti korkeampi kuin

kauran keskisato koko maassa. Taulukossa 2 sadonlisät on esitetty 0-sadon satoluokkien mukaan ryhmiteltynä. Tätä vastaavasta kuvasta 2 selviää parhaiten eri ravinteiden vaikutus. Kali antaa yhtä suuren sadonlisän maan kasvukunnosta riippumatta. Fosforin vaikutus pienenee maan kasvukunnan parantuessa ja typen vastaavasti kasvaa melko voimakkaasti. Täyslannoituksella taas saavutetaan kauttaaltaan saman suuruinen sadonlisä. Maan luontaisen kasvukunnan merkitys ilmenee täten siinä, että luontaisesti ravinne-rikkaalta maalta saadaan parempi sato kuin heikolta maalta, vaikka sadonlisä onkin yhtä suuri.

HIETAMAAT



Kuva 2. Sadonlisät kg/ha nollasadon satoluokittain ja vastaavat regressiosuorat hietamailla.



Kuva 3. Hietamaiden alueittaiset sadonlisäykset keskimäärin kg/ha eri ravinteilla.

Annetut kasvinravinteet kg/ha ovat olleet alueittain keskimäärin seuraavat:

Alue	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
I	42.4	62.5	26.6
II	38.0	60.0	23.3
III	38.0	60.0	23.3
IV	37.6	56.7	23.3
V	38.0	53.3	23.3
VI	38.1	56.0	22.7
VII	38.0	60.0	23.3

Vaihtelut johtuvat lannoituksessa vuosien mitaan tapahtuneista muutoksista.

Eräs tärkeä tarkastelun kohde tässä yhteydessä on annettujen ravinteiden suhde, N : P : K, joka on ollut 1 : 1.5 : 2.5. Kalin määrä vaikuttaa erittäin suurelta verrattuna typpeen ja fosforiin. Kali on antanut myös vähiten sadonlisää. Sama asia käy vielä selvemmin ilmi taulukosta 3, jossa on laskettu mm. yhdellä ravinnekilolla saadut sadonlisäykset.

Satotuloksiin on ravinnesuhteilla ollut ilmeinen vaikutus. Kaura näet hyötyy suhteellisesti parhaiten typpilannoituksesta (TENNBERG 1935). Koska käytetyt kalimäärät ovat olleet kaikkein suurimpia ja typpimäärät pienimpiä, on tämä saattanut vaikuttaa epäedullisesti kalin sadonlisäyslukuihin ja edullisesti typen sadonlisäykseen.

TENNBERG (1955) toteaa, että kivennäismailla lannoitteiden vaikutuksessa on huomattavissa varsin suuria viljelyalueiden välisiä eroja etenkin fosfaatti- ja kalilannoituksen suhteen. Näiden vaikutus Sisä- ja Pohjois-Suomen alueilla on paljon suurempi kuin Etelä-Suomessa. Havainnot perustuvat kauran lannoituskokeiden keskiarvotuloksiin vuosilta 1935—49. Uudisviljelyssä oleviin hietamaiden tuloksiin verrattuna tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa. Fosforilla ja kalilla saadut sadonlisäykset tosin vaihtelevat, mutta vain vähän.

Vertailun vuoksi esitetään hiekka- ja hietamaiden yleislannoituskokeissa saatuja sadonlisäyksiä rehuyksikköinä ravinnekiloa kohti (TENNBERG 1955). Luvut ovat aritmeettisia keskiarvoja koko maassa suoritetuista kokeista. Kun uudismaiden osalta lasketaan eri alueiden keskiarvojen perusteella vastaavat luvut, on asetelma seuraava:

Lannoite		Sadonlisäys kg ravinnekiloa kohti	
		Yleislannoitus-kokeet	Uudisviljely-kokeet
Fosforihappo (P ₂ O ₅)		6.0	9.1
Kali (K ₂ O)		3.8	4.5
Typpi (N)		15.5	16.1

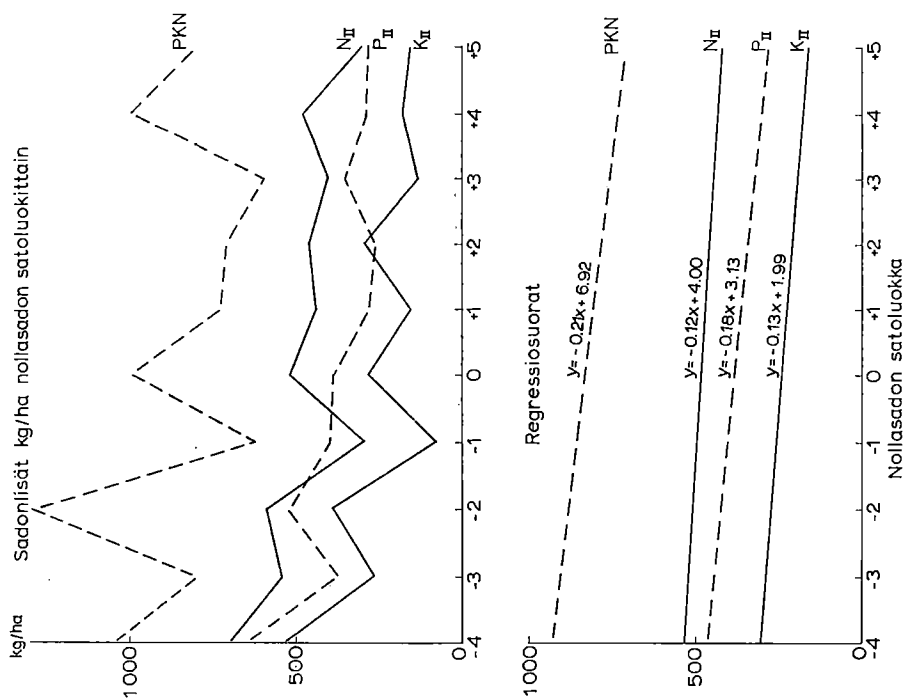
Uudismailta saadut sadonlisäykset ovat selvästi suurempia kuin jatkuvassa viljelyssä saadut. Erotusta suurentaa vielä se, että yleislannoituskokeissa on luettu tuloksiin mukaan myös oljet, jotka puuttuvat näistä uudisviljelykokeiden tuloksista. Erityisesti fosfori vaikuttaa uudismailla voimakkaasti antaen yli 50 % suurempia sadonlisäyksiä kuin jatkuvassa peltoviljelyssä.

Nollasatojen ja sadonlisäysten välille lasketut regressiosuorat ovat kuvassa 2. Typen satoa lisäävä vaikutus kohoa erittäin voimakkaasti 300 kilosta 660 kiloon maan kasvukunnon parantua tutkitulla 0-satovälillä 240—1 680 kg/ha. Samalla välillä fosforin satoa lisäävä vaikutus pienenee 600 kilosta 380 kiloon. Kalin regressiosuora on lähes vaakatasossa. Hyvässä kasvukunnossa oleva hietamaa antaa siis runsaamman sa-

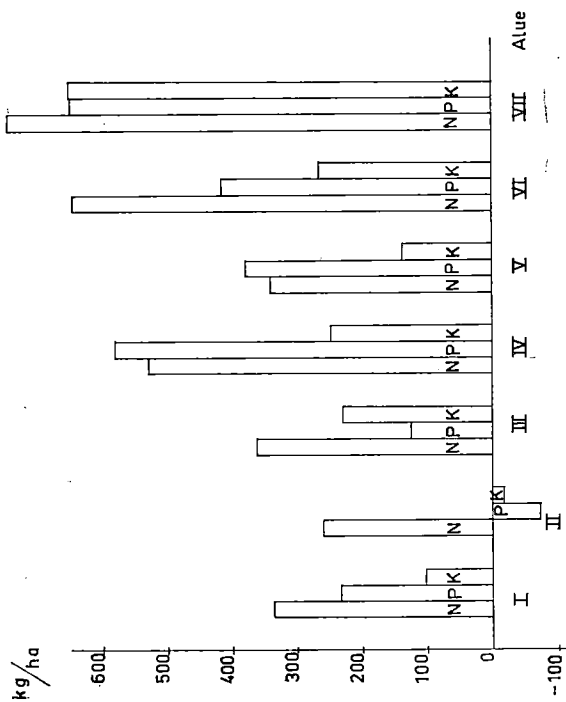
Taulukko 3. Hietamaat

Alue	Ravinne	Ravinnekilon tuottama sadonlisäys		Ravinteet tuottaneet ry/ha
		kg	ry	
I	P _{II}	7.9	6.6	277
	K _{II}	3.9	3.1	194
	N _{II}	18.9	15.8	417
II	P _{II}	10.9	9.1	344
	K _{II}	9.3	7.7	461
	N _{II}	21.3	17.7	411
III	P _{II}	14.7	12.2	462
	K _{II}	6.5	5.4	324
	N _{II}	28.3	23.5	545
IV	P _{II}	8.4	7.0	263
	K _{II}	7.2	3.4	340
	N _{II}	23.5	19.6	440
V	P _{II}	9.5	7.9	300
	K _{II}	5.2	4.3	231
	N _{II}	16.9	14.0	325
VI	P _{II}	15.4	12.8	486
	K _{II}	6.7	5.6	310
	N _{II}	21.2	17.7	400
VII	P _{II}	9.5	7.9	299
	K _{II}	2.3	1.9	116
	N _{II}	5.2	4.3	100

SAVIMAAT



Kuva 4. Sadonlisät kg/ha nollasadon satoluokittain ja vastaavat regressiosuorat savimailla.



Kuva 5. Savimaiden alueittaiset sadonlisäykset keskimäärin kg/ha eri ravinteilla.

Taulukko 4. Savimaat. Lannoittamatta saatu sato ja lannoitteiden antamat sadonlisät keskimäärin sekä yhdistelmävaikutus kg/ha alueittain

Alue	Kokeita kpl	0-sadon	PN	PK	KN	PKN	P _{II}	K _{II}	N _{II}	Yhdis- telmä- vaikutus
I	39	2 050	549	316	420	653	233	104	337	21
II	3	1 700	290	10	353	270	—83	—20	260	—113
III	7	1 130	591	458	697	821	124	230	363	—104
IV	6	1 450	627	347	295	875	580	248	528	481
V	14	1 460	552	347	310	689	379	137	342	169
VI	12	1 340	625	244	474	890	416	265	646	437
VII	7	980	978	882	980	1 629	649	651	747	418
Yhteensä	88									
Keskim.	—	1 650	594	359	466	784	318	190	425	149
	—	—	—	—	—	—	±38	±32	±35	—
95 %:n luotet- tav.väli ...	—	—	—	—	—	—	±74	±63	±69	—
99 %:n luotet- tav.väli ...	—	—	—	—	—	—	±98	±83	±90	—
							F=363***	F= 6.02***	F= 3.80**	

Taulukko 5. Savimaat. Keskimääräiset sadonlisät ja yhdistelmävaikutus kg/ha lannoittamattoman sadon satoluokittain ryhmiteltynä

0-sadon satoluokka	Kokeita kpl	PN	PK	KN	PKN	P _{II}	K _{II}	N _{II}	Yhdis- telmä- vaikutus
—5	1	400	300	350	500	150	100	200	—100
—4	2	515	355	400	1 060	660	545	705	850
—3	5	536	260	424	800	376	264	540	380
—2	7	901	700	766	1 290	524	389	590	213
—1	10	546	331	222	622	400	76	291	145
0	11	707	470	601	990	389	283	520	202
+1	7	570	290	445	727	282	157	437	149
+2	8	418	248	447	710	263	292	462	307
+3	10	466	194	246	598	352	132	404	290
+4	5	820	522	712	1 002	290	182	480	— 50
+5	8	647	500	518	803	285	156	303	— 59
+6	6	450	223	353	443	90	— 7	220	—140
+7	3	420	290	570	620	50	200	330	— 40
+8	1	110	350	110	20	— 90	— 90	—330	—530
+9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+10	3	837	581	654	1 017	363	180	436	38
+11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+12	1	100	0	—100	0	100	—100	0	0
Yhteensä	88								
Keskim.	—	594	359	466	784	318	190	425	149
						F = 1.34	F = 1.23	F = 1.43	

donlisän typpilannoituksella, vaikka käytetty typpimäärä on ollut pieni. Heikossa kasvukunnossa oleva hietamaa taas antaa fosforilannoituksella parhaan sadonlisän.

Kuvissa on esitetty myös PKN-lannoituksella saatu sadonlisä. Yhdistelmävaikutuksen suuruus näkyy niissä selvänä.

Savimaat

Savimaiden luontainen ravinnepitoisuus on

melko suuri, kuten tämänkin aineiston tulokset osoittavat. Keskimääräinen nollasato on 1 650 kg/ha, Etelä-Suomen alueella yli 2 000 kg/ha. Lannoittamattomalla uudismaalla on siis saavutettu koko maan keskimääräinen kauran sato-taso. Suurimmat sadonlisät täyslannoituksella on saatu maan pohjoisissa osissa ja Pohjanmaalla. Kalin antamat sadonlisät ovat eteläisillä alueilla pieniä, mutta kasvavat pohjoiseen mentäessä selvästi. Savimaiden luontaiset kalivarat ovat poh-

joisosissa maata selvästi pienempiä tai kasvi ei voi käyttää niitä hyväkseen. Samanlainen alueellinen riippuvuus on havaittavissa fosforin suhteen. Pohjoisessa saadut sadonlisät ovat selvästi suurempia kuin Etelä-Suomessa saadut sadonlisät. Typellä saadut tulokset ovat saman suuntaisia, vaikkakaan eivät yhtä voimakkaita kuin kalin ja fosforin. Keskimääräisesti typpi antaa suurimman sadonlisän ja kali pienimmän (kuva 4). Ravinteiden vaikutuksen voimakkuusjärjestys on siis sama kuin hietamailla, mutta sadonlisäykset ovat pienempiä kuin hietamailla.

Taulukossa 5 ja kuvassa 4 on savimailla saadut sadonlisät esitetty nollasatoluokittain. Ravinteiden vaikutusjärjestys pysyy pienimmästä sadosta suurimpaan koko ajan samana ja on paremmuusjärjestyksessä lueteltuna typpi, fosfori ja kali. Ravinteiden antamat sadonlisät tosin hieman pienenevät maan kasvukunnon parantuessa. Sadelisille lasketut regressiosuorat satoluokkien välille $-4 \dots +5$ osoittavat nekin samaa suuntausta, mutta hyvin lievästi. Regressiokertoimet ovat välillä $-0.18 \dots -0.12$, joten sadonlisän

riippuvuus nollasadosta on aivan olematonta. Regressiosuorat selvittävät myös ravinteiden vaikutustasoa.

Savimaille annetut kasvinravinteet kg/ha ovat olleet alueittain keskimäärin seuraavat:

	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
I	40.1	60.3	23.9
II	38.0	53.3	23.3
III	48.9	74.3	22.8
IV	38.0	58.3	23.3
V	41.5	65.7	23.5
VI	41.2	75.0	23.6
VII	70.6	88.5	27.3

Eräiden alueiden korkeat ravinnearvot aiheutuvat siitä, että niiden kokeet koostuvat koejakson loppuajalta, jolloin on käytetty suurempia lannoitemääriä.

Kasvinravinnepilolla saadut sadonlisäykset on esitetty taulukossa 6. Alueilla II ja III fosforin käyttö on ollut kannattamatonta, samoin kalin alueella II.

Sadelisäykset ry ravinnepiloa kohti
P₂O₅:llä K₂O:lla N:llä

Kauran jyviä (TENNERG, 1955)	2.8	1.5	10.8
Kauran jyviä (uudisviljely)	4.8	1.4	11.8

Taulukko 6. Savimaat

Alue	Ravinne	Ravinnepiloon tuot- tama sadonlisäys		Ravinteet tuottaneet ry/ha
		kg	ry	
I	P _{II}	5.8	4.8	193
	K _{II}	1.7	1.4	86
	N _{II}	14.1	11.8	280
II	P _{II}	-2.2	-1.8	-69
	K _{II}	-0.4	-0.3	-17
	N _{II}	11.1	9.3	216
III	P _{II}	2.5	2.1	103
	K _{II}	3.1	2.6	191
	N _{II}	15.9	13.3	301
IV	P _{II}	15.3	12.7	481
	K _{II}	4.3	3.5	206
	N _{II}	22.7	18.9	438
V	P _{II}	9.1	7.6	315
	K _{II}	2.1	1.7	114
	N _{II}	14.6	12.1	280
VI	P _{II}	10.1	8.4	345
	K _{II}	3.5	2.9	220
	N _{II}	27.4	22.8	536
VII	P _{II}	9.2	7.7	539
	K _{II}	6.2	5.1	540
	N _{II}	27.4	22.8	620

Kalin ja typen antamat ry-sadot ovat uudisviljelyssä ja jatkuvassa viljelyssä lähes samat. Fosfori sen sijaan on uudisviljelyssä antanut huomattavasti paremman sadon kuin jatkuvassa viljelyssä savimailla. Edellä esitetyt luvut eivät kuitenkaan ole täysin vertailukelpoisia, koska täyslannoituksessa ravinteilla saadut sadonlisäykset ovat todellisuudessa jonkin verran pienempiä kuin tässä tutkimuksessa lasketut ravinteiden erilliset vaikutukset. Kalin uudisviljelyssä antamaan heikkoon sadonlisään vaikuttaa osaltaan myös kalin runsas käyttö.

Yhdistelmävaikutuksen alueellinen ero on huomattava. Linjan Vaasa—Nurmes pohjoispuolella ko. vaikutus on suuri, mutta Etelä-Suomessa pieni tai jopa negatiivinen (taul. 4). Tämä voi kuvastaa sitä, että maa on erittäin ravinnerikasta tai että on olemassa voimakkaita häiriötekijöitä, jotka estävät lannoitteiden tehokkaan vaikutuksen. Nollasatoluokkien yhdistelmävaikutus (taul.

Taulukko 7. Turvemaat. Nollasato ja lannoitteiden antamat sadonlisät keskimäärin sekä yhdistelmävaikutus kg/ha alueittain

Alue	kpl	0-sadon	PN	PK	KN	PKN	P _{II}	K _{II}	N _{II}	Yhdis- telmä- vaikutus
I	43	1 560	425	423	270	660	390	235	237	202
II	8	1 250	414	264	384	565	181	151	301	67
III	10	1 140	562	658	533	964	431	402	326	195
IV	52	850	503	599	321	868	547	365	269	313
V	56	1 250	542	595	505	915	410	373	320	188
VI	49	1 000	475	516	398	821	423	346	305	253
VII	15	1 250	949	973	670	1 501	831	552	528	410
Yhteensä	233									
Keskim.	—	1 160	521	563	406	866	460 ±30	345 ±20	303 ±21	242 —
95 %:n luotet- tav.väli ...	—	—	—	—	—	—	±59	±39	±41	—
99 %:n luotet- tav.väli ...	—	—	—	—	—	—	±77 F = 2.97**	±52 F = 2.51*	±54 F = 1.86	—

Taulukko 8. Turvemaat. Keskimääräiset sadonlisät ja yhdistelmävaikutus kg/ha lannoittamattoman sadon satoluokittain ryhmiteltynä

0-sadon satoluokka	Kokeita kpl	PN	PK	KN	PKN	P _{II}	K _{II}	N _{II}	Yhdis- telmä- vaikutus
—5	12	424	465	177	726	549	302	261	386
—4	34	515	573	266	857	591	342	284	360
—3	15	324	460	431	744	313	420	284	273
—2	27	531	566	362	957	595	426	391	455
—1	30	594	611	552	931	379	337	320	105
0	29	404	467	373	842	469	438	375	440
+1	23	579	575	446	895	447	316	320	190
+2	20	512	621	415	872	459	360	251	196
+3	8	187	375	364	659	295	472	284	392
+4	10	600	674	707	996	289	396	322	11
+5	8	716	584	564	1 015	451	299	431	166
+6	7	541	512	380	588	208	47	76	—257
+7	5	576	684	254	838	584	262	154	162
+8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+9	1	170	580	810	1 050	240	880	470	540
+10	2	540	545	15	560	545	20	15	20
+11	1	940	800	600	1 300	700	360	500	260
+12	1	2 380	1 120	670	2 290	1 620	—90	1 170	410
Yhteensä	233								
Keskim.	—	521	563	406	866	460 F = 1.34	345 F = 1.20	303 F = 1.25	242

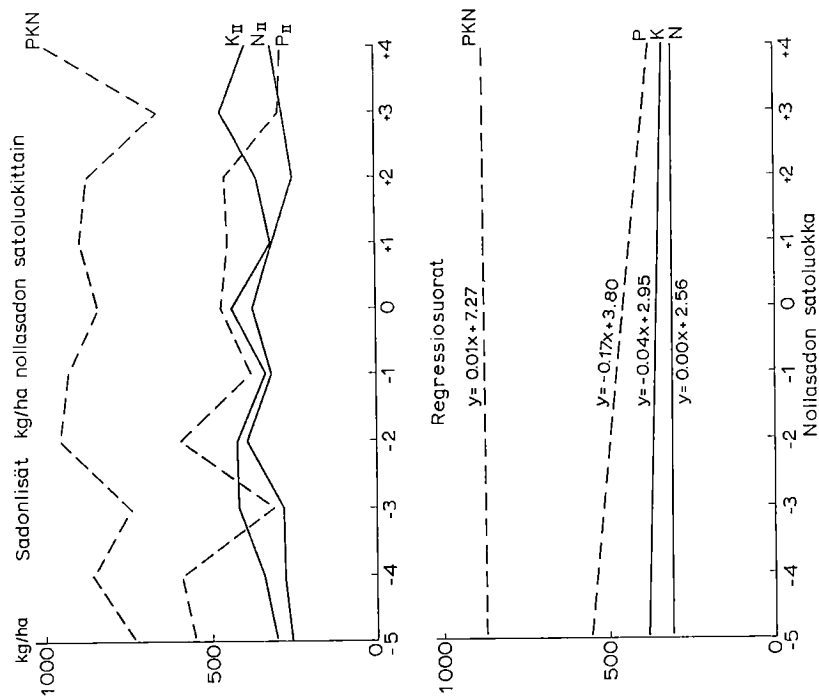
5) on satoluokasta +4 lähtien negatiivinen ja tukee siten edellä esitettyä käsitystä maan ravinnerikkaudesta.

Turvemaat

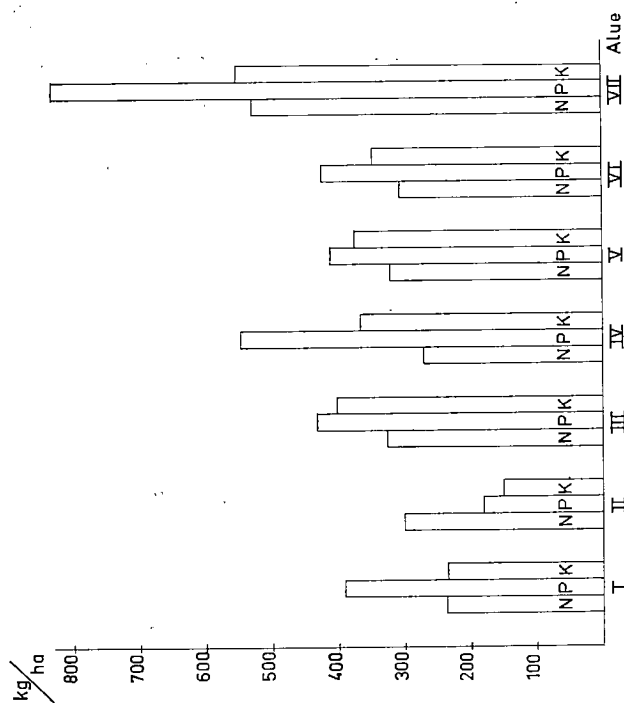
Turvemaiden keskimääräinen lannoittamatta saatu sato on pieni, vain jonkin verran yli 1 000 kg/ha. Suurin nollasato on tälläkin maalajilla

saatu Etelä-Suomessa ja pienin Pohjois-Pohjanmaalla. Ravinteiden antamat sadonlisäykset taas ovat selvästi suurimpia maan pohjoisosissa. Fosforin ja kalin antama keskimääräinen sadonlisäys on samaa suuruusluokkaa kuin hietamailla, mutta typen antama sadonlisä on paljon pienempi kuin hietamailla. Luontaiset typpivarat aiheuttavat lannoitetypen heikomman vaikutuksen turpeella verrattuna muihin maalajeihin. Ravinteiden vai-

TURVEMAAT



Kuva 6. Sadonlisät kg/ha nollasadon satoluokittain ja vastaavat regressiosuorat turvemaidella.



Kuva 7. Turvemaiden alueittaiset sadonlisäykset keskimäärin kg/ha eri ravinteilla.

kutuksen paremmuusjärjestys on fosfori, kali ja typpi.

Aineistolle lasketut regressiosuorat esitetään kuvassa 6. Regressiokertoimet ovat niin pieniä, että suorat asettuvat lähes vaakatasoon. Turpeen luontainen (nollasadon mukainen) kasvukunto ei siis suurestikaan vaikuta saadun sadonlisän suuruuteen. Kunkin ravinteiden sadonlisä pysyy lähes vakiona riippumatta siitä, millaisessa kasvukunnossa olevaan turpeeseen se annetaan. Maan fysikaalisilla ominaisuuksilla on tietysti merkityksensä, mutta tässä onkin tarkasteltu keskimääräisiä arvoja lähes luonnontilassa olevista maista, jolloin esim. muokkaustoimenpiteiden merkitys jää jatkuvassa peltoviljelyssä tapahtuvaa muokkausta pienemmäksi. Kuten VALMARI (1946) on tutkimuksessaan todennut, ei 0-koejäsen parhaiten edusta suon kasvukykyä, vaan jokin minimissä oleva tekijä saattaa estää suotuisien ominaisuuksien esiintymisen.

Kun tarkastellaan suurten nollasatojen ryhmiä, havaitaan niissä fosforin satoa lisäävän vaikutuksen olevan suuren.

Turvemailla ravinteiden viljelyalueelliset erot ovat pieniä. Selvä vaikutuksen voimistuminen on kuitenkin havaittavissa kaikkien pääravinteiden osalta etelästä pohjoiseen siirryttäessä (taulukko 9).

Turvemaille annetut kasviravinteet ovat olleet keskimäärin kg/ha alueittain seuraavat:

Alue	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
I	42.2	67.3	22.1
II	40.9	65.0	21.3
III	42.1	65.0	20.9
IV	46.5	80.2	19.6
V	45.0	70.4	21.7
VI	48.9	71.2	20.5
VII	42.5	66.7	22.7

Ravannesuhde poikkeaa hieta- ja savimaiden vastaavasta suhteesta siten, että turvemaat ovat saaneet vähemmän typpeä. Tämän vaikutus sato-tuloksiin on kuitenkin ilmeisen pieni.

Kiinteillä koekentillä suoritetuissa kokeissa fosfori on antanut heikoilla turvemaiden runsaan sadonlisän. Uudisviljelykokeissa ei fosforin vaikutuksessa 0-satoluokkien välillä sen sijaan ilmene tilastollisia eroja. Myöskään kalin vaikutuksessa ei ko. eroja ole havaittavissa.

Taulukko 9. Turvemaat

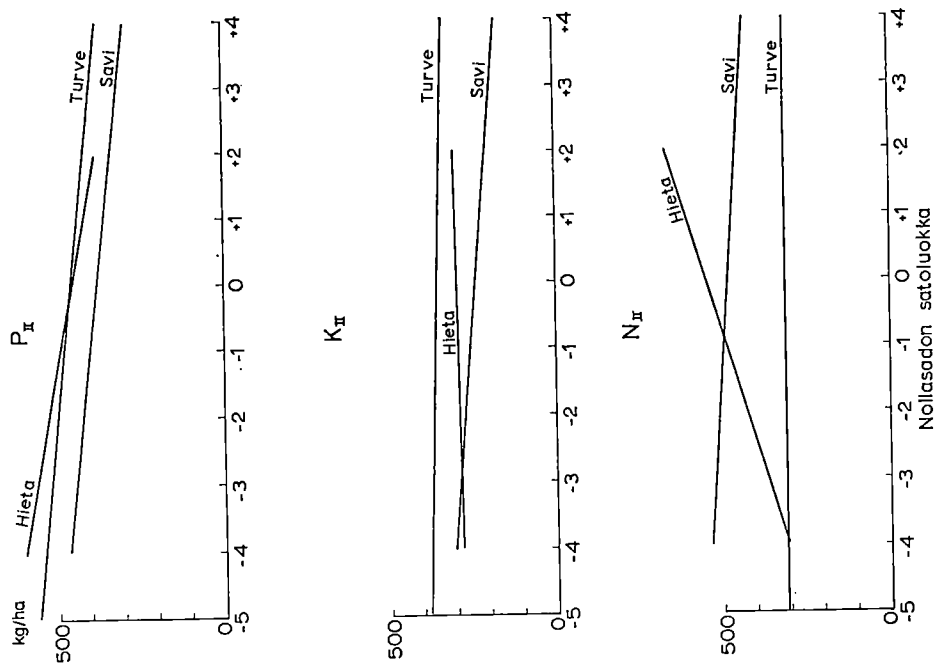
Alue	Ravinne	Ravinnekilon tuot-tama sadonlisäys		Ravinteet tuottaneet ry/ha
		kg	ry	
I	P _{II}	9.2	7.7	324
	K _{II}	3.5	2.9	195
	N _{II}	10.7	8.9	197
II	P _{II}	4.4	3.7	150
	K _{II}	2.3	1.9	125
	N _{II}	14.1	11.8	250
III	P _{II}	10.2	8.5	358
	K _{II}	6.2	5.2	334
	N _{II}	15.6	13.0	271
IV	P _{II}	11.8	4.6	454
	K _{II}	4.6	3.8	303
	N _{II}	13.7	11.4	223
V	P _{II}	9.1	7.6	340
	K _{II}	5.3	4.4	310
	N _{II}	14.7	12.3	266
VI	P _{II}	8.7	7.2	351
	K _{II}	4.9	4.0	287
	N _{II}	14.9	12.4	253
VII	P _{II}	19.6	16.3	690
	K _{II}	8.3	6.9	458
	N _{II}	23.3	19.4	340

Sadonlisien vertailu maalajeittain

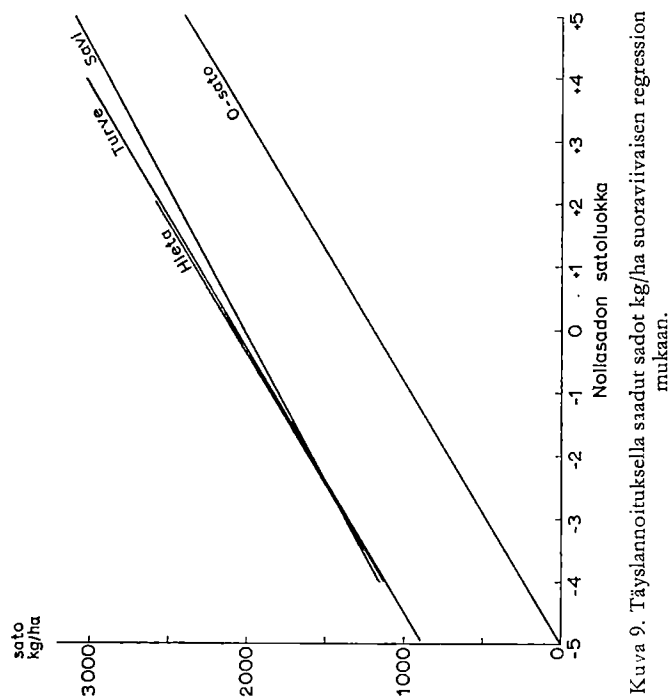
SALOSEN ja TAINION (1961) mukaan kalilannoituksen vaikutus näyttää lisääntyvän pohjoista kohti. Mainittu tutkimus on tehty turve- ja multamailla. Sen tulokset ovat saman suuntaisia uudisviljelyssä näillä maalajeilla saatujen tulos-

ten kanssa. Hietamailla sen sijaan kalin vaikutus ei näytä parantuvan pohjoiseen mentäessä.

Vertailtaessa fosforin, kalin ja typen antamia sadonlisäisiä eri maalajeilla laskettujen regressiosuorien mukaan reagoivat eri maalajit fosforin suh-



Kuva 8. Eri maalajeilla pääravinteilla saatujen sadonlisäysten regressiosuorat.



Kuva 9. Täyslannoituksella saatut sadot kg/ha suoraviivaisen regression mukaan.

teen likimain samalla tavalla. Maan kasvukunnon parantuessa fosforin satoa lisäävä vaikutus heikenee, mutta ei kovin voimakkaasti. Vielä 0-sadon satoluokassa +5 fosfori on antanut savi- ja turvemaiden n. 400 kg:n sadonlisäyksiä.

Kalin antamat sadonlisät ovat selvästi pienempiä kuin fosforin. Maalajien suhteen ei ole havaittavissa selvää yhdenmukaisuutta. Savi- ja turvemaiden kali antaa heikossa kasvukunnossa olevilla mailla hieman parempia sadonlisäyksiä kuin maan kasvutilan ollessa hyvän. Hieta sen sijaan käyttäytyy päinvastoin. Tarkastelussa on huomattava, että hiedan regressiosuora on laskettu lyhyemmälle satovälille kuin turpeen ja saven, joten tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia (kuva 8).

Typen antaman sadonlisän suhteen eri maalajit käyttäytyvät aivan eri tavalla. Turpeen antama sadonlisä on maan kasvukunnosta riippumatta yhtä suuri. Savimailla saatu sadonlisä pienenee, kun 0-sato kasvaa. Hietamailla tilanne on taas päinvastainen: sadonlisäkin kasvaa voimakkaasti 0-sadon kasvaessa. Hiedan aineiston niukuuden aiheuttama lyhyempi tutkimusväli heikentää tässäkin maalajien vertailukelpoisuutta.

Kasvinravinnekilolla saadut lisärehyksiköt

Edellä on jo tehty eräitä vertailuja tuotettujen lisärehyksiköiden suhteen uudismaalla ja jatkuvassa viljelyssä olevalla maalla. Selvimpänä erona on ollut fosforin erittäin edullinen vaikutus uudismailla. Koko aineiston keskiarvojen vertailu TENNBERGIN (1955) esittämiin, koko maata käsittäviin ravinteiden vaikutusten keskiarvoiluksiin osoittaa seuraavaa:

	Ravinnekilon antanut sadonlisäystä ry		
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
Kaura, »vanha» viljely	4.5	2.5	10.7
» , uudisviljely ...	7.5	3.7	14.8

Uudisviljelyn sadonlisäykset ovat kaikilla kolmella pääravinteella selvästi suuremmat kuin »vanhojen» viljelysten sadonlisäykset. Fosforin vaikutus on n. 60, kalin n. 50 ja typen n. 40 % suurempi kuin jatkuvassa viljelyssä. Osittain tämä voimakas vaikutus on ymmärrettävissä si-

Edellä on painotettu sitä seikkaa, että maalajit poikkeavat selvästi toisistaan, kun on kysymys ravinteiden antamista sadonlisäyksiä. Seuraavaan asetelmaan lasketut F-arvot todistavat myös osaltaan sen, että maalajien välinen tilastollinen sadonlisien ero on erittäin merkitsevä.

Maalaji	Kokeita	P _{II}	K _{II}	N _{II}
Hieta	47	450	341	489
Savi	88	318	190	425
Turve	233	460	345	303
F-arvo		F = 7.44***	F = 8.70***	F = 8.85***

Kuvassa 9 esitetään eri maalajien täyslannoituksella (PKN) antamat sadot suoraviivaisen regression mukaan. Samassa nollasatoluokassa olevat maalajit antavat lähes yhtä suuren sadonlisän ja siis yhtä suuren sadon. Vielä mielenkiintoisempi ilmiö on se, että sadonlisä on maalajista ja maan luontaisesta kasvukunnosta riippumatta sama. Sadon suuruuteen vaikuttaa ratkaisevimmin maan kasvukunto. Kasvukuntoon vaikuttavia tekijöitä ei tässä selvitetä. Todettakoon kuitenkin, että savimaiden luontainen kasvukunto on selvästi parempi kuin turve- ja hietamaiden.

ten, että viljelemättömässä tilassa oleva maaperä reagoi helposti ja antaa lannoitteilla runsaan sadonlisän. Jatkuvassa viljelyssä taas maaperässä on tietty lannoitteina annettu ravinnevarasto, ja sadonlisän vertailu nollasatoon ei täten muodosta samanlaista pohjaa kuin uudismailla.

TENNBERG (1960) esittää uudisviljelykokeiden tuloksista seuraavaa:

	Lannoittamattomien koetuutujen sato kg/ha	PKN-lannoituksen sadonlisäys kg/ha	Superfosfaatin (P ₂ O ₅ 37 kg/ha) sadonlisäys kg/ha
kivennäismailla	1 490	843	356
turvemaiden ...	1 100	825	479

Koekasvina on ollut kaura, ja kokeita on ollut kivennäismailla 96 ja turvemaiden 84. Tulokset ovat saman suuntaisia tämän tutkimuksen kanssa ja tukevat toinen toisiaan.

Vertailu kauran keskisatoon osoittaa, että PKN-lannoituksella saatu uudissato on ollut n. 40 % korkeampi kuin kauran vastaavan ajanjakson keskisato koko maassa. Uudisviljelyyn on raivattu sijainniltaan ja maapohjaltaan parhaita maita, mikä kuvastuu täten sadoissa.

Maalaji	Uudismaan nollasato keskim. kg/ha	PKN-lann. saatu sato keskim. kg/ha	Kauran keski- sato koko maassa v. 1961—65 kg/ha
hieta	1 280	2 170	1 790
savi	1 650	2 430	
turve	1 160	2 030	

Kasvinravinne kg:lla saatu sadonlisäystä rehyksikköinä alueittain ja maalajeittain

Alue	maalaji	P ₂ O ₅	K ₂ O	N
I	hieta	6.6	3.1	15.8
	savi	4.8	1.4	11.8
	turve	7.7	2.9	8.9

II	hieta	9.1	7.7	17.7
	savi	1.8	0.3	9.3
	turve	3.7	1.9	11.8
III	hieta	12.2	5.4	23.5
	savi	2.1	2.6	13.3
	turve	8.5	5.2	13.0
IV	hieta	7.0	3.4	19.6
	savi	12.7	3.5	18.9
	turve	4.6	3.8	11.4
V	hieta	7.9	4.3	14.0
	savi	2.1	1.7	12.1
	turve	7.6	4.4	12.3
VI	hieta	12.8	5.6	17.7
	savi	8.4	2.9	22.8
	turve	7.2	4.0	12.4
VII	hieta	7.9	1.9	4.3
	savi	7.1	5.1	22.8
	turve	16.3	6.9	19.4

Keskim.	hieta	9.1	4.5	16.1
	savi	5.6	2.5	15.9
	turve	7.9	4.2	12.7

Yhdistelmävaikutus

Minimilaki ilmaisee sadon suuruuden riippuvan siitä kasvutekijästä, jota on vähiten kasvin tarpeeseen nähden. Yleisen kasvutekijän lain mukaan suurin sadonlisäys saadaan aina parantamalla sitä tekijää, joka vallitsevissa olosuhteissa on joko niukkuutensa tai liiallisuutensa takia epäsuotuisin (HEINONEN 1960). Lisäämällä minimitekijää saadaan usein huomattava sadonlisäys, mutta silloin saadaan toisillakin ravinteilla parempi vaikutus kuin lisäämällä niitä ilman minimitekijää.

Minimilaki tulee selvästi näkyviin myös uudisviljelykokeiden tuloksissa. Ne osoittavat keskimäärin suurempaa vaikutusta kullakin lannoitteella ns. täyslannoituksessa (PKN), joka on fosfaatti-, kali- ja typpilannoitteiden yhdistelmä, kuin lannoitteita parittain (PK, PN ja KN) käytettäessä.

Koeaineistosta on laskettu tämän yhdistelmä-

vaikutuksen suuruus alueittain seuraavaan asetelmaan:

Alue	Yhdistelmävaikutus kg		
	hietamaat	savimaat	turvemaat
I	282	21	202
II	590	—113	67
III	517	—104	195
IV	594	481	313
V	70	169	188
VI	514	437	253
VII	130	418	410
Keskim.	391	149	242
Keskim. % PKN-sadonlisästä	44 %	19 %	28 %

TENNBERGIN (1955) esittämiin keskimääräisiin lukuihin verrattuna nämä ovat huomattavasti suurempia ja selvästi riippuvia maalajista. Pohjoisosissa maata on savi- ja turvemailla yhdistelmävaikutus suurempi kuin maan eteläisessä osassa.

Tutkimuksessa esitetään 368 uudisviljelylannoituskokeen tulokset kauralla. Kunkin pääravinte — fosforin, kalin ja typen — antamia sadonlisäyksiä tutkittiin erikseen maalaajittain ja alueittain. Näissä Maatalouden tutkimuskeskuksen paikalliskoetöimiston järjestämissä paikalliskokeissa käytettiin sellaista koekaavaa, että siitä voitiin laskea em. sadonlisäyksi.

Lannoitteiden antamia sadonlisäyksiä tarkasteltiin myös lannoittamatta saadun sadon satoluokkien valossa. Tällä pyrittiin selvittämään sitä, missä määrin maan luontainen kasvukunto vaikuttaa lannoituksella saatavaan satoon. Selvä riippuvuus näiden suureiden välillä osoittaa, että parhaat sadot saatiin hyvässä kasvukunnossa olevalta maalta, koska sadonlisäyksiä samaa lannoitusta käytettäessä osoittautui maan kasvutilasta riippumatta yhtä suureksi.

Uudisviljelyssä oleva maa poikkeaa useiden ominaisuuksiensa puolesta jo kauan aikaa viljelyssä olleista maista. Uudismaalla on saatu keskimäärin parempi kaurasato kuin jatkuvassa viljelyssä olleilta mailta. 1960-luvun kauran keskisato on n. 400 kg pienempi kuin tutkimuksen alaisten uudisviljelysten kaurasato. Vaikka uudismaan nollasato on saattanut jäädä alhaiseksi, on täys-

lannoituksella saatu silti erittäin hyvä tulos. Maalajien välinen eroakin on siten hieman pienentynyt. Lannoittamatta saatujen satojen perusteella maiden paremmuusjärjestys on savi-, hietta- ja turvemaat. Järjestys ei muutu, kun maat saavat saman PKN-lannoituksen.

Kolmen pääravinte — fosforin, kalin ja typen — vaikutuksessa on selvä ja tilastollisesti erittäin merkitsevä ero. Laskelmien mukaan on typen käyttö hietta- ja savimailla hyvin edullista. Fosforin samoin kuin kalinkin vaikutus on parhaimmillaan turvemailla.

Alueiden väliset vaihtelut hietamailla ovat pieniä, eikä sadonlisäyksiä ole tilastollista merkitsevyyttä. Savimailla ravinteiden vaikutus vaihtelee alueittain. Kalilla vaihtelu on suurin, fosforilla ja typelläkin vielä tilastollisesti merkitsevä. Turvemailla eivät typen antamat lisäsadot poikkeaa alueellisesti toisistaan, kun taas kalille on laskettu melkein merkitsevä ja fosforille merkitsevä poikkeavuus.

Yhdistelmävaikutuksen osalta todettakoon, että se on hietamailla voimakas ja savimailla heikoin ja riippuu siis selvästi uudismaan maalajista.

KIRJALLISUUTTA

- BONNIER-TEDIN. 1940. Biologisk variationsanalys. 325 p. Stockholm.
- HEINONEN, R. 1960. Kasvutekijät. Maanviljelysoppi 1: 3—15. Porvoo.
- JONSSON, B. 1947. Nyodlingen i Finland under självständighetstiden. Nordenskiöldsamfundets Tidskr., p. 102—140. Helsingfors.
- KURKI, M. 1963. Suomen peltojen viljavuudesta. 107 p. Helsinki.
- MARJANEN, H. 1961. Kauralajikkeiden satoisuus paikalliskokeissa. Valt. Maatal.koetöim. Julk. 190: 27—122. Helsinki.
- MATTILA, S. 1961. Tilastotiede I. 115 p. Helsinki.
- PERNU, A. 1955. Väkilannoitteiden tarve ja käyttö Suomessa. Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina, p. 44—92. Helsinki.
- PERNU, A. 1968. Tilasto- ja arviolukuja Suomen maataloudesta. Maatalouskalenteri, p. 309—336. Helsinki.
- PESOLA, V. A. 1941. Suomen kasvinviljelysaluet. 147 p. Hämeenlinna.
- 1942. Kasvinviljelys. 278 p. Helsinki.
- PÄLIKÖ, E. 1963. Uudisviljely. Maanviljelysoppi 1: 145—169. Porvoo.
- ROEMER, T. 1930. Der Feldversuch. 52 p. Berlin.
- SALONEN, M. 1963. Kiinteillä koekentillä suoritettujen uudismaan lannoituskokeiden tuloksia. Maatal. ja Koetöim. 17: 44—59.
- & TAINIO, A. 1961. Kalilannoitusta koskevia tutkimuksia. Valt. Maatal.koetöim. Julk. 185: 1—60. Helsinki.
- Suomen tilastollinen vuosikirja 1948 ja 1967. Helsinki.
- TENNBERG, F. 1935. Peltojemme fosforilannoituksesta. Valt. Maatal.koetöim. Tied. 106: 1—48. Helsinki.

- TENNBERG, F. 1939. Synpunkter på folkningar av resultaten från gödslingsförsök med indirekt plan. Nord. Jordbr.-forskn. 1—2: 201—224.
- 1955. Väkilannoitteissa annettujen ravinteiden satoa lisäävästä vaikutuksesta Suomessa. Väkilannoitteet maataloutemme kohottajina, p. 118—177. Helsinki.
- 1960. Fosfaattilannoituksen vaikutuksesta satomääriin Suomessa. Rikkihappo- ja superfosfaattitehtaat Oy 40 vuotta. Helsinki.
- TUORILA, P. & TAINIO, A. 1932. Superfosfaatin, thomasfosfaatin ja kotkafosfaatin käyttöarvosta. Vertailevien kenttäkokeiden tuloksia vuosilta 1927—1932. Valt. Maatal.koetoim. Julk. 51: 1—69. Helsinki.
- VALMARI, A. 1957. Soiden jyvityksestä. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisuja. Acta Agr. Fenn. 88, 2: 1—87. Hämeenlinna.
- VUORINEN, J. 1949. Uudismaiden multavuudesta ja ravinteisuudesta. Koetoim. ja Käyt. 6: 10.
- WAGNER, 1929. Deutsche landwirtschaftliche Presse 42.

SUMMARY

Fertilization of oats

Results of experiments on clearings in 1947—61

J. SYVÄLAHTI

Agricultural Research Centre, Bureau for Local Experiments,
Helsinki, Finland

The study presents the results of 368 experiments on the fertilization of oats on clearings arranged by the Bureau for Local Experiments of the Agricultural Research Centre. The yield increases produced by each of the macronutrients — phosphorus, potassium and nitrogen — were studied separately by soil and region.

The yield increases of harvests obtained without fertilization were also analysed in order to clarify the extent to which the natural condition of the soil affects the yield increase due to addition of fertilizers. The distinct relationship between these variables indicates that the best yields were obtained on soils in good condition, because the yield increases proved to be equal when the same amount of fertilizer was applied, irrespective of whether the soil had been previously cultivated or not.

The soil of cleared land differs in many respects from soil that has been tilled for a long time. On average, a better yield of oats was obtained on cleared land than on land that had been under cultivation for a long time. The average yield of oats in the 1960s was about 400 kg lower than that on the clearings studied. Even when the yield without fertilization in the experiments on clearings had been low, NPK fertilization produced an extremely good result, and the difference between the soil types

was slightly decreased in this way. On the basis of the yields obtained without fertilization, the order of superiority of the soils was clay, fine sand and peat. The order does not change if the soils are given the same NPK fertilization.

There was a distinct and statistically highly significant difference between the effects of the three macronutrients phosphorus, potassium and nitrogen. According to the calculations, the use of nitrogen was very advantageous on fine-sand and clay soils. Phosphorus, like potassium, had the best effect on peat soil.

On fine sand the regional differences were small, and the yield differences were not statistically significant. On clay soils the effects of the nutrients varied regionally. The variation was greatest with potassium, and was statistically significant with nitrogen and phosphorus as well. On peat soils the yield increases produced by nitrogen did not vary regionally, while the regional deviation with potassium was almost significant and that with phosphorus significant.

The combined effect was greatest on fine sand and smallest on clay soils, and was thus distinctly dependent on the type of soil of the clearing.

RESISTANCE OF PLANTS TO THE PEA APHID *ACYRTHOSIPHON* *PISUM* HARRIS (HOM., APHIDIDAE)

I. Fecundity of the biotypes on different host plants

MARTTI MARKKULA and KAISA ROUKKA

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

Received December 13, 1968

The pea aphid *Acyrtosiphon pisum* Harris, is known to live on a large number of plants of the family *Papilionaceae*. Its chief host plants in Finland are red clover and pea (MARKKULA 1963). The progeny of the pea aphid considerably outnumbers that of many other species of aphid.

HARRINGTON (1943, 1945) was the first to observe that the pea aphid falls into two biological races differing in size and number of progeny. A number of studies have since shown that the pea aphid is a species complex consisting of many biological races or biotypes (e.g. CARTIER 1957, 1959, MÜLLER 1962, MARKKULA 1963, LOWE and TAYLOR 1964, MEIER 1964, CARTIER et al. 1965). In these studies the biotypes are distinguished specifically by the reactions of the aphids to a plant species or variety. MEIER (1964) investi-

gated how far the morphological differences could be considered an indication of biological separation, but was unable to discern any differences in range between the biotypes attacking different host plants. No studies have been made of whether prolonged feeding on one and the same plant species affects the host plant relations of the pea aphid.

In recent years the authors have been studying the resistance of red clover and pea to the pea aphid (MARKKULA and ROUKKA 1970 a and b). There was consequently reason to investigate whether biotypes differing in host plant relationships occur in Finland, and whether these relationships are influenced by habituation to a single plant species.

Material and methods

Differences between clones in number of progeny

Pea aphids were gathered from pea plants, red clover and tufted vetch (*Vicia cracca*), mainly at Tikkurila but also from some other localities. Each of the ten clones included in the tests was started from one wingless virginoparous female, which was placed for reproduction on broad bean, irrespective of its original host plant. The

variation in the number of progeny and life span of the different clones was first ascertained. The test plants were broad bean (variety Hangdown), red clover (Tammisto) and pea (Witham Wonder and Onward), grown in plastic pots. The substrate was peat, fertilized with nutrients as recommended by Soil Testing Service Ltd., Helsinki. Newly-matured aphids were transferred to rearing cages (see MARKKULA 1963) on simi-

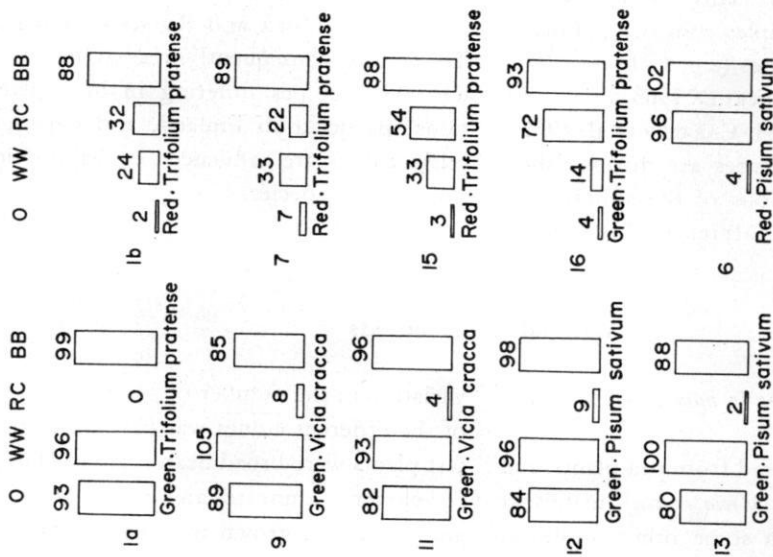


Fig. 1. Fecundity of ten clones of pea aphid on pea varieties Onward (O) and Witham Wonder (WW), and on red clover (RC) and broad bean (BB). The colour of the strain and the original host plant are stated beneath the columns showing the number of progeny of each strain.

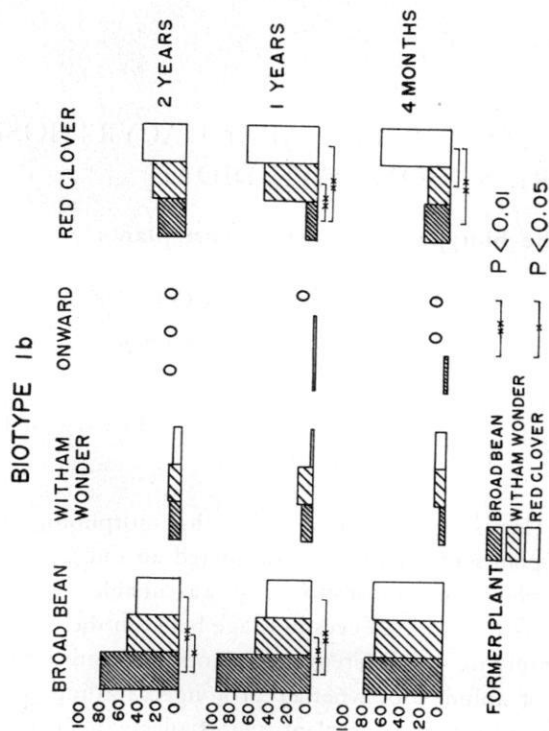


Fig. 2. Effect of former host plant upon the fecundity of biotype 1b on pea varieties Onward and Witham Wonder and on red clover and broad bean. The bottom row of columns shows the number of progeny after four months' culture, the middle row shows the number after one year, and the top row after two years.

larly aged leaves of the test plants, one aphid to each cage. There were ten plants of each variety in the test, and one cage on each plant. The cages were examined weekly, the progeny counted and removed, and the mothers transferred to the leaf next in age. In summer the cultures were kept in an insectary where the conditions approximated fairly closely to outdoor conditions. In winter they were in a greenhouse with 18 hours of light and a temperature of 20—25°C.

Effect of former host plant on fecundity

Aphids were selected on the basis of the experiments described above, and further tests were made with clone 1 a, which reproduces normally on pea but not at all on red clover, clone 1 b, which reproduces poorly on pea and red clover, and clone 16, which reproduces poorly on pea but normally on red clover. The tests were made to clarify the extent to which feeding for a long

period on one plant species affects the reproduction of the clone on various other host species; for example, aphids of each clone were transferred from broad bean to broad bean, red clover and pea. Transfers were done four months, one year and two years after the start of the cultures. On each occasion the total number of progeny was ascertained.

The adults of clone 1 b grew to large size on broad bean, were considerably smaller on red clover and remained quite small on Witham Wonder. No adults developed on Onward. The former host plant had only a minor effect on the size of the adults of clones 1 a and 16. Clone 1 a did not reproduce sufficiently well on red clover for inclusion in the tests and the same applied to clone 16 on Onward and Witham Wonder.

The cultures were maintained in the greenhouse throughout the test period. Otherwise the conditions were the same as in the tests made to ascertain the fecundity of the clones.

Results

Differences in fecundity between the clones

All the clones reproduced abundantly on broad bean, but displayed considerable differences in fecundity on red clover and pea (Fig. 1). Clones 1 a, 9, 11, 12 and 13 proved to be successful on pea but unsuccessful on red clover. The number of progeny was the normal 80—100 on pea but very small, less than 10, on red clover. The progeny of all the clones was more numerous on Witham Wonder than on Onward, but the only statistically significant difference in fecundity was between clones 9 and 13.

Clones 1 b, 7 and 15 proved to be unsuccessful on Onward. They reproduced to some extent on Witham Wonder and red clover, but hardly at all on Onward.

Clones 16 and 6 proved successful on red clover but unsuccessful on pea. The number of progeny of clone 16 was large on red clover but very small on each of the pea varieties. The number of progeny of clone 6 was large on red clo-

ver, but quite small on Witham Wonder; Onward was not included in the tests.

In respect of plant resistance, the clones thus fall into three biotypes:

1. Tammisto red clover was highly resistant to clones 1 a, 9, 11, 12 and 13.
2. Onward pea was highly resistant, and Witham Wonder pea and Tammisto red clover fairly resistant, to clones 1 b, 7 and 15.
3. Onward and Witham Wonder were highly resistant to clone 16, and Witham Wonder, at least, also to clone 6.

Effect of former host plant on fecundity

The only aphid line in which the fecundity was distinctly affected by the former host plant was clone 1 b (Fig. 2). When the former hosts were Witham Wonder and red clover, the reproduction of the aphids on broad bean was less prolific

than when broad bean was the former host. Thus the former host plant had caused »alienation» from a plant previously suitable for reproduction. The former host also caused »conditioning» in the aphids. When the former host was red

clover, the reproduction of the aphids on red clover was more abundant than when the former host was broad bean or Witham Wonder.

The former host plant did not induce any distinct changes in fecundity in clones 1 a and 16.

Discussion

All the clones reproduced well on broad bean. It seems that broad bean is the usual host plant of the aphid, for all the pea aphid strains investigated reproduce well on it (e.g. MÜLLER 1962, MEIER 1964). Sizeable differences in the fecundity of the clones occurred on red clover and pea.

Some of the clones reproduced extremely well on red clover, others reproduced to some extent, and yet others hardly at all. In a study by MARKKULA (1963) the fecundity of a red pea aphid clone was found to be lower than that of a green clone even on red clover. In the present study, only one out of six green clones reproduced well on red clover, the others reproducing poorly. The red clones reproduced more abundantly on red clover, one out of four clones well, and the others reasonably well. MARKKULA (1963) found that three red pea aphid clones diverged in length of developmental stages and in reproduction when reared on red clover.

Of the pea varieties tested, Onward, according to studies made in Canada, is resistant (AUCLAIR 1958, AUCLAIR and CARTIER 1958, CARTIER 1959). According to the present study, too, it is resistant, but only to some clones. The clones that reproduced abundantly on Witham Wonder also did so (80—93) on Onward. Onward was extremely resistant to the clones that did poorly

on Witham Wonder. On pea MARKKULA (1963) found that green aphids were much more successful than red ones. In the present study, only one out of six green clones did not succeed on pea.

Some time ago no red aphids could be found on pea plants in the field (MÜLLER 1962, MARKKULA 1963). MEIER (1964) then succeeded in finding a red clone in the field which reproduced well on pea and on *Vicia* species. At the time of the present study, too, red aphids were found on pea. The clone, however, hardly reproduced at all on pea, while on red clover and broad bean its fecundity was normal.

The present study and observations made over many years suggest that red clones generally reproduce well on red clover but not on pea, while among green pea aphids there are clones that succeed on both red clover and pea.

Some studies made on aphids have suggested that feeding on the same host plant for a long period may lead to a kind of conditioning. AUCLAIR (1966) took seven aphid strains from alfalfa and reared them on pea for seven months, but did not observe any kind of conditioning. In the present study distinct conditioning to the host plant during a year was found in only one clone out of three.

Summary

The present study aimed at clarifying whether pea aphid biotypes differing in host plant relationships occur in Finland, and whether the host plant relationships of the biotype would be affected by its subsisting for a long period on one host plant species.

All the ten clones studied reproduced abundantly on broad bean but revealed great differences in fecundity on pea and red clover. The clones fell into three biotypes. The first biotype was represented by five clones, to which Tamisto red clover was highly resistant. Of the

second biotype there were three clones, to which the Onward pea was highly resistant and the Witham Wonder pea and Tammisto red clover fairly resistant. The third biotype was represented by two clones, to at least one of which both the pea varieties tested were highly resistant.

After culture for a long time on red clover

and Witham Wonder pea, one of the clones of the second biotype exhibited a reduction in its fecundity on broad bean, whereas feeding on red clover for a long period increased its fecundity on red clover. Such »alienation» and »conditioning» were not observed in the clones of the other two biotypes studied.

REFERENCES

- AUCLAIR, J. L. 1958. Developments in resistance of plants to insects. Ann. Rep. Ent. Soc. Ont. 88: 7—17.
- 1966. Dissimilarities in the biology of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* (Homoptera: Aphididae), on alfalfa and peas in New Mexico. Ann. Ent. Soc. Amer. 59: 780—786.
- & CARTIER, J. J. 1958. Effects sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Harr.) (Homoptères: Aphididae), de périodes de jeune et de subsistance sur des variétés résistantes. Ann. Soc. Ent. Québec 4: 13—16.
- CARTIER, J. J. 1957. Variations du poids des adultes virginipares aptères de deux races du puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Harris), au cours de 44 générations. Ann. Ent. Soc. Québec 2: 37—41.
- 1959. Recognition of three biotypes of the pea aphid from Southern Québec. J. Econ. Ent. 52: 293—294.
- ISAAC, A., PAINTER, R. H. & SORESENSEN, E. L. 1965. Biotypes of pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) in relation to alfalfa clones. Canad. Ent. 97: 754—760.
- HARRINGTON, C. D. 1943. The occurrence of physiological races of the pea aphid. J. Econ. Ent. 36: 118—119.
- 1945. Biological races of the pea aphid. Ibid. 38: 12—22.
- LOWE, H. J. B. & TAYLOR, L. R. 1964. Population parameters, wing production and behaviour in red and green *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptera: Aphididae). Ent. Exp. Appl. 7: 287—295.
- MARKKULA, M. 1963. Studies on the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hom., Aphididae), with special reference to the differences in the biology of the green and red forms. Ann. Agric. Fenn. 2, Suppl. 1: 1—30.
- & ROUKKA, K. 1970 a. Resistance of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* Harris (Hom., Aphididae). II. Fecundity on different red clover varieties. Ibid. 9. (in the print).
- & ROUKKA, K. 1970 b. III. Fecundity on different pea varieties. Ibid. 9. (in the print).
- MEIER, W. 1964. Über einem Caudalhaarindex zur Charakterisierung von Klonen der Erbsenblattlaus *Acyrtosiphon pisum* Harris. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 37: 1—41.
- MÜLLER, F. P. 1962. Biotypen und Unterarten der »Erbsenlaus» *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Z. Pfl.kr. Pfl.schutz 69: 129—136.

SELOSTUS

Kasvien kestävyystä hernekirvaa vastaan

I. Hernekirvan biologisten rotujen lisääntyminen eri isäntäkasveissa

MARTTI MARKKULA ja KAISA ROUKKA

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeäintutkimuslaitos, Tikkurila

Tuhoeäintutkimuslaitoksella on viime vuosina tutkittu herneen ja puna-apilan resistenssiä hernekirvaa vastaan ja siksi on tullut aiheelliseksi selvittää myös, esiintyykö maassamme ravintokasvisuhteiltaan erilaisia hernekirvan biologisia rotuja.

Tutkittavana oli maamme eri osista ja eri kasveilta peräisin olevia kirvaklooneja yhteensä kymmenen. Kaikki klooneit lisääntyivät runsaasti härkäpavussa, mutta niiden lisääntymisessä herneessä ja puna-apilassa oli varsin suuria eroja. Klooneit jakaantuivat kolmeen tyyppiin. Ensimmä-

mäiseen tyyppiin kuului viisi kloonia, joita vastaan Tam-
miston puna-apila oli erittäin resistentti. Toiseen tyyppiin
kuului kolme kloonia, ja näitä vastaan oli Onward-herne
erittäin resistentti sekä Witham Wonder -herne ja Tam-
miston puna-apila melko resistenttejä. Kolmanteen tyypp-
piin kuului kaksi kloonia, joita vastaan molemmat herne-
lajikkeet olivat erittäin resistenttejä. Näiden kolmen tyy-
pin suhtautuminen ravintokasveihinsa oli siinä määrin
erilaista, että niitä on pidettävä omina biologisina rotuina

(biotyyppeinä). Ravintokasvisuhteiltaan erilaisten biolo-
gisten rotujen esiintyminen vaikeuttaa resistenssin hy-
väksikäyttöä.

Yhden biologisen rodun pitkäaikainen eläminen puna-
apilassa ja Witham Wonder -herneessä aiheutti sen, että
lisääntyminen härkävavussa väheni. Pitkäaikainen elämi-
nen puna-apilassa voimisti puolestaan lisääntymistä siinä.
Tällaista »vieraantumista» ja »tottumista» ei havaittu kah-
dessa muussa tutkitussa rodussa.

THE EFFECTS OF SOIL FACTORS ON THE UPTAKE
OF RADIOSTRONTIUM BY PLANTS. PART II

ESKO LAKANEN and ARJA PAASIKALLIO

Agricultural Research Centre, Isotope Laboratory,
Tikkurila, Finland

Received November 11, 1968

The effect of soil pH, liming and some Finnish soil types on the uptake of radiostrontium by plants was studied preliminarily in the previous work (LAKANEN and PAASIKALLIO 1968). The results showed that raising the pH of acid soils and increasing the low content of exchangeable calcium reduced plant uptake of radiostrontium. But the soil type had a more pronounced effect. The uptake of Sr 89 decreased in the order finesand, heavy clay, peat soil.

As a sequel to previous findings, the effects of increasing the contents of organic matter and clay

and the content of inactive strontium on the uptake of radiostrontium by plants are presented in this paper. The content of native Sr in soils and plants is high in Finland (LAKANEN 1967, LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967, 1968). The high content of inactive Sr in soil is favourable, because it decreases the specific activity of Sr 90; on the other hand, cases are reported in the literature in which the application of inactive Sr to contaminated soils may release radiostrontium fixed by the soils, rendering it available to the plant (ROMNEY et al. 1959, 1961).

Material and methods

The pot experiment with timothy was carried out using three entirely different soil types: Sphagnum peat, heavy clay and finesand. The characteristics and mechanical composition of the soils were described in detail in the previous paper (LAKANEN and PAASIKALLIO 1968). The fertilization and analytical methods were similar, except for the addition of exchangeable calcium, which was omitted. Each treatment had three replicates.

The effect of increasing organic matter content was studied by carefully mixing Sphagnum peat (43.8 % C) and sand in such ratios that the final C % of the soils was 1, 2, 3, 5, 7, 9, 15 and 30.

The soils were contaminated with 40 μ Ci of Sr 89 (C.F.) per pot, and timothy was sown, harvested after six weeks and analysed.

The effect of increasing clay content was studied by mixing heavy clay (clay content 84.2 %) and sand. This series of soil mixtures included the following clay contents: 3.6, 5.7, 7.8, 12.0, 28.9, 45.7 and 71.0 per cent. To each of the mixtures 40 μ Ci of Sr 89 was added as above.

A series of soils with increasing content of inactive strontium was made by adding $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ to Sphagnum peat 10, 50 and 250 ppm, to heavy clay and finesand 1, 5, 25, 125 and 625 ppm, respectively, calculated as Sr. Heavy clay was

mixed with quartz sand in the ratio of 1 : 2. The largest additions of inactive strontium were approximately the same as the total contents of strontium in native soils of this composition (LAKANEN and SILLANPÄÄ 1967). One set of experimental soils was allowed to equilibrate for a year, thus more closely simulating the naturally high content of Sr in these soils. Each pot was

then contaminated with 40 μCi of Sr 89, sown with timothy and harvested as above. To another portion of the soils 80 μCi of Sr 89 was added per pot and allowed to equilibrate to one half life of Sr 89 (53 days). The inactive strontium was mixed in and the seeds were sown at the same time as above.

Results and discussion

The effect of organic matter content

The uptake of Sr 89 and calcium by timothy is plotted against the organic matter content of the soil, expressed as per cent of organic carbon (Fig. 1). The results show the effectiveness of organic matter in retaining radiostrontium in soil and thus decreasing the uptake of this cation by plants. The uptake of calcium is also decreased but that of Sr 89 so much faster that the Sr 89/Ca

ratio in the plant decreases. The effect of adding small amounts of organic matter to a coarse mineral soil poor in humus is very pronounced. The addition of Sphagnum peat to a level exceeding 15 % of the organic carbon was of no practical value in this experiment. The increase of C % from 1 to 15 reduced the relative Sr 89 uptake by a factor of 7.4 and the Sr 89/Ca ratio by a factor of 3.1.

A slight enhancement of calcium uptake was observed when the content of organic carbon reached 30 %. The content of exchangeable calcium in the soil, on the contrary, increased at the same time from the beginning. This is explained by the higher calcium level in Sphagnum peat than in sand. The activity of Sr 89 extracted from soils with acid ammonium acetate (pH 4.65) increased only slightly with increasing calcium.

The characteristics of peat differ greatly from those of sand. The high cation exchange capacity of peat is among those soil factors which are known to reduce the root uptake of radiostrontium (FREDRIKSSON et al. 1961, NEUBERG 1962, STEENBERG and SEMB 1964). Other factors which are thought to affect the mineral uptake of plants in organic soils are soil microbial immobilization of ions, ion antagonism and certain decomposition products of organic matter (NISHITA et al. 1956).

The effect of clay content

Clay particles are able to bind strontium more firmly than calcium, impeding the entry of this cation into the plant (GIESEKING and JENNY

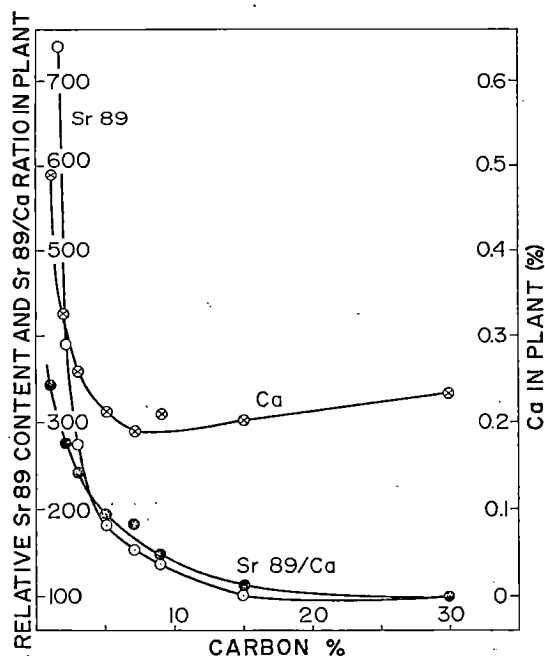


Fig. 1. The effect of organic matter content on the uptake of radiostrontium by timothy.

Kuva 1. Maan orgaanisen aineksen pitoisuuden vaikutus timotein radiostrontiumin ottoon.

1936), as is clearly shown in Fig. 2. The relative scale of Sr 89 content and Sr 89/Ca ratio in the plant (Fig. 2) is the same as in Fig. 1, making it possible to compare the effects of soil organic matter and clay contents on plant uptake of radiostrontium.

The addition of clay to coarse mineral soil poor in clay clearly reduced the uptake of Sr 89 in this pot experiment. The calcium content of timothy also decreased as a function of increasing clay content. But plant uptake of Sr 89 decreased more rapidly, causing a decrease of the Sr 89/Ca ratio in plant material. The trend was the same as that of the soil organic matter content. The increase of the clay content from 3.6 to 15 % decreased the relative plant uptake of Sr 89 by a factor of 2.0 and the Sr 89/Ca ratio by a factor of 1.8. The effectiveness is not accurately comparable with that of organic matter (Fig. 1), because the lowest clay content was 3.6 % and the smallest amount of organic matter 1 % of carbon. At the same level of 15 % the uptake of Sr 89 from a clay-sand mixture was higher, however. On the other hand, organic matter had no effect when the C level exceeded 15 % but an increase of the clay content above 15 % further reduced Sr 89 uptake. It should be borne in mind that only one type of organic matter and of clay was used in this experiment. There was no correlation between the Ca content in the plant and in the soil. Because the heavy clay was richer than the sand in Ca, the exchangeable Ca increased with increasing clay content. The activity of the Sr 89 extracted from the soil also increased to some extent with increasing exchangeable Ca.

Illite is the dominating clay mineral in Finnish soils (SOVERI 1956). As yet few studies have been made on the effect of various clay minerals on the uptake of radiostrontium. ADAMS et al. (1965) reported that an increase of finely powdered bentonite clay up to 10 % decreased the Sr 90 uptake of radishes by a factor of 6. SCHROEDER and GÜNTHER (1967) carried out pot experiments with 11 different soils. Increased clay content and cation exchange capacity decreased strontium uptake. No significant influence of soil organic matter was detectable.

The effect of inactive strontium content

Two different treatments of experimental soils with inactive strontium were carried out. Inactive strontium, representing the naturally high strontium content, was added one year before the experiment and is called in the following equilibrated or native soil strontium. Inactive strontium added to previously contaminated soils is called unequilibrated or applied strontium.

Examination of the results (Table 1 and Fig. 3) reveals the following facts. On extraction of soils with acid ammonium acetate (pH 4.65) after the growing season less exchangeable strontium was obtained from equilibrated than from unequilibrated soils. Approximately 40 % of added inactive strontium was fixed by soils into a difficultly exchangeable form in a year. The corresponding decrease in plant uptake became visible at high strontium levels. Increasing exchangeable strontium greatly increased the uptake of inactive strontium by plants. The plant is unable to discriminate between calcium and strontium at high

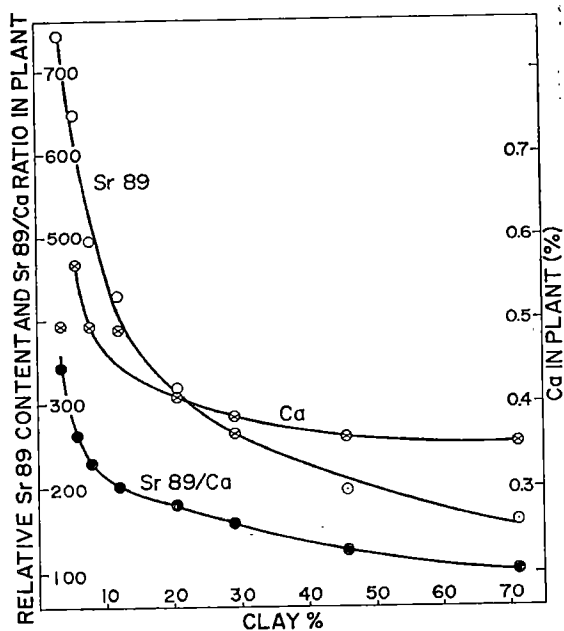


Fig. 2. The effect of clay content on the uptake of radiostrontium by timothy.

Kuva 2. Savipitoisuuden vaikutus timotein radiostrontiumin ottoon.

Table 1. Exchangeable soil strontium and contents of Sr, Sr 89 and Ca in plants grown in soils with equilibrated and unequilibrated strontium.

Taulukko 1. Maan vaihtuva strontium ja kasvin ottamat Sr, Sr 89 ja Ca -määrät strontiumin kanssa tasapainottuneista ja ei-tasapainottuneista maista.

Soil type	SOIL		PLANT					
	exch. Sr mg/l of soil		Sr ppm in dry matter		Sr 89 cpm/g of dry matter		Ca % in dry matter	
	eq.	uneq.	eq.	uneq.	eq.	uneq.	eq.	uneq.
Sphagn. peat	4	4	41	33	1 764	1 807	0.209	0.171
	8	11	78	50	1 545	2 443	0.199	0.198
	30	43	141	152	1 506	2 564	0.210	0.203
Heavy clay	10	11	74	68	4 411	8 793	0.383	0.479
	11	12	88	75	4 977	8 114	0.401	0.425
	20	23	89	113	4 076	7 604	0.367	0.431
	53	75	217	294	3 816	6 205	0.405	0.398
	187	387	785	1 577	3 438	6 575	0.436	0.564
Finesand	4	6	52	66	24 110	23 460	0.524	0.487
	7	11	113	167	17 440	25 000	0.592	0.530
	25	43	464	710	15 750	23 770	0.574	0.545
	114	136	2 365	3 319	14 510	22 520	0.674	0.607

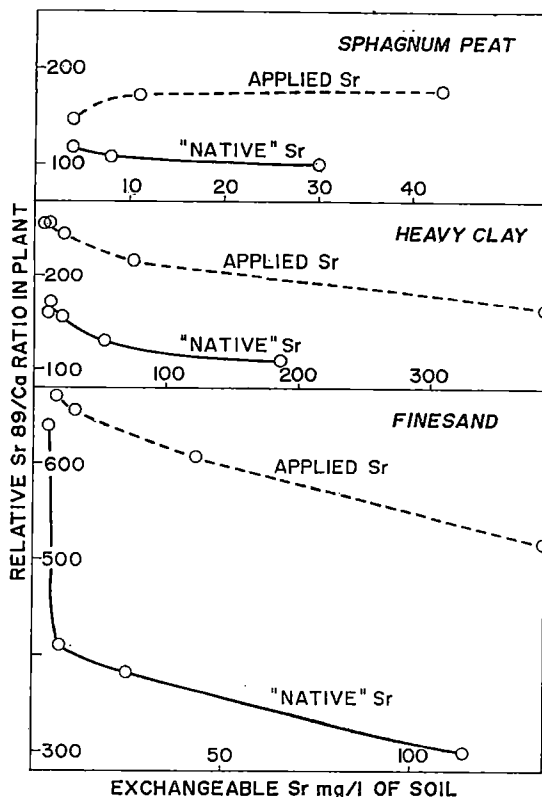


Fig. 3. The effect of inactive strontium content on the uptake of radiostrontium by timothy.

Kuva 3. Inaktiivisen strontiumin vaikutus timotein radiostrontiumin ottoon.

strontium levels (MICHAEL and SCHILLING 1960). The highest strontium applications were toxic in this experiment.

The increase of native strontium in the soil decreased the plant uptake of radiostrontium from the experimental soils. The decrease was clearly greatest in finesand, which offered the best strontium supply to the plants. Subsequent application of stable strontium to contaminated finesand and heavy clay also decreased the plant uptake of radiostrontium, although to a lesser extent than the native soil strontium. A slight increase of the plant uptake of radiostrontium from Sphagnum peat occurred, however. The same also concerns the relative Sr 89/Ca ratio in the plant (Fig. 3).

It is obvious that the content of inactive soil strontium has a twofold and competing effect on the plant uptake of radiostrontium from contaminated soils. (1) Dilution. The high native content of soil strontium lowers the specific activity of radiostrontium in the soil solution, thus decreasing the uptake of the radio-nuclide by plants. (2) Replacement. The very small numbers of radiostrontium atoms introduced into the soils are partly fixed by the

reactive groups of the soils into forms non-available to plants. The application of a great excess of inactive strontium atoms may replace fixed radiostrontium and increase the uptake of this radionuclide by plants. The cation exchange capacity of soils has an important role in the competition between dilution and replacement. The lower the CEC, the less and the more weakly strontium is bound by soils and the more the great excess of inactive strontium atoms dilutes the radiostrontium in the soil solution. In higher CEC more of the applied inactive strontium is fixed by the soil, replacing radiostrontium that

was already fixed, and in consequence of this the Sr 89/Sr ratio in the soil solution increases; fixing and replacement together thus counteract the dilution effect. In this experiment the addition of inactive strontium to contaminated Sphagnum peat, CEC 100 meq/100 g, increased the Sr 89/Ca ratio in plants but decreased it in heavy clay and finesand, CEC 35 and 4 meq/100 g respectively.

The radiostrontium/stable strontium/calcium ratio in the soil plant systems and food chains is a complicated phenomenon, which is only poorly understood at present.

Summary

The mixing of Sphagnum peat in sand reduced the plant uptake of Sr 89 by a factor of 7 and the Sr 89/Ca ratio by a factor of 3 when the content of soil organic carbon was increased from 1 to 15 per cent.

An increase of the clay content (illite type) from 3.6 to 15 per cent reduced the Sr 89/Ca ratio in the plant to a lesser extent but gave the same result at a higher clay level.

The naturally high content of inactive soil strontium decreased the Sr 89/Ca ratio in plants in the following order: finesand > heavy clay > Sphagnum peat. The application of inactive strontium to previously contaminated soils reduced the Sr 89/Ca ratio of the plants in finesand and heavy clay but increased it in Sphagnum peat.

REFERENCES

- ADAMS, W. H., CHRISTENSON, C. W. & FOWLER, E. B. 1965. Relationship of soil, plant and radionuclide. (Ed. FOWLER: Radioactive fallout, soils, plants, foods, man. pp. 30—51. New York).
- FREDRIKSSON, L., ERIKSSON, Å. & HAAK, E. 1961. Studies on plant accumulation of fission products under Swedish conditions. II. Influence of lime and phosphate fertilizer on the accumulation of Sr 89 in red clover grown in 29 different Swedish soils. FOA 4 Rapp. A 4188—4623, 30 pp.
- GIESEKING, J. E. & JENNY, H. 1936. Behavior of polyvalent cations in base exchange. *Soil Sci.* 42: 273—280.
- LAKANEN, E. 1967. Strontiumets betydelse i finska jordar. *Nord. Jordbr.forskn.* 3: 241—243.
- & PAASIKALLIO, A. 1968. The effect of soil factors on the uptake of radiostrontium by plants. Part I. *Ann. Agric. Fenn.* 7: 89—94.
- & SILLANPÄÄ, M. 1967. Strontium in Finnish soils. *Ibid.* 6: 197—207.
- & — 1969. Soil factors affecting the calcium strontium ratio of plants. *Ibid.* 8: 273—280.
- MICHAEL, G. & SCHILLING, G. 1960. Strontium in die höheren Pflanze. I. Die Aufnahme des Strontiums durch Erbsen und Hafer und seine Wirkung auf das Pflanzenwachstum. *Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk.* 91: 147—158.
- NEUBERG, J. 1962. Investigations on some problems of the agricultural chemistry of strontium 90. *Věd. Práce výzk. Ust. Rostl. Výr.* 6: 179—194.
- NISHITA, H., KOWALEWSKY, B. W. & LARSON, K. H. 1956. Influence of soil organic matter on mineral uptake by barley seedlings. *Soil Sci.* 82: 307—318.
- ROMNEY, E. M., ALEXANDER, G. V., LE ROY, G. M. & LARSON, K. H. 1959. Influence of stable Sr on plant uptake of Sr 90 from soils. *Ibid.* 87: 42—45.
- & — & NISHITA, H. & LARSON, K. H. 1961. Influence of Ca and Sr amendments on Sr 90 uptake

- by Ladino clover upon prolonged cropping. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25: 299—301.
- SCHROEDER, D. & GÜNTHER, J. 1967. Uptake of radioactive Sr 89 by forage plants from soils of Schleswig-Holstein and from model soils. Proc. Symp. Vienna 1966: Isotopes in plant nutrition and physiology. pp. 27—33.
- SOVERI, U. 1956. The mineralogical composition of arcillaceous sediments of Finland. Ann. Acad. Sci. Fenn. A III 48.
- STEENBERG, K. & SEMB, G. 1964. Experiments on plant uptake of radiostrontium from contaminated soils. Effect of liming. Scient. Rep. Agric. Coll. Norway 43, 11.

SELOSTUS

Maaperätekijöiden vaikutus kasvien radiostrontiumin ottoon. II

ESKO LAKANEN ja ARJA PAASIKALLIO

Maatalouden tutkimuskeskus, Isotooppilaboratorio, Tikkurila

Maaperätekijöillä on ratkaisevan tärkeä merkitys kasvien radioaktiivisten aineiden ottoon saastuneista maista. Edullisissa tapauksissa voidaan maaperätekijöiden avulla moninkertaisestikin alentaa kasvien radiostrontiumin ottoa. Tämän tutkimuksen ensimmäisessä osassa selvitettiin maalajin ja sen pH:n vaikutusta timotein radiostrontiumin ottoon. Jatkona edelliseen selvitetään tässä tutkimuksessa astiakoena (1) maan kasvavan orgaanisen aineksen pitoisuuden, (2) kasvavan savipitoisuuden ja (3) inaktiivisen strontiumin pitoisuuden vaikutusta kasvin radiostrontiumin ottoon maasta.

Tulokset osoittavat, että humusniukkaan hienoon hiekkaan lisätty rahkaturve alentaa voimakkaasti kasvin radiostrontiumin ottoa (kuva 1). Kun maan C-prosenti kasvoi yhdestä viiteentoista, aleni timotein suhteellinen radiostrontiumin pitoisuus yli 7-kertaisesti ja Sr 89/Ca -suhde 3-kertaisesti. Myös aitosaven lisäys hienoon hiekkaan

osoittautui edulliseksi (kuva 2). Saviprosentin kasvassa 3.6:sta 15:een aleni radiostrontiumin otto ja Sr 89/Ca -suhde puoleen. Savipitoisuuden ollessa 70 % putosi tämä suhde 3.3:nteen osaan alkuperäisestä.

Maaperän inaktiivisen strontiumin vaikutus osoittautui kaksinaiseksi (taul. 1, kuva 3). Maan luontainen korkea inaktiivisen strontiumin pitoisuus laimentaa radiostrontiumin määrää ja alentaa näin ollen kasviin kulkeutuvaa radioaktiivisuutta. Vaikutus oli voimakkain kärkeassa hiedassa ja heikompi aitosavessa ja rahkaturpeessa. Saastuneeseen maahan jälkeinpäin lisätty inaktiivinen strontium on myös laimentamassa maassa jo ollutta radiostrontiumia alentaen kasvin Sr 89/Ca -suhdetta kärkeassa hiedassa ja aitosavessa. Toisaalta maahan jälkeinpäin lisätty inaktiivinen strontium vapauttaa maahan jo lujasti sitoutunutta radiostrontiumia, jolloin kasvin radioaktiivisuus lisääntyy. Näin tapahtui, kun koemaana oli rahkaturve.

RESISTANCE OF PEA TO THE PEA WEEVIL *SITONA LINEATUS* (L.) (COL., CURCULIONIDAE)

UNTO TULISALO and MARTTI MARKKULA

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

Received January 20, 1969

ANDERSEN (1931) and HANS (1959) have studied the range of food plants attacked by the pea weevil *Sitona lineatus* L. The species is oligophagous but prefers the pea. HANS (1959) made a thorough study of the behaviour of this weevil. He was unable to detect the existence of any sense by smell. The weevil found its food plant by the process of trial and error. Only when in direct contact with the plant, was it capable of accurate selection.

REUTSKAYA (1966) found that pea varieties dif-

fered in susceptibility to attack by *Sitona lineatus* and *Sitona crinitus* Hrbst. WILSON and BARBER (1954) analysed the amount of damage caused by the sweet clover weevil *Sitona cylindricollis* F. in sweet clover with and without fertilizer application.

The purpose of the present study was to clarify any differences existing between pea varieties in the amount of leaf damage caused by the pea weevil, and to show whether fertilizers affect the amount of leaf damage.

Material and methods

Differences in damage between pea varieties

Field experiments were performed with twenty varieties in 1964—1967. The plot size was 2×0.3 metres. In 1968, an experiment was made with ten varieties, the plot size being 1×0.3 m.

One hundred leaflets were gathered from each variety two and a half weeks after sowing. The leaflet sampled was one of the two basal leaflets of the second leaf up. The area of each leaflet eaten by the weevils was measured in square millimetres with the aid of graph paper.

Tests were made in the insectary in 1964—1968. Plastic dishes 15 cm high and 40 cm in diameter were used in the tests. Water was poured

into the dishes, on which plastic discs with 20 small perforations near the circumference were placed as lids. A pea plant cut off at the base was placed in each hole. Twenty weevils per dish were then placed on the plants, i.e. one weevil per plant, and the dishes were covered with gauze. The area eaten by the weevils was measured in the same way as in the field experiments. 82 varieties or lines were tested in the greenhouse and in the field:

Artturi, Bello, Beta, Bismarck, Blaues Wunder, Caner's Perfection, Champion of England, Concordia, Continental, Daisy, Dippes Mai, Dvärg Sabel, Early Onward, English Sword, Folger, Freezer 37, Glaenö, Hebe, Heinrich, Jo 3273, — 3745, — 3955, — 6080,

— 6608, — 6638, — 6714, — 7247, — 7636, Juwel, Kalle, Kelvedon Monarch, Kelvedon Triumph, Kelvedon Wonder, Koivikko, Kungs, Lancet, Laurier 2, Lincoln, Marma, Mignon Mark, Minerva, Moskovskaja, Nola, Norrlands Express, Onward, Parel, Paula, Perla, Phenomen, Pollux, Pushkinski, Reform, Riitto, Rival 47, Rondo, Rustica, Servo, Signal, Sigyn, Sixtus, Sprinter, Stens, Stern, Strål, Suomi, Tidig Låg OE, Tidig Maj OE, Tidig Vit Låg Hg, Torsdag II, Torsdag III, U 03521 Sv., — 5921 —, Valör, Vesta, Victory Freezer, Violetta, Weib. 726, — 740, Weitor, Witham Wonder, Wonderful, Zenit.

In summer 1968 the varieties English Sword and Early Onward were chosen for further tests, for the previous tests had shown that the former was one of the most susceptible varieties, and the latter one of the most resistant. Among other things, a field experiment was carried out with these two varieties. Two hundred seeds of each variety were sown alternately in a square plot. Two and a half weeks after sowing, the area eaten by the weevils was measured on each pea specimen. The dish tests described above, as well as tests of susceptibility at different phases of growth with pea plants in pots, were also done

in the insectary with these two varieties. Two phases of growth separated by an interval of ten days were used. The purpose of the different procedures was to reveal the existence of any food plant selectivity.

Effect of fertilizer application on the amount of damage

Selection and the possible causes affecting it were studied by means of tests with fertilizers in summer 1967. The variety tested was Kalle. The pea plants were grown in pots. The substrate was peat: pH 4.9, Ca 728 mg/l, K 50 mg/l, P 6.8 mg/l and N 0 mg/l. The amounts of fertilizer used were: 800 kg K_2O /ha, 155 kg N/ha, 400 kg P_2O_5 /ha, N + P_2O_5 + K_2O (8-13-9) 1 000, 2 000, 3 000, 4 000, 5 000 kg/ha. The fertilizers were dissolved in water, and the peat was watered with the solution two days before the peas were sown. One pea plant was grown in each pot, and the test unit was one pot. The selection test was begun when the pea plants were at the two-leaf stage. There were two weevils per pea plant. The area eaten by the weevils was measured three days after the test was begun.

Results

The five years of field experiments did not reveal statistically significant differences between the varieties. The extent of the damage varied greatly from year to year. Nor did the Rank correlation coefficients reveal any significant uni-

formity in the damage done to the varieties in the different years.

No statistically significant differences between the varieties were found in the tests in the insectary either.

The two varieties English Sword and Early Onward showed the following average amounts of damage in the field experiment: English Sword $\bar{x}$ 113 mm² and Early Onward $\bar{x}$ 75 mm². T-test showed the significance of the difference between these values to be $t = 3.01$ ($t_{0.1} = 3.29$). The interval of ten days between sowing times revealed that most of weevils found their way to the larger plants, and accordingly these plants suffered greater damage (Table 1).

The amount of damage varied to some extent between pea plants receiving different fertilizer treatment, but the differences were not significant.

Table 1. Effect of sowing time on the leaf damage caused by the pea weevil in pot tests. 1 = first sowing, 2 = second sowing done 7—10 days later, a = average amount eaten in mm², b = average height of plants in cm. Varieties: English Sword (E.S.) and Early Onward (E.O.).

		Trial 1		Trial 2		Trial 3	
		a	b	a	b	a	b
E.S.	1	100.1	33.7	18.3	17.5	24.5	7.5
	2	22.3	13.2	13.3	8.5	25.7	7.5
E.O.	1	20.6	10.4	19.1	7.5	20.6	4.5
	2	14.1	6.4	6.2	4.5	6.5	4.0

Discussion

Among the varieties studied, none differed significantly in degree of resistance. The situation was just the reverse of that reported by REUTSKAYA (1966). This may be because we applied more rigorous statistical tests or because our varieties did not differ so greatly. The slight differences revealed were of no practical importance. It should be noted, moreover, that the differences were influenced by factors other than those determining resistance (see PAINTER 1951), e.g. by different times of shooting and by differences in size. The arrangements did not allow distinctions to be drawn between the effects of

these different factors on the damage. The results of the field experiments may also have been influenced by the occurrence of other pest species of *Sitona*. Observations showed, however, that these amounted to less than 5 per cent of the number of *S. lineatus* (cf. MARKKULA and KÖPPÄ 1960).

In the pot tests, the size of the pea plant bore a significant relation to the amount of damage. It may be concluded that the caged weevil had a better chance of finding plants that were ten days older and thus bigger.

Summary

Among the 84 varieties and lines studied, there was no significant difference in the amount of damage caused by the pea weevil, either in the field or in the laboratory. In the laboratory tests

the caged weevils found their way to the larger plants. Fertilizer application had no significant effect on the amount eaten.

REFERENCES

- ANDERSEN, K. T. 1931. Der linierte Graurüssler oder Blattrandkäfer *Sitona lineata* L. Monograph. Pfl.schutz 6: 1—88.
- HANS, H. 1959. Beiträge zur Biologie von *Sitona lineatus* L. Z. Angew. Ent. 44: 343—386.
- MARKKULA, M. & KÖPPÄ, P. 1960. The composition of the *Sitona* (Col., Curculionidae) population on grassland legumes and some other leguminous plants. Ann. Ent. Fenn. 26: 246—263.
- PAINTER, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants 520 p. New York.
- REUTSKAYA, O. E. 1966. Feeding value of different pea varieties for *Sitona*. (in Russian) Proc. All-Union Sci. — Res. Inst. Plant Prot. 26: 193—200.
- WILSON, M. C. & BARBER, S. A. 1954. The influence of the sweet clover weevil and soil fertility on the sweet clover stands. J. Econ. Ent. 47: 117—122.

SELOSTUS

Herneen kestävydestä juovahernekärsäkästä vastaan

UNTO TULISALO ja MARTTI MARKKULA

Maatalouden tutkimuskeskus, Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkurila

Tutkimus liittyy osana Tuhoeläintutkimuslaitoksella muutamia vuosia sitten aloitettuun laajaan tutkimukseen, jonka tarkoituksena on selvittää, minkälaiset mahdollisuudet on käyttää tuhoeläintorjunnassa hyväksi kasvien luontaista kestävyyttä. Tutkimuksessa selvitettiin juovahernekärsäkkään syönnin määrää eri hernelajikkeissa sekä herneen iän ja lannoituksen vaikutusta syönnin määrään.

Tutkittujen 82 hernelajikkeen ja -linjan joukossa ei

ollut sellaisia, joita hernekärsäkäs olisi syönyt merkittävästi vähemmän kuin muita lajikkeita. Vähäisiä eroja todettiin, mutta niillä ei ole käytännön merkitystä. Resistenttejä lajikkeita ei siis löydetty. 7—10 vuorokauden kylvöaikaerot eivät selvästi vaikuttaneet kärsäkkään ravinnon valintaan. Ruukkukokeissa kärsäkäs hakeutui syömään kookkaimpia taimia. Käytetty lannoitus ei vaikuttanut merkittävästi syönnin määrään.

VALKUAISEN OSITTAINEN KORVAAMINEN UREALLA
LYPSYLEHMIEN RUOKINNASSA

Summary: The partial substitution of protein by urea in rations for dairy cows

ESKO POUTIAINEN

Maatalouden tutkimuskeskus Kotieläinhoidon tutkimuslaitos, Tikkurila

Saapunut 10. 2. 1969

Puhtailla ja puolipuhtailla dieeteillä suoritettut kokeet ovat vakuuttavasti osoittaneet, että märehitijä voi pötsimikrobiston avulla saada ylläpitoon, kasvuun ja maidontuotantoon tarvitsemansa valkuaisen kokonaankin ureasta ja muusta ei-proteiinityyppistä (VIRTANEN 1966). Lukuisilla tutkimuksilla on pyritty selvittämään tarkemmin niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat urean hyväksikäytön tehokkuuteen (REID 1953, CONRAD ja HIBBS 1968). Tällöin on käynyt ilmi, että käytettävissä olevan energialähteen määrällä ja laadulla on varsin suuri merkitys. Sokeri ja tärkelys ovat osoittautuneet urean hyväksikäytölle edullisiksi energialähteiksi, kun taas selluloosa on niitä huonompi. Urea- ja proteiinityypin suhde on myös eräs huomioon otettava tekijä. Karjanruokintaamme ajatellen on urean käytössä lähinnä kysymys siitä, sopiiko se täydentämään kotoisia rehuja käytettäessä usein syntyvän valkuaisen puutteen.

Tässä kirjoituksessa selostettavat maidontuotantokokeet kuuluvat osana koesarjaan, jolla pyritään selvittämään urean käyttökelpoisuutta maamme karjanruokinnassa. Rehuannokseen sisällytettiin suhteellisen runsaasti kuitupitoisia-kin rehuja. Valkuaisen annostuksessa järjestet-

tiin kaksi eri tasoa sekä urea- että vertailuruokinnalla. Saman koesarjan aikaisempiin kokeisiin (LAMPILA 1968) verrattuna sekä valkuais- että energia-annostuksen tasoa laskettiin.

Koemenetelmät

Koe suoritettiin Jokioisten kartanoiden Rehti-järven tilan karjassa sisäruokintakaudella 1967—68. Rinnakkaisesti järjestettiin kaksi ryhmäjakso-kokeen mukaan toteutettua maidontuotantokoe-etta. Kummassakin kokeessa oli kaksi 6 leh-män ryhmää. Kaikki neljä ryhmää oli pyritty saamaan mahdollisimman tasaisiksi maidontuo-tantoon, poikimisesta kuluneiden päivien luku-määrään ja elopainoon nähden. Ensikot jaettiin ryhmiin tasan. Ryhmien muodostamisen jälkeen niiden järjestäminen eri koeruokinnolle tapahtui arpomalla. Lehmät olivat ayrshirerotua. Kokeen aikana suoritti Eläinlääketieteellisen korkeakou-lun kotieläinhygienian laitos eläinten terveyden-tilan tarkkailua.

Koe kesti kaikkiaan 170 päivää. Alussa oli 10 päivän tasoituskausi, jolloin kaikki kokeeseen aiotut eläimet saivat samanlaisen normien mukai-

Taulukko 1. Keskimääräinen syöty rehuannos lehmää kohti päivässä eri koejaksoilla
Table 1. Average daily ration consumed on different test periods

Rehujä kg lehmää kohti päivässä <i>Feeds, kg per cow per day</i>	Ryhmä I — Group I				Ryhmä II — Group II				Ryhmä III — Group III				Ryhmä IV — Group IV			
	Koejakso — Test period				Koejakso — Test period				Koejakso — Test period				Koejakso — Test period			
	1 (SoyaN)	2 (UreaN)	3 (SoyaN)	4 (UreaN)	1 (UreaN)	2 (SoyaN)	3 (UreaN)	4 (SoyaN)	1 (SoyaN)	2 (UreaN)	3 (SoyaN)	4 (UreaN)	1 (UreaN)	2 (SoyaN)	3 (UreaN)	4 (SoyaN)
Soijarouhetta — <i>Soya bean meal</i>	0.91	—	0.77	—	—	0.82	—	0.60	0.50	—	0.40	—	—	0.45	—	0.37
Kauraa — <i>Oats</i>	2.60	2.19	2.33	1.76	2.00	1.99	1.48	1.60	2.13	2.09	1.61	1.58	2.27	1.82	1.66	1.25
Ohraa — <i>Barley</i>	3.02	3.96	2.49	3.68	4.05	2.85	3.34	2.52	4.15	4.15	3.49	3.72	4.35	3.68	3.71	3.41
Urea-melassileikettä — <i>Molasses beet pulp with urea</i>	—	1.88	—	1.48	1.78	—	1.40	—	—	0.95	—	0.73	0.95	—	0.75	—
Melassileikettä, kuivattua — <i>Molasses beet pulp, dried</i>	1.85	—	1.56	—	—	1.51	—	1.20	1.94	0.81	1.51	0.67	0.83	1.63	0.69	1.34
Nurmisilörehua (AIN) — <i>Grass silage (AIN)</i>	7.73	5.24	7.81	4.87	5.03	6.50	4.50	5.44	6.41	4.84	5.16	4.83	4.89	5.72	4.55	4.72
Heinää — <i>Hay</i>	5.49	5.08	5.21	5.05	5.10	5.33	5.15	5.22	5.33	5.27	5.32	5.33	5.11	5.32	5.32	5.24
Vehnän olkea — <i>Wheat straw</i>	—	0.65	—	0.32	0.91	—	0.54	0.24	0.59	0.90	0.70	1.20	1.30	0.61	0.93	0.74
Kivennäisseosta — <i>Mineral mixture</i>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Kuiva-ainetta, kg — <i>Dry matter, kg</i>	13.35	12.72	11.96	11.19	12.68	12.05	10.78	10.60	13.74	13.03	11.97	12.00	13.52	12.73	11.72	11.30
Rehuyksiköitä — <i>Feed units</i>	11.10	10.32	9.81	9.23	10.16	9.94	8.57	8.61	11.41	10.53	9.69	9.45	10.88	10.39	9.39	9.12
Sulavaa raakavalk. g (soijan kera) — <i>Dig. crude protein, g (soja incl.)</i>	1 457	—	1 276	—	—	1 244	—	1 112	1 323	—	1 078	—	—	1 140	—	1 047
Sulavaa raakav. g (urean kera) — <i>Dig. crude protein, g (urea incl.)</i>	—	1 304	—	1 215	1 310	—	1 085	—	—	1 159	—	1 083	1 236	—	1 043	—
Raakakuivua % ka:ssa — <i>Crude fibre, % in DM</i>	18.65	19.03	19.15	18.50	19.79	19.09	20.04	19.72	18.92	19.57	19.97	20.42	20.04	19.56	20.14	19.91
Urea, g	—	145	—	118	135	—	107	—	—	74	—	58	72	—	58	—

Kivennäisseoksen koostumus: — *Composition of mineral mixture*: Ca 20.7 %, P 6.75 %, Na 6.6 %, Mg 0.15 %.

Pieninä määriä: — *Trace amounts*: Mn, Fe, Cu, Co, J, Zn.

sen ruokinnan. Ryhmien muodostaminen tapahtui tasoituskauden jälkeen. Koekausia oli neljä, kukin niistä 30 päivän pituinen. Kutakin koeruokintaa edelsi aina 10 päivän siirtoruokintakausi, jolloin ruokintaa muutettiin asteittain seuraavan koejakson edellyttämällä tavalla. Ruokinta tarkennettiin yksilökohtaisesti 10-päiväjaksoittain. Ry- ja srv-tarpeen laskemisessa seuraavalle 10-päiväjaksoille käytettiin sitä välittömästi edeltäneen 10-päiväjakson maitotuotoksen keskiarvoa (4-prosenttisena) ja viimeistä käytävissä olevaa elopainoa.

Koeruokinnat järjestettiin seuraavan kaavion mukaan:

Ryhmä	Koejaksot (à 30 pv)			
	1.	2.	3.	4.
I	HS	— HU	— HS	— HU
II	HU	— HS	— HU	— HS
III	LS	— LU	— LS	— LU
IV	LU	— LS	— LU	— LS

H = korkeampi valkuais- ja rasvataso n. 60 g srv/kg 4-% maitoa

L = alempi valkuais- ja rasvataso n. 50 g srv/kg 4-% maitoa

S = N-täydennys soijalla

U = N-täydennys urealla

Perusrehujen annostus järjestettiin sellaiseksi, että valkuaisen tarve ylläpitoon tuli tyydytetyksi normien mukaisesti, mutta maidontuotannon edellyttämä valkuaisen annostus jäi 30 % normien mukaista alemmaksi. Tämä vaje täytettiin soijalla tai urealla kaavion mukaisesti. Alemmalla valkuaisen annostustasolla jätettiin normeihin nähden noin 15 %:n vaje tyypitäydennyksen jälkeenkin.

Normeina käytettiin seuraavia lukuja: ylläpitoon 3.8 ry ja 350 g srv 500 elopainokiloa kohti, maidontuotantoon 0.40 ry ja 60 g srv tuotettua 4-prosenttiseksi muunnettua maitokiloa kohti.

Lehmät ruokittiin kahdesti päivässä. Rehut punnittiin yksilökohtaisesti kumpaakin ruokintakertaa varten erikseen. Rehujen syönti ryhmittäin eri koejaksoilla nähdään taulukossa 1. Urea syötettiin melassileikkeeseen imeytettynä. Ureapitoisuus melassileikkeessä oli keskimäärin 7.8 % (7.40—8.05). Urea-melassileike sekoitettiin huolellisesti muuhun väkirehuannokseen ennen syöttoa. Rehujen jätteet punnittiin jokaiselta ruo-

kintakerralta ja vähennettiin tarjotuista määrästä. Taulukossa 1 on ilmoitettu todella syödyt määrät. Eläimet söivät yleensä hyvin annoksensa.

Rehuista kerättiin punnitukseen yhteydessä rehulajeittain jokaista 10-päiväjaksoa edustavat näytteet. Väkirehunäytteet otettiin näytteenotto-kairalla. Kustakin näytteestä määritettiin primäärinen kuiva-ainepitoisuus ja säilörehusta pH. Esikäsittelyn jälkeen näytteet lähetettiin Valtion maatalouskemian laitokselle, missä niistä tehtiin täydellinen rehuanalyysi ja lisäksi määritettiin puhdas valkuainen. Urea määritettiin entsymaattisesti A.O.A.C. -menetelmän mukaan (HORWITZ ym. 1965, s. 329—330).

Rehujen ry- ja srv-arvot laskettiin rehuanalyysien perusteella käyttäen ruotsalaisen rehutaulukon mukaisia sulavuuskertoimia (ANON. 1955). Nettoenergia-arvot laskettiin uuden skandinaavisen rehuyksikköjärjestelmän mukaan, jossa 1 ry vastaa 0.7 tärkkelysyksikköä. Ureasta tuleva srv-määrä laskettiin seuraavasti: $67/100 \times 6.25 \times 0.4667 \times \text{ureamäärä}$. Bakteerivalkuaisen sulavuudeksi on tällöin arvioitu 67 % (LAMPILA 1968).

Lypsy suoritettiin kahdesti päivässä ja kunkin lehmän maito punnittiin erikseen jokaisella lypsykerralla. Jälkilypsyä ei suoritettu, koska eläimiä ei alunperinkään ollut siihen totutettu. Rasvamääritykset suoritettiin kerran jokaista 5-päiväjaksoa kohti 3. ja 4. päivän maitoa edustavista yhteisnäytteistä yksilökohtaisesti. Saatua rasva-prosenttia käytettiin kyseisen 5-päiväjakson maitomäärän muuntamisessa 4-prosenttiseksi.

Eläimet punnittiin tasoituskauden lopussa ja sitten aina kunkin koekauden lopussa. Punnitukset suoritettiin kulloinkin kahtena peräkkäisenä päivänä ennen iltaruokinnan aloittamista, ja laskuissa käytettiin näiden punnitusten keskiarvoa.

Kokeen aikana otettiin välittömästi ennen siirtoruokintojen alkamista kunkin ryhmän kahdesta eläimestä veri-, maito- ja pötsinestänäytteitä lähempiä tutkimuksia varten. Tämä tapahtui yhteistoiminnassa Eläinlääketieteellisen korkeakoulun kotieläinhygienian laitoksen kanssa. Näitä tuloksia ei käsitellä tässä kirjoituksessa.

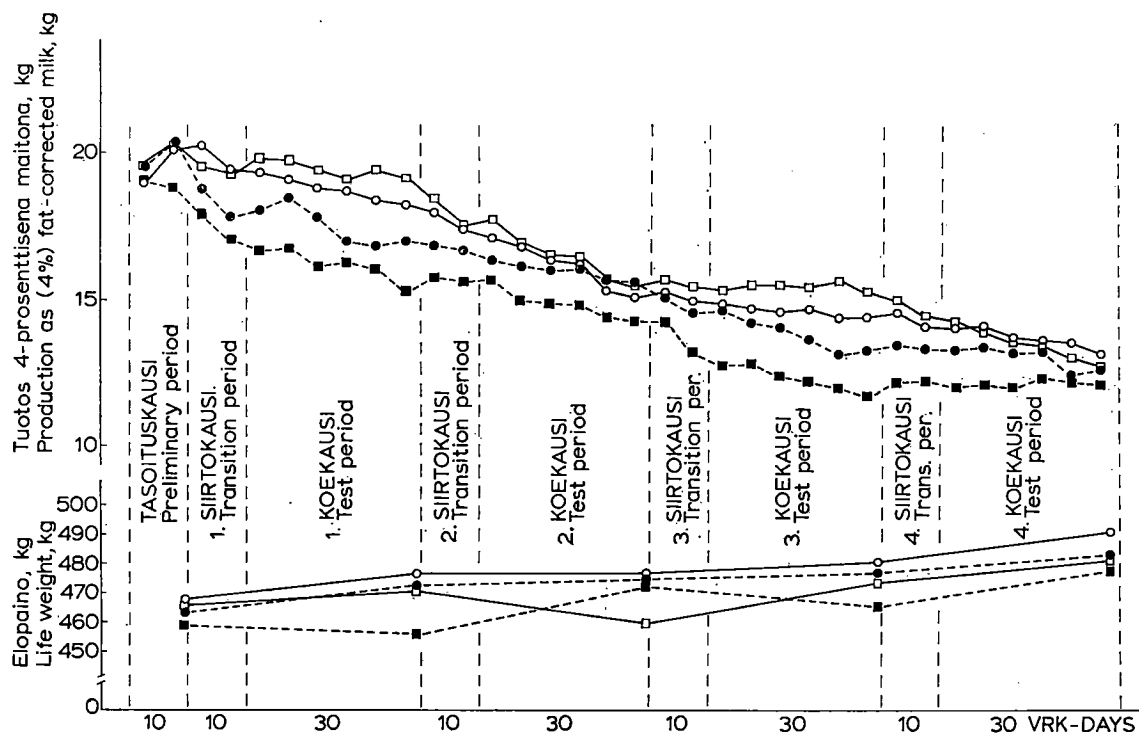
Taulukko 2. Energian ja sulavan raakavalkuaisen saanti sekä maitotuotos keskimäärin lehmää kohti päivässä eri koejaksoilla.

Table 2. Average supply of energy and digestible crude protein, and the mean daily milk yield per cow on different test periods

Ryhmä Group	Koejakso Test period	N- täydennys N supplement	Rehuyksiköitä Feed units				Sulavaa raakavalkuaista, g ¹⁾ Dig. crude protein, g ¹⁾								Keskim. eri ryhmissä Averages in groups (A-3 B + 3 C-D)/4 ± S.E. ²⁾	Keskim. eri ryhmissä Averages on different tests of protein supply	Eroitus soijan ja urean välillä kg/lehmä/päivä Difference between soya and urea kg/cow/day		
			Yhteensä Total	Per kg 4 % maitoa Per kg FCM	Yhteensä Total		Per kg 4 % maitoa Per kg FCM		Yhteensä Total		Per kg 4 % maitoa Per kg FCM		Ilman soijaa Without soya	Soijan kera With soya				Ilman soijaa Without soya	Soijan kera With soya
					Yhteensä Total	Per kg 4 % maitoa Per kg FCM	Ilman ureaa Without urea	Urean kera With urea	Yhteensä Total	Per kg 4 % maitoa Per kg FCM	Ilman ureaa Without urea	Urean kera With urea							
I	1	S	11.10	0.39	—	—	—	1 123	1 457	—	—	—	—	59	19.44 (A)	+0.78** ±0.18	0.82*** ±0.11		
	2	U	10.32	0.43	1 021	1 304	—	62	—	—	—	—	42	—	16.51 (B)				
	3	S	9.81	0.40	—	—	993	1 276	—	65	—	—	43	61	15.58 (C)				
	4	U	9.23	0.41	985	1 215	—	48	—	—	—	—	—	—	13.54 (D)				
II	1	U	10.16	0.41	1 046	1 310	—	45	61	—	—	—	—	—	16.18 (A)	-0.87*** ±0.09	±0.11		
	2	S	9.94	0.43	—	—	946	1 244	—	—	—	—	42	62	14.84 (B)				
	3	U	8.57	0.41	875	1 085	—	62	—	—	—	—	—	—	12.35 (C)				
	4	S	8.61	0.41	—	—	883	1 112	—	—	—	—	45	64	12.17 (D)				
III	1	S	11.41	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	53	18.80 (A)	+0.17 ±0.14	0.32		
	2	U	10.53	0.43	1 016	1 159	—	42	51	—	—	—	—	—	16.14 (B)				
	3	S	9.69	0.41	—	—	932	1 078	—	—	—	—	41	51	14.67 (C)				
	4	U	9.45	0.42	970	1 083	—	46	54	—	—	—	—	—	13.73 (D)				
IV	1	U	10.88	0.42	1 095	1 236	—	44	52	—	—	—	—	—	17.55 (A)	-0.47* ±0.17	±0.23		
	2	S	10.39	0.42	—	—	977	1 140	—	—	—	—	40	51	16.01 (B)				
	3	U	9.39	0.42	930	1 043	—	43	51	—	—	—	—	—	13.89 (C)				
	4	S	9.12	0.42	—	—	908	1 047	—	—	—	—	44	54	13.05 (D)				

¹⁾ Ureasta tuleva sulava raakavalkuainen laskettiin seuraavasti: — The digestible crude protein from urea was calculated as follows:
 $0.67 \times 6.25 \times 0.4667 \times \text{ureamäärä (amount of urea)}$.

²⁾ S.E. = Keskiarvon keskivirhe — Standard deviation of the mean.



Kuva 1. Lehmien elopainot ja päivittäiset maitotuotokset esitettyinä ryhmien keskiarvoina. Tuotuskäyrien pisteet edustavat 5-päiväjaksojen keskiarvoja.

Fig. 1. Live weight and daily milk yield of the cows expressed as averages for the groups. The points on the production curves represent means of 5-day periods.

Symbolit (symbols): □—□ ryhmä I (group I), ■—■ ryhmä II (group II), ○—○ ryhmä III (group III), ●—● ryhmä IV (group IV).

Tulokset ja tarkastelu

Eri ryhmien kutakin 30 päivän jaksoa edustava keskimääräinen 4-prosenttinen maitona ilmaistu tuotos on esitetty taulukossa 2. 5-päiväjaksojen keskiarvojen mukaan piirretyt ryhmien keskituotosta edustavat käyrät nähdään kuvassa 1. Elopainojen muutokset kokeen aikana on esitetty kuvassa 1 ja taulukossa 3.

Energian ja sulavan raakavalkuaisen saanti ilmenee taulukosta 2. 4-prosenttisen maitokilon tuottamiseen jäävä ry- ja srv-määrä laskettiin vähentämällä koko saannista kunkin koejakson keskimääräisen elopainon perusteella laskettu ylläpitotarve (3.8 ry ja 350 g srv/500 kg).

Energian saanti 4-prosenttista maitokiloa kohti oli kaikilla ryhmillä ja kaikilla koejaksoilla keskimäärin 0.42 ± 0.002 . Energian saannissa tuotettua 4-prosenttista maitokiloa kohti ei varianssi-

analyysillä todettu merkitseviä eroja eri ryhmien välillä eikä saman ryhmän eri koejaksojen välillä. Energian saannissa ilmenevien vaihteluiden ei siten voida katsoa vaikuttaneen tuloksiin N-lähteen vertailussa.

Elopainoissa punnitusten välillä (40 päivän aikana) tapahtuneet muutokset nähdään taulukosta 3. Painoissa on kokeen aikana yleensä tapahtunut lievää nousua (kuva 1). Painonlisäys koko kokeen aikana oli 15–24 kg lehmää kohti. Ryhmän I keskipainossa toisella koejaksolla tapahtunut lasku johtuu pääasiassa yhdestä lehmästä, jota naulaoireiden vuoksi jouduttiin pitämään 3 päivää paastolla. Painonlisäys oli korkeamman valkuaistason ryhmillä (I ja II) suurempi soijajaksoilla kuin ureajaksoilla. Tällaista eroa ei todettu alemman valkuaistason ryhmissä (III ja IV).

Taulukko 3. Keskimääräiset elopainot ja niiden muutokset

Table 3. The average live weights and their changes

Punnitukset <i>Weighing</i>	Ryhmät — <i>Groups</i>								Keski- arvo *) <i>Mean</i>
	I		II		III		IV		
	Elopaino <i>Live weight</i> kg	Muutos <i>Change</i> kg	Elopaino <i>Live weight</i> kg	Muutos <i>Change</i> kg	Elopaino <i>Live weight</i> kg	Muutos <i>Change</i> kg	Elopaino <i>Live weight</i> kg	Muutos <i>Change</i> kg	
Tasotuskausi — <i>Prelim. period</i>	466	—	458	—	467	—	463	—	464 ^a
Koekausi I — <i>Test period I</i> ..	470	+ 4	455	— 3	476	+ 9	472	+ 9	468 ^{ab}
Koekausi II — <i>Test period II</i> ..	459	—11	462	+ 7	476	± 0	474	+ 2	468 ^{ab}
Koekausi III — <i>Test period III</i> ..	473	+14	466	+ 4	480	+ 4	477	+ 3	474 ^b
Koekausi IV — <i>Test period IV</i> ..	481	+ 8	478	+12	491	+11	483	+ 6	483 ^c
Keskiarvot ja nettomuutokset — <i>Means and net changes</i>	469	+15	464	+20	478	+24	474	+20	

*) Keskiarvot, joilla on eri kirjainmerkki, eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ($P < 0.01$).

Values without a common letter in the superscripts differ ($P < 0.01$).

Sulavan raakavalkuaisen saanti (taul. 2) maidontuotantoa varten oli perusrehuista 43 ± 0.4 g 4-prosenttiseksi muunnettua maitokiloa kohti. Perusrehuissa (ilman soijaa ja ureaa) saadun valkuaisen määrässä ei ollut varianssianalyysin mukaan tilastollisesti merkitseviä eroja eri ruokintaryhmien eikä soija- ja urearuokintojen välillä. Soijan tai urean kera srv-saanti oli korkeammalla valkuaisen annostustasolla keskimäärin 62 ± 0.7 g ja alemmalla annostustasolla vastaavasti 52 ± 0.5 g 4-prosenttista maitokiloa kohti. Valkuaistasojen sisällä ei srv-saannissa ollut merkitseviä eroja urean ja soijan kesken. Kun korkeampi valkuaisaso edusti lähinnä normeja (60 g srv/kg 4-%:sta maitoa), oli alemmalla tähän verrattuna noin 16 %:n valkuaisvajausta maidontuotantoa varten.

Soija- ja ureajaksojen väliset keskimääräiset erot 4-prosenttiseksi muunnetussa maitotuotoksessa eri valkuaisasoilla ja eri koeryhmissä nähdään taulukosta 2. Esitetyt poikkeamat ovat yksilökohtaisesti laskettujen poikkeamien keskiarvoja. Koska ryhmät I ja II sekä vastaavasti III ja IV muodostavat ryhmäjaksokekeen mukaisen parin, voidaan niille laskea yhteinen poikkeama ja keskivirhe sekä vertailu Studentin t-testillä (BRANDT 1938).

Ryhmässä I koejaksolla I sairastui yksi eläin lievään ketoosiin (HS). Samassa ryhmässä koejaksolla 3 (HU) toisella eläimellä ilmeni terävän

esineen aiheuttamia oireita. Tuotoksen lyhytaikaisen jyrkän laskun vaikutus tuotosvertailussa eliminoitiin eläinkohtaisen tuotoskäyrän perusteella tehdyllä korjauslaskulla olettaen tuotoksen lasku ilman häiriötä lineaariseksi.

Korkeammalla valkuaisen annostustasolla on 4-prosenttinen maitotuotos ollut ureajaksoilla 0.82 ± 0.11 kg eläintä kohti alempi kuin soijajaksoilla. Poikkeama oli jokaisen yksityisen eläimen kohdalla (12 kpl) samansuuntainen. Ero urean vahingoksi oli tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Alemmalla valkuaisen annostustasolla tuotos oli ureajaksoilla keskimäärin 0.32 ± 0.23 kg lehmää kohti päivässä alempi urealla kuin soijalla. Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä, kun otetaan huomioon molemmat ryhmät. Eläinten välinen vaihtelu oli ryhmissä III ja IV huomattava, sillä viidessä tapauksessa 12:sta poikkeama oli urean hyväksi, muissa sen vahingoksi.

Kuvassa 1 esitettyjä maitotuotoskäyriä tarkasteltaessa kiintyy huomio siihen, että tuotos näyttää pudonneen jyrkimmin siirtokausilla, jolloin soija on asteittain 10 päivän aikana korvattu urealla. Tämän johdosta suoritettiin tuotoksen alenemista ajan funktiona kuvaavien kulmakertoimien erojen testaus t-testillä (STEEL ja TORRIE 1960, p. 173). Soijajaksoille, ureajaksoille sekä siirtokausille soijalta urealle ja urealta soijalle laskettiin kullekin omat regressiokertoimensa.

Koekausia edustamaan otettiin kunkin jakson 4 keskimmäistä viiden päivän keskiarvopistettä, ja kutakin siirtokautta edustamaan sitä välittömästi edeltäneen koekauden viimeinen, siirtokauden 2 sekä välittömästi seuranneen koekauden ensimmäisen 5-päiväjakson keskiarvopiste. Kutakin mainittua jaksoa edustava kulmakerroin on näin laskettu 16 keskiarvon perusteella. Vertailun tulokset esitetään taulukossa 4.

Todetaan, että kummallakin valkuaistasolla tuotos on laskenut nopeimmin siirryttäessä soijalta urealle. Ero on ollut H-tasoilla tilastollisestikin merkitsevä. Siirtyminen soijalta urealle ei ole aiheuttanut sanottavaa muutosta tuotostäyrän kulmakertoimessa soijaan verrattuna. Urealla tuotoksen lasku on ollut nopeampaa kuin soijalla. Samantapaisen käsityksen asiasta saa tarkastelemalla aikaisempien ureakokeiden tuloksia (LAMPILA 1968).

Edellä olevan perusteella näyttää siltä, että urean hyväksikäyttö ei ole ollut yhtä tehokasta totuttautumisen aikana kuin myöhemmin. Urean keskimääräinen lisäys siirtokaudella oli puheena olevassa kokeessa H-tasoilla 10—15 g ja L-tasoilla 6—7 g eläintä kohti päivässä. Näyttääkin siltä, että vieläkin hitaammin tapahtuva urealle siirtyminen voi olla eduksi.

Maitotuotoksen nopean alenemisen siirryttäessä proteiiniaruokinnalta urearuokinnalle ovat havainneet mm. ARCHIBALD (1943) ja OTAGAKI ym. (1959). Tietty adaptaatioaika näyttää olevan tarpeen proteiinia ureasta tehokkaasti syntetisoivan mikrobiston kehittymiseksi pötsissä (VIRTANEN 1966). Mikrobiston nopean sukupolvien vaihtumisen ansiosta tämä ei kuitenkaan viene kovin runsaasti aikaa. BARTH ym. (1961) totesivat *in vitro* -kokeiden perusteella, että mikrobiston adaptoituminen ei ole ensisijainen syy urean hyväksikäytön paranemiseen ajan mukana. Edellä mainitun sekä eräiden muiden tutkimusten mukaan (McLAREN ym. 1960, CLIFFORD ja TILLMAN 1968) urean hyväksikäytön paraneminen sitä pitemmän aikaa syötettäessä johtunee pikemmin eläinruumiin kuin bakteeriston adaptoitumisesta.

Adaptoituminen ureaan saattaa vaatia sitä pitemmän ajan, mitä suurempi osa proteiinista

Taulukko 4. Tuotostäyrien kulmakertoimet eri siirto- ja koejaksoilla t-testillä verrattuna. (b = kg/5 pv)

Table 4. Regression coefficients of the production curves during the different transition and test periods compared using t-test. (b = kg/5 days)

Jaksot — Periods	Korkeampi valkuaistaso Higher level of protein	Alempi valkuaistaso Lower level of protein
Soijaruokinta — <i>Soya feeding</i>	—0.0580 ^a	—0.1757 ^a
Urearuokinta — <i>Urea feeding</i>	—0.2820 ^b	—0.3915 ^b
Siirto soijalta urealle — <i>Transition from soya to urea</i>	—0.5210 ^c	—0.4390 ^b
Siirto urealta soijalle — <i>Transition from urea to soya</i>	+0.0510 ^a	—0.1113 ^a

Pystysarakkeilla olevat arvot, joilla on eri kirjainmerkki, eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (P < 0.01). Values without a common letter in the superscripts differ (P < 0.01).

on korvattu urealla (BARTH ym. 1961). Tämä on voinut osittain vaikuttaa tässä kokeessa todettuun erilaiseen tulokseen vertailtaessa soijaa ja ureaa kahdella valkuaistasolla. Urean muodossa annetusta N-lisästä ei H-tasoilla ole ehkä ollut samaa hyötyä kuin soijana annetusta.

Vaikka tämän kokeen perusteella ei voidakaan suoranaisesti verrata valkuaistasoja keskenään N-annostuksen riittävytyteen nähden on mielenkiintoista todeta, että 160 päivän aikana ei alemman valkuaistason ryhmissä (III ja IV) ole tapahtunut sellaista tuotoksen laskua, jonka voisi katsoa johtuneen valkuaisten niukkuudesta. Taulukon 4 luvut paljastavat kuitenkin, että tuotoksen lasku on ollut L-tasolla nopeampaa kuin H-tasolla.

Kun proteiinin korvaaminen urealla saattaa aiheuttaa muutoksia eläimen elintoiminnoissa aina entsyymisysteemejä myöten, voidaan lyhytaikaisten kokeiden perusteella tehdä vain varovaisia johtopäätöksiä varsinkin, jos koe-eläinten lukumäärä on ollut pieni. Näin ollen ei tunnu kovin yllättävältä, että samankaltaisilla ruokinnoina on saatu eri kerroilla ja eri paikoissa toisistaan poikkeavia tuloksia.

Yhdistelmä

1. Kaksi ryhmäjaksokokeena toteutettua maidontuotantokoea suoritettiin rinnakkaisesti samassa koepaikassa. Niissä verrattiin keskenään

ureaa ja soijaa tavanomaisten rehuannosten tyypitöydennyksenä erikseen kahdella valkuaisen annostustasolla.

2. Kaksikymmentäneljä lypsylehmää jaettiin 10 päivän tasoituskauden jälkeen neljään mahdollisimman samanarvoiseen ryhmään. Ryhmät jaettiin eri ruokinnoille arpomalla. Kaikkia neljää koekautta edelsi 10 päivän siirtoruokintaus, jolloin ruokintaa asteittain muutettiin seuraavan koekauden edellyttämällä tavalla. Koekaudet olivat 30 päivän pituisia.

3. Ruokinnassa laskettiin ylläpitotarpeeksi 3.80 ry ja 350 g srv 500 elopainokiloa kohti. Tuotantoa varten jäi kaikilla ryhmillä keskimäärin 0.42 ± 0.002 ry 4-prosenttiseksi muunnettua maitokiloa kohti. Perusrehuissa oli valkuaista ylläpitotarpeen lisäksi keskimäärin 43 ± 0.4 g srv/kg 4-prosenttista maitoa. Soija- tai urealisän jälkeen oli valkuaisen annostus korkeammalla annostustasolla 62 ± 0.7 g ja alemmalla 52 ± 0.5 g 4-prosenttiseksi muunnettua maitokiloa kohti, edellyttäen, että 2/3 urean tyyppistä oli käytettävissä srv:na. Energian enempää kuin valkuaisenkaan saannissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja soija- ja urearuokintajaksojen välillä.

4. Rehujen syönnistä on tiedot taulukossa 1. Urea annettiin kuivattuun melassileikkeeseen imeytettynä, jossa sitä oli keskimäärin 7.8 %. Urean prosenttinen osuus koko väkirehuseok-

sesta oli korkeammalla valkuaisen annostustasolla 1.7 % ja alemmalla 0.9 %. Urea-melassileike sekoitettiin ennen syöttöä huolellisesti muuhun väkirehuun. Urean osuus srv:sta maidon tuotantoa varten oli korkeammalla annostustasolla noin 30 % ja alemmalla noin 18 %.

5. Korkeammalla valkuaisen annostustasolla maitotuotos oli urearuokinnalla 0.82 ± 0.11 kg 4-prosenttista maitoa lehmää kohti päivässä alempi kuin soijaruokinnalla. Ero oli tilastollisesti merkitsevä ($P < 0.001$). Alemmalla valkuaisen annostustasolla tuotos oli ureajaksoilla 0.31 ± 0.23 kg 4-prosenttista maitoa lehmää kohti päivässä alempi kuin vastaavilla soijajaksoilla. Tämä ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä ($P > 0.05$).

6. Koekausien sekä siirtokausien 5-päiväjaksojen keskimääräisistä 4-prosenttisistä maitotuotoksista laskettujen regressioyhtälöiden kulkumakertoimien vertailu osoitti, että tuotoksen lasku ajan mukana oli jyrkin siirryttyessä soijaruokinnalta urearuokinnalle. Eräs mahdollinen syy tähän on, että urean hyväksikäytön tehokkuus on saattanut olla alhainen adaptaatiokauden aikana, joka ilmeisesti oli pitempi kuin 10 päivää etenkin urealisän ollessa runsas.

7. Eläinten elopaino lisääntyi jonkin verran kokeen aikana kaikissa ryhmissä.

8. Mitään urean syöttämisestä johtuvia terveyden häiriöitä ei kokeen aikana havaittu.

KIRJALLISUUTTA

- ANON. 1955. Fodermedlens sammansättning, smältbarhet och näringsvärde. Kungl. Lantbr.högsk. och Stat. Lantbr.förs.stat. Husd.förs. 29 p. Stockholm.
- ARCHIBALD, J. G. 1943. Feeding urea to dairy cows. Mass. Agr. Exp. Stat. Bull. 406. 16 p.
- BARTH, K. M., McLAREN, G. A. & ANDERSON, G. C. 1961. Relationship between microbial protein synthesis and the adaptation response. J. Anim. Sci. 20: 924—925.
- BRANDT, A. E. 1938. Tests of significance in reversal or switchback trials. Agr. Sta. Bull. 234: 60—87. Iowa.
- CLIFFORD, A. J. & TILLMAN, A. D. 1968. Urea and isolated soybean protein in sheep purified diets. J. Anim. Sci. 27: 484—489.
- CONRAD, H. R. & HIBBS, J. W. 1968. Nitrogen utilization by the ruminant. Appreciation of its nutritive value. J. Dairy Sci. 51: 276—285.
- HORWITZ, W., CHICHILLO, P., CLIFFORD, P. A. & REYNOLDS, H. 1965. Offic. Methods Analysis (A.O.A.C.) 10th Ed. Washington.
- LAMPILA, M. 1968. Urea supplements in the rations of dairy cows. Ann. Agric. Fenn. 7: 46—58.
- McLAREN, G. A., ANDERSON, G. C., WELCH, J. A., CAMPBELL, C. D. & SMITH, G. S. 1959. Diethylstilbestrol and length of preliminary period in the utilization of crude biuret and urea by lambs. J. Anim. Sci. 18: 1319—1326.
- OTAGAKI, K. K., WAYMAN, O., MORITA, K. & IWANAGA, I. I. 1956. Utilization of nonprotein nitrogen in rations of milking cows under Hawaiian conditions. J. Dairy Sci. 39: 1753—1758.

REID, J. T. 1953. Urea as a protein replacement for ruminants: a review. *Ibid.* 36: 955—996.
 STEEL, G. D. & TORRIE, J. H. 1960. Principles and procedures of statistics. 481 p. London.

VIRTANEN, A. I. 1966. Milk production of cows on protein-free feed. *Science* 153,1: 1603—1614.

SUMMARY

The partial substitution of protein by urea in rations for dairy cows

ESKO POUTIAINEN

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

1. Two double-reversal design experiments were carried out simultaneously on the same farm to compare urea with soya bean meal as a source of nitrogen in rations consisting of conserved forage and home-mixed barley-base concentrates. The comparison of N-sources took place separately on two different levels of protein supply according to the following scheme.

Group	1.	Test periods (à 30 days)		4.
		2.	3.	
I.....	HS	HU	HS	HU
II.....	HU	HS	HU	HS
III.....	LS	LU	LS	LU
IV.....	LU	LS	LU	LS

Symbols

H = high level of protein supply; c. 60 g DCP/kg FCM
 L = low level of protein supply; c. 50 g DCP/kg FCM
 S = N-supplementation with soya
 U = N-supplementation with urea

2. Twenty-four lactating cows were observed for a preliminary period of 10 days and then were assigned to four groups in which animals were matched for several lactation characteristics. Allocation was at random to sequences of the following ratios; high or low level of available nitrogen supplied by urea or soya bean meal. All the four experimental periods were preceded by a transition period of 10 days, during which time the feeding was gradually changed in preparation for the following test period. Each experimental period was of 30 days' duration.

3. Calculations indicated that 0.42 ± 0.002 f.u. (f.u. = 0.7 starch unit) per kg FMC were available for milk production in excess of the amount attributed to the maintenance (3.80 f.u./500 kg live weight). The basic ration used in these experiments, before addition of urea or soya, was assessed as supplying the digestible crude protein (DCP) requirement for maintenance (350 g DCP/500 kg live weight) plus a surplus of 43 ± 0.4 g/kg

FCM towards the requirement for production. With the urea or soya supplements the levels of DCP (provided that 2/3 of the urea nitrogen has been utilizable as DCP) assessed by calculation as available for production were 62 ± 0.7 g/kg FCM at the high level of supplementation and 52 ± 0.5 g/kg FCM at the low level. No significant differences were found in the supply of energy or DCP per kg of milk (FCM) produced in the different experimental periods.

4. The intake of the rations is shown in Table 1. Urea was given in the dried molasses beet pulp in which the content was 7.8 %. The overall content of urea in the air-dry concentrates in the diet was 1.7 % and 0.9 % for the high and low levels of supplementation, respectively. The proportion of urea in the total DCP available for milk production was 30 % and 18 % on the high and low levels, respectively.

5. At the high level of supplementation, milk production from the urea-supplemented ration was 0.82 ± 0.11 kg FCM per cow per day less than that of the ration supplemented with soya bean meal. This difference was highly significant ($P < 0.001$). Milk production from the ration supplemented by the low level of urea was 0.32 ± 0.23 kg FCM per cow per day lower than the equivalent soya ration but this difference did not attain significance ($P > 0.05$) (Fig. 1, Table 2).

6. Regression analysis of FCM yield (5 day averages) on time indicated that the decrease in daily milk yield of FCM was more rapid during the transition from soya to urea-supplemented rations than during the following experimental period (Table 4). A possible reason for this is that urea may be less efficiently utilized during the period of adaptation, which appeared to be more than 10 days, at least in animals receiving the high levels of supplementation.

7. The live weight of the animals increased slightly during the experiment (Table 3).

8. No ill-health was observed in the animals whilst they were receiving the rations supplemented with urea.

THE INFLUENCE OF SOME DIETARY FACTORS ON THE
NEUTRALIZATION OF ACIDS IN THE RETICULO-
RUMEN OF THE COW

ESKO POUTIAINEN

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

Received April 22, 1969

Digestion in ruminants takes place largely in the reticulo-rumen as a result of microbial fermentation. The efficient utilization of food will therefore depend primarily on the existence of conditions favourable for continuous optimum bacterial activity in this part of the alimentary tract. The maintenance of a stable pH in the rumen is one of the factors necessary for this occur. Not only does high acidity slow down microbial cellulytic and proteolytic activity (WARNER 1956, LAMPILA 1964, TILLEY et al. 1964) but the end-products of fermentation are also modified (ANNISON and LEWIS 1962, p. 61).

The pH of the rumen contents depends principally on the balance between the production and absorption of volatile fatty acids and the buffering power of the rumen contents, which is mainly affected by the alkaline salivary secretion. Low pH values in the rumen contents are mainly observed in diets which promote rapid volatile fatty acid production without at same time promoting secretion of saliva. On the other hand, a high rate of VFA formation indicates a high microbial fermentation activity in the rumen, which is generally regarded as desirable. Under these circumstances an increase in the neutralizing capacity of the rumen fluid would improve the situation. Several investiga-

tions have been made to determine the effect of addition of alkaline mineral supplements to rations with low pH characteristics. The effect on the rumen pH of addition of such minerals has varied from nil to a slight increase, depending mainly on the rate of supplementation and degree of acidity in the rumen (EMERY and BROWN 1961, NICHOLSON et al. 1963, HAWKINS and LITTLE 1968). Because no values for the secretion rate or composition of the saliva are usually given, it is hard to say whether the effect observed has been direct, due to the effect of the added minerals on the rumen fluid, or indirect, as a result of the accelerated circulation of neutralizing mineral elements contained in saliva. The latter alternative seems more likely, especially since the supplement has been small. The direct neutralizing capacity of dietary supplements seems to play a rather small role compared with the neutralizing capacity of saliva (POUTIAINEN 1968). Any great improvement in neutralizing capacity is obviously connected with increased salivary flow. The dietary factors affecting the »neutralizing flow», that is, the total neutralizing capacity of the rumen fluid during the feeding period, are of great importance for the maintenance of an optimum pH (6.5—6.9) in the rumen.

The object of the present study was to investigate the effect of some dietary factors on the total neutralizing flow through the reticulo-omasal orifice as compared with the flow of volatile fatty acids during the same feeding period. In addition, the buffering capacity of

mixed saliva and rumen fluid was measured and compared with the neutralizing capacity of the rumen fluid alone. Some relationships between these different quantities have been calculated and are presented as well.

Materials and methods

Animals and diets

The experiments were carried out with two rumen-fistulated Ayrshire cows INA and IRPU. The fistulations were made according to STODDARD et al. (1951) and the fistula opening was 5 cm in diameter.

The experimental periods consisted of two indoor feeding periods, 1964–65 and 1965–66. Cow INA calved on February 28, 1965, whereas IRPU was not in calf. The daily milk yield varied from 22 to drying off for INA and from about 8 kg to drying off for IRPU.

The animals were fed twice daily at 12-hour

intervals, at 05.00 and 17.00 hrs. One half of the ration in question was given at each feed. The compositions of the experimental diets included in the present investigation are shown in Table 1. The animals and diets are the same (two diets excluded) as in the earlier publication of the author (POUTIAINEN 1968), in which the animals and their feeding was described in greater detail.

The hay was ground so as to pass through a 1.5 mm screen. When ground hay was fed it was mixed into the concentrates. The mineral supplements were usually given mixed into the concentrates. On the »long hay only» diets, however, the minerals were given distributed in the hay, because the animals did not eat them evenly when they were offered separately.

In general, the ration supplied was consumed within three hours of the start of feeding. All feed residues were removed and weighed before the next feed. When long hay was fed it was always consumed completely. Shavings were used as bedding. The animals had free access to water. The experimental periods were preceded by a preliminary period of 10 to 27 days.

The amounts of feeds shown in Table 1 are as planned. The true dry matter consumption was 93–108 % of the intended level of dry matter dosage. However, in the case of the cow INA diets 4–6 represent the 11 kg dry matter level instead of the 12 kg, because she refused to eat the amount intended.

Sampling and preparation of samples

Rumen contents were sampled at regular 3-hour intervals during the 12-hour interval between feeds at 05.00–17.00 hrs. The

Table 1. Composition of experimental diets. (Number of diets the same as in the earlier paper. POUTIAINEN, 1968. Appendix)

Diet No.	kg dry matter per day**				long hay % of total DM	NaCl supplement g/day
	long hay	ground hay	concentr. mix- ture***	total		
1*	7.0	—	7.0	14.0	50	100
2*	7.0	—	7.0	14.0	50	50
3*	7.0	—	7.0	14.0	50	0
4	6.0	—	6.0	12.0	50	100
5	6.0	—	6.0	12.0	50	50
6	6.0	—	6.0	12.0	50	0
7	4.5	—	4.5	9.0	50	100
8	4.5	—	4.5	9.0	50	50
9	4.5	—	4.5	9.0	50	0
10	9.0	—	—	9.0	100	50
12	0.9	3.6	4.5	9.0	10	50
13	3.0	—	3.0	6.0	50	50
15	6.0	—	—	6.0	100	50
17	0.6	2.4	3.0	6.0	10	50
18*	3.0	—	—	3.0	100	50
19*	1.5	—	1.5	3.0	50	50
20*	0.3	1.2	1.5	3.0	10	50

* Only one cow on this diet.

** Dicalcium phosphate 100 g/day with all diets.

*** Barley 45 %, oats 45 %, commercial protein rich mixture 10 %.

first samples were taken immediately before the 05.00 feeding and the last immediately before the 17.00 feeding. At each time samples were taken from four different parts of the rumen, representing the contents in the upper, central, lower and lower fore parts. The precise positions of these different sampling points were made clear in an earlier publication (LAMPILA and POUTIAINEN 1966, pp. 280—282). The samples from the upper and central parts, where the contents were fairly solid, were taken with a pair of forceps having long fluted jaws. This material was then squeezed by hand to obtain a sample of rumen liquor. The samples of the more fluid contents of the lower and lower fore parts were taken by means of a brass tube (LAMPILA 1964, p. 29). The solid material was pushed back into the rumen via the fistula after the fluid had been squeezed from it.

Samples of the mixed saliva were taken at 0, 6 and 12 hours after the beginning of feeding. The saliva samples were taken by means of a perforated capsule inserted into the oesophagus of the animal. The device and procedure were described in greater detail in an earlier paper (POUTIAINEN and LAMPILA 1967).

Preparation of samples. The samples of rumen fluid and saliva were transported immediately from the cowshed to the laboratory in stoppered flasks. The samples of rumen fluid were then centrifuged for 20 minutes at 4 000 r.p.m. The supernatant was used for chemical analyses. Part of the centrifuged fluid was immediately put in the freezer (-20°C) and these subsamples were used later for measurements of total volatile fatty acids and neutralizing capacity by steam distillation. All the other measurements were made within two days from sampling and the samples were kept at $+4^{\circ}\text{C}$. The saliva samples were used for analyses without preparation.

The sampling procedure was repeated three times for each diet with a 24-hour nonsampling interval between each sampling. The measurements of polyethylene glycol (PEG), sodium (Na) and potassium (K) were made separately

on each individual sample taken from rumen fluid or saliva. However, for measurements of buffering and neutralizing capacity the samples of three separate days were bulked up. The samples representing different intervals from the beginning of feeding as well as those from different parts of the rumen were handled and analysed separately.

Analytical methods

PEG — The polyethylene glycol determinations were made according to the method of HYDÉN (1956). However, for measuring turbidity a nephelometer was used instead of a spectrophotometer. The reading was taken exactly 5 minutes after the addition of trichloroacetic acid.

Na — The sodium concentration was determined on the rumen fluid and saliva, using a Beckman sodium electrode and a Model 76 pH meter with expanded scale (POUTIAINEN and LAMPILA 1966).

K — The potassium was determined directly from the diluted rumen fluid or saliva samples, using a flame photometer.

Buffering capacity — 15 ml of rumen fluid or saliva was titrated on a Beckman pH meter, using 1 N HCl as the titrant. The volume of HCl required to produce each 0.5 pH unit change from the initial reading to pH 5.0 was measured for both rumen liquor and saliva samples. The milliequivalents of HCl needed to bring the pH to the end-point of 5 calculated per litre of saliva or rumen fluid was taken as their buffering capacity. No attempt was made to prevent loss of CO_2 from the rumen fluid during preparation and titration of the sample, except that samples were stored in rubber-stoppered flasks. This point will be discussed later on.

Neutralizing capacity — The neutralizing capacity (NC) of the rumen fluid was measured from the frozen samples by two separate steam distillations, in basically the same way as reported by LAMPILA (1964, p. 29—30). The samples were thawed overnight in a cold store at $+4^{\circ}\text{C}$ and then taken for analyses.

Two separate duplicate steam distillations, were made for each sample. The first was for measuring the total amount of volatile fatty acids (VFA salts + free acids) and the second for measuring those existing as salts only. The later value has been taken to represent the amount of alkali in the sample which was available for neutralizing the volatile acids. In this paper this value will be called the neutralizing capacity of the rumen fluid.

The measurements in question were made in the following way:

Total VFAs were determined by steam distillation according FRIEDEMANN (1938), using 5 ml of original centrifuged rumen fluid without any further preparation. Nitrogen was passed through the distillate for 10 minutes to remove any CO₂ present before titration with 0.1 N NaOH, using phenolphthalein as indicator.

VFA salts (neutralizing capacity) —5 ml of centrifuged rumen fluid + 5 ml 0.1 N acetic acid were pipetted into a 50-ml beaker. After stirring, the liquid was evaporated to dryness on a hot water bath. The residue was then

dissolved in 5 ml of hot distilled water by stirring with a glass rod and the solution was re-evaporated to dryness. This procedure was repeated three times, preliminary tests having indicated that this was necessary for complete removal of all the free volatile acids. The residual combined volatile fatty acids were then redissolved in water and determined by the method described for total volatile fatty acids.

Measurement of flow of the rumen fluid and saliva through the reticulo-omasal orifice

The total flow of fluid through the reticulo-omasal orifice was measured using polyethylene glycol (PEG) as a reference substance. The contribution of saliva to the total flow of fluid was calculated by subtracting the moisture content of the feed and the drinking water from the total flow of fluid. The details of these calculations have been given in an earlier publication (POUTIAINEN 1968, pp. 28—29).

Results and discussion

Buffering capacity of mixed saliva and rumen fluid

Effect of dry-matter intake level —The buffering capacity (BC) of the mixed saliva (m-equiv./l) at different levels of dry-matter intake and of samples taken at different intervals after the initial 05.00 feed are shown in Figs. 1 and 2. The values for the BC of rumen fluid on the same diets are shown in Figs. 3 and 4.

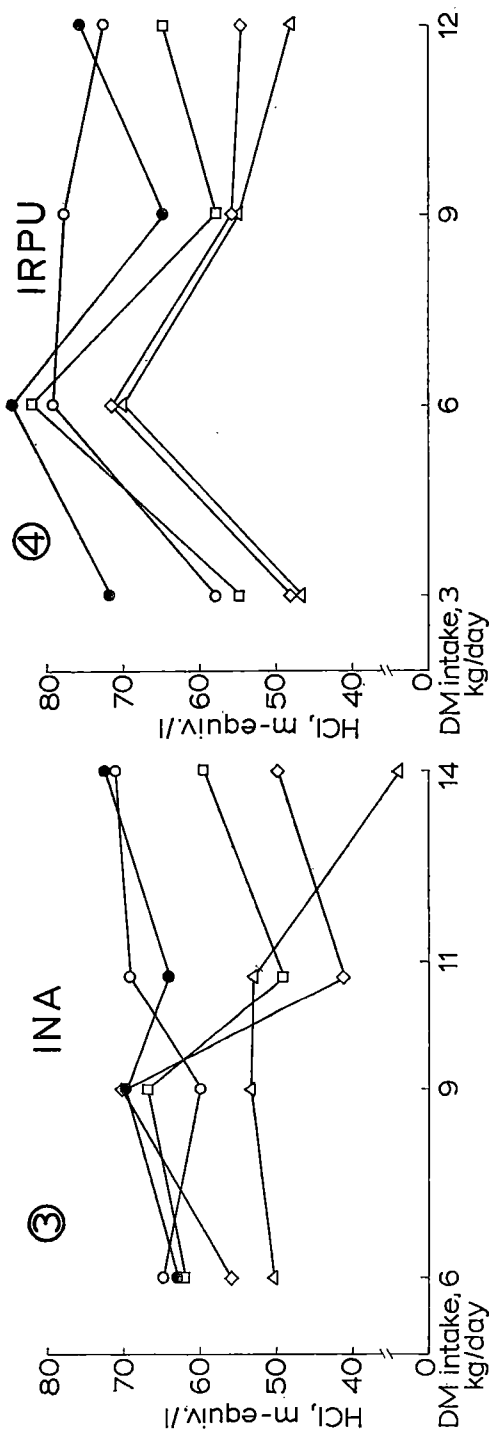
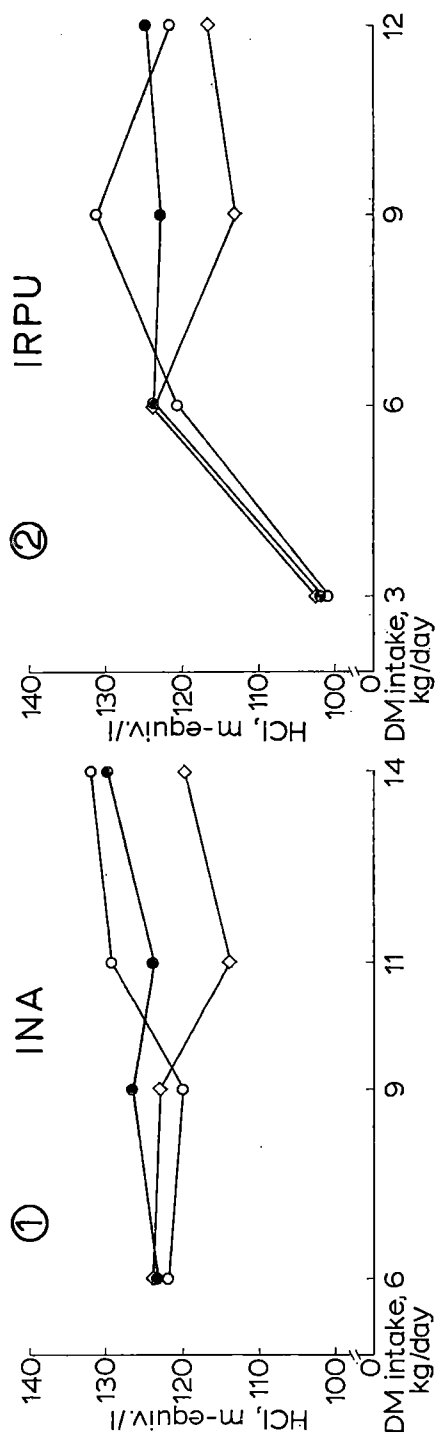
The BC of the mixed saliva did not vary much at dry-matter intake levels of 6 to 12 kg/day, the average being 124 m-equiv./l. The BC was slightly higher at the 14 kg DM intake level (INA) and about 20 % lower at the 3 kg DM intake level (IRPU).

PUTNAM et al. (1966 a) observed a significantly ($P < 0.025$) higher buffering capacity in the parotid saliva in steers fed at the 2.0 or 2.6 %

rate of empty body weight than in those fed at the 0.8 or 1.4 % rate of feed intake. A positive relation between the salivary flow rate and buffering capacity of saliva has been reported by BODA et al. (1965) and OLTJEN et al. (1965).

The tendency for the buffering capacity of saliva to increase with increasing dry matter intake is obviously connected with the higher concentration of neutralizing mineral elements in the saliva. The amounts of sodium and bicarbonates in saliva decrease as the DM intake decreases and the slight increase of potassium and phosphate does not compensate for this completely (BAILEY and BALCH 1961, POUTIAINEN 1968).

The average buffering capacity of the rumen fluid decreased when the DM intake increased (Figs. 3—4). This tendency was observed when the DM intake rose over 9 kg/day for INA and



Figs. 1—2. The buffering capacity of the mixed saliva in samples taken at 0 —○—, 3 —△—, 6 —□—, and 12 —●— hours after the first (05.00 h) feed at different levels of dry-matter intake. The capacity is expressed as m-equiv. of HCl needed to lower the pH of one litre of saliva to 5.0. Figs. 3—4. The buffering capacity of the rumen fluid 0 —○—, 3 —△—, 6 —□—, and 12 —●— hours after the first (05.00 h) feed at different levels of dry-matter intake. The capacity is expressed as m-equiv. of HCl needed to lower the pH of one litre of rumen fluid to 5.0.

Table 2. The buffering capacity of mixed saliva and rumen fluid for diets containing different amounts of dry matter and additional NaCl. The results are expressed as m-equivalents of HCl needed to lower the pH of one litre of saliva or rumen fluid to 5.0

DIETS			Buffering capacity, m-equiv./l										
DM kg/day	NaCl g/day	% long hay from DM	in saliva					in rumen fluid					
			hours since the first (05.00) feed										
			0	6	12	Mean	0	3	6	9	12	Mean	
cow INA	14	100	50	126	129	127	127	69	39	44	59	69	53
	14	50	50	132	121	130	128	73	34	51	59	72	54
	14	0	50	126	122	127	125	72	40	44	53	68	52
	11	100	50	125	120	123	123	69	54	53	55	56	56
	11	50	50	129	115	124	123	69	53	41	49	64	53
	11	0	50	—	—	—	—	92	—	66	—	90	—
cow IRPU	12	100	50	122	119	124	122	97	50	58	77	88	70
	12	50	50	122	118	126	122	74	49	55	65	77	61
	12	0	50	129	127	130	129	84	—	44	—	92	—
	9	100	50	131	126	130	129	75	60	56	59	64	61
	9	50	50	132	113	123	123	77	56	57	58	66	61
	9	0	50	123	120	124	122	69	43	45	62	75	56

6 kg/day for IRPU. The effect was most pronounced in samples taken 3 hrs after the beginning of feeding. The differences in the BC of the rumen fluid between sampling times increased when the DM intake was increased. TURNER and HODGETTS (1955) reported that the interval after feeding may influence the buffering characteristics of rumen fluid. This was the case here, as can be seen in figures 3 and 4. The increase in the DM intake has been observed to decrease the amount of saliva secreted per unit of weight of DM eaten (WILSON and TRIBE 1963, PUTNAM et al. 1966 a). This could be one of the reasons for the low buffering capacity of rumen fluid at high levels of feed intake. As reported previously (POUTIAINEN 1968, pp. 33—35), no distinct decreasing effect on the flow of saliva was actually observed with the diets in question. However, the BC values of rumen fluid given here obviously depend on the level of volatile fatty acids present in the rumen liquor. When samples are titrated to the same end-point, the amount of HCl consumed will indicate the buffering capacity of the rumen fluid between the original pH value and the end-point of 5. The end-point of pH 5.0 was used as a basis for calculations, because no attempt was made to prevent loss of CO₂ during

the preparation and titration of samples. According to TURNER and HODGETTS (1955, pp. 135—136), the titration curves at the various pCO₂ values were virtually superimposable at pH values of less than 5.2—5.4. Thus, the consumption of HCl is apparently independent of the pCO₂ in the original sample. Furthermore, the bicarbonate and phosphate buffer systems operate within a pH range of 5.5—7.5 and these were the main points of interest in this experiment. The relationship between the buffering capacity, acid concentration and volatile fatty acid: neutralizing capacity ratio in the rumen fluid is discussed later in this paper.

Effect of sodium supplementation—The dependence of buffering capacity in mixed saliva and rumen fluid on the sodium supplementation at different levels of DM intake is seen in Table 2.

Na supplementation had little effect on the BC of saliva. There was a tendency for the BC of rumen fluid to decrease as Na supplementation decreased. The BC of saliva was slightly lower in samples taken 6 hrs after feeding than in those taken 0 or 12 hrs after feeding, irrespective of the level of Na supplementation. The BC of rumen fluid was about 40—100 % higher in 0- and 12-hr samples than in 3- or 6-hr

Table 3. The buffering capacity of mixed saliva and rumen fluid for diets containing different amounts of dry matter and different proportions of long hay in the ration. The results are expressed as a m-equivalents of HCl needed to lower the pH of one litre of saliva or rumen fluid to 5.0

DIETS			Buffering capacity, m-equiv./l										
DM kg/day	NaCl g/day	% long hay from DM	in saliva				in rumen fluid						
			hours since the first (05.00) feed										
			0	6	12	Mean	0	3	6	9	12	Mean	
cow INA	9	50	100	121	130	125	125	66	57	52	60	64	59
	9	50	50	121	123	128	124	60	54	71	68	70	65
	9	50	10	128	113	122	121	50	47	58	57	53	54
	6	50	100	123	116	125	121	51	59	52	56	56	55
	6	50	50	122	125	124	124	65	51	56	62	65	59
	6	50	10	129	112	121	121	63	40	46	47	64	49
cow IRPU	9	50	100	121	115	119	118	70	62	54	67	78	64
	9	50	50	132	113	123	123	78	56	57	58	65	61
	9	50	10	125	125	125	125	66	48	46	50	54	51
	6	50	100	118	122	121	120	75	79	63	68	74	71
	6	50	50	122	125	125	124	80	71	73	83	85	78
	6	50	10	121	121	126	123	58	44	55	56	65	54
	3	50	100	110	103	113	109	58	60	47	53	55	54
	3	50	50	103	102	103	103	58	47	49	55	73	54
	3	50	10	107	100	107	105	66	47	65	52	57	57

samples, again irrespective of the Na supplementation level.

HAWKINS et al. (1965) observed that the buffering capacity of parotid saliva was affected by the amount of supplemental Na fed to steers. They measured the buffering capacity by the amount of acetic acid required to reduce the pH of saliva to 6.5.

The lower BC of rumen fluid at the 0 level Na supplementation was obviously due to the lower rate of salivary flow, with the consequently smaller amount of neutralizing minerals, which had been observed with those diets (POUTIAINEN 1968).

Effect of the proportion of long hay in the ration—The values obtained for the BC of mixed saliva and rumen fluid for the varying proportions of long hay in the ration at the three different levels of intake are presented in Table 3.

No response was seen in the BC of saliva for the different proportions of long hay. The average capacity was about 120–130 m-equiv./l, being however somewhat lower (100–110 m-equiv./l) at the 3 kg DM level.

The BC of rumen fluid was lower when only 10 % DM was long hay (except at the 3 kg DM level) than it was when the proportion was 50 or 100 %. The BC values were approximately the same at the two higher (50 and 100 %) long hay proportions. The influence of the time interval from the beginning of feeding is again seen in these values (Table 3).

The BC of saliva was not significantly affected by the hay:grain ratio or pelleting treatment in the experiments of PUTNAM et al. (1966 b). On the other hand, OLTJEN et al. (1965) reported significantly higher BC in the saliva when the diet consisted of hay (65 % ground and passed through a 10-mm screen) plus concentrates than when the animals were fed purified diets.

The lower BC in the rumen fluid on diets containing 10 % long hay was expected, since there was a considerable fall in the flow of saliva when the animals were fed this particular ration. The flow of saliva per kg DM consumed at the 100, 50 and 10 % long hay proportion levels was respectively 13.9, 12.0 and 6.3 l/kg DM eaten for INA and 11.6, 12.4 and 8.6 l/kg DM eaten for IRPU (POUTIAINEN 1968, p. 56).

At the same time, there was an increase in the VFA concentration in the rumen fluid. The mean VFA concentration averaged 111 m-equiv./l at the 10 % level of long hay compared to 102 m-equiv./l at the 50 % level and 96 m-equiv./l at the 100 % level of long hay. As a result of these changes, the volatile fatty acid: neutralizing capacity ratio in the rumen fluid was increased when the level of long hay in the diet was 10 %. Such effects of increased fineness of material in the diet have been observed by several others (ORTH and KAUFMANN 1964, OLTJEN et al. 1965, PUTNAM et al. 1966 b).

There were small changes in the Na and K concentrations in rumen fluid between different long hay proportions at different DM intake levels. The Na content tended to increase slightly as the proportion of long hay decreased. This was obviously mainly due to the previously noted decrease in the rumen fluid volume. The comparisons of mineral elements or VFAs in the rumen in terms of concentrations without knowledge of volume or flow of rumen fluid often give erroneous results for the total amount present or produced on a certain diet.

Neutralizing capacity of rumen fluid

Effect of the level of dry matter intake—The neutralizing capacity (NC) of rumen fluid at different levels of DM intake is presented in Fig. 5. The respective VFA:NC ratios are given in Fig. 6.

The values obtained for the NC of rumen fluid, using the method described, in fact express the capacity available for neutralizing VFAs and other acids that are volatile in steam distillation including carbonic acid. There is hardly any reason to assume that on the diets in question (100 % hay or 50 % hay + 50 % concentrates) lactic acid was present in any significant concentrations in the rumen contents. On the other hand, the effect of ammonia as a neutralizing element is obviously excluded by this method. The results of BRIGGS et al. (1957) indicated that the correlation between rumen ammonia level and pH was seldom significant.

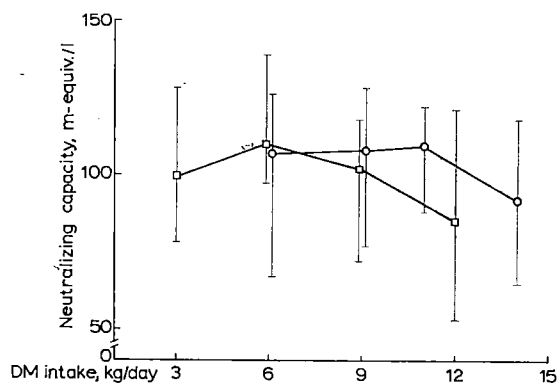


Fig. 5. The neutralizing capacity of the rumen fluid at different levels of dry-matter intake for cow INA (—○—) and cow IRPU (—□—). The vertical cross-lines indicate the range of variation.

A ratio of VFA:NC equal to 1 does not, of course, mean a neutral pH in the rumen, because carbonic acid is always present in certain amounts in equilibrium with CO_2 .

As can be seen in Fig. 5, the NC of rumen fluid tended to decrease when the DM intake increased. In this respect the differences between the low levels of DM intakes were not great but the effect became more pronounced at the highest levels (11 and 14 kg DM/day INA; 9 and 12 kg DM/day IRPU). However, a low NC was observed at the lowest level of DM

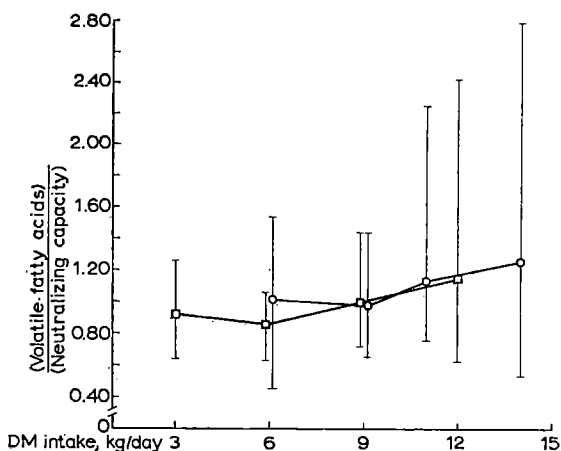


Fig. 6. The ratio $\frac{\text{volatile fatty acids}}{\text{neutralizing capacity}}$ in the rumen fluid at different levels of dry-matter intake for cow INA (—○—) and cow IRPU (—□—). The vertical cross-lines indicate the range of variation.

intake (3 kg/day IRPU). The effect of the DM intake on the NC was statistically highly significant ($P < 0.001$).

As can be seen from Fig. 5, the variation in the NC was rather large. Most of this variation was due to the variation of NC between sampling times (0, 3, 6, 9 and 12 hours after the commencement of feeding). These differences were statistically highly significant ($P < 0.001$). The lowest values during the feeding period were found 3 or 6 hrs after feeding and the highest values usually immediately before feeding. There was some interaction between DM intake and time of sampling on the NC but to clear pattern was observed. The differences between the sampling points were not significant.

A more precise picture of the neutralization situation in the rumen fluid than NC alone is given by the VFA:NC ratio as expressed in Fig. 6. The VFA:NC ratio rose when the DM intake was increased. The excess of acids over bases available (i.e. VFA:NC > 1) at the same time was found at DM intake levels of 9 kg and above. The mean value of the VFA:NC ratio was very nearly 1 for intake levels of 3 to 9 kg DM/day. The variation in the VFA:NC ratio within the diet increased with increasing levels of DM intake. It varied from 0.63 to 1.43 (INA) and 0.62 to 1.03 (IRPU) at the 6 kg DM level compared with 0.61 to 2.42 at the 12 kg DM level (IRPU) and 0.57 to 2.80 at the 14 kg

DM level (INA). The variation within the diet was mainly due to the variation between sampling times, the variation becoming larger when DM intake increased. The differences in VFA:NC ratio between DM intake levels, between sampling times and also between sampling points were all significant ($P < 0.001$). The last-mentioned difference was not observed in NC values. The VFA:NC ratio was 15–20 % higher in samples taken from the upper or central part of the rumen compared with the ratios in samples taken from the lower or lower fore part.

The decreasing tendency in NC with increasing level of DM intake was, as mentioned earlier, a result of the diminishing secretion of alkali metals (Na, K) in the saliva.

The VFA:BC ratio, on the other hand, depends on the concentration of VFAs in the rumen fluid, as well as on NC. The VFA concentration, however, increased as the level of the DM intake was increased, as has also been observed by other workers (WILLIAMS and CHRISTIANSEN 1956, BAILEY and BALCH 1961).

Effect of sodium supplementation—The effect of Na supplementation on the NC and the VFA:BC ratio in the rumen fluid is seen in Figs. 7 and 8. The vertical cross-lines express the whole range of variation, including differences between sampling times as well as sampling points.

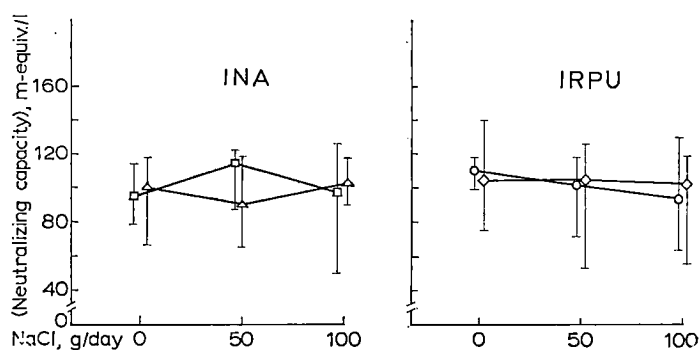


Fig. 7. The neutralizing capacity of rumen fluid of the cows INA and IRPU on diets containing different amounts of dry matter and added NaCl. The vertical cross-lines indicate the range of variation. Symbols: DM intake kg/day; 9 —○—, 11 —□—, 12 —◇— and 14 —△—.

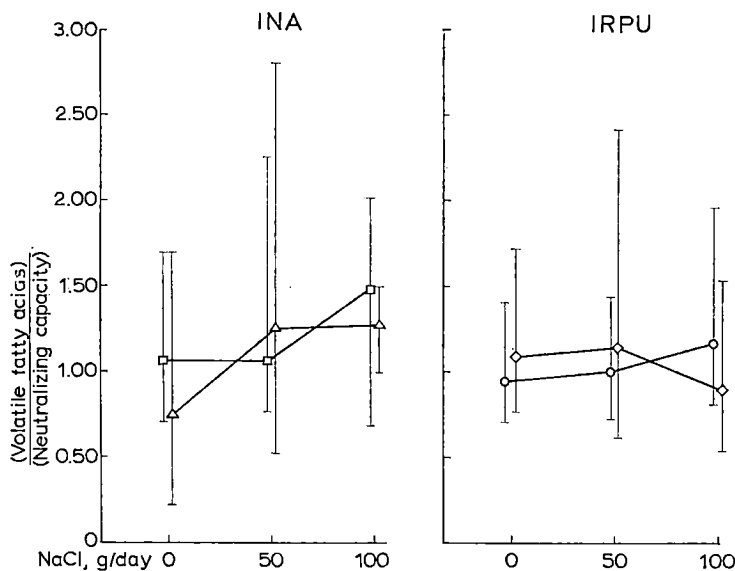


Fig. 8. The ratio $\frac{\text{volatile fatty acids}}{\text{neutralizing capacity}}$ in the rumen fluid of cows INA and IRPU on diets containing different amounts of dry matter and added NaCl. The vertical cross-lines indicate the range of variation. Symbols: DM intake kg/day; 9 —○—, 11 —□—, 12 —◇— and 14 —△—.

There was no correlation between variation in NC and Na supplementation. The VFA:NC ratio rose slightly when Na supplementation was increased. The effect was only statistically significant ($P < 0.05$) in the case of cow INA. The reason for the higher VFA:NC ratio on the 100 g and 50 g levels of Na supplementation was, in fact, the higher concentration of VFAs rather than the change in the NC of rumen fluid. Sodium supplementation did not affect the concentration of VFAs in rumen fluid in the experiments of HAWKINS *et al.* (1965). HAWKINS and LITTLE (1968) observed even lower concentrations of VFAs when they added twice the volume of saliva initially secreted from one parotid gland to the rumen. The higher VFA concentration on the Na-supplemented diets than on the diets without Na supplementation could have been the result of changes in the rate of absorption of VFAs through the rumen wall. Because of the higher BC of rumen fluid on Na-supplemented diets, (Table 2) the pH may have been higher despite the higher concentration of VFAs present. According to

BRIGGS *et al.* (1957), at any given VFA level the rumen pH on grain diets was significantly lower than on roughage diets.

Effect of the proportion of long hay in the ration—The proportion of long hay consisted of 100, 50 or 10 % of the total DM intake. In the last two rations 50 % of the DM was concentrates. When the proportion of long hay was reduced to 10 %, the remaining 40 % was ground to pass a 1.5 mm screen.

The results of the NC measurements and the VFA:NC ratios are given in Figs. 9 and 10.

The NC decreased when the proportion of long hay in the ration decreased, the greater part of the decrease occurring when the proportion was decreased from 50 to 10 % of the DM. The effect of the proportion of long hay on the NC in the rumen fluid was only significant in the case of cow IRPU ($P < 0.01$). The VFA:NC ratio in the rumen fluid decreased with increasing amount of long hay in the ration. This can be seen in Fig. 10. The effect was significant in the cow IRPU ($P < 0.05$).

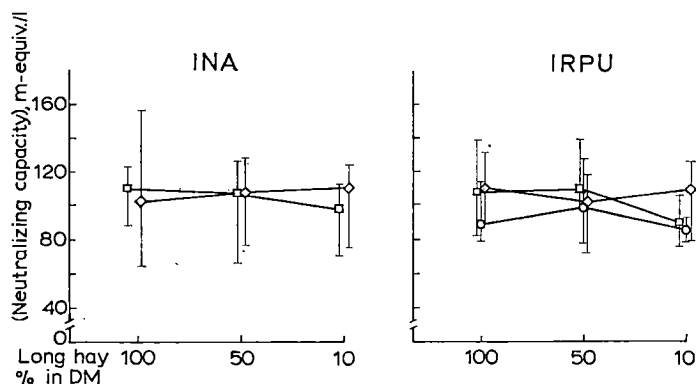


Fig. 9. The neutralizing capacity of the rumen fluid of cows INA and IRPU on diets containing different amounts of dry matter and different proportions of long hay in the dry matter. The vertical cross-lines indicate the range of variation. Symbols: DM intake kg/day; 3 —○—, 6 —□— and 9 —◇—.

Relationships between the various characteristics of the rumen fluid

The relationships between the NC and BC to each other and the VFA:NC ratio in the rumen fluid are presented in Table 4.

A positive but not statistically significant

correlation was found between the BC and NC of the rumen fluid.

The relationship between the BC and VFA:NC ratio was rectilinear on a logarithmic scale. The correlation coefficient was rather high, negative and statistically highly significant ($P < 0.001$).

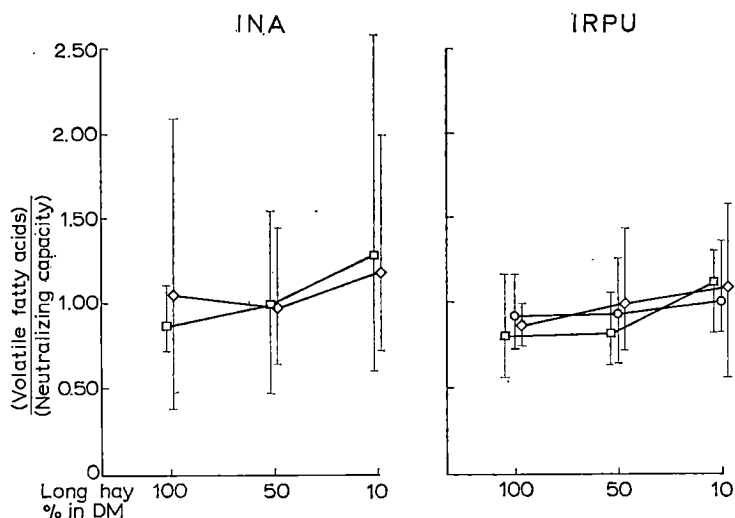


Fig. 10. The ratio $\frac{\text{volatile fatty acids}}{\text{neutralizing capacity}}$ in the rumen fluid of cows INA and IRPU on diets containing different amounts of dry matter and different proportions of long hay in the dry matter. The vertical cross-lines indicate the range of variation. Symbols: DM intake kg/day; 3 —○—, 6 —□— and 9 —◇—.

Table 4. The relationship between the various characteristics of the rumen fluid

Independent variable (X)	Dependent variable (Y)	Number of measurements	b $\pm$ S.E.	r $\pm$ S.E.	Sig.
Buffering capacity	Neutralizing capacity volatile fatty acids	117	+0.229 $\pm$ 0.290	+0.222 $\pm$ 0.091	NS
Log ₁₀ buffering capacity	Log ₁₀ neutralizing capacity	117	-0.657 $\pm$ 0.075	-0.634 $\pm$ 0.070	***
Volatile fatty acids	Buffering capacity	117	-0.321 $\pm$ 0.047	-0.538 $\pm$ 0.079	***
Volatile fatty acids	Neutralizing capacity	117	+0.073 $\pm$ 0.057	+0.119 $\pm$ 0.093	NS

*** P < 0.001

A moderately strong negative correlation existed between the VFA concentration and the BC of the rumen fluid. No correlation was found between the VFA concentration and the NC of the rumen fluid.

The BC measured here represents the quantity of hydrogen ions in m-equiv. per litre required to lower the pH from its original value to 5.0. Hence the value will depend on the VFA concentration, which is inversely related to the pH values. On the other hand, the pH of the rumen obviously depends more on the ratio of acids:salts than on the absolute quantity of

either. Thus, the high VFA:NC ratio produces a lower pH and lower buffering capacity.

»Neutralizing flow» through the reticulo-omasal orifice

On multiplying the average NC (m-equiv./l) by the flow of fluid through the reticulo-omasal (R-O) orifice during a given period of time, one has a value which expresses the whole NC flowing through the R-O orifice. In this paper this is termed the »neutralizing flow» and is expressed as equivalents/12 hours.

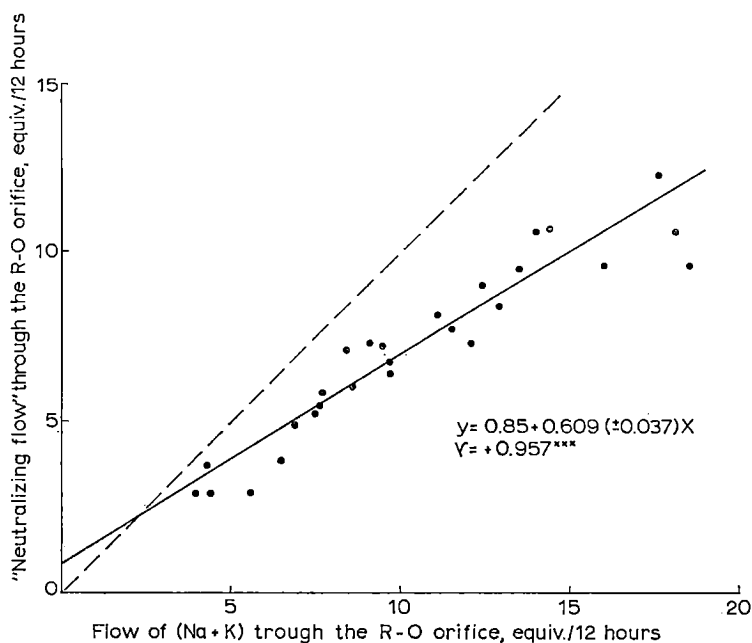
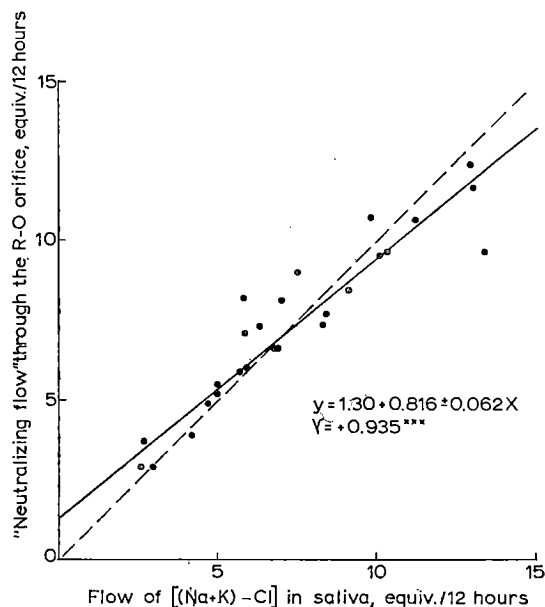
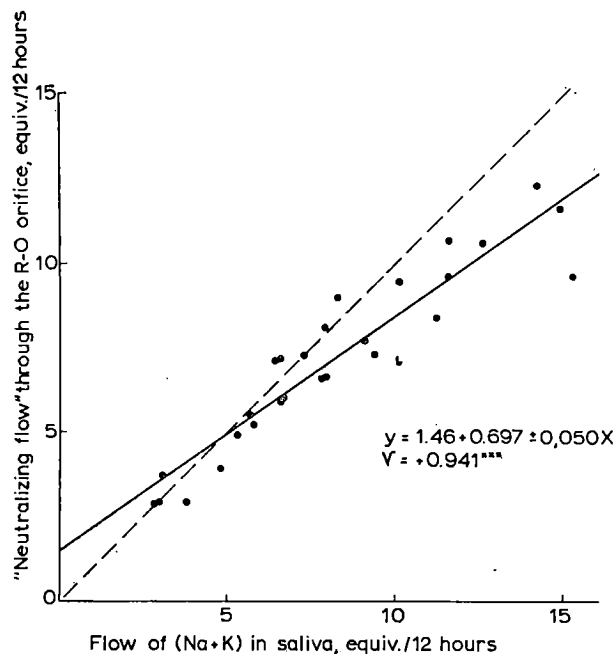


Fig. 11. The relationship between the flow of [Na + K] and the »neutralizing flow» in the rumen fluid through the reticulo-omasal orifice during the 12-hour interval between feeds.



Figs. 12—13. The relationships between the salivary $[Na + K]$ flow (Fig. 12) and salivary $[(Na + K) - Cl]$ flow and the «neutralizing flow» through the reticulo-omasal orifice during the 12-hour interval between feeds.

In Fig. 11 the «neutralizing flow» is plotted against $[Na + K]$ in equivalents transferred through the R-O orifice during the 12-hr periods, and in Fig. 12 against $[Na + K]$ introduced into the rumen with saliva. Each point indicates one diet.

A high positive and highly significant ($P < 0.001$) correlation existed between the flow of $[Na + K]$ and the neutralizing flow through the R-O orifice. Similarly, a high positive and highly significant ($P < 0.001$) correlation existed between the $[Na + K]$ flow in the saliva and the neutralizing flow through the R-O orifice. The regression coefficients indicate that when the flow of $[Na + K]$ in rumen fluid increased by 1 equiv. the «neutralizing flow» increased by 0.61 equiv., and when the $[Na + K]$ flow reaching the rumen in the saliva increased by 1 equiv. the «neutralizing flow» increased by 0.70 equiv.

The «neutralizing flow» through the R-O orifice is primarily dependent on the volume and composition of the saliva secreted. Further-

more, since the $[Na + K]$ represents about 98 % of the total cations in the saliva (PHILLIPSON and MANGAN 1959), which are mainly secreted as bicarbonates and phosphates, the high correlation between the flow of $[Na + K]$ and the «neutralizing flow» becomes intelligible. However, some of the sodium and potassium will be present as chlorides and these will not have any neutralizing effect on the acids. Therefore in Fig. 13 the «neutralizing flow» through the R-O orifice is also plotted against the $[(Na + K) - Cl]$ flow in the saliva. The correlation was highly positive and highly significant ($P < 0.001$). The regression coefficient indicated that the «neutralizing flow» was almost completely explained by the flow of $[(Na + K) - Cl]$ in the saliva.

Influence of the proportion of long hay in the ration on the total flow of $[Na + K]$ in the rumen fluid and saliva and on the flow of VFAs compared to the «neutralizing flow» through the R-O orifice are expressed in Fig. 14.

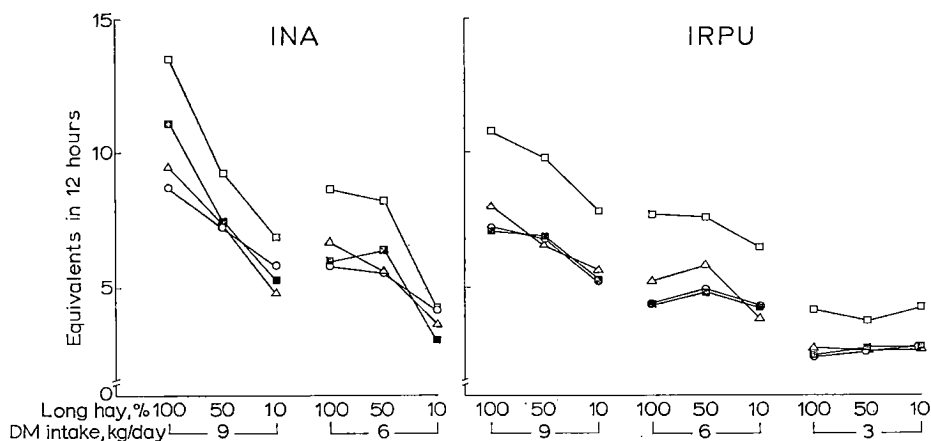


Fig. 14. The flow of some component of the rumen fluid and saliva through the reticulo-omasal orifice for diets containing different amounts of dry matter and different proportions of long hay in the dry matter. Symbols: —□— [Na + K] in the rumen fluid; —■— [Na + K] introduced by saliva; —○— [VFA] in the rumen fluid and —△— [»neutralizing flow«] in the rumen fluid.

Of the total flow of [Na + K] in the rumen through the R-O orifice the salivary [Na + K] represented on an average 70 % (57–82 %), the remaining part being of dietary origin. The »neutralizing flow« in equivalents/12 hrs for different diets was on an average 96 % of the flow of [Na + K] into the rumen in the saliva. When the Cl (equiv.) is subtracted from the sum of [Na + K] (equiv.), the residue almost completely equals the »neutralizing flow« through the R-O orifice.

The [Na + K] introduced into the rumen from the feeds can obviously only affect the neutralization of VFAs to a small degree, because in most cases sodium and potassium apparently occur in the feeds as neutral salts. In this study the Na supplementation was added as NaCl and so had no neutralizing effect *per se*. Apart from the chlorides, on the other hand, salivary Na and K exist mainly as neutralizing bicarbonates and phosphates (KAY 1960, BAILEY and BALCH 1961). So the [(Na + K) — Cl] is apparently almost solely responsible for the neutralization of VFAs in the rumen.

The ratio VFA flow:»neutralizing flow« apparently indicates fairly well the neutralization situation in the rumen as a whole, in spite of the fact that the possible effect of NH_3 was ignored.

The absorption of VFAs and absorption or influx of basic elements takes place at the same time and affects the VFA flow:»neutralizing flow« ratio. Therefore the flow through the R-O orifice expresses the amount of VFAs left after absorption and not the total amounts produced, and the VFA flow: »neutralizing flow« ratio expresses the amount of neutralizing mineral elements available compared to the amount of non-absorbed acids.

The VFA flow: »neutralizing flow« ratio was affected by the proportion of long hay in the ration (Fig. 14). It was 1 or more when the proportion of long hay was 100 or 50 % of the DM intake but fell below 1 when the long hay constituted only 10 % of the DM. The absolute flow values were depressed at the 10 % level (except at the 3 kg DM level). The decrease in the »neutralizing flow« with decreasing proportion of long hay can be understood in the light of the previous comments on the differences in salivary flow observed between the diets in question. The differences in the flow of VFAs through the R-O orifice may be partly a result of the differences in the absorption rate of the VFAs and partly of differences in the total production of the acids. Unfortunately, no relevant rumen pH measurements were available

for the diets in question. However, it is obvious that the pH in the fluid was depressed at the 10 % level of long hay in the ration. This is supported by the low VFA:NC ratio found on these diets compared to the other diets. On the basis of values reported by LAMPILA (1964), it seems likely that there is a negative correlation between the VFA:NC ratio and pH in the rumen fluid. Furthermore, fine grinding of the forage has usually been observed to decrease the pH in the rumen (ORTH and KAUFMANN 1964) and VFA absorption is accelerated by fall in pH (DANIELLI et al. 1945). On other hand, the total production of VFAs in the rumen may have been influenced by the proportion of long hay as well. A depression of digestion, especially that of cellulose, has been observed as a result of fine grinding of forage (MINSON 1963) and presumably a smaller proportion of ground forage is digested in the rumen and a higher proportion in the hind-gut, than is the case when the same forage is given in the long form (see CAMPLING and FREER 1966).

Summary

This paper is a report of studies made on the effect of (1) the level of dry matter intake (3–14 kg/day), (2) addition of sodium chloride to the ration (0, 50 and 100 g/day) and (3) the proportion of long hay in the ration (100, 50 and 10 % of DM), on the neutralization of acids in the reticulo-rumen. Two cows equipped with rumen fistulas were used as experimental animals.

The cows were fed twice daily at 05.00 and 17.00, hrs. For each diet samples of the mixed saliva were taken at 6-h intervals and of the rumen fluid at 3-h intervals. Polyethylene glycol (PEG) was used as a reference substance for measuring the flow of fluid through the reticulo-omasal (R-O) orifice. The flow of saliva was estimated by subtracting the total water intake from the total flow of fluid. The rumen samples were analyzed for PEG, sodium (Na), potassium (K), total volatile fatty acids (VFA), buffering capacity (BC) and neutralizing capacity (NC).

The BC was measured by titration with HCl to pH 5.0. The NC was measured by steam distillation from a sample from which the free acids were evaporated off after treatment with acetic acid. The subsequent distillation therefore gave the amount of VFAs existing as mineral salts.

The Na, K and BC were measured from the samples of the mixed saliva. On the basis of the flow of fluid and the average concentrations present, calculations were made of the flow of Na, K, VFAs and neutralizing capacity flow (neutralizing flow) through the R-O orifice during the interval between feeds. Some relationships between the different concentrations and flow values were calculated.

The findings made in these studies were as follows:

(1) The BC of the mixed saliva was fairly constant for feed intake levels from 6 to 12 kg DM/day. The BC was slightly higher at the 14 kg DM intake level and about 20 % lower at the 3 kg DM intake level.

(2) The BC of the mixed saliva was not affected by the amount of sodium chloride supplementation or the proportion of long hay in the ration.

(3) The BC of the rumen fluid decreased when the DM intake was increased. The effect was most noticeable in samples taken 3 hrs after the beginning of feeding and then gradually decreased until the next feed.

(4) The BC of the rumen fluid tended to decrease when Na supplementation was decreased.

(5) The BC of the rumen fluid was lower when only 10 % of the DM intake was long hay than when the proportion was 50 or 100 %.

(6) The level of DM intake influenced the NC of the rumen fluid ($P < 0.001$). The NC decreased as the DM intake was increased. A large variation in the NC was observed during the feeding interval, mainly due to the time since feeding. The effect of sampling time on the NC was highly significant ($P < 0.001$).

(7) The ratio of volatile fatty acids: neutralizing capacity (VFA:NC) began to rise from a certain level of DM intake. The ratios were 1.01,

0.98, 1.13 and 1.25 for cow INA at the DM levels 6, 9, 11 and 14 kg/day and 0.93, 0.84, 1.01 and 1.15 for cow IRPU at the DM levels 3, 6, 9 and 12 kg/day, respectively.

(8) The NC of the rumen fluid was not significantly affected by the Na supplementation.

(9) The VFA:NC ratio tended to rise as a result of addition of Na to the diet, mainly because of a increase in the VFA concentration. The effect on the NC was only significant in the case of cow INA ($P < 0.05$).

(10) A decrease in the proportion of long hay caused a decrease in the NC of the rumen fluid. The effect was only significant in cow IRPU. ($P < 0.01$).

(11) The VFA:NC ratio in the rumen fluid increased when the proportion of long hay in the ration was decreased ($P < 0.05$, IRPU).

(12) There was a significant rectilinear correlation on a logarithmic scale between the buffering capacity and the VFA:NC ratio of the rumen fluid ($r = -0.657 \pm 0.075$). Furthermore, a negative correlation existed between VFA concentration and buffering capacity of the rumen fluid ($r = -0.321 \pm 0.047$).

(13) The following relationships were found between the flow of sodium and potassium and the »neutralizing flow«:

$$y = 0.85 + 0.609 \pm 0.037 x_1; \quad r = 0.957***$$

$$y = 1.46 + 0.697 \pm 0.050 x_2; \quad r = 0.941***$$

$$y = 1.30 + 0.816 \pm 0.062 x_3; \quad r = 0.935***$$

y = »neutralizing flow«

x_1 = flow of [Na + K] in rumen fluid

x_2 = flow of [Na + K] in saliva

x_3 = flow of [Na + K] — Cl] in saliva

(14) The average »neutralizing flow« in equivalents/12 hours was 96 % of the total flow of [Na + K] (equiv) into the rumen in the saliva during the same period of time.

(15) Reduction of the proportion of long hay in the ration from 50 or 100 % of the DM to 10 % increased the ratio VFA flow: neutralizing flow.

(15) The absolute flow of VFAs and the »neutralizing flow« were depressed on diets containing the 10 % level of long hay in the ration as compared with diets containing 50 or 100 % long hay. These changes were assumed to be the result of the depressed salivary flow on diets containing only 10 % long hay in the dry matter consumed.

Acknowledgements — I am most grateful to Professor Martti Lampila, Dr. Agr. and For., for his advise and encouragement throughout this work. I wish to thank Mrs. Anna-Liisa Kairento, Mag. Phil., for her skilled technical assistance in the analytical work of this study. I am very grateful to Mr. G. E. Outen of the Grassland Research Institute at Hurley, England, for his valuable advice and assistance with the English version of the manuscript, and to Mrs. Jean Margaret Perttunen, B. Sc., for final revision of the language. The financial support for this study awarded by the Suomen Kulttuurirahasto (the Finnish Cultural Foundation) is gratefully acknowledged by the author.

REFERENCES

- ANNISON, E. F. & LEWIS, D. 1962. Metabolism in the rumen. London.
- BAILEY, C. B. & BALCH, C. C. 1961. Saliva secretion and its relation to feeding in cattle. 2. The composition and rate of secretion of mixed saliva in the cow during rest. *Brit. J. Nutr.* 15: 383—402.
- BODA, J. M., McDONALD, P. G. & WALKER, J. J. 1965. Effects of the addition of fluids to the empty rumen on the flow rate and chemical composition of bovine mixed saliva. *J. Physiol.* 177: 323—336.
- BRIGGS, P. K., HOGAN, J. P. & REID, R. C. 1957. The effect of volatile fatty acids, lactic acid and ammonia on the rumen pH in sheep. *Austr. J. Agric. Res.* 8: 674—690.
- CAMPLING, R. C. & FREER, M. 1966. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 8. Experiments with ground, pelleted roughages. *Brit. J. Nutr.* 20: 229—244.
- DANIELLI, J. F., HITCHCOCK, M. V. S., MARSHALL, R. A. & PHILLIPSON, A. T. 1945. The mechanism of absorption from the rumen as exemplified by the behaviour of acetic, propionic and butyric acids. *J. Exp. Biol.* 22: 75—84.
- EMERY, R. S. & BROWN, L. D. 1961. Effect of feeding sodium and potassium bicarbonate on milk fat, rumen pH and volatile fatty acid production. *J. Dairy Sci.* 44: 1899—1902.
- FRIEDEMANN, T. E. 1938. The identification and quantitative determination of volatile alcohols and acids. *J. Biol. Chem.* 123: 161—184.
- HAWKINS, G. E., AUTREY, K. M. & HUFF, J. W. 1965. Effect of partial deprivation of parotid saliva on physiological responses of steers fed three levels of dietary sodium. *J. Dairy Sci.* 48: 1663—1667.
- & LITTLE, J. A. 1968. Response of steers to two levels of saliva added intraruminally. *Ibid.* 51: 1817—1822.
- HYDÉN, S. 1956. A turbimetric method for the determination of higher polyethylene glycols in biological material. *Ann. Agric. Coll. Sweden.* 22: 139—145.
- KAY, R. N. B. 1960. The rate of flow and composition of various salivary secretions in sheep and calves. *J. Physiol.* 150: 515—537.
- LAMPILA, M. 1964. Volatile fatty acids, pH and microbial activity in the rumen contents of the cow. *Ann. Agric. Fenn.* 3, Suppl. 3: 1—76.
- & POUTIAINEN, E. 1966. Systematic differences in the composition of bovine rumen fluid between different parts of the rumen. *Ibid.* 5: 351—369.
- MINSON, D. J. 1963. The effect of pelleting and wafering on the feeding value of roughage. — A review. *J. Br. Grassl. Soc.* 18: 39—44.
- NICHOLSON, J. N. G., CUNNINGHAM, H. M. & FRIEND, D. W. 1963. The additions of buffers to ruminant rations. 4. The effect of additions of sodium bicarbonate, sodium propionate, limestone and liver oil on an intra-rumen environment. *Canad. J. Anim. Sci.* 43: 309—319.
- OLTJEN, R. R., PUTNAM, P. A. & DAVIS, R. E. 1965. Salivary and metabolic studies with steers fed pelleted or unpelleted conventional and purified rations. *J. Anim. Sci.* 24: 1126—1130.
- ORTH, A. & KAUFMANN, W. 1964. Über den Einfluss der Struktur des Futters auf die Verdauungsvorgänge im Pansen. *Z. f. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelk.* 19: 144—156.
- PHILLIPSON, A. T. & MANGAN, J. L. 1959. Bloat in cattle. XVI. Bovine saliva. The chemical composition of the parotid submaxillary and residual secretions. *N. Z. J. Agric. Res.* 2: 990—1001.
- POUTIAINEN, E. 1968. Factors influencing the flow of fluid, saliva and some cations through the reticulo-omasal orifice of the cow. *Ann. Agric. Fenn.* 7, Suppl. 3: 1—66.
- & LAMPILA, M. 1966. Comparative determinations of sodium in rumen fluid, saliva and feeds with the sodium electrode and with the flame photometer. *Ibid.* 5: 267—278.
- & — 1967. A method for measuring the apparent flow of saliva and its mineral elements into the bovine reticulo-rumen. *Acta Agr. Fenn.* 109, 1: 144—153.
- PUTNAM, P. A., LEHMANN, R. & DAVIS, R. E. 1966 a. Feed intake and salivary secretion by steers. *J. Anim. Sci.* 25: 817—820.
- & YARNS, D. A. & DAVIS, R. E. 1966 b. Effect of pelleting rations and hay: grain ratio on salivary secretion and ruminal characteristics of steers. *Ibid.* 25: 1176—1180.
- STODDARD, G. E., ALLEN, N. N., HALE, W. H., POPE, A. L., SORESENSEN, D. K. & WINCHESTER, W. R. 1951. A permanent rumen fistula cannula for cows and sheep. *Ibid.* 10: 417—423.
- TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A., DERIA, R. E. & OUTEN, G. E. 1964. Studies of herbage digestibility using the *in vitro* method. Annual Report of the Grassland Research Institute, Hurley.
- TURNER, A. W. & HODGETTS, V. E. 1955. Buffer systems in the rumen of the sheep. II. Buffering properties in relationship to composition. *J. Agric. Res.* 6: 125—144.
- WARNER, A. C. I. 1956. Proteolysis by rumen micro-organisms. *J. Gen. Microbiol.* 14: 749—762.
- WILLIAMS, V. J. & CHRISTIANSEN, K. R. 1956. Rumen studies in sheep. III. The effect of feed intake on the concentrations of microbial end-products. *N. Z. J. Sci. Technol.* 38 A: 403—406.
- WILSON, A. D. & TRIBE, D. E. 1963. The effect of diets on the secretion of parotid saliva by sheep. *Austr. J. Agric. Res.* 14: 670—679.

SELOSTUS

Eräiden ruokinnallisten tekijäin vaikutus happojen neutraloimiseen lehmän pötsi-verkkomahassa

ESKO POUTIAINEN

Maatalouden tutkimuskeskus, Kotieläinhoidon tutkimuslaitos, Tikkurila

Kirjoituksessa on selostettu tutkimuksia, joilla selvitettiin (1) syödyn kuiva-ainemäärän (3—14 kg/p), (2) natriumkloridin annostuksen (0, 50 ja 100 g/p) sekä (3) pitkän heinän prosenttisen osuuden (100, 50 ja 10 % kuiva-aineesta) vaikutusta happojen neutraloimiseen pötsi-verkkomahassa. Koe-eläiminä käytettiin kahta pötsifistellillä varustettua lehmää.

Eläimet ruokittiin kahdesti päivässä, klo 5 ja 17. Seossyljestä otettiin näytteitä 6 tunnin välein ja pötsinesteestä 3 tunnin välein. Polyetyleniglykolia (PEG) johtoaineena käyttäen määritettiin verkkomaha-satakeran aukosta tapahtunut nestevirtaus. Syljen määrä laskettiin vähentämällä kokonaisnestevirtauksesta juomaveden ja rehujen sisältämän veden osuus. Pötsinäytteistä analysoitiin PEG, natrium (Na), kalium (K), haihtuvat rasvahapot (VFA), puskuroimiskapasiteetti (BC) ja neutraloimiskapasiteetti (NC). Puskuroimiskapasiteetti määritettiin titraamalla suolahapolla loppu-pH arvoon 5.0. Neutraloimiskapasiteetti määritettiin vesihöyrytislauksella näytteestä, joka oli ensin käsitelty etikkahapolla ja josta sitten oli haihdutettu kaikki vapaat hapot pois vesihauteella. Seuranneessa vesihöyrytislauksessa saatiin määritetyksi haihtuvat rasvahapot, jotka esiintyvät yksinomaan kivennäissuoloina. — Seossyljestä määritettiin Na, K ja puskuroimiskapasiteetti.

Nestevirtaukseen ja keskimääriisiin konsentraatioihin perustuen laskettiin natriumin, kaliumin, rasvahappojen sekä neutraloimiskapasiteetin virtaus verkkomaha-satakeran aukosta ruokintavälin (12 t.) aikana eri dieeteillä. Eräitä konsentraatioiden ja virtausarvojen välisiä riippuvuuksia on myös laskettu.

Tutkimuksen tulokset osoittivat seuraavaa:

(1) Seossyljen puskuroimiskapasiteetti oli melko vakainen syödyn kuiva-ainemäärän vaihdellessa välillä 6—12 kg/p. Se lisääntyi hieman kuiva-aineen annostuksen ollessa 14 kg/p ja aleni noin 20 %:lla annostuksen ollessa vain 3 kg/p.

(2) NaCl -annostus ja pitkän heinän osuus rehuannoksessa eivät kumpikaan vaikuttaneet seossyljen puskuroimiskapasiteettiin.

(3) Pötsinesteen puskuroimiskapasiteetti aleni syödyn kuiva-ainemäärän lisääntyessä. Vaikutus oli selvimmän havaittavissa 3 tunnin kuluttua ruokinnan alkamisesta otetuissa näytteissä ja pieneni sitten asteittain seuraavaan ruokintakertaan mennessä.

(4) Pötsinesteen puskuroimiskapasiteetti aleni jonkin verran, kun Na-annostus pieneni.

(5) Pötsinesteen puskuroimiskapasiteetti oli alempi dieeteillä, joissa vain 10 % syödystä kuiva-aineesta oli pitkää heinää, verrattuna dieetteihin, joissa pitkän heinän osuus oli 50 tai 100 %.

(6) Pötsinesteen neutraloimiskapasiteetti aleni, kun syödyn kuiva-aineen määrä lisääntyi. Vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä ($P < 0.001$). Neutraloimiskapasiteetti vaihteli suuresti ruokintavälin aikana. Pääosa tästä vaihtelusta oli näytteenottoajankohtien välistä ($P < 0.001$).

(7) Suhdeluku haihtuvat rasvahapot: neutraloimiskapasiteetti alkoi nousta tietyltä kuiva-aineen annostus-tasolta. Suhdeluvut olivat 1.01, 0.98, 1.13 ja 1.25 INA-lehmällä kuiva-ainetasoilla 6, 9, 11 ja 14 kg/p sekä 0.93, 0.84, 1.01 ja 1.15 IRPU-lehmällä kuiva-ainetasoilla 3, 6, 9 ja 12 kg/p.

(8) Natriumkloridin annostus ei näyttänyt vaikuttavan pötsinesteen neutraloimiskapasiteettiin.

(9) Suhdeluvulla haihtuvat rasvahapot: neutraloimiskapasiteetti pötsinesteessä oli nouseva tendenssi, kun rehuannokseen lisättiin natriumkloridia. Vaikutus oli merkitsevä INA-lehmällä ($P < 0.05$).

(10) Pitkän heinän osuuden pienentäminen rehuannoksessa alensi pötsinesteen neutraloimiskapasiteettia. Vaikutus oli merkitsevä IRPU-lehmällä ($P < 0.01$).

(11) Suhdeluku haihtuvat rasvahapot: neutraloimiskapasiteetti kasvoi pitkän heinän osuuden dieetissä vähe-
tessä ($P < 0.05$, IRPU).

(12) Pötsinesteen puskuroimiskapasiteetin (x) ja haihtuvat rasvahapot: neutraloimiskapasiteetti -suhdeluvun (y) välillä todettiin negatiivinen riippuvuus, joka oli logaritmisessa asteikossa suoraviivainen ($r = 0.657 \pm 0.075$). Edelleen, negatiivinen riippuvuus vallitsi rasvahappokonsentraation (x) ja puskuroimiskapasiteetin (y) välillä ($r = 0.321 \pm 0.047$).

(13) Seuraavat yhtälöt saatiin kuvaamaan natriumin ja kaliumin virtauksen ja »neutraloivan virran» (= neutraloimiskapasiteetin virtaus) välistä yhteyttä:

$$y = 0.85 + 0.609 \pm 0.037 x_1; \quad r = 0.957***$$

$$y = 1.46 + 0.697 \pm 0.050 x_2; \quad r = 0.941***$$

$$y = 1.30 + 0.816 \pm 0.062 x_3; \quad r = 0.935***$$

y = »neutraloiva virta»

x_1 = $[\text{Na} + \text{K}]$:n virtaus pötsistä

x_2 = $[\text{Na} + \text{K}]$:n virtaus syljessä

x_3 = $[(\text{Na} + \text{K}) - \text{Cl}]$:n virtaus syljessä

(14) Verkkomaha-satakerran aukosta 12 tunnissa kulkenut »neutraloiva virta» oli keskimäärin 96 % syljessä vastaavana aikana virtaukseen tulleen natriumin ja kaliumin yhteensä edustamasta neutralointikyvystä.

(15) Pitkän heinän prosenttisen osuuden pienentäminen 50:stä tai 100:sta prosentista 10:een prosenttiin nosti suhdeluvun VFA-virtaus : »neutraloiva virta» arvoa.

(16) Sekä »neutraloiva virta» että haihtuvien rasvahappojen poistuminen pötsiverkkomahasta olivat alemmat dieeteillä, joissa pitkän heinän osuus oli 10 % verrattuna 50 ja 100 %:iin. Syynä havaittuun eroon lienee pääasiassa syljen määrän väheneminen 10 % pitkää heinää sisältävillä dieeteillä.

VUONNA 1969 JULKAISTUJA MAATALOUEDELLISIA TUTKIMUKSIA JA KOESELOSTUKSIA

Agricultural investigations and results of experiments published in Finland in 1969

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Agricultural Research Centre

Kasvinjalostuslaitos, Jokioinen

Department of Plant Breeding, Jokioinen

- INKILÄ, O. Herneen korjuu voidaan koncisaa. Maas. Tulev. 8. 3. 1969.
- Korjuu — kriittisin vaihe ns. kuivan ruokaherneen viljelyssä. Peltö ja Sato 5: 4, 6, 8.
- & KORKMAN, MARJATTA. Kauralajikkeiden myllytysominaisuuksista. *Summary: Milling characteristics of oats varieties*. Ann. Agric. Fenn. 8: 237—243.
- MANNER, R. *Finnish Lawn Study Project*. Trävnikiy — Lawns — Rasen Brno, Czechoslovakia Proc.: 167—173.
- Jokioisten Veto-peruna. Koetoim. ja Käyt. 26: 6—7.
- Touko-kevätsvehnä. Ibid. 26: 7.
- Nisu-syysvehnä. Ibid. 26: 9, 12.
- Voima-syysruis. Ibid. 26: 30—32.
- Uusien viljelykasvien merkitys. Ibid. 26: 41.
- Rukiista ja ruislajikkeista. Hankkijan Saroilta 6—7: 11.
- Kevätvilja- ja hernelajikkeiden viljelyominaisuudet. Peltö ja Sato 1: 4—5.
- Syyskylvöt ja siihen liittyvä lajikevalinta 1969. Ibid. 4: 1—2, 5.
- Koetoinnin koneellistaminen. Koneviesti 15: 4—7.
- *Some factors influencing the seed yields of tetraploid alsike clover*. Selostus: Tetraploidin alsikeapilan siemenmuodostuksesta. Ann. Agric. Fenn. 8: 208—213.
- Höstvetesäadden aktuell. Lantmannabladet 18: 3—4.
- & RAVANTTI, SAIJA. Pito peruna. *Summary: Pito potatoes*. Ann. Agric. Fenn. 8: 214—227.
- & SUOMINEN, REETA. Perunan hallankestävyydestä. *Summary: The frost hardiness of the potatoes*. Ibid. 8: 228—236.
- MULTAMÄKI, K. Jokioisistakin suositellaan (sinimailasen viljelyä). Käyt. Maam.: 80.
- Nurmikasvilajikkeista. Peltö ja Sato 2—3: 9, 12.
- Sinimailasen sadosta ja sadon laadusta Suomessa. *Summary: Investigation of the yield of lucerne and its quality in Finland*. Ann. Agric. Fenn. 8: 205—207.

- RAVANTTI, SAIJA. Parempaa perunaa. Perunan jalostustyöstä Kasvinjalostuslaitoksella Jokioisissa. Peltö ja Sato 1: 1—2.
- Teollisen jalostuksen asettamat perunan laatuvaatimukset. Maatalouden tutkimuskeskus, tietokortti 2 C 8.
- Pito ainoa kotimainen herkkuperunajaloste. Pellervo 70: 576—578.
- Tulevaisuuden näkymiä 1970-luvun kynnyksellä. Käyt. Maam.: 364—366.
- Pikkuvihje: jauhoperunat vihanneskeittimeen. Kodin Kuvaletti 22: 51.

Kasvinviljelylaitos, Tikkurila

Department of Plant Husbandry, Tikkurila

- LALLUKKA, R. Kevätviljoissa 550 rikkainta neliömetrillä. Koetoim. ja Käyt. 26: 25.
- Bensoesyror och bensonitriler i sträsad. Sv. Ogräskonf. 10: I 13—15.
- Kaupan olevat puutarhaviljelysten rikkakasvihävitteet. Kasvinsuojelulehti 2: 58—60.
- Rikkakasvihävitteet ja elomulta. Ibid. 2: 73—75.
- Rikkaruohojen torjunta avomaan vihannesviljelyssä. Puutarha-Uutiset 21: 516—517.
- Kaupan olevat puutarhaviljelysten rikkakasvihävitteet. Puutarhakalenteri 29: 320—231.
- Uutta rikkakasvihävitteistä. Koneviesti 17, 9: 12.
- Herneen rikkaruohontorjunta. Maas. Tulev. 8. 3. 1969.
- & PESSALA, BRITT. Herbicider för grönsaksodling på friland. Trädgårdssnytt 23: 154—156.
- MUKULA, J. & GENTNER, W. *Matricaria and lambsquarter control in brassicas with analogs of propachlor*. Weed Science (New York) 17: 124—125.
- & RUUTTUNEN, E. *Chemical weed control in Finland in 1887—1965*. Selostus: Rikkakasvien kemiallinen torjunta Suomessa 1887—1965. Ann. Agric. Fenn. 8, Suppl. 1: 1—45.

- & RAATIKAINEN, M. & LALLUKKA, R. & RAATIKAINEN, TERTTU. *Composition of weed flora in spring cereals in Finland*. Selostus: Kevätviljamaiden rikkakasvit ja niiden runsaus. Ibid. 8: 61—110.
- RANTANEN, T. Perunanvarsiston hävittäminen. Koetoim. ja Käyt. 26: 3.
- Rehukaalilajikkeet ja typpilannoitus. Ibid. 26: 41—44.
- & VARIS, E. Peruna. Ibid. 26: 30—31.
- RINNE, K. Ensimmäisen vuoden kokemuksia yhdistetystä laidunsäilörehunurmesta. Karjalous 45: 48—49.
- TEITTINEN, P. & MUKULA, J. Uusinta tietoa CCC:n käytöstä. Pellervo 70: 508—509.
- UOTI, J. Hukkakauran torjuntatutkimuksista. Koetoim. ja Käyt. 26: 41.
- YLLÖ, L. *Die Wirkung von Sorte und Chlorcholinchlorid (CCC) auf die Ertragsstruktur bei Sommerweizen*. Selostus: Lajikkeen ja CCC:n vaikutus eräisiin kevävehnän ominaisuuksiin. Ann. Agric. Fenn. 8: 15—19.
- Perunantutkimus Suomessa. *Zusammenfassung: Kartoffelforschung in Finnland*. Ibid. 8: 157—165.
- Syysruikiin ja syysvehnän kylvöaikakokeet kasvinviljelylaitoksella 1958 (1927)—1967. *Summary: Sowing date trials with winter rye and winter wheat at the Department of Plant Husbandry, 1958 (1927)—1967*. Ibid. 8: 183—192.
- Kevävehnän kastelu. Koetoim. ja Käyt. 26: 2.
- Kauran ja ohran vertailu. Ibid. 26: 9.
- Lakoutuminen ja viljan laatu. Ibid. 26: 17.
- Kasvitautien tutkimuslaitos, Tikkurila**
Department of Plant Pathology, Tikkurila
- AURA, K. Sipulin pahkamätä todettu Suomessa. Puutarha-Uutiset 21: 520—521.
- Tulipolte — kosmopoliittinen kasvitauti. Hedelmä ja Marja 16: 104—106.
- Ryvässipulin säilytys. Koetoim. ja Käyt. 26: 32.
- Sipulin taudit. Ibid. 26: 32.
- BLOMQVIST, H. Ajankohtaisia viljan kasvitautikysymyksiä. Ibid. 26: 19.
- Om höstsådens övervintring. Landsb. Folk 23, 11: 11.
- Kvicksilverbetningen. Ibid. 23, 18: 3.
- Låt oss ta en titt på aktuella svampsjukdomar hos stråsåden. Ibid. 23, 21: 8.
- Stora övervintringsskador på vallarna i norra Finland. Ibid. 23, 26: 7.
- Kemisk behandling skyddar mot angrepp av utvintringssvampar. Ibid. 23, 46: 5.
- Stinksot på vete ökar då betning försummas. Lantmannabladet 36, 6: 5.
- Betning av utsädet ger ökad avkastning. Ibid. 36, 16: 9.
- Peittauksen laiminlyönti lisää vehnän haisunokkea. Maas. Tulev. 15. 3. 1969.
- Peittaus lisää syysviljojen satoa ja parantaa sadon laatua. Ibid. 5. 8. 1969.
- Syysviljojen talvehtiminen. Pellervo 70: 500—501.
- JAMALAINEN, E. A. *Gloeosporium rot on storaged apples in Finland*. Friesia 9: 77—83.
- *Resistance of Scandinavian winter cereal material to low temperature parasitic fungi*. Selostus: Skandinavian maiden syysviljajalosteiden kestävyys talvituhosienä vastaan. Ann. Agric. Fenn. 8: 251—263.
- Metoder för påvisande av resistens mot utvintringssvampar hos förädlingsmaterial av höstsäd, vallgräs och klöver. Nord. Jordbr.forskn. 51: 195—198.
- Mykotoksiinit ovat sienimyrkkyjä, jotka saattavat olla vaarallisia kotieläimille. Karjalous 45: 11.
- Mykotoksiinit huomion kohteena kasvipatologian alan tutkimustyössä. Luonnon Tutkija 73: 19—20.
- Mykotoksiinit huomion kohteena kansainvälisessä kasvipatologian kongressissa. Kasvinsuojelulehti 2: 31—32.
- Tulipolte. Puutarha-Uutiset 21: 462.
- Kasvitaudit lisääntyneet peittauksen vähennyttyä. Helsingin Sanomat 3. 4. 1969.
- & RUOTSALAINEN, LAINA. *Carnation wilt diseases caused by fungi in Finland*. Selostus: Sienten aiheuttama neilikan lakastumistauti Suomessa. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 41: 251—257.
- LESKINEN, A. & TALVIA, P. Käytännön hedelmänviljely. 132 p. Helsinki.
- LINNASALMI, ANNIKKI. Om jorddesinfektionsmedlens effekt i olika växtunderlag. Trädgårdsnytt 23: 316—317.
- Tomaatin virustautien biologinen torjunta. Puutarha-Uutiset 21: 942.
- & RASHID, R. *Base composition of ribonucleic acid in tobacco mosaic virus and potato virus X isolates from tomato*. Suom. Kemistilehti B 42: 455—459.
- MURTOMAA, A. Uutta tomaatin ja kurkun kasvinsuojelusta. Kasvinsuojelulehti 2: 32—33.
- Tomaatin syöpä leviää. Koetoim. ja Käyt. 26: 21.
- Lämpökäsitellyt kasvihuonekurkunsienet itäneet hyvin. Puutarha 72: 60—61.
- Varoitus tomaatin syövästä. Puutarha-Uutiset 21: 796.
- Vielä vähän tomaatin syövästä. Ibid. 21: 1013.
- Gurknækros — när kommer den till Finland. Trädgårdsnytt 23: 225.
- Agropyron mosaik. Nord. Jordbr.forskn. 51: 289.
- Aster yellows på graminéer. Ibid. 51: 290—292.
- PUTTONEN, RAUHA. Puutarhaviiljelysten kasvitautien ja tuholaisten torjuntavalmisteita. Kasvinsuojeluaineiden hankinta ja säilytys. Kasvinsuojeluaineiden varoajat ja muut käytön rajoitukset. Ruiskutteen käyttö ja valmistus. Puutarhakalenteri 1969: 368—375.
- Katsaus vuoden 1968 kasvitautitilanteeseen. Kasvinsuojelulehti 2: 9—11.
- Kasvitaudit 1968: Peittauksen laiminlyönnit näkyvissä. Koetoim. ja Käyt. 26: 1, 7.

- Huonekukatkin tarvitsevat terveydenhoitoa. Siirtola-puttarha 34: 13—14.
- Marjakasvien tärkeimpien kasvitautien ja tuholaisten torjunta. Yhteistyö 5: 116—118.
- Peltokasvien keskikesän kasvitauti- ja tuholaistorjunta. Viljelijä 19, 3: 4—6.
- Peltokasvien ajankohtaista kasvinsuojelua. Koneviesti 17, 9: 8—9.
- Växtskydd för frilandsgrönsaker. Trädgårdsnytt 23: 178—180.
- Onko vehnässäni haisunokea? Pellervo 70: 1124.
- Viherhome iiriksen sipulimädän aiheuttajana. Puutarha 72: 640—641.
- *Diseases of cultivated plants in Finland in 1968*. Selostus: Viljelykasvien kasvitaudit 1968. Ann. Agric. Fenn. 8: 323—325.
- SEPPÄNEN, E. Miten lasketaan hyvän siemenperunan arvo? Käyt. Maam.: 126—127.
- Huomio perunaruton torjuntaan. Ibid.: 361.
- Tautien torjunta perunan siementuotannossa. Kylvösiemen 3: 22—24.
- Onko perunaruton torjuntaa tehostettava? Pellervo 70: 732—734.
- & VARIS, E. Perunanviljelyn opas. Kasvinsuojelur. Julk. 40: 1—72.
- TALVIA, P. Huomioi omenapuiden virustauteja. Hedelmä ja Marja 16: 95.
- Omenan varastotaudit. Maatalouden tutkimuskeskus, tietokortti 5 C 15.
- TAPIO, E. Vadelman viljelyn kehittäminen. Puutarha 72: 132—133.
- Marjapensaiden kuihtuminen — syysleikkaus. Koetoim. ja Käyt. 26: 31.
- YLIMÄKI, A. *Typhula blight of clovers*. Selostus: Apiloiden *Typhula*-tauti. Ann. Agric. Fenn. 8: 30—37.
- Viljojen homesienet. Käyt. Maam.: 360.
- *Fungicidal effect of some chemicals on Sclerotinia trifoliorum* Erikss. Selostus: Eräiden kemikaalien vaikutus *Sclerotinia trifoliorum* sieneen. J. Sci. Agric. Finl. 41: 243—250.
- Apilamätä apilan talvehtimisen heikentäjänä Suomessa. Summary: Clover rot as a cause of poor overwintering of clover in Finland. Ibid. 41: 222—242.
- Viljasatomme homesienistä. Koetoim. ja Käyt. 26: 26, 27.
- Apilamädän torjunnasta PCNB- eli kvintotseenivalmisteilla. Ibid. 26: 34, 35.
- Mansikan juurilaho. Puutarha 72: 589.
- Vihreä linja. Suomen Karja 23: 3—6.
- *Practical nonprotein-N-feeding to ruminants*, EAAP:n kongr. 23.—26. 6. 1969, Helsinki. Moniste.
- MIKKONEN, MIRJA. Naatit syksyn rehuna ja säilörehun raaka-aineena. Karjatalous 45: 340—341.
- MÄKELÄ, J., OLLILA, IRMA & KANGAS, J. Tutkimuksia kuivatun valkuisrehun käytöstä minkeille. Turkistalous 41: 307—309.
- OLLILA, IRMA, MÄKELÄ, J. & KANGAS, J. Kananteurasjätteen käytöstä minkin rehuksi. Ibid. 41: 218—220.
- POUTIAINEN, E. Korsirehun merkitys märehitjän ruoansulatuksessa. Maatalouden tutkimuskeskus, tietokortti 7 B 9.
- Natriumin merkitys märehitjän ruoansulatuksessa. Ibid. 7 B 10.
- & LONSDALE, C. R. & TAYLER, J. C. *The effect of method of processing artificially dried grass, wafered with or without barley grain, on the growth of young cattle*. Proc. Nutr. Soc. 28: 61 A.

Kotieläinjalostuslaitos, Tikkurila

Department of Animal Breeding, Tikkurila

- KANGASNIEMI, R. Karitsapainojen käytöstä jalostusvalinnassa. Lammastalous 4: 3—7.
- LINDSTRÖM, U. Effektivare nötköttsproduktion. Landsbygd. Folk 1: 5, 15.
- Individprövning av semintjurar. Ibid. 14: 16.
- Seminaveln och sprindningen av skadliga arvsanlag. Lantmannabladet 1: 4.
- Föds det mera tjurkalvar än kokalvar i en besättning. Ibid. 3: 9—10.
- Miten tehostaa naudanlihan tuotantoa II. Osuusteurastamo 1: 8—9.
- Norjassa mullistetaan kotieläinjalostusmenetelmiä. Karjujen käyttö lihanjalostuksessa paranee. Maas. Tulev. 28. 1. 1969.
- Keinosiemennysjalostus ja haitallisten perintötekijöitten leviäminen. Karjatalous 45: 56—57.
- Syntykö sonnivasikoita enemmän kuin lehmävasikoita? Ibid. 45: 183.
- Englannin maidontuotos noussut 105 000 lehmän teurastamisesta huolimatta. Tarkkailu, jalostus ja myynti tiukasti keskittymässä. Maas. Tulev. 1. 4. 1969.
- Maidon ylituotannon poistoehdotuksia Norjassa. Ibid. 3. 4. 1969.
- Neljännes karjoistamme edelleen tehokkaan jalostuksen ulkopuolella. Ibid. 14. 6. 1969.
- Suomen kannattaisi olla aktiivisempi kansainvälisillä spermamarkkinoilla. Keinosiemennystoiminta yleisty koko maailmassa. Ibid. 7. 8. 1969.
- Jalostuksellisesta edistymisestä suomenkarjassa. Suomen Karja 23: 9—14.
- Sonninemien valinnasta. Suom. Ayr.karja 43: 114—117.

Kotieläinhoidon tutkimuslaitos, Tikkurila

Department of Animal Husbandry, Tikkurila

- KANGAS, J., MÄKELÄ, J. & OLLILA, IRMA. Lihajauho minkin rehuna. Turkistalous 41: 161—169.
- LAMPILA, M. Nurmisäilörehu karjan ruokinnassa. Karjatalous 45: 118—119.

- Hedelmättömyys. Karjalous 45: 320—321.
- Milloin lehmät olisi siennettävä? Ibid. 45: 342—343.
- *Genetic Change in Milk Yield and Fat Percentage in Artificially Bred Populations of Finnish Dairy Cattle*. Acta Agr. Fenn. 114. Väitöskirja. Helsinki.
- Korsning i nötboskapsaveln. Lantmannabladet 20: 6—7.
- Den genetiska framgången i avelsarbetet. Nord. Jordbr.forskn. 51: 236—247.
- Ajankohtaista kotieläintutkimuksessa. Suomen Karja 23: 11—14.
- Pohjoismaisen nautakarjanjalostuksen yhteistyön laajentamista pohdittu. Työryhmä asetettu kehittämään asiaa. Maas.Tulev. 4. 11. 1969.
- Puhdas liharotu vai yhdistelmärotu? Pellervo 70: 1188—1191.
- Boskapsavelyn mälsättning. Lantm. Andelsfolk 50, 11: 353—355.
- Utvecklingsläran. Hbl-Junior 20: 4.
- Voidaanko ruokinnan avulla vaikuttaa tiineystulokseen. Karjalous 45: 440—441.
- Onko steriliteetti perinnöllistä. Ibid. 45: 441—442.
- Miten karjan hedelmällisyyttä voidaan parantaa. Ibid. 45: 514.
- Olika rasers värde vid produktion av nötkött. Lantbrukskalendern 1969: 142—144.
- MAIJALA, K. *Über die Erblichkeit von Spermaeigenschaften von KB-Bullen*. Der Tierzüchter 21: 62—65.
- *Finnish Animal Husbandry*. Representatives of Anim. Breed. Assoc. 102 p. Helsinki.
- Keinosiemennysjalostuksen merkityksestä ja ongelmista. Karjalous 45: 2—3.
- Kotieläinten hedelmällisyyden merkityksestä. Ibid. 45: 164—166.
- Kokemuksia suomenlampaan ympärivuotisista ja tiheistä kartisoinneista. Ibid. 45: 448—450.
- Mahdollisuuksista vaikuttaa siipikarjanlihan määrään ja laatuun jalostustietse. Siipikarja 51: 7—16.
- Jalostustyön merkitys kanatalouden rationalisoinnissa. Ibid. 51: 117—122.
- Yhteistyö on voimaa kananjalostuksessakin. Ibid. 51: 380—383.
- Kanatalouskoeaseman tulosten toistuvuudesta. Ibid. 51: 387—396 ja 439—445.
- Lihantuotanto-ominaisuudet voimakkaasti periytyviä. Osuusteurastamo 4: 8—9.
- Ei taaksepäin. Tutkimus, neuvonta ja opetus eteenpäinmenon ehto. Käyt. Maam.: 509.
- Hevosjalostuksen tavoitteista ja menetelmistä. Hevos-talous 46: n:ot 48, 49 ja 50.
- Olisiko jo aika siirtyä maidon valkuaisjalostukseen? Suom. Ayr.karja 43: 221—223.
- Joko maidon valkuaisjalostus on ajankohtaista? Maas. Tulev. 28. 8. 1969.
- Naudanlihan tuotannon neuvonta ja koetoiminta. Ibid. 12. 8. 1969.
- Är en övergång till förädling av mjölkäggitan aktuell? Finl. Ayr.boskap 43: 221—223.
- RUOHOMÄKI, HILKKA. Ch-risteytetyt lehmävasikat lihan-tuottajina Koetoim. ja Käyt. 26: 6.
- Liharotu, maitorotu vai risteytys? Karjalous 45: 242—244.
- Teuraseläinten kasvatuksesta. Yhteistyö 11: 272—274.
- & VARO, M. *Evaluation of beef characteristics of Ayrshire bulls based on progeny groups*. Maatal.tiet. Aikak. 41: 123—132.

Maantutkimuslaitos, Tikkurila

Department of Soil Science, Tikkurila

ERVIO, R. & MÄKITIE, O. *Studies on the effect of clay and organic matter contents on the determination of cation exchange properties in clay soils by the ammonium acetate and methylene-blue methods*. Selostus: Saviaineksen ja humuksen vaikutuksesta savimaan kationinvaihtokapasiteetin määrittämisessä ns. ammoniumasetaatti-jä metyleenisinimenetelmällä. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 41: 73—81.

LAKANEN, E. *Mineral composition of Finnish timothy*. Selostus: Suomalaisen timotein kivennäisainekoostumus. Ann. Agric. Fenn. 8: 20—29.

— & SILLANPÄÄ, M. *Soil factors affecting the calcium strontium ratio of plants*. Selostus: Kasvin kalsium-strontium suhteeseen vaikuttavia maaperätekijöitä. Ibid. 8: 273—280.

SILLANPÄÄ, M. & LAKANEN, E. *Trace element contents of plants as a function of readily soluble soil trace elements*. Selostus: Hapan ammoniumasetaatti kasveille käyttökelpoisten hivenaineidien uuttoneesteinä. J. Sci. Agric. Soc. Finl. 41: 60—67.

URVAS, LEILA. *Teisko-Murole. Summary: Soil map of Teisko-Murole*. Ann. Agric. Fenn. 8, Suppl. 2: 1—23 + 6 karttaa.

— Näsijärven ympäristö tutkittu. Viljelyalaa voitaisiin nostaa. Aamulehti 5. 6. 1969.

— Näsijärven ympäristön maaperästä. Koetoim. ja Käyt. 26: 22.

VIRRI, K. *Limingan seudun soiden viljavuudesta*. Ibid. 26: 42—43.

— Maan vesitaloutta. Pellervo 70: 1138—1139.

— Maataloudelliset maaperäkartat. Suo 20: 38—39.

— & SOINI, SYLV. *Maaperästä, maankohoamisesta ja suotyypeistä Limingan seudulla. Summary: Soils, the rising of land and peatland site types in Liminka district, Central Finland*. Ibid. 20: 33—38.

— & — *Limingan seudun soiden ravinteista. Summary: Peatland fertility in Liminka area, Central Finland*. Ibid. 20: 72—79.

V. 1969 painetut maaperäkartat (1 : 20 000). *Soil maps (1 : 20 000) printed in 1969:*

Sökö + Stora	2032 11	Lepsämä	2041 11
Mickelskären (yhd.)	2032 10	Perttula	2041 12
Ojakkala	2041 08	Kuorsumaa	2121 03
Selki	2041 09		

Maanviljelyskemian ja -fysiikan laitos, Tikkurila

Department of Agricultural Chemistry and Physics, Tikkurila

JOKINEN, RAILI. *The magnesium status of soil and the magnesium content of cultivated plants*. Selostus: Maan magnesiumin ja viljelykasvien magnesiumin pitoisuus. Maatal.tiet. Aikak. 41: 290—297.

LARPE, G. Styromull-skumplast som jordförbättringsmedel. Landsb. Folk 23: 1.

— Radgödsling i Österbotten. Ibid. 23: 13.

— Vårbruk på oplöjda fält. Ibid. 23: 16.

— Styromull-vaahotuovi maanparannusaineena. Koetoim. ja Käyt. 26: 2.

— Rivilannoitus valtaa alaa maan keski- ja pohjoisosissakin. Ibid. 26: 16.

— Radgödsling till potatis? Växt-Närings-Nytt 25: 17—18.

SALONEN, M. Karjanlannan käyttöaika ja puna-apilan menestyminen. Koetoim. ja Käyt. 26: 11—12.

— Multaus ja erilaisten tyyppilannoitteiden vaikutus kevätiljoihin. (toimituksen antama nimi oli: Kevätviljojen multaus äkeellä ja erilaist tyyppilannoitteet). Ibid. 26: 19.

— Nitraatti- ja ammoniumtyyppi moniravinteisissa lannoitteissa. Ibid. 26: 27.

— Lannoitus ja ylläpitokalkitus. Sementtiyh. Tied., erikoinen numero 1969: 2—6.

— Onko käsittelemättömällä apatiitilla fosforivaikutusta? Leipä Leveämmäksi 4: 32—34.

— Tutkimustyön merkityksestä väkilannoitteiden käytössä. Maas.Tulev. 2. 10. 1969.

Puutarhantutkimuslaitos, Piikkiö

Department of Horticulture, Piikkiö

HIIRSALEM, H. *Trientalis europaea* L. A study of the reproductive biology, ecology and variation in Finland. Ann. Bot. Fenn. 6: 119—173.

— Marja- ja hedelmäkavien jalostustoiminta Puutarhantutkimuslaitoksessa. *Summary: Breeding of berries and fruits at the Department of Horticulture*. Ann. Agric. Fenn. 8: 133—148.

— Mustaherukan lajikkeista ja jalostuksesta. Hedelmä ja Marja 16: 53—56.

— Svartavinbärsförsök på i Pikis. Trädgårdsnytt 23: 234—235.

— Födärlingen av svarta vinbär. Ibid. 23: 280—281.

— Luonnonmarjoista viljelykasveja. Puutarha-Uutiset 21: 1010, 1012.

— Luonnonmarjoista viljelykasveja. Koetoim. ja Käyt. 26: 38.

— Luonnonmarjoistakin viljelykasveja? Käyt. Maam.: 602—604.

— & LEHMUSHOVI, A. Marjakavien jalostustyön menettelmistä. *Summary: On the technique of berry breeding*. Luonnon Tutkija 73: 21—29.

KALLIO, T. K. Pensashanhikki. Maatalouden tutkimuskeskus, tietokortti 3 D 6.

— Koristeomenapuut tutkimuksen kohteena. Puutarha 72: 22—23.

— Sianpuola — *Arctostaphylos*. Ibid. 72: 356—357.

— Kukkiiva Dipoli puntarissa. Taimitarhatuotteet. Ibid. 72: 517—518.

— Koristekasveina käytettäviä omenapuita. Emäntälehti 67, 2: 22—23.

— Omenapuu koristekasvina. Koetoim. ja Käyt. 26: 38.

— Prydnadsäppleträd i luset av försök på Trädgårdsforskningsanstalten. Trädgårdsnytt 23: 343—344.

KURKI, LEA. Myöhäissyksyn salaatti. Puutarha-Uutiset 21: 786—787.

— Vihannesten varastointi kansainvälisessä symposiumissa. Ibid. 21: 892.

— Uutta tomaattilajikkeista. Ibid. 21: 948—950.

— Resistentti lajike on paras keino salaatin reunapolteen torjumiseksi. Puutarha 72: 67.

— Vihanneksien säilymisestä kaupassa. Ibid. 72: 574—575.

— Kasvihuonesalaatti. Koetoim. ja Käyt. 26: 38.

— Vihreät pakastekaalit. Puutarhaliiton Julk. 185: 160—162, 164—166.

— Taitepapu. Ibid. 187: 161, 163, 165.

SALOKANGAS, KIRSTI. Porkkanan lajikekokeet vuosina 1966—67. Puutarha 72: 14—18.

— Avomaan vihanneskasvilajikkeiston parhaimmistoa. Puutarha-Uutiset 21: 142—143, 208, 316.

— Muovi avomaan vihannesviljelyssä. Maatalousnainen 30: 14—16.

— Porkkanalajikkeet. Maatalouden tutkimuskeskus, tietokortti 2 C 7.

— Kasvihuonetomaatin lajikekokeet vuosina 1966—1968. Puutarha 72: 628—630.

— Pikkuistukassipulien varastointi. Koetoim. ja Käyt. 26: 36.

— Siirrettävät muovihuoneet vihannesviljelyssä. Ibid. 26: 39.

— & PESSALA, R. Nytt om ogräsbekämpning i trädgårdsbruket. Erfarenheter från Finland. Ogräs och ogräsbekämpning. s. A. I-M. 6. 10: e svenska ogräskonferensen Uppsala 22—23. 1. 1969. s. G. 10-G. 11.

SÄKÖ, J. Tuloksia omenapuiden perusrunkokeista. Hedelmä ja Marja 16: 25—27.

— Tuloksia vadelman lajikekokeesta. Puutarha-Uutiset 21: 342—343.

— Resultat av hallonsortförsök. Trädgårdsnytt 23: 102.

— Mansikan lehdistön niiton vaikutus satoon. Puutarha-Uutiset 21: 770.

— Inverkan på skörden av avmejdnet av jordgubbsbladen. Trädgårdsnytt 23: 268—269.

— Hallonens övervintring 1968—69. Ibid. 23: 314—316.

— Mansikan lajikekokeet Puutarhantutkimuslaitoksella ja koeasemilla 1959—65. *Summary: Strawberry variety trials at the Department of Horticulture, Piikkiö, and at some experimental stations in Finland in 1959—65*. Ann. Agric. Fenn. 8: 119—132.

Tuhoeläintutkimuslaitos, Tikkuurila
Department of Pest Investigation, Tikkuurila

- ЕКБОМ, Р. Tupajumi ja muut puuainestuholaiset. Koetoim. ja Käyt. 26: 29—30.
- Elintarviketilojen tuholaiset. Ibid. 26: 37, 39.
- *Report of participant: Finland. Working Party on Stored Products of Tropical Origin.* (Hamburg 5—6 Nov. 1968) EPPO Publ. Scr. A. No 51 E: 8.
- ЕКХОЛМ, S. Bakterierbränna (»Fireblight») — en farlig sjukdom på fruktträd. Trädgårdsnytt 23: 39—40.
- Ringbakterioser på potatis. Lantmannabladet 36, 5: 6—7.
- HEIKINHEIMO, O. Pihlajanmarjakoin torjunta antoi hyviä tuloksia 1968. Koetoim. ja Käyt. 26: 5.
- Pihlajanmarjakoin torjunnasta hyviä tuloksia. Kasvinsuojelulehti 2: 34—35.
- Ennustepalvelu omenakääriäistä ja pihlajanmarjakoita torjuttaessa. Hedelmä ja Marja 16: 10—12.
- Kloorattujen hiilivetyjen käytön lopettamisen vaikutus hedelmä- ja marjakasvien tuholaiсторjuntaan. Ibid. 16: 113—114.
- Om bekämpning av äpplevecklare och rönnbärsmal. Trädgårdsnytt 23: 124—125.
- Perunan haitallisimmat tuhoeläimet. Maas. Tulev. 27. 3. 1969.
- KANERVO, V. Avomaan koristekasvien tuholaiset ja niiden torjunta. Puutarhakalenteri 1969: 338—367.
- & MARKKULA, M. Maatalouden tutkimuskeskuksen tuhoeläintutkimuslaitos. Kasvinsuojelulehti 2: 36—41.
- LINKOLA, P. & MYLLYMÄKI, A. *Der Einfluss der Kleinsäuger-fluktuationen auf das Brüten einiger kleinsäugfressender Vögel im südlichen Häme, Mittelfinnland 1952—1966.* Ornith. Fenn. 46: 45—78.
- MARKKULA, M. Omenasadosta 73 % pilalla — myyräkanta nousussa. Kasvinsuojelulehti 2: 8—9.
- Omenasadosta valtaosa pilalla. Viljelykasvien tuhoeläimet 1968. Koetoim. ja Käyt. 26: 1.
- Vieraita vastaanottimissa. Radiokauppias: 136—137.
- *Pesticide regulations in Finland.* Span 12: 100—102.
- *The sales of pesticides in Finland 1968.* Kemian Teoll. 731—734.
- *Pests of cultivated plants in Finland in 1968.* Selostus: Viljelykasvien tuhoeläimet 1968. Ann. Agric. Fenn. 8: 316—319.
- *Abundance of pests in greenhouses.* Selostus: Lasinalaiskasvien tuholaitosten runsaus ja torjuntaongelmia. Ibid. 8: 320—322.
- & ROUKKA, KAISA & TIITTANEN, KATRI. *Reproduction of Myzus persicae (Sulz.) and Tetranychus telarius (L.) on different chrysanthemum cultivars.* Selostus: Persikkakirvan ja vihannespunkin lisääntyminen krysanteemilajikkeissa. Ibid. 8: 175—183.
- & TIITTANEN, KATRI. *Effect of fertilizers on the reproduction of Tetranychus telarius (L.), Myzus persicae (Sulz.) and Acyrthosiphon pisum Harris.* Selostus: Kasvien lannoituksen vaikutuksesta vihannespunkin, persikkakirvan ja hernekirvan lisääntymiseen. Ibid. 8: 9—14.
- & — Torjunta-aineet maa- ja metsätaloudessa. Sos. Lääket. Aikak. 1. 7: 163—172.
- & — *Pesticides in Agriculture and Forestry in Finland.* Kemian Teoll. 26: 817—822.
- & — & KANERVO, V. *Growth substrate of plants and the reproduction rate of Tetranychus telarius (L.), Acyrthosiphon pisum Harris. and Myzus persicae (Sulz.).* Selostus: Kasvien kasvuolustan vaikutuksesta vihannespunkin, hernekirvan ja persikkakirvan lisääntymiseen. Ibid. 8: 281—285.
- MYLLYMÄKI, A. *An early approach to a rat-free town in Finland. Rattenbiologie und Rattenbekämpfung.* Schr.reihe Ver. Wasser-, Boden- und Lufthygiene Berlin—Dahlem 32: 161—166.
- MÄKINEN, K.-L. Omenankehrääjäkoi tuhottava ennakolta. Maas. Tulev. 17. 4. 1969.
- Varhaiskevätruiskutustakin tarvitaan. Puutarha-alan tied.palvelu, huhtikuu 1969.
- Älä myrkytä mansikoita. Ibid., kesäkuu 1969.
- RAATIKAINEN, M. Kloorattujen hiilivetyjen käyttö Suomessa. Kasvinsuojelulehti 2: 21—23.
- Rikkakasvihävitteiden käyttö Suomessa. Ibid. 2: 67—70.
- Toistatuhatta tuhoeläintä viljelykasveissamme. Alan tutkimus kansainvälisellä tasolla. Maas. Tulev. 21. 1. 1969.
- Kloorattujen hiilivetyjen korvaaminen muilla yhdisteillä. Ibid. 30. 10. 1969.
- Juurimatojen torjunnasta. Koetoim. ja Käyt. 26: 27.
- & PIETILÄINEN, L. Viljely-Suomen rikkakasviston aluejaon tarkastelu. *Summary: Comments on a regionalization of weed flora in S-Finland.* Terra 81: 209—214.
- RAUTAPÄÄ, J. *Effect of Lygus regulipennis Popp. (Hem., Cixiidae) on the yield and quality of wheat.* Ann. Ent. Fenn. 35: 168—175.
- Kloorattujen hiilivetyjen pysyvyys maassa. Luonnon Tutkija 73: 155—162.
- Torjunta-aineresistenssi. Ibid. 73: 182—191.
- Kirvojen vaikutus viljoihin. Koetoim. ja Käyt. 26, 5: 18, 20.
- Bladlössens roll som skadegörare på stråsad. Nord. Jordbr.forskn. 4: 277—279.
- Ravinnontuoton ongelmia. Natura 6, 2: 40—44.
- Me 1574. Kasvinsuojelulehti 2: 43—44.
- Rypsin tuholaiсторjunta. Maas. Tulev. 17. 6. 1969.
- VARIS, A.-L. (toim.) Kasvinsuojelusanastoa — I. Torjuntavälineet ja niiden käyttö. *Växtskyddsterminologi — I. Bekämpningsredskap och deras användning.* Kasvinsuoj.-seur. Julk. 38: 1—20.

Kasvinsuojelulaitos, Tikkuurila
Office for Plant Protectants, Tikkuurila

TOIVIAINEN, M. Kasvinsuojeluainoiden varoajat. Peltopirkan Päiväntieto 1970: 183—185.

- Uusi torjunta-ainelaki ja uusi myrkkylaki voimaan 1. 9. 1969. Kasvinsuojelulehti 2, 4: 66—67.
- Jämförelsen av effekten hos två systemiska fungicider mot skadliga svamparter i stråsäd. Nord. Jordbr.-forsk. 51: 190—192.

Isotooppilaboratorio, Tikkurila

Isotope Laboratory, Tikkurila

- LAKANEN, E. Timoteihinän kivennäiskoostumus ja sen merkitys. Koetoim. ja Käyt. 26: 29.
- Viljan kivennäisainekoostumuksesta. Ibid. 26: 31.
- *Mineral composition of Finnish timothy*. Selostus: Suomalaisen timotein kivennäisainekoostumus. Ann. Agric. Fenn. 8: 20—29.
- & SILLANPÄÄ, M. *Soil factors affecting the calcium strontium ratio in plants*. Selostus: Kasvin kalsium-strontium suhteeseen vaikuttavia maaperätekijöitä. Ibid. 8: 273—280.

Etelä-Savon koeasema, Mikkeli

South Savo Agricultural Experiment Station, Mikkeli

- HUOKUNA, E. Valkuaistuotanto nurmilla. Pellervo 70: 272—274.
- Nurmien perustaminen, rikkaruohojen torjunta ja lannoitus. Karjatalous 45: 109—111.
- Etelä-Savon koeasema 1919—1969. Koetoim. ja Käyt. 26: 25—28.
- August Jäntti * 17. 1. 1904, † 14. 11. 1968. Maatal.-tiet. Aikak. 41: 1—2.
- Runsaan typpilannoituksen vaikutus säilörehun ja laidunruohon laatuun. Suom. Eläinlääk.l. 75: 240—242.
- Laidunnurmien lannoitus. Leipä Leveämmäksi 17, 2: 7—8.
- Nurmiviljelyn kehittämismahdollisuuksista Viher-Suomessa. Yhteistyö 35—36.
- Vihreän linjan kasvit. Pelto-Pirkan Päiväntieto 1970: 117—122.
- & LAINE, T. & TEITTINEN, P. Heiluttelevatko asiat jo koetoimintaakin? 2. Käyt. Maam.: 86—88.
- & KÖRLIJÄRVI, J. Säilyykö säilörehunurmenne keväseen? Ibid. 462—463.

Hallakoeasema, Pelsonsuo

Frost Research Station, Pelsonsuo

- VALMARI, A. Kyntämättä jääneen turvemaan kevätmuokaus. Koetoim. ja Käyt. 26: 15—16.
- Värbearbetning av oplöjd torvjord. Förs. Framåt 21: 10.
- Havaintoja tuiskulumen kasaantumisesta sekä tummennusaineiden vaikutuksesta lumen sulamiseen. *English summary*. Geofys. päivät 18—19. 6. 1968, p. 83—101. Oulu.
- Koetulosten tie tutkijalta viljelijälle. Käyt. Maam.: 474.

Hämeen koeasema, Pälkäne

Häme Agricultural Experiment Station, Pälkäne

- LINNOMÄKI, HELMI. 1-kesäinen puna-apila välikasvina nurmettomassa viljelykierrossa. Koetoim. ja Käyt. 26: 23—24.

Karjalan koeasema, Anjala

Karelia Agricultural Experiment Station, Anjala

- MEURMAN, H. Syysvehnällä vaikeuksia Kymenlaakson hiesusavimailla. Koetoim. ja Käyt. 26: 14.

Keski-Pohjanmaan koeasema, Toholampi

Central Ostrobothnia Agricultural Experiment Station, Toholampi

- JÄRVI, A. Vihreän linjan kasvit Keski-Pohjanmaalla. Keskipohjanmaa 10. 5. 1969.
- Torajyvän torjunta ohrasta. Ibid. 10. 5. 1969.

Keski-Suomen koeasema, Laukaa

Central Finland Agricultural Experiment Station, Laukaa

- SIMOJOKI, P. Torajyvä, ohra ja boori. Koetoim. ja Käyt. 26: 1.
- Barima paras varhaisperuna. Ibid. 26: 2.
- Heikosti itävän kauran kylvösiemenarvo. Ibid. 26: 8.
- Talvi-idättäminen ja suuret mukulat eduksi varhaisperunan istutuksessa. Ibid. 26: 13.

Laidunkoeasema, Mouhijärvi

Pasture Experiment Station, Mouhijärvi

- LAINE, T. Säilörehunurmien typpilannoitus. Koetoim. ja Käyt. 26: 24.
- Hiesusaven hiekoituskoe 1959—68. Ibid. 26: 40.
- Puna-apila ja laitumen typpilannoitus. Karjatalous 45: 116—118.
- Parannuksia ritaläparteen. Ibid. 45: 271.
- Heiluttelevatko asiat jo koetoimintaakin? Käyt. Maam.: 86—87.
- Asiat nähtynä koeaseman näkökulmasta. Ibid.: 212.
- Valkoapilan esiintyminen ja merkitys nurmiviljelyssä. Mehiläistalous 24: 119—120.
- Alsikeapilan merkitys nurmiviljelyssä. Ibid. 24: 155—156.
- Nurmien kylvö. Pelto ja Sato 30, 2—3: 1—2.
- Selkee, Mynsteri ja Tappitori. Pirkan viesti 8: 5.
- Kokemuksia avoaltaasta lietelantasäiliönä. Maas. Tulev. 20. 3. 1969.
- Kuinka kylvetään peltopakettinurmia. Ibid. 27. 4. 1969.

- Laitumien typpilannoitus elokuussa. Ibid. 9. 8. 1969.
- Ohran ja kauran oljet nuoren karjan rehuna. Ibid. 26. 8. 1969.
- Typen haittavaikutukset vihreällä linjalla. Aamulehti 2. 3. 1969.
- Nurmien syyskylvö. Ibid. 24. 8. 1969.

Lounais-Suomen koeasema, Mietoinen

S. W. Finland Agricultural Experiment Station, Mietoinen

- KÖYLJÄRVI, J. Rivilannoitus kevätiljasatojen varmentajana. Pellervo 70: 204—207.
- Kevään muokkaus- ja kylvötekniikka savimailla. Ibid. 70: 420—422.
 - »Keltaisen linjan» syksy. Ibid. 70: 720—722.
 - Tavoitteena laatu ja kunto. Käyt. Maam.: 288—289.
 - Säilyykö säilörehunurmemme keväeseen. Ibid.: 462—463.
 - Kevään rikkakasvien torjuntaruiskutukset viljapelloilla. Yhteistyö: 127—128.
 - Sinimailaslajikkeet Lounais-Suomen koeaseman koeksissa. Koetoim. ja Käyt. 26: 33, 36.
 - Näinkin voi käydä. Ibid. 26: 37.
 - Försök med blålusersorter på sydvästra Finlands försöksstation. Förs. Framåt 7.
 - Sinimailaslajikkeet Lounais-Suomen koeaseman koeksissa. Sason Uutiset 11, 4: 12—14.
 - Aikainen leikkuupuinti leipäviljan korjuussa. Pelto-Pirkan Päiväntieto 1970: 106—113.
 - Rivilannoitus kevätiljasatojen varmentajana. Hankkijan Saroilta 2: 2.

Perä-Pohjolan koeasema, Rovaniemi

Arctic Circle Agricultural Experiment Station, Rovaniemi

- ISOTALO, A. Kasvinviljelyn mahdollisuuksista Lapin läänissä. Maatalous 5: 81—82.
- Kokemuksia lämmityskaapeleista muovihuoneissa. Sähköviesti 2: 6—7.

Pohjois-Pohjanmaan koeasema, Ruukki

North Ostrobothnia Agricultural Experiment Station, Ruukki

- HAKKOLA, H. Saraturvemaan syysmuokkaus. Koetoim. ja Käyt. 26: 33.
- Odelman typpilannoituksesta. Maaviesti 2: 11.
 - Lihaa kotoisilla rehuilla. Ibid. 4: 1.
 - Lihanautakokeita Pohjois-Pohjanmaan koeasemalla Revonlahdella. Osuusteurastamo 4: 11.
 - Heiluttavatko asiat jo koetointitaakin? Käyt. Maam.: 39—41.

Pohjois-Savon koeasema, Maaninka

North Savo Agricultural Experiment Station, Maaninka

- POHJANHEIMO, O. Kokemuksia tuorerehun säilönnästä. Vako 1: 1—3.

- Viljan säilönnästä tuoreena. Ibid. 2: 3.

RYYNÄNEN, ANNIKKI. Paratiisiomenapuu, Pohjois-Savon hedelmä- ja koristepuu. Ibid. 3: 6.

- Pohjois-Savoon suositeltavia omena- ja marjalajikkeita. Koetoim. ja Käyt. 26: 12.

Satakunnan koeasema, Peipohja

Satakunta Agricultural Experiment Station, Peipohja

- TEITTINEN, P. Hyvin suunniteltu on puoleksi tehty. Yhteistyö: 4—6.
- Kevään kylvöihin suositeltavia viljalajikkeita. Ibid.: 43—44.
 - Rivilannoitus — tämän päivän tekniikkaa. Ibid.: 76—77.
 - Syysviljojen kylvöaika lähestyy. Ibid.: 183—184.
 - Näkökohtia teurasnaudan kasvatuksessa. Ibid.: 235—237.
 - Friisiläisristeytysten kasvunopeus. Pellervo 70: 270—271.
 - Hukkakauran tuntemusta lisäävä. Ibid. 70: 723—725.
 - Olkien kyntö vähentää tyvitautisuutta. Koetoim. ja Käyt. 26: 35—36.
 - Miten mehiläishoidon kannattavuutta voidaan parantaa. Mehiläishoitaja 3: 140—141.
 - Viljojen lannoitus ja kasvinsuojelu. Viljelytekniikkaa tehostamaan: 12—16.
 - & MUKULA, J. Uusinta tietoa CCC:n käytöstä. Pellervo 70: 508—509.

Sikatalouskoeasema, Hyvinkää

Pig Husbandry Experiment Station, Hyvinkää

- PARTANEN, J. Täysrehuseosten vertailu Lounais-Suomen sikatalouskoeasemalla v. 1968. Sika 2: 3—9.
- Itäneen vehnän käyttökelpoisuus teurassikojen rehuksi. Ibid. 4: 5—8.
 - Vilja teurassikojen rehuna. Osuusteurastamo 6: 5, 8.
 - Ruhojen pilkkominen ja arvokkaimpien osien lihamäärään perustuva indeksi jalostusvalinnan uusi perusta sikakantakokeissa. Ibid. 6: 6—8.

Paikalliskoetointisto, Helsinki

Bureau for Local Experiments, Helsinki

- JÄNTTI, A. (†), MARJANEN, HELVI & VALMARI, MAIJA. Paikalliskokeet vihreän linjan viitoittajina. Koetoim. ja Käyt. 26: 10.
- MARJANEN, HELVI. Kokeet ja havaintokentät tiloilla hyvin kysyttyjä. Maas. Tulev. 53: 9.
- Rikkaruohontorjunnan sadonlisäykset. Käyt. Maam.: 116.
 - Possible causal relations between the easily soluble amount of manganese on arable mineral soil and susceptibility to cancer in Finland. Selostus: Mahdollinen syy-yhteys vil-

- jellyn kivennäismaan helppoliukoisen mangaanimäärän ja syöpään sairastumisalttiuden välillä Suomessa. *Ann. Agric. Fenn.* 8: 326—332.
- PULLI, S. Kuiva heinä, nurmisäilörehu ja lisärehuksvit vertailtavina. *Käyt. Maam.*: 233—235.
- Koetoiminta palvelemaan käytäntöä. Kokeet ilmaiseksi viljelijän pellolle. *Maas. Tulev.* 53: 2.

- SYVÄLAHTI, J. Teutoburger naattinauris vertailevissa Y-lannoskokeissa. *Koetoim. ja Käyt.* 26: 6, 8.
- TENNBERG, F. & VALMARI, MAIJA. Normaalien Y-lannoksen, Oulun Y-lannoksen ja väkevän Oulun Y-lannoksen vertailevat kokeet nurmella. *Summary: Comparative experiments with three various compounded fertilizers on ley.* *Ann. Agric. Fenn.* 8: 286—315.

HELSINGIN YLIOPISTO University of Helsinki

EKT Elintarvikekemian ja -tekniikan laitos *EKT Institute of Foodchemistry and Technology*

- AHLSTRÖM, A., KOIVISTOINEN, P. & TAINIO, R. *Bioevaluation of dietary iron in growing rats. III. Response of rats to different cereals in the diet.* *Nutr. Dieta* 11.
- ELLALA, A., VANHANEN, L. & KURKELA, RAAKEL. *Investigations concerning the storage of washed potatoes in different packages.* *Maatal.tiet. Aikak. (painossa).*
- KOIVISTOINEN, P. & LOUKIMO, E. S. *Instrumental measurements of colour changes in sausage.* 15th European Meeting of Meat Research Workers. August 17.—24. 1969. Helsinki. p. 307—317. Hämeenlinna.
- KURKELA, RAAKEL. *Determination of flavour changes in irradiated fish dilution technique.* *Proc. 8. Intern. Congr. Nutr. Prague.*
- *Harmful nutritional effects of oxypolymers in heated oil and their amount in french fried potatoes.* *Kongressijulk. (painossa).*
- LAKKONEN, E. *Collagenolytic activity and water-holding capacity as factors affecting tenderness during low-temperature long-time heating of bovine muscle.* (lensisattityö). 214 p. Helsinki.
- SALMINEN, K. & KOIVISTOINEN, P. *A scheme for the simultaneous quantitative determination of free amino acids, organic non-amino acids, sugars, nitrogen, and pectic substances in plant materials.* *Acta Chem. Scand.* 23: 999—1006.
- & — *A comparison of amino acid standards for automatic analyzers.* *Suom. Kemistilehti A* 42: 245—247.
- & — *Characterization of carrot pectic substances.* *Ibid. B* 42: 441—444.
- & KURKELA, RAAKEL. *Pure-pak -tölkkin jälkikäyttötutkimus.* 35 p. Helsinki.

Kasvinviljelytieteen laitos *Department of Plant Husbandry*

- MELA, T. *The effects of N-dimethylaminosuccinamic acid (B-995) on the seed cultivation characteristics of late-flowering red clover.* *Acta Agr. Fenn.* 115: 1—114. Väitöskirja. Helsinki.

Kasvipatologian laitos *Department of Plant Pathology*

- SALONEN, A. & RUOKOLA, ANNA-LIISA. *Mycoflora of the Finnish »Sauna» (Bath-House).* *Mycopath. Mycol. Appl.* 38: 327—336.

Kotieläintieteen laitos *Department of Animal Husbandry*

- KOSSILA, VAPPU. *On the development of the thyroid weight in the dairy herd of the Viik Experimental Farm.* *J. Scient. Agric. Soc. Finl.* 41: 149—153.
- *Simple and partial correlations between the epithelial tissue content of the thyroid, the body weight, age, and level of milk yield in ayrshire cows.* *Ibid.* 41: 154—159.
- *On the thyroid morphology and the level of milk yield among the progeny of goitrous and apparently normal cows.* *Ibid.* 41: 213—221.
- & TASKINEN, PIRKKO. *Sources of variation in the birth weight of ayrshire calves.* *Ibid.* 41: 180—190.
- LEHTONEN, ULLA-RIITTA. *Mäskijauho uusi karjan rehu.* *Karjatalous* 45: 444—445.
- SALO, MAIJA-LIISA. *Spannmålens innehåll av hemicellulosa, cellulosa och lignin.* 4. Nord. Kornkvalitetskonf., Helsingfors 28—30. 5. 1969.

- & KOTILAINEN, KAIJA. *Determination of free and combined plant acids*. J. Scient. Agric. Soc. Finl. 41: 277—289.

Maanviljelyskemian laitos

Department of Agricultural Chemistry

- ELONEN, P. Sijoittaan ja sadettaen. Käyt. Maam.: 392—396.
- Sadetuskesä 1969. Pellervo 70: 1204—1205.
- & KARA, O. Peltojen sadetuksen nykyvaihe. Ibid. 70: 428—429.
- JOKINEN, RAILI. *Influence of clover content of mixed ley on magnesium and potassium in red clover and timothy*. Maatal.-tiet. Aikak. 41: 3—11.
- *The magnesium status of soil and the magnesium content of cultivated plants*. Ibid. 41: 290—297.
- KAILA, ARMI. *Residual effect of rock phosphate and super-phosphate*. Ibid. 41: 82—88.
- *Effect of heavy store dressing with rock phosphate on a fine sand soil*. Ibid. 41: 133—142.
- KIVINEN, E. Soiden synnystä ja kehityksestä. Osuustointintoimintalaitoksen julkaisuja 3: 84—96.
- Yliopiston uudistamisesta on sen perinteellinen tehtävä säilytettävä. Puhe Helsingin yliopiston lukuvuoden 1969—70 avajaistilaisuudessa. Helsinki.
- Maanviljelyskemian saavutuksia. Suom. Kemistilehti A 42: 108—110.
- KÄHÄRI, J. & ELONEN, P. *Effect of placement of fertilizer and sprinkler irrigation on the development of spring cereals on the basis of root investigations*. Maatal.tiet. Aikak. 41: 89—104.

Maatalouden työtekniikan laitos

Department of Agricultural Engineering

- OKSANEN, E. H. *Development of a Tillage-Fertilizer-Grain Drill-Machine in Finland*. Amer. Soc. Agric. Engin. Paper 69—170: 1—10. St. Joseph, Mich.
- *On Changes in the Seasonal Variation of Work Consumption and Organization of Farms*. Commission Internationale du Génie Rural. VII Kongress. Dokumentation 6: 226—231, 8: 374. Baden-Baden.
- Toimintaverkoista ja niiden käytöstä maatalouden työtekniisissä tutkimuksissa. Maatal.tiet. Aikak. 41: 191—212.
- Maamiehen koneoppi, 1. osa. 204 p. Helsinki (5. uud. painos).

Maanviljelystalouden laitos

Department of Agricultural Economics

- HACKMAN, P. *Experience of Part-Time Farming and Production Specialization through Joint-Action between Farmers*.

C.I.R.C.O.M. (*The Role of Group Action in Industrialization of Rural Areas*, Intern. Symposium at Kfar Ha'Maccabia, Ramat-Gan, Israel, 23—28 March 1969). 14 p. Tel Aviv.

- RYYNÄNEN, V. Lammastalouden kannattavuudesta Helsingin yliopiston Malminkartanon tilalla. *Summary: On the Profitability of Sheep Husbandry on Malminkartano Farm*. J.Sci. Agric. Soc. Finl. 41: 105—122.
- WESTERMARCK, N. *Aspects humains de la réorganisation de la production dans les exploitations agricoles familiales*. Mediterranea, 29: 39—43.
- *Agriculture and Forestry in the Aggregate Family Farm Business*. Food and Agric. Organ. of the United Nations, FAO/ECA/PRA/69/3.2 a: 1—19.
- Kehityksien ongelmia. 280 p. Porvoo.
- Kehityksien maareformit. Yleisradion Julk.sarja 26, 4—5: 71—79.
- Munantuotannon kannattavuus tilivuonna 1967—1968. Siipikarja 51, 3: 64—72.
- Äggproduktionens lönsamhet 1968. Lantm. Andelsfolk 50, 2: 3.
- Maatalouden rationalisointi ja salaojituksen asema siinä. Salaojitusyhdistys 1968: 30—36.
- Lantbrukets ekonomiska utveckling och jordbrukspolitik i Norden, produktionsåret 1968/69. Nord. Lantbr.ekonomisk Tidskr. 19, 3: 77—90.
- Nordens bondeorganisationer. RLF-tidningen 41, 5: 4.
- Maataloutemme tulevaisuudesta. Näin puhuttiin vuonna 1969. Sanomalehti Kalevan 70-vuotisjuhlanumero 294 B 30. 10. 1969. p. 63—64.
- Ajatuksia yleisneuvonnan tehtävistä ja keskitämisen tarpeellisuudesta. Pelto ja Koti 4: 8—12.
- Maatilatalouden liiketaloudellisia näkymiä. Pellervo 70: 996—997.
- Perhevilljelmän johtamiskysymyksiä. Ibid. 70: 1128—1129.
- Työnjako isännän ja emännän kesken. Ibid. 70: 1266—1267.
- *Finnish Agriculture*. 4 Ed., 83 p. Helsinki.
- & MATTILA, L. Maatilas suunnittelun normikirja. 326 p. Helsinki.
- & v. NUMERS, C. *The Role of Social-psychological Factors in Individual Farm Planning*. Acta Agric. Scand. 19, 2—3: 71—86.

Maatalouspolitiikan laitos

Department of Agricultural Policy

- LASOLA, T. Asutusraivausten vaikutuksista valtakunnan kokonaissatoon. Osuuskassajärj. Tal. Kats. 3: 81—85.
- Väkilannoitteiden tuotantovaikutus valtakunnan sato-tilaston valossa vv. 1955—1968. Pellervo 70: 794—795.
- PIHKALA, K. U. *Comparative Advantage or Disadvantage of Land Clearing*. Maatal.polit. Lait. Moniste 16. 5 + 163 p. + 6 liit.

Maatalous- ja metsäeläintieteen laitos

Department of Agricultural and Forest Zoology

- KANGAS, E. Metsän terveydentila ja hygienisyys metsänhoidossa. *Metsä ja Puu* 4: 10—11.
- NUORTEVA, M. *Beobachtungen über die Taxonomie und Bionomie von Urocetus gigas (L.) und Sirex juvencus (L.) (Hym., Siricidae)*. *Ann. Ent. Fenn.* 35: 160—168.
- Mikrobisotaan metsän tuhohyönteisiä vastaan. Monisärmiövirus mäntypistiäisen torjunnassa. *Suomen Puutalous*: 314—315.
- PULLIAINEN, E. Riekon ja kiirunan saaliskuva Pohjois-Suomessa metsästyskausina 1966/67 ja 1967/68. *Suomen Riista* 21: 108—115.
- Suomessa vuonna 1967 kaadetut karhut ja ilvekset. *Ibid.* 21: 136—139.
- TANHUANPÄÄ, E. & PULLIAINEN, E. *Major fatty acid composition of some organ fats in the willow grouse (Lagopus lagopus) and the rock ptarmigan (Lagopus mutus)*. *Ann. Acad. Sci. Fenn. A IV* 141: 1—14.
- TULISALO, U. *Fecundity, development and longevity of the two-spotted spider mite Tetranychus urticae Kock (Acarina, Tetranychidae) on cucumber varieties*. *Ann. Ent. Fenn.* 35: 224—228.

Maitotalouslaitos

Department of Dairy Science

- ANTILA, M. Konsumtionsmjölken i den finländska folkkosten. *Mejeritidskr. för Finl. Svenskbygd* 31: 6—9.
- *Untersuchungen über die Modifizierung des finnischen Milchfettes*. *Fette, Seifen, Anstrichm.* 71: 309—313.
- *Über die MilCHForschung in Finnland*. *Nord. Mejeritidsskr.* 35: 87, 89.
- Maitoteollisuuden tutkimus ja tuotteiden kehittäminen. XVIII Meijerikongressi 1969 Bergen. *Maitotalous* 19: 242—245.
- Forskning och produktutveckling inom mjölkindustrin. 18. Nordiske Meierikongr., Bergen 31. 7.—2. 8. 1969: 59—66.
- ALI-YRKKÖ, S. Vuohenmaito ja siitä saatavat tuotteet eri puolilla maailmaa. *Tyrvään Sanomat* 75, 50: 5.
- KIURU, K. Maidon kaseiinit. *Suom. Kemistilehti A* 42: 237—245.
- KOSKINEN, E. H., LUHTALA, A. & ANTILA, M. *Über die Untersuchung von Enzymreaktionen (Lipasen) durch Flüssigkeits-Szintillation*. *Milchwiss.* 24: 20—25.
- & — & — *Über die Untersuchung von Enzymreaktionen (Lipasen) durch Flüssigkeits-Szintillation II*. *Ibid.* 24: 483—485.
- LUHTALA, A., SIIRTOLA, T. & ANTILA, M. Maidon soluluvusta ja sen elektronisesta laskennasta. *Suom. Eläinlääk.* 75: 142—147.
- MALKAMÄKI, J. & ANTILA, M. Suomalaisen margariinin kemiallisesta koostumuksesta. *Kemian Teollisuus* 26: 709—712.

UUSI-RAUVA, E. Vuohenmaidosta. *Tyrvään Sanomat* 75, 94: 6.

— & PAJULA, R. & ANTILA, M. *Die Gelfiltrierung der Molkenproteine der Milch*. *Suom. Kemistilehti B* 42: 328—332.

— KIURU, K. & ANTILA, M. *Die Fraktionierung des Kaseins der Milch durch die DEAE-Zelluloseionenaustausch-Chromatographie*. *Ibid.* B 42: 371—375.

Mikrobiologian laitos

Department of Microbiology

- GYLLENBERG, H. G. *The taxonomy machine*. *Arch. Immunol. Therap. Exp. Poland* 23: 245—252.
- & HATTULA, MARJA LIISA. *Adaptability to submerged culture and amino acid contents of certain fungi common in Finland*. *Karstenia* 9: 39—45.
- & — *Protein and fat composition and vitamin content of Boletus luteus mycelium produced in submerged culture*. *Ibid.* 9: 46—50.
- & THELESTAM, MONICA. *Taxonomic significance and reproducibility of measurable color characteristics in streptomycetes*. *Ann. Medd. Exp. Fenn.* 46: 582—585.
- & STELWAGEN, P. *Hemolytic activity as selection criterium for improving streptokinase production by Streptococcus pyogenes ATCC 12747*. *Ann. Med. Exp. Fenn.*
- & KURYLOWICZ & WOSNIC, W. *Sur la taxonomie des streptomycetes*. *Rev. d'Immunologie* 33: 27—38.
- & LAINE, J. J. *Feeding of Rainbow trouts with Rhodotorula sanneii preparations. I. General outline and principal results*. *Lebensm. Wiss. u. Technol.* 2: 47—50.
- & VARESMÄÄ, ELINA & LAINE, J. J. *Feeding of Rainbow trouts with Rhodotorula sanneii preparations II. Fatty acid composition of lipids and amino acid composition of proteins*. *Ibid.* 2: 51—54.
- & VIITASALO, LEENA. *Toxicity of aflatoxins to Bacillus megaterium*. *Ibid.* 2: 113—114.
- LAIHIA, KATRI & SUNDMAN, VERONICA. *A new non-aromatic cyclic intermediate of bacterial lignan degradation*. *Finska Kem. Medd.* 78; 1: 2—10.
- MANTERE-ALHONEN, SÄDE. *Über den limnologischen und mikrobiologischen Zustand des Sees Kyrösjärvi in Satakunta (Süd-Westfinnland)*. *Memor. Soc. F. Fl. Fenn.* 45: 24—41.
- *Über Mikrobakterien-Arten in zweimal pasteurisierter Milch*. *Milchwiss.* 24: 488—490.
- NIEMELÄ, S. I. Suolistobakteeripitoisuuden vaihtelu yhden päivän aikana yhdessä Vantaan-joen pisteessä. *Vesi* 2: 7—13.
- & KINNUNEN, K. *An experiment with Escherichia coli T bacteriophage as tracer in river flow studies*. *Geophysica* 10: 121—124.
- & — E. coli bakteriofagien määrittäminen vedestä. *Limnologisymposium*. 1968.

- & TIRRONEN, E. Lämpötila-, pH-, johtokyky-, permagnaatikultus-, kloridi- ja kiintoainesmittausten tarkkuus Kymijoella. Vesi 3: 1—7.
- SAVOLAINEN, J. E. T. Rhodotorula-hiivat rasvan, valkuaisen ja karoteenin lähteenä. Suom. Kemistilehti 5—6: 140—148.
- & MANTERE-ALHONEN, SÄDE. *Pseudomonas fragi* kylmäsäilötyn maidon pilajana. Karjantuote 52:
- SUNDMAN, VERONICA. *The pH tolerance of soil bacteria*. Finska Kem. Medd. 78: 2.
- & LAIHIA, KATRI. *The occurrence of methoxy-p-benzohydroquinone-oxidizing ability among soil bacteria and its correlation to other phenol oxidase activities. A factor-analytical approach*. Ibid. 77: 142—152.
- VUORI, A. Vesistöissä esiintyvistä hiivoista. Vesitalous 6: 16—19.
- & SAVOLAINEN, J. & GYLLENBERG, H. G. *Cell crops and composition of carotenes and proteins of Rhodotorula yeasts*. Acta Agric. Scand. 19: 141—148.
- kasvuun. II. Vaikutuksen riippuvuus yölämpötilasta ja kasvualustasta. Ibid. 41: 26—36.
- Kasvua hillitsevien aineiden vaikutus pavun taimien kasvuun. III. Vaikutuksen riippuvuus lämpötilasta. Ibid. 41: 165—178.
- Tutkimuksia kasvua hillitsevien aineiden käytöstä turveviljelyssä. Ibid. 41: 298—305.
- *Effect of propagation treatment on the growth and flowering of poinsettia* (Paul Mikkelsen). Acta Horticulturae 14: 67—72.
- Valo kasvien menestymisen ehtona. Kodin suuri kukkakirja 281—290. Hämeenlinna.
- Lamppujen valinta ja käyttö kasvien valotuksessa. I. Kasvihuonekäyttöön soveltuvia lampputyyppejä. Puutarha-Uutiset 21: 312—313.
- Lamppujen valinta ja käyttö kasvien valotuksessa. II. Eräitä näkökohtia lamppujen käytöstä. Ibid. 21: 370—372, 380.
- Bulgaria — nouseva puutarhamaa kansainvälisen vihanneviljelyn konferenssin isäntänä. 1. osa. Vaikutelmia isäntämaasta. Ibid. 21: 651—652, 664—665. 2. osa. Konferenssin antamia vaikutelmia. Ibid. 21: 724, 726—727.
- Joulutähden viljelyn peruslinjat. Puutarhakalenteri 29: 195—209.
- Retardering af sommerblomster. Gartner Tidende 85: 651—654.
- & ALANKO, P. Tuloksia kesäbegonian (*Begonia hortensis*) lajikekokeista. Puutarha 72: 374—377.
- SUHONEN, IRMA. *On the storage life of white cabbage in refrigerated stores*. Acta Agric. Scand. XIX (1): 18—32.
- Keräsalaatin kaasuvarastointi. Maatal.tiet. Aikak. 41: 37—49.
- Finoccio- salaattifenkoli. Puutarha 72: 208.

MUUT TUTKIMUSLAITOKSET

Other institutions

Biokemiallinen tutkimuslaitos, Helsinki

Biochemical Institute, Helsinki

- GRANROTH, B. 1968. *Separation of Allium Sulfur Amino Acids and Peptides by Thin-Layer Electrophoresis and Thin-Layer Chromatography*. Acta Chem. Scand. 22: 3333—3335.

- HEIKONEN, M., NORDLUND, J., KREULA, M. & SAVAN-OJA, O. Maidon kaasupitoisuuden määrittäminen meijerin tärkeä käyttötarkkailumenetelmä. Karjantuote 52: 96—99.
- HILTUNEN, A. AIV-menetelmä vihreän linjan perustana. Karjatalous 45: 105—106.
- Uudet AIV-tornien tyyppi- ja rakennustekniset valmistuneet. Ibid. 45: 197.

- Muovityhjööuma tilapäissäilönä AIV-rehun valmistuksessa. Ibid. 45: 308—311.
- Rehuviljan tuorevarastointi AIV-menetelmällä. Ibid. 45: 315.
- HONKANEN, E., KARVONEN, P. & VIRTANEN, A. I. *On the Biosynthesis of 2, 4-Dihydroxy-2H-1, 4-benzoxazin-3-one in Rye Seedlings*. Suom. Kemistilehti B 42: 445—447.
- & MOISIO, T. & KARVONEN, P. *Studies on the Volatile Flavour Substances in Some Clover Species*. Ibid. B 42: 448—451.
- & — & —. *Mass Spectra of Some Branched-Chain Aliphatic Lactones*. Acta Chem. Scand. 23: 531—536.
- KIURU, V. Säilörehu sekä maidon ja maitotuotteiden laatu. Karjatalous 45: 101—102.
- KREULA, M. Rehunsäilöntä ja uudet AIV-liuokset. Hankkijan Saroilta 5.
- Ensileringsmetoderna och deras effect. Lantm. Andelsfolk 50: 5.
- & HEIKONEN, M. Suomalaisen maidon eräistä kivennäis- ja hivenalkuaineista. Karjantuote 52: 336—337.
- & NORDLUND, J. & JUNKKARINEN, L. Pakkauksen vaikutus kulutusmaidon eräisiin laatuominaisuuksiin. Karjantuote 52: 412—416.
- MOISIO, T., KREULA, M. & VIRTANEN, A. I. *Experiments on Nitrogen Fixation in Cow's Rumen*. Suom. Kemistilehti B 42: 432—433.
- NORDLUND, J. Maatilan pesu- ja desinfioimisaineet. Karjatalous 45: 351—352.
- ROPONEN, I. α -Aminoadipic Acid and α , ϵ -Diaminopimelic Acid in Inoculated Pea Plants (*Pisum sativum*) and Root Nodule Bacteria (*Rhizobium leguminosarum*). Physiol. Pl. 22: 1316—1321.
- SAARIVIRTA, M. *The Content of B-Vitamins in the Milk of Cows Fed Purified or Low-Protein Feed, with Urea as the Sole or Main Nitrogen Source, and Evaluation of the Microbiological Assay Methods*. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A II, 147: 1—68.
- VIRTANEN, A. I. Tuoreen rehun säilytyksestä. Karjatalous 45: 96—98.
- *On Nitrogen Metabolism in Milking Cows*. Federation Proc. 28: 232—240.
- Hans von Euler — 1873—1964. Voeding, Netherlands Journal of Nutrition 30: 93—99.
- *Antimikrobielle und antithyreoid Stoffe in einigen Nahrungspflanzen*. Qual. Plant. Mater. Veg. XVIII: 8—28.
- & ETTALA, T. *On Milk Production of Cows on Feeds with Different Protein and Urea Levels*. Suom. Kemistilehti A 42: 241—244.
- Hankkijan kasvinjalostuslaitos: Anttilan koetila, Hyrylä, Nikkilän koetila, Kangasala ja Tammiston koetila, Helsingin pitäjät**
- Plant Breeding Institute of Hankkija: Experimental Farm Anttila, Hyrylä, Experimental Farm Nikkilä, Kangasala, Experimental Farm Tammisto, Helsingin pitäjät*
- Kivri, E. Koekentän laidalta. Pellervo 70: 278, 350, 504, 650, 920, 1016, 1194.
- Kylvöaika ja sato. Kylvösiemen 2: 6—8.
- Lajike ja sijoituslannoitus. Pellervo 70: 1056—1959.
- Leipäviljantuotannon suuntaviivoja. Viljakalenteri 1969.
- Peltokasvilajikkeemme. Kylvösiemen 2: 11—19.
- Sadon käyttöarvo kevätvehnänjalostuksen tavoitteena. *Summary: Quality properties in the Finnish spring wheat breeding*. Ann. Agric. Fenn. 8: 193—204.
- Valkuaissadon saavuttaminen. Pellervo 70: 10—11.
- *Variation of protein content in a breeding material of spring wheat*. Peat & Plant News 2: 15—19.
- VIR — Neuvostoliiton viljelykasvitutkimuksen ydin. Pellervo 70: 76—78.
- & HOVINEN, S. Lajikkeen ja lannoitustavan vaikutus kevätvehnän viljelyarvoon. *Summary: Influence of variety and fertilizing on the properties of spring wheat*. Maatal.-tiet. Aikak. 41: 258—276.
- & — & RAHKONEN, R. *Oil content and fatty acid composition of ^{60}Co -irradiated winter turnip rape (*Brassica campestris* L.)*. Peat & Plant News 2: 9—12.
- & RAMM-SCHMIDT, C. *Selection for resistance to sprouting in ^{60}Co -irradiated wheat*. Proc. Symp. on the Nature. Ing. and Util. of Mutations FAO/IAEA, Pullman USA: 535—540.
- NISSINEN, O. *Notes on the incidence of mildew (*Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*) and leaf rust (*Puccinia recondita*) in spring wheat at Tammisto, summer 1968*. Peat & Plant News 3: 38—40.
- RAININKO, K. Säilönurmen perustaminen. Käyt. Maam.: 112—113.
- Nurmen perustaminen ilman suojaviljaa. Ibid.: 181—182.
- Maatalouden vihreä linja — mitä se sisältää. Samps 61: 6—7.
- REKUNEN, M. Tähkäidäntä ohralajikkeilla. Hankkijan Saroilta 2: 14 ja 3: 18.
- Laitumia koetöiminnan tuntumassa. Ibid. 6—7: 2.
- Ohran lajikkeet ja raakavalkuainen. Ibid. 10: 4.
- Alkeita ja alkioita. Ibid. 12: 4.
- VARIS, E. Herkullista perunaa. Pellervo 70: 502—503.
- Hyvä perunan siemen. Käyt. Maam.: 23—24.
- Kemiallista perunanviljelyä. Pellervo 70: 648—649.
- Paremmat perunan kasvattaminen. Koneviesti 8: 4.
- Peruna — vaikea lapsi. Pellervo 70: 74—75.
- Perunat ja niiden pussit. Ibid. 70: 148—149.
- Ruista peltoon. Ibid. 70: 728—729.
- Syysvehnän laadusta vehnäntuotannon pulma? Ibid. 70: 1186—1187.
- & SEPPÄNEN, E. Perunanviljelyn opas. Kasvinsuoj.-seur. Julk. 40: 1—72.
- & FRANSSILA, E. Kasvuolojen ja lajikevalinnan vaikutus perunan pelkistävien sokereiden pitoisuuteen. *Summary: Influence of growing conditions and varieties on reducing sugar content of the potato*. Ann. Agric. Fenn. 8: 166—174.

Länsi-Hakkialan opetus- ja koetila, Hauho
The Länsi-Hakkiala Training and Experimental Farm, Hauho

ANON. Länsi-Hakkiala 1963—1968. 64 p.

Maatalouden taloudellinen tutkimuslaitos, Helsinki
Research Institute of Agricultural Economic, Helsinki

ANON. Kirjanpituuputarhojen tulokset tilivuodelta 1967. Maatal. Tal. Tutk.lait. Tied. 10: 1—13. Moniste.

— Kirjanpitotilojen tuloksia tilivuodelta 1967. Ibid. 11: 1—43. Moniste.

— Tutkimuksia Suomen maatalouden kannattavuudesta. Tilivuosi 1967. *Summary: Investigations on the Profitability of Agriculture in Finland. Business year 1966.* Maatal. Tal. Tutk.lait. Julk. 14: 1—78.

IHAMUOTILA, R. Ansaitsevatko viljelijäperheet tarpeeksi? Pellervo 70: 138—140.

— Viljelijäväestön ja palkansaajien elintaso v. 1966. Ibid. 70: 662—664.

KALLIO, J. Maidon tavoitehinnan ja tuottajahinnan vertailu. Ibid. 70: 1062—1963.

SILTANEN, L. Todellisten ja verotuksessa määrättyjen tulojen suhteesta maataloudessa pinta-alaverotusta sovellettaessa. *Summary: On the Relationship of Earned Income to Taxed Income in Agriculture in the Application of Taxation based on Farm Size.* Maatal. Tal. Tutk.lait. Julk. 17: 1—89.

SUOMELA, S. Maatalouspolitiikka voivouren varjossa. Suom. Eläinlääk. 75: 110—113.

— Länsi-Euroopan maatalousongelmat kansainvälisen kaupan ja integraation kannalta. Kaupapoli. Tied. 6: 3—5.

— Karjatalous ja maataloustuotannon tasapainoittaminen. Karjatalous 45: 432—434.

— Mål, medel och konflikter i Lantbrukspolitiken. Esitelmä NJF:n seminaarissa. 13 p. Moniste.

— Nordek. Sampsa 61: 4—5.

— Nordek ja elintarvikevaltuutus. Elintarvikevaltuutus: 13—14.

— Pellonvarausjärjestelmä — tuotannon rajoittamista vai rakennationalisointia? Maatalous 62: 63—64.

— & TORVELA, M. Maatalouden talousrakennusten kustannuksista ja niiden osuudesta tuotantokustannuksissa. *Summary: On the costs of farm buildings and their impact on production costs.* Maatal. Tal. Tutk.lait. Julk. 16: 1—66 + 3.

TENHILÄ, H. Viljelijän sosiaaliturva nykyisellään. Käyt. Maam.: 250—251.

— Viljelijävien eläketurva meillä ja muualla. Pellervo 70: 665—667.

— Sukupolven vaihtuminen ja eläketurva. Ibid. 70: 802—803.

— Maatalousyrittäjien eläketurva. Ibid. 70: 878.

— Viljelijäpariskunnan vanhuuseläke. Ibid. 70: 1130—1131.

TORVELA, M. Hevostyön käytöstä ja kustannuksista maataloudessa. Teho 8: 215—216.

— & KALLIO, J. Ravintoainien kulutuksesta Suomessa vuosina 1959—68 ravintotaselaskelmien mukaan. *Summary: On food consumption in Finland during 1959—68 as shown by food balance sheets.* Maatal. Tal. Tutk.lait. Julk. 15: 1—66.

— & KETTUNEN, L. Tuoton ja tuotantopanosten intensiteettitaso ja keskimääräinen riippuvuus maataloudessa. Helsingin yliopiston kansantaloustieteen laitoksen tutkimuksia 7: 1—80 + 3.

TUUSKU, J. Ruotsin maataloudessa pyritään nopeaan rakennationalisointiin. Maatalous 62: 65—66.

— Maatalouden rakennationalisointi ja sen toteuttaminen Ruotsissa. Maatal. Tal. Tutk.lait. 9. 12. 1969. 28 p. Monisteita.

Maatalouskeskusten Liitto r.y., Helsinki
Association of Agricultural Centres, Helsinki

HENTUNEN, I. Solukoe paljastaa utaretulehduksen. Käyt. Maam.: 88—89.

— Uuden karjantarkkailun toinen vuosi alkamassa. Karjatalous 45: 304.

JYSKE, J. J. Flyghavren hotar vår utsädesodling. Finska Hush.sällsk. Årsb. 1968: 73—81.

— Rauhanaikanakin käydään sotaa. Käyt. Maam.: 244—246.

SALLASMAA, S. Kevätvehnää vai rehuviljaa. Ibid.: 114—115.

— Vihreän linjan katetuotto. Ibid.: 354—355.

Maataloushallitus, Kalataloudellinen tutkimus-
toimisto, Helsinki

State Board of Agriculture, Bureau for Fishery Investigations, Helsinki

HALME, E. 1968. *On the carcinogenic influence of drinking water and foodstuffs containing zinc.* Vitalstoffe-Zivilisationskrankheiten 6. 8 p.

— *Die finnische Fischerei.* Inform. über die Fischwirtschaft des Auslandes 4: 8—19. Bonn-Hamburg.

— *Kanzerogene Wirkung von zinkhaltigen Trinkwasser.* Städt. Hyg. 7: 2.

— *Heavy metals present in the nucleus and the genesis of cancer.* Vitalstoffe-Zivilisationskrankheiten 4—5: 13 p.

— & HÄMEENHEIMO, P. Kokeiluja erään metsäjärven muuttamisesta kannattavaksi urheilukalastuskohteeksi. Kalatal. Tutkimustoim. Tied. 1: 2—11.

— & — Experiment i syfte att göra om en skogssjö till ett lösnande sportfiskevatten. Medd. från Byrån för Fiskeriekonomiska Unders. 1: 2—12.

— & STRANDMAN, MARGITA. Lohimerkinnät Suomessa vuosina 1959—1968. Kalatal. Tutkimustoim. Tied. 1: 12—19.

- & — Laxmärkningarna i Finland åren 1959—1968. Medd. från Byrån för Fiskeriekonomiska Unders. 1: 13—20.
- & — Kiutaköngään taimenmerkinnät. Kalatal. Tutkimustoim. Tied. 3: 14—15.
- & — Öringsmärkningarna vid Kiutaköngäs. Medd. från Byrån för Fiskeriekonomiska Unders. 3: 18.
- HURME, S. 1968. Lekkiske och lekfredning. Medd. från Byrån för Fiskeriekonomiska Unders. 3: 6—15.
- 1968. Spara eller göra slut på fisken i fiskevattnen. Ibid. 3: 16—23. Fiskarbladet 12: 13.
- 1968. Översikt över vandringsfiskälvarna vid Finlands kuster. Ibid. 3: 24—40.
- Kungsådra och fiskled. Fiskarbladet 24: 1, 2.
- Pellonvaraus. Erämies 1: 18—19.
- Hauen merkitys. Kalamiehen Viesti 1: 1.
- Riistan talviriokinta ja pellonvaraus. Käyt. Maam.: 144—145.
- Lohikantojen säilyttäminen. Kalamies 3: 16.
- Hylkeitten talvi. Kalamiehen Viesti 2: 2.
- Hauki on kaloista parhaita. Pellervo 70: 446—447.
- Oulujärvi lohivetenä. Sammandrag: Uleträsk som laxförande vattendrag. Summary: Oulujärvi as a salmonoid lake. Suom. Kalatalous 39: 1—26.
- Virtasalmel kutuvesinä. Suom. Kalastusl. 76: 23—24, Kalamiehen Viesti 3: 3.
- Kymenlaakson kalastusolot. I osa: Kalatalous Kymenlaakson talousalueen sisävesillä ja II osa: Lohi ja taimen Suomenlahden alueella. Kymenlaakson Seutukaavayhdistyksen sarja B 13: 1—62.
- Isokokoiset siiat. Kalamiehen Viesti 4: 1.
- Muikku rannikkovesissä. Ibid. 6: 3.
- Isorysäkokeilut Koillismaalla. Kalatal. Tutkimustoim. Tied. 2: 15—18.
- Isorysäkokeilut Oulujärvellä. Ibid. 2: 18—21.
- Muikun nuottauskokeilua jatkettu. Ibid. 2: 21—22.
- Tyrsykalastus. Kalamiehen Viesti 9: 3.
- Porvoonjoki. Erämies 8: 38—41.
- Pohjanmaan tammukkapurot. Kalamies 10: 17, 20.
- Alkuperäisten lohikantojen pelastaminen. Kalamiehen Viesti 10: 3.
- Ravinteet ja happi Itämeressä. Ibid. 10: 4.
- Sisävesien ammattikalastus. Ibid. 10: 4—5.
- Fiskeförsök med storryssa i nordöstra Österbotten. Medd. från Byrån för Fiskeriekonomiska Unders. 2.
- Storryssjefiskeförsök i Uleträsk. Ibid. 2.
- Fortsatta försök rörande siklöjfske med not. Ibid. 2.
- PAAJANEN, A. Erinomainen kalankasvatuslammikko Kittilän Kōnkäällä. Pohjolan Sanomat 5. 7. 69.
- Valtio kasvattaa Käylässä taimenia, kalamiehet onkivat ne tammukoina. Koillissanomat 9. 7. 69.
- Kalanpoikasille Kittilään luonnonravintolammikoita. Lapin Kansa 10. 7. 69.
- Tilastoja ja huomioita viimevuosien kalanviljelystä. Suomen Kalastusyhdistys, teknikkotyönäyte 1—72.
- Maamme kalanviljelyn kehitys. Hämeen Sanomat 11. 12. 69.
- Suomenlahden lohi- ja taimenviljelys. Keskusta 16. 12. 69.
- Saimaan lohen ja taimenen suurviljelystä. Karjalainen 16. 12. 69.
- Saimaan lohen ja taimenen suurviljelystä. Länsi-Savo 16. 12. 69.
- Saimaan lohen ja taimenen suurviljelystä. Etelä-Saimaa 17. 12. 69.
- Suomenlahden lohi- ja taimenviljelystä. Kalamiehen Viesti 10: 2—3.
- SJÖBLOM, V. Purkualueen valinta jätevesiä mereen johdettaessa. Navigator 2: 18—23.
- Troolausaluet ja silakan esiintyminen. Ibid. 3: 22—24.
- *Baltic Herring in the seas around Finland in 1967 and 1968*. Cons. Perm. Intern. pour l'explor de la mer. Ann. Biol. 25: 209—214.
- Meren kuormittamisen vaikutus kalastukseen. Maas. Tulev. 17. 5. 1969.
- Suomenlahden rannikko kalavetenä. Kalamies 6: 29.
- Symposionin avaus. Limnologisymposium 1968: 5—8.
- & HÄSÄNEN, E. Kvicksilverhalten i fisk i Finland. Nord. Symp. kring kvicksilverproblematiken: 37—53. Myös Nord. Hyg. Tidskr. 50: 2.
- SILVO, O. E. J. Jatkotutkimuksia parakvatin vaikutuksista ja kulkeutumisesta vedessä. Suom. Kalatalous 42: 1—30.
- STRANDMAN, MARGITA. Lohen vaellus Itämeressä 1960. Kalatal. Tutkimustoim. Tied. 1: 20—26.
- Laxens vandring i Östersjön. Medd. från Byrån för Fiskeriekonomiska Unders. 1: 21—27.
- Pohjois-Norjan lohijoet. Suom. Kalastusl. 76: 172—174.
- SUMARI, O. & WESTMAN, K. Hauki. Kalamies 1: 1—5.
- & — Haukikantojen hoito. Summary: *The management of northern pike (Esox lucius L.) populations*. Suom. Kalatalous 43: 1—24.
- TOIVONEN, J. Gösmärkning på Åland. Husö biol. station, Medd. 14: 16—23.
- Taimenistutusten kannattavuus. Metsästys ja Kalastus 59: 218—219.
- Täydennysistutukset luontaisille kutupaikoille eivät kannata. Ibid. 59: 384—385.
- Tupsupilkki, kanadalainen viehe kokeiltavaksi kalavesillemme. Ibid. 59: 608—609.
- WESTMAN, K. Ravinnon vaikutus lohikalojen väriytykseen. Urheilukalastus 1: 37.
- Lohikalojen lihan väritys ja sen lisääminen. Suom. Kalastusl. 76: 160—162.
- & SUMARI, O. Täpläräpu Suomenkin vesiin? Kalamies 2: 4—5.
- & — & LAINE, J. *Comparative dry diet feeding experiment on rainbow trout (Salmo gairdneri Richardson) in floating net-containers*. Suom. Kalatalous 40: 1—46.

Maataloushallitus, Maa- ja vesiteknillinen tutkimus-
toimisto, Helsinki

*State Board of Agriculture, The Soil and Hydrotechnical
Research Bureau, Helsinki*

- MUSTONEN, S. E. & SEUNA, P. Maataloushallituksen hydrologiset tutkimukset vuosina 1965—1968. *Summary: Hydrologic investigations by the Board of Agriculture during the years 1965 to 1968.* Maa- ja vesiteknillisiä tutkimuksia 14.
- & — Maataloushallituksen hydrologisille havaintoalueille lasketut meteorologisen haihduntaindeksin vuorokausiarvot kesäaikana vuosina 1958—1967. *Summary: Daily values of meteorological evaporation index for hydrological research basins of the Board of Agriculture in summertime during the years 1958—1967.* Ibid. 15.
- PERTTULA, H., MUOTIALA, S., PÄLIKÖ, E. A. & VUENTO, P. Maatalouden kuivatustoiminnasta Neuvostoliitossa II. Maataloushallituksen insinööriosasto, Maa- ja vesiteknillinen tutkimustoimisto. Tiedotus 2.
- PÄLIKÖ, E. A. Tiiliputkien pakkaussuoritukseen johtaneista tutkimuksista. Tiili 2: 5, 11.
- SEUNA, P. & KARA, O. Maatalouden kastelutoiminnasta Neuvostoliitossa. Maataloushallituksen insinööriosasto, Maa- ja vesiteknillinen tutkimustoimisto. Tiedotus 3. Helsinki.
- TUOMINEN, T. Pohjapadon mitoituksesta ja mallikokeista. Ibid. 4.

Maataloushallitus, Tilastotoimisto, Helsinki

State Board of Agriculture, Bureau of Statistics, Helsinki

- ANON. Suom. Virall. Tilasto III: 64. Maatalous. Maatalouden vuositilasto 1968.
— Maataloustilastollinen kuukausikatsaus 1—12. Moniste.

Maatalouskoneiden tutkimuslaitos, Helsinki,
Rukkila

Farm Machinery Research Institute, Helsinki, Ruukila

- 715 Stihl-moottorisaha, malli 041 AV
716 Kylvö-lannoituskone Nasta-Tume, malli FH 240
717 SAKO 250-varastokuivuri
718 Partner-moottorisaha, malli R 16
719 Tietoja markkinoillamme olevista moottorisahoista
720 General Electric-astianpesukone, malli SD 420 D
721 Rivilannoituslisaite Jussi
722 Fiskars-ojajyrsin
723 Rysky-tractoriperävaunu
724 Massey-Ferguson 510-ajopuimuri
725 Sampsä-esipuhdistin
726 Bosch-astianpesukone
727 Belarus LTZ T-40-dieseltraktori
728 Wühlmaus-perunankorjuukone SM 2 B
729 Juko—sokerijuurikkaan korjuukone
730 Underhaug-Faun 1540 -perunankorjuukone

- 731 Jaakko-viljaelevaattorit
732 Sampsa-viljaelevaattorit
733 Antti 25 -viljaelevaattori
734 Elektroheliös-astianpesukone, malli DG 35
735 Elektroheliös-astianpesukone, malli DG 39
736 AEG-Favorit -astianpesukone
737 Asea-Skandia -astianpesukone, malli DM 7
738 Echo-moottorisaha, malli 60 S
739 Kenwood-astianpesukone, malli A 1212
740 Tammissillan tukki- ja pinotavaraksi, malli TPR 67
741 Mitsubishi-puutarhatraktori, malli CT 331
742 Tietoja markkinoillamme olevista moottorisahoista

Sokerijuurikkaanviljelyn Tutkimuskeskus, Helsinki

Research Centre for Sugar Beet Cultivation, Helsinki

- AURA, E. & BRUMMER, V. Uusia näkemyksiä sokerijuurikkaan fosforilannoituksesta. *Sason Uutiset* 11, 1: 16—20.
- BRUMMER, V. Miksi sokeripitoisuus jäi alhaiseksi? *Ibid.* 11, 1: 12—14.
- Sokerijuurikkaanviljelyn tulevaisuus. *Käyt. Maam.* 12—15.
- Sokerijuurikaslajikkeet ja nykyaikainen viljelytekniikka. *Maas. Tulev.* 18. 1. 69.
- Myös sokerijuurikas kuuluu vihreään linjaan. *Pellervo* 70: 788—789.
- METTALA, J. Harausta voidaan rationalisoida. *Sason Uutiset* 11, 2: 27—29.
- Korjuukoneen hankinnasta. *Ibid.* 11, 2: 32—35.

Suoviljelysyhdistys, Karjalan koeasema, Tohmajärvi
Society of Peat Cultivation, Karelia Experimental Station,
Tohmajärvi

- LUOSTARINEN, H. PCNB ja CCC syysrukiin viljelyssä.
Koetoim. ja Käyt. 26: 3—4.
— Rivilannoitus Itä-Suomessa. Ibid. 26: 43.

Työtehoseura r.y., Helsinki

Work Efficiency Association, Helsinki

- ANON. Havaintoja Työtehoseuran tutkimus- ja koetilalta. Ensimmäisen käyttökauden havainnot Massey-Ferguson 178-traktorista vuonna 1968. Tehokortisto. Työtehoseur. Maatal.tied. 119. 2 p.
- Havaintoja Työtehoseuran tutkimus- ja koetilalta. Ensimmäisen käyttökauden havainnot Massey-Ferguson 187-leikkupuimurista. Ibid. 120. 2 p.
- Kylvölannoituskoneiden ja rivilannoittimien tilakokotaiset urakkaperusteet. Teho 5: 131.
- Laskelmiin perustuvia selvityksiä kone- ja työtekunuksista maatalojen keskeisessä työavussa. Tehokortisto. Työtehoseur. Maatal.tied. 110. 2 p.
- Lumilinkojen ryhmävertailu. Ibid. 111. 4 p.
- ANTILA, R. Tämän päivän karjarakennus. Teho 1—2:

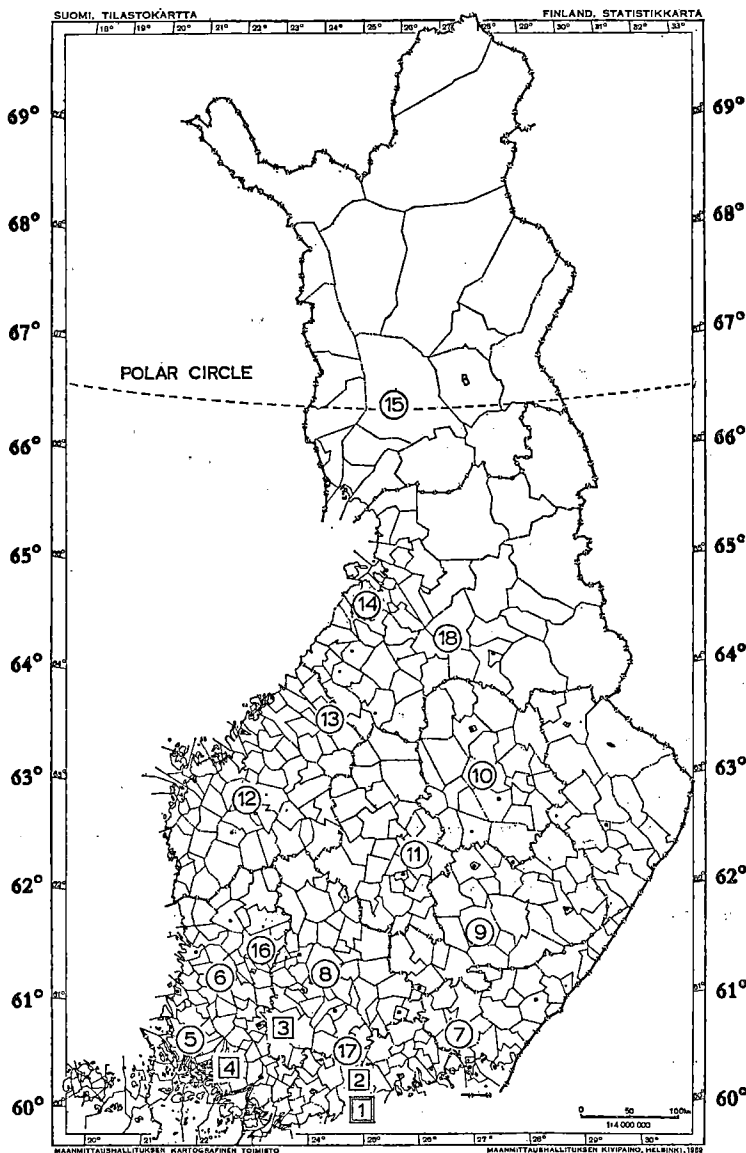
- Kehittyvä karjatalous. Ibid. 6—7: 182—184.
- Lattiaruokinta sikaloissamme. Ibid. 8: 222—223.
- Sikaloiden karsinatilat ja karsinoissa pidettävät eläinmäärät. Ibid. 8: 226—227.
- Pitkälle rationalisoitu karjatalous. Ibid. 9: 246—248.
- Kokemuksia ja tutkimustuloksia kevytrakenteisesta eläinsuojasta. Ibid. 11: 317—319.
- Lietelannan ravinnepitoisuudesta. Ibid. 11: 321.
- Varastosäiliöistä lietelantajärjestelmässä. Tehokortisto. Työteho-seur. Rak.tied. 36. 3 p.
- Rakennukset rasittavat maataloutta, tilan tuotanto-suunta ja rakentaminen. Osuusteurastamo 3: 4—11.
- Uudentyyppinen karjarakennusratkaisu. Ibid. 6.
- Sikojen hoitotyön rationalisointiin rakenteellisilla ratkaisuilla. Ibid. 7: 4.
- Perunan varastoinnista. Pellervo 70: 1059.
- Kokemuksia uudesta karjarakennustyyppistä. Ibid. 70: 1125—1126.
- Rationalisoitua sikataloutta. Suom. Liha ja Karjatalous 11: 13—14.
- Sikalan suunnittelussa huomioon otettavia näkökohtia. Ibid. 11: 15—16.
- Sikojen lattiaruokinnan edut ja haitat. Koetoim. ja Käyt. 26: 26—28.
- Navetta uudistuu. Ibid. 26: 33—35.
- Kehittyvä karjatalous. Karjatalous 8: 296.
- Varastosäiliöistä. Oma Maa 30—31.
- Elementin käyttö karjarakennuksissa. Ibid. 36.
- Miten sisustan vanhan rakennuksen. Ibid. 36.
- Höyryn käytöstä karjarakennuksissa. Ibid. 46.
- Karjarakennukset tänään. 117 + 21 p. Porvoo.
- Tutkimus lämmitettävien tilojen ja lämmityskohteiden sijoituksesta maatilan karjarakennuksissa käyttämällä veden kuumennukseen ja höyryn kehittämiseen matalapainehöyrykattilaa. Työteho-seur. Julk. 142: 1—75 + 6.
- & SAARENPÄÄ, Y. Kevytrakenteinen karjatalousratkaisu. Tehokortisto. Työteho-seur. Rak.tied. 33. 6 p.
- & TUOVINEN, U. Puutavaran kyllästyksistä maatilalla ja maatalousrakennusten lahontorjunnasta. Teho 10: 289—292.
- HAAPAMÄKI, A. Kannattavuuden edellytykset maatilan puunkorjuussa. Ibid. 10: 283—285.
- KARJALAINEN, I. Uusi elementtirakenteinen maatilatalouden asuinrakennuksen tyyppiratkaisu. Teho 5: 138—139.
- LISKOLA, K. Heinän latokuivatuksesta ja latokuivureiden laitteista. Ibid. 5: 145—147.
- Pienasadetmien ryhmätutkimus. Tehokortisto, Työteho-seur. Maatal.tied. 118. 12 p.
- Latokuivureiden mitoituksesta ja kustannuksista. Teho 8: 213—214.
- & UOTILA, P. J. Pienet lumenpoistokoneet ryhmätutkimuksessa. Ibid. 11: 300—311.
- MELVASALO, M. Välituloksia pellon ja metsien yhteisviljelykokeesta. Ibid. 1—2: 25—26.
- SALONIEMI, T. Työnmenekin kausivaihtelusta lypsykarjan hoidossa. Ibid. 3: 58—60.
- SEISE, A. Kokeilimme omatekoista lämminilmakuivuria. Tehokortisto. Työteho-seur. Maatal.tied. 112. 2 p.
- Kuivatuspohdiskelua jo nyt. Käyt. Maam.: 350—351.
- Kuivatusilman suunnan vaikutus viljan kuivumiseen kylmäilmakuivatuksessa. Työteho-seur. Julk. 141: 1—7 + 74.
- SIPILÄ, H. Yhdistelmäkoncet ja rivilannoitteet Työteho-seuran tutkimuksissa 1968. Teho 5: 141—144.
- Yhdistelmäkoncet ja rivilannoitteet Työteho-seuran käyttötekniisissä- ja työnmenekkitutkimuksissa vuonna 1968. Työteho-seur. Julk. 132: 1—49.
- SIPILÄ, M. & KARJALAINEN, I. Tehdasvalmisteisesti valmistettujen puutalojen tarkoituksenmukaisuus maaseudun asuinrakennuksina 2. Ibid. 131: 70—107 + 8.
- & KÖPPÄ, T. Tutkimus maatilan talouskeskusten sijoittamiseen vaikuttavista tekijöistä. Ibid. 139: 1—114.
- & — UOTILA, P., ANTTILA, R. & SALONIEMI, T. Tutkimus eri tuotantosuuntien vaikutuksesta maatilan rakennustiloihin ja työtarpeeseen. Ibid. 143: 1—99.
- UOTILA, P. J. Erilaisten heinäkorjuu- ja varastointimenetelmien kalusto- ja rakennuskustannukset. Teho 3: 51—54.
- Urakoitsijoiden kalkin levittimet kehittyvät. Ibid. 6—7: 185—186.
- Lapiorullaäkeiden käyttö sänkimuokkauksessa. Ibid. 9: 244—245.
- & LISKOLA, K. Kyntösyvyyden vaikutus traktorin polttoaineen kulutukseen, pyörien luistoon ja kyntökustannuksiin. Ibid. 9: 242—244.
- & SEISE, A. Tutkimus perunan, juurikasvien ja vihanneiden varastoinnista markkinatuotantoa ajatellen. Työteho-seur. Julk. 140: 1—128.

Valtion eläinlääketieteellinen laitos, Helsinki

State Veterinary Medical Institute, Helsinki

- ANDERSSON, P. *High incidence of chromophobe pituitary adenoma-like lesions in an inbred Sprague-Dawley breeding rat colony.* Acta Vet. Scand. 10: 111—117.
- ESTOLA, T. *The diagnosis and control of foot- and mouth disease in a country where it occurs at rare intervals.* Bull. Off. Internat. Epiz. 1969, 71: 635—638.
- Hevosten hengityselinten virustartunnat. Suom. Eläinlääk.l. 75: 310—316.
- *Comparative study on two different methods of isolating Mycoplasma hyorhinis.* Proc. I Congr. Int. Pig Vet. Soc. Cambridge 1969, 83.
- & SANDELIN, K. *Observations on the control of the leukosis status in commercial poultry flocks producing eggs for virological purposes.* Proc. IV Wld Vet. Poult. Ass. Congr. Belgrad 1969: 92—93.

- & — *The variability of the leukosis status in an inbred chicken group*. International Virology I, ed. J.L. Melnick, 1969: 157—158.
- HELMINEN, M., HENRIKSSON, K. & KARPPANEN, E. Vesilintujemme elohopeapitoisuudesta. Riista ja Kala. Erämiesten vuosikirja 1969—70: 115—119.
- & — & — Kvicksilverhalter hos våra vattenfåglar. Jakt och Vilt. Årsbok för Finlands jägare och fiskare 1969—70: 102—106.
- & KARPPANEN, E. & HELMINEN, M. Hg-halter hos insjö- och havsälar. Nordiskt symposium kring kvicksilverproblematiken. 10—11 oktober 1968 på Handels Gård, Lidingö, Sverige. Nordisk Hygienisk Tidskr. 50, 2.
- KARPPANEN, E., HELMINEN, M. & HENRIKSSON, K. O.E.C.D. *Study of Pesticide Residues 1967—1968*. Finland Report. Joint OECD/TNO Meeting at »De Guldenberg» Helvoirt. The Netherlands. September 15—18, 1969.
- KOIRANEN, L. *Studies on staphylococci isolated from bovine milk samples with special reference to phage typing, antibiotic sensitivity and mercury resistance*. Diss. Helsinki 1969, Publ. Ann. Acad. Sci. Fenn. A V 142.
- NURMI, E. Elintarvikevalvonta — kuluttajan ja valmistajan etu. Elintarvikeylioppilas, kevät 1969.
- TJØBERG, T. B. & HAUGUM, M. *Studies on discoloration of Norwegian salamisausage*. 15th Eur. Meeting of Meat Res. Workers, Helsinki 1969, Proc.: 138—148.
- SCHULMAN, A. *Healthy management of largescale pig production*. Euroopan Maataloustutkijain kongressi Helsingissä kesäkuussa 1969.
- *On the occurrence of M. hyorhinis in the respiratory Organs of Pigs, with Special Reference to Enzootic Pneumonia*. Proc. I Congr. Int. Pig Vet. Soc. Cambridge 1969, 83.
- STENBERG, H. Suomen Eläinlääkärilehti 75 vuotta. Suom. Eläinlääk.l. 75: 3—4.
- Eläinlääketieteellisen korkeakoulun perustamiseen johtaneet vaiheet vv. 1786—1945. Ibid. 75: 381—446.
- Suomen Eläinlääkäriliiton jäsenkunta 1. 11. 1969. Ibid. 75: 528—530.
- VALTONEN, M. Poron merkitys tularemian levittäjänä. Ibid. 75: 497—501.
- VASENIUS, H. *The influence of dietary carbohydrate on the multiplication and colonisation of inoculated Escherichia coli strains in pigs intestine. I Investigations in pigs at sucking age*. Nord. Vet.-Med. 21: 524—534.
- *The influence of dietary carbohydrate on the multiplication and colonisation of inoculated Escherichia coli strains in pigs intestine. II Investigations in pigs at weaning age*. Ibid. 21: 535—544.
- Valtion maatalouskemian laitos, Helsinki**
State Institute of Agricultural Chemistry, Helsinki
- ANON. *Investigations on pesticide residues 1968*. Publ. of the State Inst. of Agric. Chem. 40 p. Helsinki.
- Valtion maitotalouskoelaitos, Jokioinen**
State Institute for Dairy Research, Jokioinen
- ANTILA, P. & ANTILA, V. Tilasäiliöiden pesu ja desinfiointi. Valt. Maitotal.koel. Tied. 90: 1—3.
- ANTILA, V. Kertomus Valtion maitotalouskoelaitoksen toiminnasta v. 1968. Moniste. 30 p.
- & AAPOLA, M. »Noury» juustonjuoksetejauheen koetus. Valt. Maitotal.koel. Konekoet. 66: 1—4.
- & — »Suparén» juustonjuoksetejauheen koetus. Ibid. 67: 1—4.
- & ANTILA, M. *Tall oil fatty acids in the feeding of milk cows*. Proc. of the 4. Intern. Zoot. Symp. 7 p.
- & KANKARE, V. Rikastettu vähärasvainen maito. Valt. Maitotal.koel. Tied. 91: 1—3.
- & — & SAVANOJA, O. Jatkuvatoimisen voinvalmistuskoneen, Ahlborn 311, virallinen koetus. Valt. Maitotal.koel. Konekoet. 64: 1—47.
- & KYLÄ-SIUROLA, ANNA-LIISA. Pro-Milk II:n maidon valkuaisainesisällön määrityslaitteen koetus. Ibid. 62: 1—4.
- & — Prot-O-Matin, maidon valkuaisainesisällön määrityslaitteen koetus. Ibid. 63: 1—4.
- & — P₃PE₄-puhdistusaineen koetus. Ibid. 65: 1—2.
- Valtion siementarkastuslaitos, Helsinki**
State Seed Testing Station, Helsinki
- JOKELA, MERI. Uudet ohjeet nurmisiemenseosten muodostamisesta ja tarkastuttamisesta. Koetoim. ja Käyt. 26: 4.
- ULVINEN, O. Tärkeimpien perunalajikkeittemme tunnistaminen. Kylvösiemen 3: 11—19.



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; Isotope Laboratory, Office for Plant Protectants (TIKKURILA) — 3. Dept. of Plant Breeding (JOKIOINEN) — 4. Dept. of Horticulture (PIIKKIÖ) — 5. Southwest Finland Agr. Exp. Sta. (HIETAMÄKI) — 6. Satakunta Agr. Exp. Sta. (PEI-POHJA) — 7. Karelia Agr. Exp. Sta. (ANJALA) — 8. Häme Agr. Exp. Sta. (PÄLKÄNE) — 9. South Savo Agr. Exp. Sta. (Karila, MIKKELI) — 10. North Savo Agr. Exp. Sta. (MAANINKA) — 11. Central Finland Agr. Exp. Sta. (VATIA) — 12. South Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (PELMA) — 13. Central Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (LAITALA) — 14. North Ostrobothnia Agr. Exp. Sta. (RUUKKI) — 15. Arctic Circle Agr. Exp. Sta. (ROVANIEMI) — 16. Pasture Exp. Sta. (MOUHI-JÄRVI) — 17. Pig Husbandry Exp. Sta. (HYVINKÄÄ) — 18. Frost Research Sta. (PELSONSUO)

SISÄLLYS — CONTENTS

RAATIKAINEN, M. <i>Mesopolobus graminum</i> (Hårdh) (Hym., Pteromalidae), its population dynamics and influence on <i>Javesella pellucida</i>	99
Selostus: <i>Mesopolobus graminum</i> -pistiäisen runsaudenvaihtelusta ja vaikutuksesta viljakaskaaseen	106
SYVÄLAHTI, J. Kauran lannoituksesta. Uudisviljelykokeiden tuloksia vuosilta 1947—61	107
Summary: Fertilization of oats. Results of experiments on clearing in 1947—61	125
MARKKULA, M. & ROUKKA, KAISA. Resistance of plants to the pea aphid <i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris (Hom., Aphididae). I. Fecundity of the biotypes on different host plants	127
Selostus: Kasvien kestävydestä hernekirvaa vastaan. I. Hernekirvan biologisten rotujen lisääntyminen eri isäntäkasveissa	131
LAKANEN, E. & PAASIKALLIO, ARJA. The effects of soil factors on the uptake of radiostrontium by plants. Part II	133
Selostus: Maaperätekiöiden vaikutus kasvien radiostrontiumin ottoon. II	138
TULISALO, U. & MARKKULA, M. Resistance of pea to the pea weevil <i>Sitona lineatus</i> (L.) (Col., Curculionidae)	139
Selostus: Herneen kestävydestä juovahernekärsäkästä vastaan	141
POUTIAINEN, E. Valkuaisen osittainen korvaaminen urealla lypsylehmien ruokinnassa	142
Summary: The partial substitution of protein by urea in rations for dairy cows	150
— The influence of some dietary factors on the neutralization of acids in the reticulo-rumen of the cow	151
Selostus: Eräiden ruokinnallisten tekijäin vaikutus happojen neutraloimiseen lehmän pötsi-verkkomahassa	168
Vuonna 1969 julkaistuja maataloudellisia tutkimuksia ja koeselostuksia	170
Agricultural investigations and results of experiments published in Finland in 1969	170