EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOLI

TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES

UNIVERSITATIS TARTUENSIS

(DORPATENSIS)

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

XXXI

TARTU 1937

EESTI VABARIIGI TARTU ÜLIKOOLI

TOIMETUSED

ACTA ET COMMENTATIONES

UNIVERSITATIS TARTUENSIS

(DORPATENSIS)

A

MATHEMATICA, PHYSICA, MEDICA

XXXI

TARTU 1937

K. Mattieseni trükikoda o.-ü., Tartu 1937.

Sisukord. — Contenta.

1. **Vassil Ridala.** Inquiries into the pathogenic effects produced by *Brucella Abortus* in the udder and certain other organs of the cow.
2. **Wilhelm Anderson.** Zu H. Vogts Ansichten über die obere Grenze der Sternmassen.
3. **Jacob Gabovitš.** The pulsation theory of Mira Ceti.
4. **T. Lippmaa.** E. V. Tartu Ülikooli Botaanikaaia süstemaatilised ja taimegeograafilised kogud. I osa (lk. 1—192).

Résumé: Les collections systématiques et phytogéographiques de l'Université estonienne à Tartu.

PUBLISHED UNDER THE AUSPICES OF THE VETERINARY AND MILK-HYGIENIC INSTITUTE (UNDER THE DIRECTION OF *Prof. E. ROOTS, M. D. Vet.*) AND OF THE PATHOLOGICAL INSTITUTE (UNDER THE DIRECTION OF *Prof. A. VALDES, M. D.*) OF THE UNIVERSITY OF TARTU, ESTONIA

INQUIRIES INTO THE PATHOGENIC EFFECTS PRODUCED BY *BRUCELLA ABORTUS* IN THE UDDER AND CERTAIN OTHER ORGANS OF THE COW

BY

VASSIL RIDALA, M. D. Vet.

ILLUSTRATED BY TWENTY-SIX PLATES WITH FIFTY FIGURES AND ONE SCHEME IN THE TEXT

TARTU 1936

Printed by K. Mattiesen, Ltd., Tartu, 1936.

Table of Contents.

Page

A. Introduction 5

B. Literature concerning the Question 11

a. The Presence of *Brucella Abortus* in the Milk of Cows 11

b. The Elimination of *Br. Abortus* with Milk ensuing from Vaccination with Living Cultures of *Br. Abortus* 20

c. The Germ Count of *Br. Abortus* eliminated with Milk 22

d. Changes in the Quantity and the Compound of Milk due to *Br. Abortus* in Bovine Udders 24

e. Pathological Changes due to *Br. Abortus* in Bovine Udders . . 29

C. Personal Inquiries 34

a. Prospect of Inquiries 34

b. Course of Inquiries and Methods 35

aa. Bacteriological and Serological Examinations 35

bb. Histopathological Studies 40

c. Results of Inquiries 46

Cow I — "Koidu" 46

aa. Preliminary Data 46

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera . . . 47

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter 48

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments 51

ee. Histopathological Finding 51

Cow II — "Loora" 60

aa. Preliminary Data 60

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera . . . 61

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter 62

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments 65

ee. Histopathological Finding 66

Cow III — "Tasane" 72

aa. Preliminary Data 72

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera . . . 73

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter 75

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments 77

ee. Histopathological Finding 77

Page

Cow IV — "Lehik" 79
aa. Preliminary Data 80
bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera . . . 81
cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter 81
dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments 86
ee. Histopathological Finding 86
Cow V — "Klaara" 91
aa. Preliminary Data 91
bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera . . . 91
cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter 93
dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments 95
ee. Histopathological Finding 95
Cow VI — "Õunik" 99
aa. Preliminary Data 99
bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera . . . 100
cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter 100
dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments 103
ee. Histopathological Finding 103
Undiseased Cows 105
D. Estimation of the Results of the Inquiries 111
E. Summary 125
Bibliography 129
Illustrations with Explanation of Figures.

A. Introduction [1]).

The discovery of *Brucella abortus* as the originator of bovine infectious abortion by B. Bang and Stribolt in 1896, in Denmark, indicates the beginning of a new era in the investigation of the most significant cattle disease of the present age — "Bang's abortion disease" or cattle brucellosis. That in many cases bovine abortion was contagious and an artificial infection possible, was already known before [Cruzel (1832) (37), Johne (1872) (86), Bräuer (1873) (17), Franck (1876) (50), Lehnert (1878) (108), Nocard (1886) (131), Trinchera (1882) (178), *et al.*]. But with the discovery of *Brucella abortus* and the explanation of its aetiological significance by B. Bang and Stribolt, the inquiries into the disease caused by the above-mentioned microbe were placed on a reliable basis and could be grounded on scientific evidence.

In the first decade of the present century, cattle brucellosis was found in various parts of Europe and America, and at present its occurrence throughout the world has been proved by numerous researches.

Later researches show that the pathogenic effect of *Brucella abortus* does not confine itself to cattle, but that the microbe infects also men, swine, goats, in rarer cases sheep and horses, in several cases dogs [Saceghem (149), Planz and Huddleson (135)], cats [Koegel (100), Makkawejsky and Karkadinowskaja (119)], and certain birds, *viz.* hens and turkeys [Huddleson and Emmel (80), Fabyan (44), Gilman and Burnett (55), Koegel (100)]. All the animals mentioned above have also been infected with *Brucella abortus* by means of artificial inoculation, and in addition to the usual object of experiments — the guinea-pig — also apes, rabbits, mice, rats, pheasants, geese, ducks and pigeons.

---

1) The studies here reported were carried out within the years 1930—1933, and were submitted to the Veterinary Faculty as a thesis in 1933. On account of its having been abbreviated and the delay of its translation into English, I was not able to have it printed earlier.

There is no doubt that brucellosis is the most momentous of all diseases affecting cattle, owing to its frequent occurrence all over the world and the great economical damage caused by it.

This appears also from the large number of inquiries made into the character of this disease for the purpose of elucidating and fighting it. The direct damages caused by brucellosis in herds are as follows: 1) the waste of calves, 2) the damage effected by indisposition of the genitals leading to sterility, and 3) the decrease of milk production. Hitherto but slight attention has been paid to the decrease of milk production due to *Br. abortus*, and the causes of this fact have been little studied. Usually the diminution of milk production in cases of abortion is explained as an indirect result of the latter, and very few authors have ever tried to connect the decrease of milk production with brucellous infection of the udder. Evidently these problems have not been sufficiently studied hitherto and fully explained, because brucellosis as a very widespread infection was not known to be the chief cause of the pathological-histological changes in cattle, and specially in the udder.

The economic damage to stock-farming caused by brucellosis in many countries has been estimated in money. Thus the amount of the annual damage from brucellosis in the United States of America, in 1916, was about 20 million dollars [Giltner, Hallmann, and Cooledge (58)], in 1925, it was more than 100 millions, and in 1930, it amounted to 200—300 million dollars [Barnes (10)]. The damage caused by brucellosis in Germany, in 1925, was estimated at 100 millions [Klimmer (93)], in 1926 — at 200 millions (according to the statistics of the hygienic exhibition at Düsseldorf), in 1930 — at 250 millions [Zwick (191)], and in 1931 — at 200 millions RM every year [Zeller (188)]. The annual damage in Estonia, in 1932, is estimated at 2 million Est. crowns [Laja (105)].

In addition to the direct damage caused by brucellosis, the expense connected with the researches into this disease ought to be specially mentioned. According to the data of Williams (182), in USA, for the investigation of no cattle disease has there been spent so much money as for the purpose of elucidating brucellosis.

In the years following the discovery of *Br. abortus*, cattle brucellosis was considered to have its seat only in the pregnant uterus and in the genitals of bulls, without including hereditary brucellosis in new-born calves. This view, however, could be held

plausible only until 1912, because up to that time *Br. abortus* had not been found either in the excretions and secretions, or in any organ besides the genitals. But already in the inquiries dating from the years 1912 and 1913, Smith and Fabyan (165), Melvin (124), Schroeder and Cotton (152), Mohler and Traum (128) proved for the first time the presence of *Br. abortus* in milk by means of experiments on guinea-pigs. A little later, Zwick and Krage (192) reared a culture of *Br. abortus* eliminated with milk. These investigations were followed by numerous additional experiments. It became evident that a high percentage of naturally infected cows, both pregnant and non-pregnant, and cows that had aborted and that had not, eliminate *Br. abortus* with their milk [Robinson (144), Cotton (35), Schroeder and Cotton (157), Cooledge (34), Winkler (183), Bogenschneider (15), Hart and Traum (70), Buck and Creech (18), Carpenter (24), Prillwitz (138), Pfenniger and Krupski (134), Bang and Bendixen (79), Steck (170), Mitchell and Humphreys (127), Pröscholdt (140), Lerche (111), *etc.*]. Besides infecting the udder, the microbe was discovered before long also in the lymph nodes of the udder and the pelvis [Schroeder and Cotton (155), Robinson (144), Prillwitz (138), *etc.*]. Now, from these inquiries into the matter it was clear that the infection affects not only the genitals but also the udder and the lymph nodes belonging to it. But the prevailing opinion was that brucellosis as such was not a general infectious disease in the bovine organism, but was located only in the organs already mentioned. More observations and inquiries ensued which showed that in cases of natural infection *Br. abortus* established itself in the organism of the cattle in various organs and parts of the body and produced its pathogenic effects. Thus *Br. abortus* has been detected in the articulations and the tendon sheaths in cases of extensive changes of the articulations and inflammations of the tendon sheaths [Buck and Creech (19), Bang and Bendixen (8)], and comparatively frequently in the hygromata of the knees [Boyd, Delez and Fitch (16), Panisset and Comptois (133), Magnusson (177), van der Hoeden (77), Roots and Ridala (145)]. Studying cattle sputum in connection with tuberculosis, Pröscholdt ascertained [1926 (139)] the presence of *Br. abortus* by means of experiments on guinea-pigs in 2·3 per cent. of the sputum-samples. Considering these results,

the author was of the opinion that *Br. abortus* is eliminated also with bronchial mucus.

The microbe is supposed to be carried to its habitats in the haematogenic or lymphogenic way, but no one has as yet tried to ascertain the actual possibility of the blood-infection in the case of a natural infection. Only in 1931, Götze and Müller (64) declared that they succeeded in infecting a cow artificially, transfusing the blood of a brucellous cow into an undiseased one. Relying on this result, Götze and Müller presume that in cases of bovine brucellosis a general bacteriemia is possible for at least a while. Krüger [1932 (102)] detected *Br. abortus* by guinea-pig inoculation in the diaphragm of 3 slaughtered cows.

Roots and Ridala [1932 (145)] demonstrated in their work for the first time by a number of experiments cases of natural brucellous infection, and proved the presence of *Br. abortus* and the considerable histological changes due to it, besides the other organs of cattle, also in the spleen and the thyroid gland. Thus the inquiries of late years greatly enhance our knowledge of brucellosis in the bovine organism. It has been ascertained that besides its usual habitat (the genitals and the udder), *Br. abortus* is present in many parts of the body.

Bovine abortion is a comparatively frequent symptom of the pathogenic effect produced by *Br. abortus*. Brucellosis attracted notice through abortion already in former years, and that is just why inquiries into the disease began. It is natural that the disease was then named "abortus infectiosus". The disease bore this name down to our own times, and it is still called so by some authors. But, since later examinations showed that abortion was only one of the pathological symptoms and did not occur in a large percentage of brucellous cases, the denomination "abortus infectiosus" was no longer suitable. More general names had to be found which were independent of the symptoms of the disease. Now "Bang's infection", and in most recent times "abortus brucellosis" (opposite to melitensis-brucellosis) or simply "brucellosis" are used. In the present work the denomination "brucellosis" is made use of, as melitensis-brucellosis does not occur with us. The morbific agent has likewise had different names, e. g. "*Bacterium abortus infectiosi Bang*", "*Alcaligenes abortus*", "*Brucella abortus (Bang)*" etc. "*Brucella abortus (Bang)*" is used throughout

this work as corresponding best to the rules of the systematic nomenclature of bacteria.

The pathological changes in the fetal membranes *(placentitis et cotyledonitis necrotica)* and endometritis in cattle, caused by brucellosis, have already been known since the discovery of *Br. abortus*. Further, a comparatively frequent inflammation of the testes of bulls and the testicles, in connection with coagulation necrosis and abscesses caused by *Br. abortus*, was ascertained [Schroeder and Cotton (156), Buck, Creech and Ladson (20), Marcis (120), Schlegel (150), Ohlson (132), Bluhm (14), Christiansen (27), Ehrlich (40), Magnusson (116), Mirri (126), Lerche (110), Cominotti (28), Richter (142), Witte (184), *etc.*]. But an inflammation of the seminal vesicle and prostata and the nodes on the mucous membrane of the penis have been found less frequently [Bürki (22), Bluhm (14), Buck, Creech and Ladson (20), Gilman and Hopper (56), Magnusson (116), *etc.*]. The histological finding in the genitals of bulls is severally similar to the changes due to tuberculosis. In singular brucellous cases, acute, subacute, and chronic inflammatory foci in the thyroid gland were observed [Roots and Ridala (145)], and an inflammation of sheaths of tendons and arthritis was noted by Buck and Creech (19), O. Bang and Bendixen (8), *etc.* *Br. abortus* has been found also in the hygromata of the knees, which were first of all considered to be caused by various mechanical injuries (stone-floors etc.), but when the damaged tissue proved to be propitious for *Br. abortus* to establish itself [Boyd, Delez and Fitch (16), Panisset and Comptois (133), Magnusson (117), van der Hoeden (77), Roots and Ridala (145)], the above-mentioned microbe would also produce its pathogenic effect there.

Inflammation due to brucellosis has been observed in the abomasus and intestines of the embryo and new-born calves [Zwick and Zeller (193), Klimmer (91), Witte (185), *etc.*], in the serous membranes [Zwick and Zeller (193), Haupt (72), *etc.*], in the lungs [Smith (164), *etc.*], and in the urinary bladder. Further, an edema of the umbilical cord, of the belly and the chest has been noticed.

According to the information we have, 12·5—91·8% of cows naturally infected with *Br. abortus* eliminate the bacterium in question, mostly for quite a long period, in some cases for about

7 years. The problem that presents itself is whether *Br. abortus* is present in the udder as a loyal commensal, or whether it causes changes there in the same way as in the other parts and organs of the body. There is no doubt that the milk production of cows decreases in connection with brucellosis, but most contemporary authors ascribe this exclusively to the fact of abortion, which, as we know, leaves the udder unsatisfactorily prepared for lactation. Despite the importance of this factor, it is certain that it is not the only one to which the decrease of milk production is due. In this connection, the data of Simms and Miller (162) are of special importance, showing, as they do, that the diminished milk production in cases of brucellosis may last for years, even though the number of abortions among cattle should steadily decrease. Similarly, Laja (104, 106) notes that three herds of brucellous cows that had not aborted, though continuing to yield milk, produced about 25 per cent. less milk than those that were unaffected. This shows that over and above abortion there must be other agents causing the decrease of milk production in infected cows. Of these agents, those that have to be examined in the first place, are the direct functional disturbances in the udder due to *Br. abortus*.

The few statements to be found in literature show that but little attention has been paid to inquiries into the pathogenic effects produced by *Br. abortus* in the udder. Certain authors [Cooledge (33), Tweed (180), Runnels and Huddleson (147), O. Bang and Bendixen (9)] have noted a high cellular count in the milk in cases of *brucellosis*, but in a number of cases no attention was paid to other possible infections of the udder that may likewise bring about a high cell count of the milk, without causing any clinical symptoms in the udder. Furthermore, it has been observed that the quantity of milk sugar and fat in the milk decreased, whereas there was an increase in catalase, chlorine and sediments [O. Bang (5)]. Only Schroeder and Cotton (154) have noted macroscopically small foci of induration in cases of brucellosis in the udders of cows. In the study of brucellous udders histologically [Runnels and Huddleson (147), Smith, Orcutt and Little (167)], there have been noticed small acute, subacute, and chronic inflammatory foci, whereas other possible infections have not always been taken into consideration. No one has so far ascertained with any accuracy the nature of the changes

observed, nor have the possible variations or the extent of these changes been studied with any care. It is not clear whether there was any *Br. abortus* in the parts thus changed, or whether this microbe could be found in the histological sections. Scientists are of different opinions as to the changes in the udder, and some of them have failed altogether to notice any pathological changes there [Friedemann (52)].

Hence it appears that our knowledge concerning the pathogenic effects produced by *Br. abortus* in the udder of the cow is even now insufficient. It is therefore most urgent that, because of the aetiological significance of brucellosis and for the purpose of fighting the disease, the following questions should be elucidated:

1) Do any pathological changes take place in the udder if *Br. abortus* is eliminated with the milk?

2) In what parts of the udder and to what extent do the changes take place?

3) What is the form and duration of these changes?

4) Is there any *Br. abortus* in the parts thus altered?

5) Are the amount and composition of the milk affected by these processes?

In the present study I have set myself the immediate task of solving these problems. I have specially studied the pathological changes in the bovine udder and in the adjoining lymph nodes, as well as the presence of *Br. abortus* in the changed parts. Nor have I omitted any other possible agents. In addition I have examined the same animals, as to finding possible excitants of diseases and pathological changes in the various other organs and parts of the body.

B. Literature concerning the Question.

a. The Presence of *Brucella Abortus* in the Milk of Cows.

Smith and Fabyan (165), Melvin (124), Schroeder and Cotton (152), Mohler and Traum (128) were the first to find *Br. abortus* in the milk of cows, studying it by means of experiments on guinea-pigs for *Mycobacterium tuberculosis*. The internal organs of the injected guinea-pigs showed changes which might have easily been taken to be the changes observed in cases of tuberculosis, but, as they proved to be negative for *Mycobacterium tuberculosis*, the inquiries had to be continued. The above-mentioned

scientists succeeded indeed in isolating then a culture of *Br. abortus* from the organs thus changed.

Zwick and Krage (192) cultivated *Br. abortus* (1913) from the milk sediment of cows that had aborted 3—14 days before and even 6 and 13 months before. There was no evidence of any macroscopical changes in the milk of these cows nor any clinical symptoms in the udder.

Klimmer and Winkler (95) observed that after aborting, cows eliminate *Br. abortus* with the milk for quite a long time. The authors did not find any macroscopical changes in the milk, in the udder, nor the adjoining lymph nodes.

Robinson (144) ascertained that there was brucellous infection in the udders as well as in the lymph nodes of the udders and pelvis of several non-pregnant cows.

Schroeder and Cotton (157) found out that 60 per cent. of naturally infected cows eliminate *Br. abortus* with their milk. The elimination may last for about one week or for several months, and in some cases even for about 6 to 7 years. They made sure that *Br. abortus* was eliminated with the milk of cows that had not aborted at all, and of those about to abort in a month's time.

Cooledge (34) studied the milk of 118 cows from 7 farms, and found that 27 per cent. of the cows examined eliminated *Br. abortus* with their milk. But he did not find the bacteria always present when the milk contained agglutinins of *Br. abortus*. The milk taken in the middle of milking was most abundant in agglutinins. In determining the immune corpuscles of *Br. abortus* in the milk, the complement fixation and the agglutination tests were equivalent.

Thomsen (173) takes it for granted that *Br. abortus* is eliminated with the milk of every infected cow.

Steck (170) detected *Br. abortus* in the milk of several cows that had not aborted. In one case he found the microbe present in the milk several months previous to the time of aborting. The author of this study is of the opinion that *Br. abortus* may occur also in the udder of perfectly healthy cows.

Winkler (183) studied the milk of 32 infected cows; 13 (41 per cent.) of the cows eliminated *Br. abortus* with their milk after they had aborted, but not continuously.

Bogenschneider (15) found that 2 (12·5 per cent.) out of 16 naturally infected cows had *Br. abortus* in their milk.

Zeller (187) states that in cases of brucellosis, cows often eliminate with their milk the microbe in question. Further, he declares that the general methods — the cultivation methods and guinea-pig inoculation are not absolutely reliable methods for determining the presence of *Br. abortus* in milk.

Smith, Orcutt, and Little (166) injected a living and a killed culture of *Br. abortus* into one quarter of the udder. Further, an injection of the cultures was given subcutaneously and intravenously. The milk of the injected quarter showed in the first case many more agglutinins than in the latter cases. Taking into consideration the results of the experiments, the authors are of the opinion that the anti-bodies of *Br. abortus* also originate in the udder.

Schroeder and Cotton (153) studied repeatedly by means of the guinea-pig experiment the milk of 56 cows, taking the milk samples from each quarter of the udder individually. They noted that none of the cows whose blood serum agglutinated *Br. abortus* in dilutions 1 : 100 or less, eliminated *Br. abortus* with their milk, whereas 25 (83·3 per cent.) out of 30 cows eliminated the microbe, the aggl. titer of their blood serum being 1 : 200 and above. Hence, based upon this finding, the authors draw the conceivable conclusion that only those cows eliminate *Br. abortus* with their milk whose blood serum titer is above 1 : 100.

Hart and Traum (70) noted that *Br. abortus* was eliminated with the milk of cows whose blood serum did not agglutinate the above-mentioned microbe, and with that of vaccinated cows.

Buck and Creech (18) found that 17 (56·7 per cent.) out of 30 brucellous cows eliminated the microbe with their milk. They did not succeed in exterminating the disease from the udder through vaccination.

Carpenter (24) observed *Br. abortus* also in the milk of non-pregnant cows. The author examined two herds by comparing them. He vaccinated one herd, being uncertain of the extent of the infection in it, and found that the agglutination of *Br. abortus* was positive in 86 per cent. of the cows, and 38 per cent. of them eliminated the microbe with their milk. The second herd was not given an injection of *Br. abortus* vaccine; it appeared that the agglutination titer of the blood serum of 72 per cent. of the cows was positive, and 66 per cent. of the cows eliminated *Br. abortus* with their milk. Thus, in the second herd the microbe was eliminated

by 91·8 per cent. of the cows that had reacted positively to the blood test. Later on Carpenter serologically examined one more herd where no abortion had occurred. Two cows in this herd proved brucellous, one of them eliminating the microbe with her milk. The author was of the opinion that the subsequent epidemic in the herd was due to the lastmentioned cow.

Prillwitz (138) serologically studied 160 cows assigned for slaughter, and found that 11 of them were infected with *Br. abortus*. The microbe was to be found in the milk of 4 cows and in the lymph nodes of the udder of one cow.

Carpenter and Boak (26) found the presence of *Br. abortus* by means of the guinea-pig experiment in the cream samples of 23 (6·08 per cent.) cows, where the sum total of the cream samples for the purpose of the study was 378, taken from 378 cows individually.

Bang and Bendixen (7) examined the milk of cows belonging to 7 herds. The results were as follows: in the first herd 4 (33·3 per cent.) out of 12 cows eliminated *Br. abortus* with their milk; in the second herd 1 (5·5 per cent.) out of 18 (7 samples taken mostly from cows that had aborted were lost), in the third herd 2 (66·7 per cent.) out of 3 cows eliminated the microbe; in the fourth herd 7 (43·1 per cent.) out of 16, in the fifth herd 4 (44·4 per cent.) out of 9, in the sixth herd 1 (25 per cent.) out of 4, and in the seventh herd 3 (33·3 per cent.) out of 9 cows eliminated the microbe. Thus, 35·9 per cent. of all the cows belonging to the 7 herds eliminated *Br. abortus* with their milk. The authors think that the guinea-pig experiment is not an absolutely reliable method of ascertaining the presence of *Br. abortus* in milk. Brucellous infection is to be noticed more frequently in the rear quarters of the udder.

King and Caldwell (89) did not find *Br. abortus* by guinea-pig inoculation in the milk samples of those cows that had an agglutination titer of their blood serum 1:60 or less (in 151 cases). But 23 out of 56 cows, the agglutination titer of whose blood serum was 1:120 or above, eliminated the microbe with their milk. *Br. abortus* was detected twice in the milk of a cow, but there was no evidence of agglutinins in her blood.

Van der Hoeden (78) found *Br. abortus* present in the milk of cows from a farm where there had not been any cases of abortion for several years. Furthermore, he observed a cow that had not

aborted but whose milk, nevertheless, contained *Br. abortus*, though the agglutinins of the microbe had never been found in her blood.

Drescher and Hopfengärtner (39) ascertained the presence of *Br. abortus* in the milk of 21 per cent. to 83 per cent. of cows that were infected with *Br. abortus*.

Graham and Throp (59) studied the milk of 78 cows whose blood reaction with *Br. abortus* was positive, and found in the milk of 45 (57·7 per cent.) of these cows the agglutinins of *Br. abortus*.

Traum (175) states that, according to the agglutination reaction, 20 per cent. of the milk cows in the U. S. A. are affected with *Br. abortus*, and 30 per cent. to 50 per cent. of them eliminate the microbe causing the disease.

Jensen (84) thinks that at least 10 per cent. to 20 per cent. of brucellous cows eliminate *Br. abortus* with their milk. Further, he is of the opinion that about 20 per cent. to 30 per cent. of market-milk contains *Br. abortus*.

Gilman (53) studied the milk of 34 cows, taken from each quarter of the udder individually, to find out whether it showed any agglutinins and bacteria present or not. He never noticed any *Br. abortus* when the agglutination titer of the milk serum was less than 1:80, nor when the titer of the blood serum was under 1:320. But the above-mentioned microbe was observed in 53·7 per cent. of the milk from the quarters of those udders that had an agglutination titer of the milk serum 1:80 and above.

Schumann and Lerche (159) found brucellous infection in 278 (22 per cent.) milk samples taken from 1265 herds. The blood test for *Br. abortus* was positive also in farms where cows had never aborted, and some of the cows eliminated the bacterium in question. *Br. abortus* was found in the milk of 49 per cent. of the 51 cows that had reacted positively to the serological test; in another case, 52·9 per cent. of 19 cows that reacted positively but had never aborted, had *Br. abortus* in their milk. According to the opinion of the authors, based on the results of these experiments, half the number of brucellous cows eliminate the excitant of the disease with their milk.

Lerche's (111, 112) data show that the occurrence of brucellosis in cattle is very frequent indeed; 20 per cent. is the average amount of infection. The author notes that *Br. abortus* was eliminated with the milk of cows that had aborted and that

had not aborted. 54 (52·3 per cent.) out of 104 cows whose blood serum was positive to *Br. abortus* agglutination, contained the microbe in their milk. Among these 104 cows examined, there were 23 that had calved normally, and 14 (60·9 per cent.) of them eliminated *Br. abortus*. In another farm, 38 (45·2 per cent.) out of 84 cows that had aborted eliminated *Br. abortus*. Hence it follows that *Br. abortus* may be present even more frequently in the milk of those cows that have calved normally than of those that have aborted. According to the same author, *Br. abortus* was present in the milk of 18 cows (58 per cent.) out of 31 belonging to one herd. The elimination of the above-mentioned microbe with milk is not always regular; sometimes the presence of the bacteria cannot be ascertained in milk, though the udder be infected. *Br. abortus* is not always eliminated with the milk from all the quarters of the udder, sometimes only one or two of the quarters eliminate the bacterium in question. The elimination of *Br. abortus* with milk may last for months and even for years. *Br. abortus* was found by means of the animal experiment in 18 milk samples, but by means of the cultivation method it was found only in 4 milk samples out of 18. Lerche ascertained the germ count of *Br. abortus* eliminated with the milk of two cows: in 1 ccm milk there were about 60—320 bacteria. The author succeeded in determining *Br. abortus* by means of the cultivation method in 11 cases in the milk taken at the end of milking from 14 cows (that eliminated the microbe with their milk); in the milk samples taken at the beginning and in the middle of the milking it was present only in four cases. Considering these results, Lerche is of the opinion that *Br. abortus* is located in the parenchyma of the udder, whence it is driven into the milk at the end of milking by the natural massage of the udder.

Makkawejsky, Karkadinowsky, Michejeff, Gawriloff, and Dawydowsky (118) studied the milk of 68 cows that had aborted, and found that 14·7 per cent. of them eliminated *Br. abortus*.

Mitchell and Humphreys (127) detected *Br. abortus* in the milk of 12 (75 per cent.) cows out of 16 that had reacted. Two cows yielded milk that was infected in one quarter, three cows had it in two quarters, five cows in three quarters, and two in all four quarters of the udder.

Gwatkin (63) examined the milk of 31 cows that had

calved normally. It followed that 2 cows the agglutination titer of whose blood serum was 1:50, did not eliminate the germs of the disease with their milk, 30 per cent. of 10 cows with an aggl. titer of 1:100 eliminated *Br. abortus*, 100 per cent. of 3 cows with an aggl. titer of 1:250 also eliminated *Br. abortus*, 75 per cent. of 4 cows with an aggl. titer of 1:500, and 50 per cent. of 12 cows with an aggl. titer of 1:1000 eliminated the above-mentioned microbe with their milk. On the whole, 15 (48·4 per cent.) out of the 31 examined cows eliminated *Br. abortus* with their milk.

Cotton and Buck (36) found that only few of the cows whose aggl. titer of the blood serum was 1:100 or less, eliminated *Br. abortus* with their milk; they were either lately infected or their aggl. titer was constantly rising. The above-ementioned microbe was eliminated by 50 per cent. of the cows whose aggl. titer was 1:200, and almost all of the cows whose aggl. titer was 1:1000 eliminated *Br. abortus* with their milk.

Tullberg (179) could seldom make sure the presence of *Br. abortus* by means of experiments on the guinea-pig in the milk of cows, the aggl. titer of whose blood serum was 1:10 to 1:30; he found it present in 19 per cent. of cases with an aggl. titer of 1:70, and in 50 per cent. of cases where the aggl. titer was 1:100 or above.

Pröscholdt (140) has made extensive inquiries into the occurrence of *Br. abortus* and its agglutinins in bovine milk. Table I presents the results of these studies.

Hence it appears that 203 (53 per cent.) out of the 383 cows examined (with an aggl. titer of the blood serum 1:100 to 1:64 000) eliminated *Br. abortus* with their milk. Further, he found that only 3 per cent. of cows, the aggl. titer of whose blood serum was 1:100 and less, eliminated the bacterium in question. 94 per cent. to 96 per cent. of cows eliminating *Br. abortus* had an aggl. titer of the blood serum 1:100 and above, and about 81 per cent. to 86·6 per cent. of the cows had likewise agglutinins of *Br. abortus* in their milk. Among 208 cows eliminating *Br. abortus*, there were 145 cows that had aborted and 63 cows that had calved normally. The aggl. titer of the milk serum remained in all cases one and the same, whether the milk for the tests was taken at the beginning, in the middle, or at the end of milking. The specific agglutinins of *Br. abortus* were not always present in all the quarters of the udder. The author is of the opinion that the agglutinins may

originate also in the udder. Pröscholdt studied by means of experiments on the guinea-pig the sediment of 989 milk and as many cream samples, in order to determine which of them contained more *Br. abortus*. 267 (31 per cent.) out of the 859 samples taken into account, were infected with *Br. abortus*. The microbe was found in the cream in 169 (63·26 per cent.) cases, and in the sediment in 198 (74·15 per cent.) cases. In making the corresponding experiments, it became evident that for determining *Br. abortus*, guinea-pig inoculation was not an absolutely reliable means, although injections of cream, sediment, and a small quantity of centrifuged milk were made. The author therefore always recommends two guinea-pigs to be injected simultaneously for the purpose. *Br. abortus* has been detected in several cases in the secretion of non-functional udders in the dry period.

Table 1.

(Composed according to Pröscholdt's Data.)

Number of infected Cows	Blood Sera Positive to Agglut. Test	Number of Cows eliminating *Br. Abortus* with Milk		*Br. Abortus*' Agglutinins in the Milk of Cows eliminating the Bacteria		The Bacteria were not eliminated by		*Br. Abortus*' Agglutinins in the Milk of Cows not eliminating the Bacteria	
		Number	%	Number	%	Number	%	Number	%
94	1 : 100	17	18	15	88	77	82	7	9
83	1 : 200	31	37·35	24	77·4	52	62·65	14	27
56	1 : 400	35	62·5	31	88·6	21	37·5	9	24
32	1 : 800	23	72	19	82·6	9	28	5	55·5
20	1 : 1000	14	70	12	85·7	6	30	6	100
47	1 : 2000	36	74·5	34	94·4	11	25·5	11	100
26	1 : 4000	24	92·3	21	87·5	2	7 7	1	50
25	1 : 8000—1 : 64000	23	96	23	100	2	4	1	50
383	1 : 100—1 : 64000	203	53	179	88·2	180	47	54	30

Klimmer (95) made examinations of 187 cows and found that 83 (47 per cent.) of them had a positive aggl. titer of the blood serum, and in 64 (36 per cent.) cases the reaction of the milk serum was positive. *Br. abortus* was eliminated in both cases: in the first case it was eliminated from the milk of 42 (51 per cent.) cows, and in the second case from 42 (65·6 per cent.) cows. Further it was observed that the agglutination of the blood serum of one cow that eliminated *Br. abortus* with her milk, was positive, and

that of her milk serum, negative, but that the reactions of both the blood and the milk sera of another cow eliminating *Br. abortus* with her milk, were negative.

Klimmer thinks the aggl. titer of the blood serum to be remarkably congruent with the elimination of *Br. abortus* with the milk. He found the highest aggl. titer of the blood serum *viz.* 1:100 in 75 per cent. of the cows that were infected but did not eliminate the microbe; the blood serum of 83 per cent. of the cows eliminating *Br. abortus* with their milk titered at least 1:500 to the agglutination test. An aggl. titer (of the blood serum) of 1:200 was observed in cows that did not eliminate *Br. abortus* (25 per cent.), as well as in those cows that eliminated the bacterium in question (17 per cent.). Further, Klimmer informs us of the studies made in a herd where some cows were injected with living cultures of *Br. abortus*. It appeared that the blood tests showed in some cases an aggl. titer of 1:3000, but the cows did not eliminate *Br. abortus* with their milk; the author ascribes this fact partly to the injections of living cultures of the bacterium. According to the summarized results of his inquiries, Klimmer states that about 98 per cent. of cows eliminating *Br. abortus* with their milk have an aggl. titer of the blood serum at least 1:100, about 95 per cent. have a titer of 1:200, and all cows whose blood serum titers at least 1:4000 to the agglutination test, eliminate *Br. abortus* with their milk. Naturally infected cows may eliminate *Br. abortus* when the aggl. titer of the milk serum is a minimum of 1:100; in cases when the aggl. titer of the milk serum is 1:800 or above, the microbe is always present in the milk. The aggl. titer of the milk serum of cows eliminating *Br. abortus* may decrease thanks to the injection of living cultures of the bacterium to about 1:25, and it may amount to about 1:400 when the microbe is not eliminated with the milk. It was observed that the guinea-pig experiment was not an absolutely reliable means for determining *Br. abortus*, but the cultivation method proved to be even less so for that purpose.

Summary. According to the literature enumerated, 12·5 per cent. to 91·8 per cent. of brucellous cows eliminate the bacterium in question. Most of the investigators have noticed the elimination of *Br. abortus* with the milk by 50 per cent. of cows or more. The elimination of the microbe may last for quite a long period, in some cases even for about 7 years. *Br. abortus* is eliminated with

the milk of pregnant and non-pregnant cows, and also with the milk of cows that had aborted, and of those that had calved normally. Usually, when cows eliminate *Br. abortus*, the specific brucellous agglutinins are present in the blood and in the milk. In single cases, when there are no agglutinins to be found in the blood, in the milk, or in both simultaneously, the microbe is still eliminated with the milk. Those cows that have the specific agglutinins of *Br. abortus* in their blood, as well as those having the above-mentioned agglutinins in their milk, do not eliminate *Br. abortus* with their milk. The bacterium has been detected in several non-functional udders in the dry period. For the purpose of determining *Br. abortus*, the guinea-pig experiment has not proved absolutely trustworthy, but it is as yet the best of all the known means.

b. The Elimination of *Br. Abortus* with Milk ensuing from Vaccination with Living Cultures of *Br. Abortus*.

Zwick and Krage (192) were the first to ascertain that goats injected subcutaneously with living cultures of *Br. abortus* eliminate the above-mentioned microbe with their milk in 24—48 hours after the injection.

Buck and Creech (18) found that one (33·3 per cent.) out of three cows injected with living cultures of *Br. abortus* eliminated the bacterium in question.

Hart and Traum (70) ascertained that 10 (62·5 per cent.) out of 16 cows that were injected with living cultures of *Br. abortus* eliminated the microbe with their milk.

Birch (12) examined 11 cows injected with *Br. abortus* and detected the bacteria in the milk of 3 (27·3 per cent.) cows. The cows from another group treated in a like manner eliminated *Br. abortus* with their milk.

O. Bang (6) noted *Br. abortus* in the milk of 1 (20 per cent.) cow out of 5 vaccinated cows.

Carpenter (24) found that 38 per cent. of the cows injected with living culture eliminated *Br. abortus* with their milk.

Schumann and Lerche (159) fed a cow, which had been pregnant for about 147 days, and a heifer with the contents of the stomach of a fetus richly containing the germs of *Br. abortus*. Both animals were unaffected before the feeding. The first of them calved normally, but the microbe was detected in the uterine

exudate, in the fetal membranes, and in the milk 11 days after she had calved until the end of the experiments. The heifer was bred repeatedly but she never conceived. Further, Schumann and Lerche injected living cultures of *Br. abortus* subcutaneously into two pregnant cows and a heifer. One of the cows calved normally, but the other cow and the heifer aborted. *Br. abortus* was found in the fetal membranes of the two animals that had aborted, all three revealed the microbe in their uterine exudate, and it was present in the milk of the heifer.

Zeller and Beller (189) injected 10 pregnant cows belonging to herds that were not affected with brucellosis; the result was that 7 of them aborted. Further experiments made in a like manner caused 4 cases of abortion in a group of 5 animals. Some of the cows already mentioned (exact data are lacking) eliminated *Br. abortus* with their milk.

Karsten (87) made experiments by injecting cows with living cultures of *Br. abortus*. In 5 cases there followed sterility; 8 cows conceived but 3 of them aborted, and four cows that calved normally eliminated the above-mentioned microbe with their milk.

Cominotti (29) inoculated 20 heifers twice with living cultures of *Br. abortus*. Hence it followed that all the animals calved normally, but 50 per cent. to 66·5 per cent. of them eliminated *Br. abortus* with their milk during 15—18—19—24 months. The biological qualities (especially the aerobic growth) of the bacteria found in the milk were similar to those found in the injected culture. For the purpose of investigating milk for *Br. abortus*, the author of this work recommends an injection of one and the same substance into two guinea-pigs.

Elfr. Ridala (143) injected 5 non-pregnant and 2 pregnant thorougly healthy cows with living cultures of *Br. abortus*, the culture being prepared for vaccinating purposes in the Governmental Serum Institute. The animals under examination were stalled in separate sheds and stall-fed by different persons. It appeared that all these cows eliminated *Br. abortus* in 7—21 days after the injection. The microbe was eliminated by 5 cows for about 4—6 months and by 2 cows till the end of the experiments (1·5 years). All the cows but one conceived and calved normally.

Besides the above-mentioned authors, there are other scientists, *e. g.* Wyssman (186), Connaway, Durant and Newman (30), Graig (60), Fischer (46), who have noted that

Br. abortus is eliminated with milk after cows have been injected with living cultures of the microbe.

Zeller (187), Bogenschneider (15), Schermer and Ehrlich (151), Tize (147), Fitch, Boyd, and Lubbehusen (47) a. o. are of the opinion that the injection of living cultures of *Br. abortus* does not cause a subsequent elimination of just the same bacteria with the milk. A majority of these authors are of the opinion that the living cultures of *Br. abortus* die very soon after being injected into the organism of cows. This view, however, has not been proved scientifically. Later researches by Zeller (189) have shown the opposite.

Summary. The above-described statements of various scientists show that the elimination of *Br. abortus* with the milk of cows is very frequently (20 per cent. to 100 per cent.) due to the injection of living cultures of *Br. abortus*. Besides, frequent cases of abortion have been caused by injecting pregnant cows, the microbe always being present in the fetal membranes. Furthermore, a large percentage of non-pregnancy has been noticed among cows injected with living cultures of *Br. abortus*.

c. The Germ Count of *Br. Abortus* eliminated with Milk.

Alice Evans (41, 42) was the first (1915) investigator to rear a culture of *Br. abortus* directly from milk and determine the germ count by the plate-cultivation method. She studied 46 milk samples taken from two dairy-farms producing certified milk, and got a culture of *Br. abortus* from 14 (30·4 per cent.) samples. The germ count in 1 ccm of the milk was about 110 to 4300 as judged by the full-grown colonies of *Br. abortus*. One sample of the uncertified milk showed in 1 ccm about 50 000 germs of the microbe in question.

Carpenter and Barker (25) ascertained a rise and fall in the germ count of *Br. abortus* in the milk drawn from one and the same udder: the milk samples examined showed 20 to 440 germs in 1 ccm of the milk. For the purpose of determining *Br. abortus* in the milk, the authors consider cream to be better and more appropriate than sediments.

Huddleson, Hasley, and Torrey (79) state that the cream spontaneously risen to the surface of milk most easily yields the richest culture of *Br. abortus*. The authors are of the

opinion that the germs of *Br. abortus* rise to the surface together with the fat-globules of milk. They ascertained the presence of *Br. abortus* in the milk of some cows, the germ count of the bacteria being about 10 000 in 1 ccm. There was no marked difference between the milk from the morning and that from the evening milking.

Hasley (71) studied certified but raw milk in Detroit. He took for the purpose of his experiments 230 samples from 5 dairies; it appeared that *Br. abortus* was present in 10 milk samples taken from 3 dairies, the number of the bacteria in 1 ccm of the milk being about 2, at the most 8.

Lerche (111) examined 18 milk samples by means of the guinea-pig experiment and the cultivation method simultaneously. *Br. abortus* was revealed through guinea-pig inoculation in all the 18 samples, but by means of the cultivation method the microbe was detected only in 4 samples. Further, Lerche studied by means of the cultivation method the milk of 7 cows eliminating *Br. abortus*, the milk being drawn from each quarter of the udder individually. He succeeded in cultivating *Br. abortus* in the milk from two quarters of one cow, and from one quarter of two cows. The author placed 0·2, 0·1 and 0·02 ccm of the milk of the two latter cows on serum agar plates for the presence of *Br. abortus* and the number of germs. The growth was then studied, and it showed a various germ count — about 60 to 320 — of *Br. abortus* in 1 ccm of the milk.

O. Bang and Bendixen (9) state that the number of the germs of *Br. abortus* in milk is variable. They think that it amounts sometimes to 30 000 germs in 1 ccm of milk when cows are naturally infected. The presence of the above-mentioned bacterium in the udder does not cause any macroscopical changes in the milk. The elimination may last for one or more lactation periods. The authors found *Br. abortus* by means of the cultivation method in 112 (64 per cent.) out of 176 milk samples that were previously examined by means of the animal-experiment and had revealed the microbe in question.

Traum and Haring (176) examined milk samples by means of the cultivation method for the presence of *Br. abortus*; 25 per cent. to 30 per cent. of the cases yielded unauthentic results.

Stockmayer (172) noted *Br. abortus* in the secretion of the udder in the dry period. There could be determined

about 10 000 germs of the above-mentioned bacterium in 1 ccm of milk, but the same amount of the secretion of a dry udder and the colostrum showed 50 000 germs and above. The cream of centrifuged milk revealed only a few of the bacteria; there were more of them to be observed in the sediment. On the contrary, the bacteria proved present in much larger numbers in the cream that had risen to the surface by standing of milk than in the sediment.

Summary. From the above-described literature it follows that the germ count of *Br. abortus* varies indeed; beginning with single germs in 1 ccm of milk it amounts to about 50 000 bacteria. Many authors [Lerche (111), Bang and Bendixen (9), *etc.*] think these data inexact, considering the difficult and inconsistent growth of *Br. abortus* on the nutrient media for the culture of bacteria. Several authors [Lerche (111), Traum and Haring (176)] have not succeeded in finding *Br. abortus* by means of the cultivation method in a large percentage of milk samples, though the microbe was proved present in the same samples through guinea-pig inoculation.

d. Changes in the Quantity and the Compound of Milk due to *Br. Abortus* in Bovine Udders.

Barnes (10) found that the annual milk production of brucellous cows in a farm was about 2685 quarts (1 quart = about 1 litre), while unaffected cows yielded about 5248 quarts. Hence it follows that the milk production of the brucellous cows was about 2563 quarts (48·84 per cent.) less than that of the undiseased animals.

Hart (68) gives information about a herd of 1000 head, mostly infected with *Br. abortus*. Out of this herd a new herd was bred by raising 213 unaffected cows at a distance of several kilometres. Though the functional capacity of the new herd at the time of its examination had not fully developed (cows had calved only once or twice), yet the cows of this herd are said to have produced more milk in comparison with the old ones (data in figures are lacking).

Simms and Miller (162) noticed that brucellous cows yield about 35 per cent. less milk a year than undiseased animals. The authors made constant examinations for a considerable period in a herd where no abortions had occurred in the years 1913 and 1914. Four pregnant cows were added to the herd in 1915; three

of them proved brucellous and aborted. After that the infection spread rapidly among the cows in the herd, and the number of abortions reached its climax in the years 1919—1922.

Table 2.

Comparative Data concerning the Milk Production of Cows Infected and Unaffected by *Br. Abortus*.

(Composed according to Data by Simms and Miller.)

Year	Number of Cows	Of them		Abortions	Normal Parturitions	Average Annual Milk Product. of a Cow		Difference
		reacted	did not react			reacted	did not react	
1919	54	41	13	14	41	4965	6693	1728
1920	52	36	16	12	35	4506	5704	1198
1921	64	40	24	12	44	5617	7977	2360
1922	79	48	31	10	50	4710	8542	3832
1923	59	26	33	5	50	4544	7343	2799
1924	70	24	46	6	59	3262	6291	3029

Cows unaffected by *Br. abortus* were then, in 1923/24, isolated from the diseased animals and removed to a distance of one mile. The unaffected cows were stall-fed by persons who had no access to the brucellous herd. The owner of the cattle sold all his brucellous animals after he had understood the considerable difference, about 35 per cent., between the milk production of both herds. Thus, brucellosis was exterminated from the herd, while a partial isolation and a disinfection had not yielded the desired results. According to table 2, the decrease of milk production remains a fact constantly to be noticed in brucellous cows, even though the number of abortions among the cattle had steadily decreased.

Laja (104, 106), considering the milk production of three herds in two years, noted that the annual milk production of the regularly[1]) milking brucellous cows was about 25 per cent. less than that of the unaffected animals. But the percentage of the decreasing milk production amounted to about 28, when, in addition

1) Regularly milking cows are those that have not aborted during the year under examination, that are more than once in milk, that have not been acquired later by purchase nor been barren, those with the interval between two calvings of no more than 12 months, those that have not been afflicted with any clinical disease, *etc.*

to the former, there were considered those cows that did not yield milk regularly; cows that had aborted were not taken into account.

Hardenbergh (67) observed that the milk production of unaffected cows was 1 quart more per day than that of the brucellous ones.

Rich (141) found in control-data that, in general, the milk production of cows in the lactation period following abortion was smaller than after normal calving by about 22 per cent. of the milk and 19·5 per cent. of the cream. Cows whose blood serum reacted to the aggl. test for *Br. abortus* and, despite this fact, had calved normally, yielded about 6·9 per cent. less butterfat than cows unaffected by brucellosis.

O. Bang and Bendixen (9) made a profound study of the milk from 15 brucellous udders. The daily milk production of each quarter of one cow that had conceived for the first time and aborted on October 8, 1928, was weighed 29 times within 6 months (July 17, 29 — January 28, 30). The daily milk production of the quarters during that space of time was on an average:

right front	quarter	1579 g
right rear	„	615 „
left front	„	1308 „
left rear	„	335 „

Bacteriological investigations on May 27, 29 revealed *Br. abortus* in the milk from both the rear quarters; besides, in the milk from the left rear quarter micrococci *(Microc. aureus)* proved present, whereas the milk of both the front quarters did not show any bacteria. According to the examination made on October 29, 29, *Br. abortus* was present in the milk from three quarters (except the right front quarter), and, in addition to that, the milk of the left rear quarter contained micrococci. The cow calved normally on July 21, 30. Further bacteriological studies, made on July 22, 30, showed *Br. abortus* in the milk of three quarters of the udder (except the right front quarter) but to no considerable amount -- according to the authors' opinion, because the microbe could not be ascertained by means of the cultivation method. Besides, some micrococci were observed in the milk of the left rear quarter. According to the following examinations (September 20, 30, January 3, 31, and May 4, 31), *Br. abortus* proved present likewise in three quarters (except the right front quarter), but no other bacteria were found in any of the quarters.

The microbe was found on September 3, 31 in the milk of only the two rear quarters. The milk production of each quarter of the udder was controlled from September 27, 30 till May 23, 31 and weighed 5 times during that period of time. It appeared that the daily average was:

right front	quarter	2540 g
right rear	„	1400 „
left front	„	2230 „
left rear	„	1364 „

Despite the fact that the undiseased quarters of the udder were not equal in producing milk, and though, in the present case, the left quarter was infected with micrococci, the finding of O. Bang and Bendixen concerning the milk production of the right rear quarter (infected with *Br. abortus* for a short period) and of the left front quarter (a constant infection with *Br. abortus*), speaks for the fact that milk production is most disadvantageously affected when the above-mentioned microbe is to be found in the udder. In examining other cows Bang and Bendixen detected very frequent infections of the udder with micrococci and streptococci. It was therefore impossible to determine the decrease of milk production as caused by brucellosis only.

Cooledge (33) made studies into the amount of cellular elements in the milk of brucellous cows and noted that the cell count of the milk in cases of natural infection was over 5 times as high as that of the milk of cows that did not eliminate the bacterium in question. Cooledge was of the opinion that such a high cell count in the milk of apparently normal udders was indicative of their being infected with *Br. abortus*. Further examinations, however, revealed high cell-count milk in which *Br. abortus* was not present. The author injected living cultures of *Br. abortus* into the milk cistern of unaffected cows, which caused a rapid increase in the cell count of the milk.

Tweed (180) examined 96 cows, out of which 17 eliminated *Br. abortus* from one or more quarters of the udder. He observed that the cell count of the brucellous milk was over twice as high as that of the normal milk. The milk drawn at the end of milking showed a much larger number of cells than that drawn at the beginning, whereas the amount of the specific antibodies of *Br. abortus* remained unaltered. In making studies of the smears of the milk sediment and also of the histological sections, he found

that the milk contained mostly polynuclear cells, epithelial cells being absent. The author thought the cell count too small for the purpose of determining any catarrhal or suppurative inflammation.

Similarly, Runnels and Huddleson (147), O. Bang and Bendixen (9), *etc.* found a marked increase in the cellular elements of the milk when brucellosis became established in the udder.

O. Bang (5) noted that the changes in the milk compound caused by a brucellous infection of the udders were similar to those to be noticed in cases of a slight inflammation of the udder: the quantity of the milk sugar decreased, whereas there was an increase in chlorine. The quantity of chlorine and milk sugar in the milk of a brucellous cow drawn from each quarter of the udder individually was as follows:

left	front	quarter	0	bacteria	in	1	ccm of milk,	lactose	4·7	per cent.,	Cl 0·11 per cent.
right	„	„	„	„		„	„		4·9	„ „	Cl 0·11 „ „
left	rear	„	8000	germs of *Br. abortus* and 4800 micrococci		„	„		3·9	„ „	Cl 0·18 „ „
right	„	„	4800	germs of *Br. abortus*		„	„		3·9	„ „	Cl 0·17 „ „

O. Bang and Bendixen (9) studied the milk of 15 cows afflicted with a spontaneous and latent brucellous infection in the udders. The quarters showed also latent streptococcic and micrococcic infections and the presence of corynebacteria; therefore, the researches made into the pathogenic effects of *Br. abortus* have not been extensive. But the udders of several young cows were infected only with *Br. abortus*; the changes to be noticed in the milk compound of these cows were similar to those observed by Steck, Koestler, and Radosawlewitsch in cases of other latent infections in udders. They found that in different lactation periods the quantity of milk sugar decreased to about 3·06 per cent., and the percentage of the fat to 1 per cent. On the contrary, the amount of catalase increased (in 15 ccm of milk) to about 12·5 ccm of oxygen, the amount of sediments, according to Trommsdorff, to about 5‰, of Cl — to about 0·21 per cent., the chlorine-sugar number to about 6·99, and the cell count to about 2 580 000 in 1 ccm of milk. pH varied from 6·58 to 7·02. *Br. abortus* was determined by means of the cultivation method in 1 ccm of the milk, comprising the number of bacteria from some single ones to

about 30 400. The authors had never noted an inflammation o the udder clinically in cases of a brucellous infection of the latter.

Summary. From the above-described literature it follows that in cases of brucellosis, the milk production decreases to about 35 per cent. But, in general, the question has been little dealt with, and no great importance has ever been attached to the matter. In cases of the elimination of *Br. abortus* with milk, O. Bang (6), O. Bang and Bendixen (9), Lerche (111), Klimmer (95), *etc* have not found macroscopically any changes in the milk, but they noted some changes in the compound of the milk which were similar to those already ascertained in cases of other latent infections of the udder. It has been observed that the quantity of fat and milk sugar decreased, whereas there was an increase in chlorine, in the number of catalase, and the cell count. Attention should also be paid to the fact whether studies are made at the beginning, in the middle, or at the end of lactation. The great difference to be noticed in the compound of the milk of each quarter shows that there are some changes which could be ascribed to brucellosis.

e. Pathological Changes due to *Br. Abortus* in the Bovine Udder.

Schroeder and Cotton (154) found macroscopically some small induration foci in the udders of cows in cases of brucellosis. Histological studies were not made.

Friedemann (52) made histological studies of the tissue of one naturally infected udder, but did not find any changes there.

Smith, Orcutt, and Little (167), in studying the source of agglutinins in the milk of cows, injected living cultures of *Br. abortus* through the teat canal of individual quarters, and studied the results clinically, bacteriologically, and histologically. The animal was slaughtered 23 hours after she was injected; it appeared that the secretory alveoli of one quarter were filled up with polynuclear leucocytes. The same kind of cells were found in the epithelium and the interstitial connective tissue. This animal was a tuberculin reactor and also showed haemolytic streptococci in the milk from all quarters.

The same authors introduced a living culture of *Br. abortus*

into three quarters of another udder. A histological examination of the three treated quarters as well as of the one untreated showed some alveoli singly or in large groups, filled with polymorphonuclear cells and some acidophiles. Each cell of the secreting epithelium in these foci had one large vacuole (fat). The interstitial connective tissue was infiltrated with lymphoid and plasma cells. In one section there was found a focus occupying $^2/_3$ of the lobule, in which the alveoli were compressed by endothelial cell accumulations, and the surrounding epithelium showed some vacuoles. The described focus resembled lesions noted in the guinea-pig due to *Br. abortus*. This animal was also a tuberculin reactor and showed haemolytic streptococci in all quarters of the udder.

Smith and his co-workers assert that the invasion of the udder by *Br. abortus* means the presence of the above-mentioned microbe and its multiplication in the milk, in the alveoli and lactiferous ducts, but not in the parenchyma. In other words, the residual milk in the alveoli and ducts appears to be the seat of multiplication.

Runnels and Huddleson (147) think it impossible to state definitely that the changes found by Smith, Orcutt, and Little in the udders of two injected cows were caused by *Br. abortus* only, because in all of these quarters haemolytic streptococci were found, and none of the injected quarters showed the presence of *Br. abortus*.

Runnels and Huddleson (147) made bacteriological, serological, and histo-pathological studies of the udders of three cows and a heifer. One of the cows had been naturally infected (from associating with brucellous animals), but two cows and the heifer had been inoculated (by injecting and feeding with living cultures of *Br. abortus*). The milk and the udders of all the animals were examined bacteriologically according to the plating method and the guinea-pig experiment. In making experiments, no other types of bacteria were found but *Br. abortus* which was detected in the udders and the milk of all the four cows, except that of one injected cow. The authors examined the presence of the specific agglutinins for *Br. abortus* in the milk by means of the aggl. test, experimenting directly with the milk; in doing that they did not find it necessary to separate the serum from the whole milk. For the purpose of histological studies, bits of tissue were taken from three regions (from the upper, the central and the lower region) of the quarters

of the udder. The material was fixed in Zenker's fluid and then embedded in paraffin. The sections were stained according to van Gieson's, Mallory's eosin-methylene blue and Goodpasture-Weigert's combined methods. The two latter methods were used for the purpose of staining the bacteria.

The essential data concerning the material and the results of the investigations are as follows: a naturally infected cow (case 2) had calved for the first time on July 15, 1920, the calving was normal; then she aborted on May 9, 1921; the third time she calved normally on March 26, 1922 and was slaughtered on Dec. 18, 1922, containing a 5-months' fetus. *Br. abortus* was detected by means of the guinea-pig experiment only in both the rear quarters. Histologically it was ascertained that the connective tissue of about one half of the alveoli of the front quarters had moderately increased. In this portion the alveoli were irregular in shape, their lumina were comparatively empty, and the fat globules were almost totally absent. Small foci of lymphocytes were detected in the interalveolar and interlobular connective tissue of the left quarter especially. Only a slight proliferation of the interalveolar connective tissue was noticed, or it was quite absent, and most of the epithelial cells contained fat globules. In the lumina of most of the alveoli there was found a pale-pink granular mass which contained polynuclear and desquamated epithelial cells, chromatin granules and clear vacuoles.

The histological changes in both the rear quarters of the udder were most marked in the basal and the middle parts of the quarter, while in the portion near to the teats no considerable alterations were noticed. Almost all of the tissue from the basal and middle portions of the sections was damaged. The changes were of an acute, subacute, or chronic type, the latter being predominating. In cases when the lobules showed more acute changes, the interalveolar connective tissue remained unaltered, or it was but very slightly changed. The changes in the glandular epithelium varied from fatty degeneration to necrosis and disintegration. The exudate in the alveoli consisted in varying amounts of a pink granular or stringy material, in which polymorphonuclear cells were present, either normally or in all stages of disintegration; further it consisted of occasional deep-pink staining hyaline masses and large masses of chromatin granules enclosed in mononuclear cells. In the lumina of the alveoli a few

corpora amylacea were observed. In some areas the changes were even more marked than the above-described ones. There was a partial or complete degeneration and disintegration of the epithelium. The alveoli were filled up with exudate, and frequently the structure of three or four adjacent alveoli was completely lost. Because of chromatolysis, these areas took only the eosin stain in the sections stained according to Mallory's method. There was much interalveolar congestion and inflammatory edema adjacent to the last-mentioned foci. Also a considerable subepithelial lymphocytic infiltration of the larger lactiferous ducts was observed in several places. In places where the changes were of a subacute or chronic type, the proliferation of the interalveolar elements increased extremely in amount. Proliferating fibroblasts were found, and among them numerous leucocytes. The latter consisted of lymphocytes, polymorphs, eosinophiles, plasma cells, and polyblasts, appearing in numbers in the order named. In places there was to be noticed a massy accumulation of lymphocytes. With the proliferation of the interalveolar connective tissue there was a corresponding atrophy or a complete disappearance of the alveoli. The lumina of the changed alveoli were either empty or they contained only a moderate amount of pink-staining granular material, in which were to be noticed disintegrated leucocytes, desquamated and disintegrating epithelial cells, and chromatin granules.

The most important change in the supramammary lymph nodes was the increase in the thickness of the trabeculae in the cortical substance; furthermore, one or two dense foci of the hyaline masses were found in the central part of the germinating centres. In the cortical substance of the left lymph node occurred a few haemorrhages. In the medullary substance, the reticular connective tissue was replaced by fibrous connective tissue, and the lymphoid tissue had considerably decreased, only a few islands had remained. There were also diffuse haemorrhages in this area.

The changes found in the udders of one artificially infected cow and a heifer that was slaughtered 9 months after she had been injected, resembled those noticed in the rear quarters of naturally infected cows. Furthermore, there was observed an increase in the number of the capillaries, in a few places some purulent exudate of the alveoli, a subepithelial hyaline degeneration of the larger lactiferous ducts, and seldom a perivascular infiltration of the lymphocytes. The supramammary lymph nodes of the heifer

presented a picture of chronic lymphadenitis, whereas no changes were observed in the same lymph nodes of the cow.

The udder of one injected cow (case I) that had no *Br. abortus* in her milk and died through *peritonitis* due to *perforatio uteri*, was used for the researches as normal material.

Runnels and Huddleson failed to find *Br. abortus* in the histological sections of the udders examined and the lymph nodes belonging to them.

Hart (68) did not make any histological studies of udders, but still noted a great difference between the milk production of infected and unaffected cows, and was sure that the decrease of milk production is generally caused by changes due to brucellosis in the udder.

Hallmann, Scholl, and Delez (65), in publishing the results of their investigations and observations of the pathogenic effect produced by *Br. abortus* in the bovine organism, positively declare that in cases of brucellosis, first of all an accumulation of fibroblasts and of small round cells is to be noticed in the affected organs. The necrosis may occur, but need not always occur. Subacute and chronic inflammations of the udder due to brucellous infection are to be noticed together with a cellular exudation, degeneration, and desquamation of the parenchyma.

Sholl and Torrey (161) have made histological studies of the udders of 41 cows that had reacted positively to the serological test for brucellosis. They ascertained the presence of *Br. abortus* in the milk and the tissue of the udder by means of the cultivation method. Examinations with regard to other possible agents were made superficially and most insufficiently: for the purpose of their isolation, the authors used only liver agar plates and gentian violet liver agar plates that were incubated in 10 per cent. of CO_2 concentration, for the purpose of determining the presence of *Br. abortus*. The bacteria that were found were not fully differentiated, except *Br. abortus*. The presence of *Mycobacterium tuberculosis* was totally left out of consideration. Nevertheless, the udders of the examined cows frequently showed the presence of streptococci and staphylococci. The investigators observed most frequently interstitial mastitis, whereas exudative mastitis, suppurative mastitis, and fibrosis were seldom found. There is a complete confusion as to whether the pathological changes were caused by

Br. abortus or by some other infection. Therefore one has to be most careful in estimating the results of these researches.

Summary. According to the literature concerning the question of brucellosis, the number of udders eliminating *Br. abortus* that have been studied histologically with any care is not large. The only studies that yield authentic results are those made of one naturally infected cow [Runnels and Huddleson (147)]. No conclusions can be drawn from the results of the investigations of other authors [Friedemann (52), Scholl and Torrey (161)], because of the small number of cases examined or the insufficiency of the researches made.

For the purpose of thoroughly elucidating the pathogenic effects produced by *Br. abortus* in the udder of the cow, it is of the utmost necessity to continue the researches already begun, and to carry them out thoroughly on a large scale.

It is already known that in cases of a natural and artificial infection with *Br. abortus* in the udder, there is to be noticed an acute, subacute, and chronic inflammation. The nature of the changes and their variableness has not been as yet exactly determined. It is not known either to what extent the changes take place in the infected quarter, whether the changes are present in foci all over the quarter, or whether they are localized only in certain quarters of the udder. Further, it has not been ascertained whether *Br. abortus* is present in the parts thus changed, and whether it could be found also in the histological sections. It has not been as yet elucidated whether the changes in the udders of brucellous cows that have calved normally are the only reason for the decrease in milk production.

C. Personal Inquiries.

a. Prospect of Inquiries.

A detailed bacteriological and histological examination of udders eliminating *Br. abortus* as well as of the lymph nodes belonging to them, seemed to be the most adequate and the easiest way of solving the problems the present study has set itself, and particularly of elucidating the changes in the udders infected with *Br. abortus*. One had naturally to make sure that the material used was free from all other germs causing diseases. In collecting the material, due attention had to be paid to the age of the

cow, her previous calvings, the duration of the infection, her milk production, and other facts that might be of value or of use for estimating the results of the inquiry.

b. Course of Inquiries and Methods.

aa. Bacteriological and Serological Examinations.

The cows fit for the purpose of examinations had to be chosen from larger farms in the neighbourhood of Tartu. The preliminary data concerning the cows that had reacted to the agglutination test for *Br. abortus* in the above-mentioned farms were obtained by me from the Bacteriological Station of the University (Director: Prof. Dr. F. Laja). In making use of these data for my purposes, I chose cows that had a considerably high agglutination titer from 4 farms, about 10 animals from each. In collecting milk samples from the cows already mentioned, I also took blood samples from most of the animals. Before drawing the milk, I cleaned the teats and the udder with a clean wet cloth, then I wiped the teats and partly the udder surrounding the teats with a piece of bandage moistened with 70 per cent. alcohol. In cases where the cow yielded plenty of milk, I took in the middle of the milking about 300 ccm of milk from all the quarters into sterilized bottles, but in cases where the milk production was not great, I took the samples after five streams had been milked out. Filling up 15 ccm test tubes with the collected milk, two tubes from each sample, I centrifuged them for half an hour at a speed of about 2500—3000 revolutions a minute. After recording the outward qualities of the centrifuged samples, I plated the sediment from one of the tubes on bromcresol-purple-saccharose-alkalialbuminate agar plates and on modified Brown blood agar plates (pH 7·8). Though these nutrient media are in the first place used for ascertaining streptococci and *Bact. pyogenes* in the milk, they are also appropriate for rearing all other microbes (*Escher. coli*, micrococci etc.) causing udder infections, except *Mycobacterium tuberculosis* and *Br. abortus*. After the plates had stayed about 24 and 48 hours in the thermostat (37° C), each time I made thorough examinations of the sown plates with regard to the growth, and if the plates proved sterile, I controlled them once more 96 hours later. I prepared 4 smears of the remnant of the sediment in the test tubes. The first smear I stained by Ziehl-Neelsen for *Mycobacterium tuberculosis*, the second by

Gram for gram-positive bacteria *(Strept. agalactiae, Bact. pyogenes, Staphyloc. pyogenes)*, the third I stained by Pappenheim, to ascertain the cell count, and the fourth of the preparations was laid in store.

The presence of *Br. abortus* and *Mycobacterium tuberculosis* was ascertained by means of the guinea-pig experiment. I added to the sediment in the second test tube about $^1/_4$ of cream of the same milk and about 1 ccm of skimmed milk, stirred the mixture and injected guinea-pigs subcutaneously in two legs. The beginning of the brucella-infection in the injected guinea-pigs was ascertained first of all by the appearance of the specific agglutinins. For the purpose of ascertaining that, I took at least two blood samples from each guinea-pig, usually 5 and 8 weeks after they had been injected, previous to their slaughter. When the blood samples showed negative results for the agglutination test for *Br. abortus*, new samples of blood were collected once or twice afterwards, and also at the slaughter. I took the blood samples from the ear of the guinea-pig, and at the slaughter from the heart. The collecting of blood from the ear of a guinea-pig is wearisome but without any danger to the life of the animal; this is the reason why I availed myself of this mode. In the agglutination test I always used one and the same strain of *Br. abortus* as an antigen. The suspension was prepared in a physiological solution of NaCl (0·85 per cent.), and was preserved with phenol (0·5 per cent.). The blood serum of the guinea-pigs was diluted from 1 : 10 to 1 : 10240, and the dilutions of the blood serum of cows were made from 1 : 10 to 1 : 40 960. The injected guinea-pigs whose blood serum agglutinated *Br. abortus* in 5 to 8 weeks, were put under chloroform 8 weeks after they were injected, but the guinea-pigs that did not react positively to the agglutination test were chloroformed 10 weeks after the injection. In making a post-mortem examination of these guinea-pigs, I examined all organs for macroscopical changes. Further, I always made cultures of the spleen of the guinea-pigs on serum agar, and very frequently also of the superficial and deep inguinal lymph nodes; from the spleen I put a part into at least 3 test tubes, and from the lymph nodes into 1 to 2 test glasses. After substituting 10 per cent. of lighting gas for the air in the test tubes, I closed them with paraffin and placed them in the thermostat (37° C), leaving them there until colonies of *Br. abortus* appeared, which usually happened after 3 to 9 days; or the tubes

were left there even for 14 days if the case proved to be negative. Grown colonies that resembled the colonies of *Br. abortus* I transferred to serum agar, and made a final study of each culture by means of the agglutination test, to determine whether or not they belonged to the genus of *Br. abortus*. Further, from the spleen and the superficial and deep inguinal lymph nodes of each guinea-pig I made smears which I stained according to the Ziehl-Neelsen method for *Mycobacterium tuberculosis*.

According to the preliminary examinations, 90 per cent. of the examined cows eliminated *Br. abortus* with their milk. Several cows from three farms were fit for investigations, because there were no other types of bacteria present in their udders besides *Br. abortus*. It was not an easy matter to induce the farmers to slaughter the animals, though I explained to them the importance of the inquiries to stock-farming. In some farms I was advised to buy the cows myself, the price of the cows being raised about 50 per cent. higher than the average market-price. I could not afford to purchase the cows, and I had to wait till some of them were sold for slaughter because of their very markedly decreasing milk production. Thus, some material appropriate for the present study could be obtained from six cows only.

I took some more milk samples from the milk of four of these cows (cows I, II, III, and IV) — a few minutes previous to slaughter, but this time from each quarter individually.

Two cows (cows V and VI) had ceased to yield milk some days previous to slaughter, therefore no milk samples could be obtained. But in one case (cow VI) there could be drawn about 25 ccm of a serum-like secretion of the udder from each quarter individually, and in another case (cow V) from all quarters about 40 ccm of a similar secretion. The samples of the milk or of the secretion I collected and examined in a like manner to the samples of the milk for the preliminary investigation, except in two cases (cows III and IV), when the chloride content and the presence of brucella-agglutinins in the milk of single quarters was determined. I determined the chloride content by Koranyi's method as modified by Zaribnicky and Münchberg (129) in the following manner: about 2 ccm of concentrated halogenless nitrogen (spec. grav. 1·40) have to be put into a 100 ccm Erlenmeyer flask, then 1 ccm of milk has to be added and 1 ccm n/10 of a solution of nitrate of silver; the mixture has to be carefully shaken, then heated

on an asbestos net to boiling point; in continuing the heating, the organic substances are oxidized with a saturated solution of potassium permanganate (consum. nearly 4 ccm); for refrigeratory purposes there have to be added 30 ccm of distilled water, and, as the indicator, 0·5 ccm of a saturated solution of the sulphate of iron and ammonia; the superfluous quantity of the nitrate of silver is combined by titrating with n/50 solution of potassium sulphocyanide; the calculation of the consumed quantity of the nitrate of silver for the combination with chlorine is based on the former result, and from that follows the percentage of chlorine in the examined milk.

By coagulating the milk with rennet, I obtained the milk serum necessary for the agglutination test. In doing that, I added the solution of the rennet to the samples and left them for a few hours in the thermostat (37° C). The serum was filtrated, if necessary, and was investigated by means of the agglutination test in a like manner as the blood sera; the dilutions were made from 1 : 10 to 1 : 20 460.

One more sample of blood was taken from each cow under examination at the time of slaughter.

After the cows were slaughtered, I removed, for the purposes of my studies, the following organs and parts of the body: in two cases (cows I and II) the udder, the supramammary and deep inguinal lymph nodes, the ovaries and uterus, in one case (cow III) all the above-mentioned organs and in addition to them also the mesenteric lymph nodes. In two cases (cows V and VI) I took the udder, the supramammary and deep inguinal lymph nodes, the spleen, the mesenteric lymph nodes, the marrow (from metacarpus dex.), the thyroid gland, the uterus and ovaries. In one case (cow IV) all the organs mentioned in the two latter cases were removed, except the marrow, and besides those, I took the right superficial cervical lymph node, the lungs, the liver, the kidneys, and the suprarenal glands.

I took all organs of the animals I used for my inquiries myself, by cutting them with a knife that was cleaned properly with alcohol, after removing each organ from the organism of the cow. The smaller organs and parts of the body I placed immediately after removal in large sterile Petri's dishes, and covered the dishes with sterile paper, whereas the bigger organs were wrapped up in sterile papers and covered with clean ironed towels; then I placed them

separately in tin boxes. The material thus arranged was carried away from the town abattoir of Tartu to the Veterinary and Milk-hygienic Institute of the University. Arriving at the Institute, I registered the outward qualities of the organs, and, taking at once the material for the examinations, I made further arrangements for the bacteriological studies. The material from all the above-mentioned organs and parts was examined bacteriologically, except four udders (cows I, II, III and IV) that had not shown the presence or the absence of any germs after repeated study of the milk samples.

Before taking the material for making cultures, I seared the surface of the smaller organs and parts of the body several times with a glowing hot knife; then making cautious incisions with a sterile knife into the scorched places as deep as 1·5 cm, I obtained some juice from the tissue and pieces of the substance with the help of sterile instruments (such as knives, scissors, nippers). The greater organs I seared with a gas flame. The histological material for the purposes of my studies I took from a great many parts about 3 cm deep. Thus, some material was taken from various regions of each quarter of the udders (cows V and VI); further, I obtained some mucus and a part of the epithelium of the cervix and the cornua uteri; through the longitudinal incision I had made with a sterile knife at the seared places of the uteri, I drew the material with a sharp sterile spoon from the cervix and the cornua uteri. The material from each organ and part of the body was placed first in sterile Petri's dishes where it was refined and stirred according to requirement. I plated the material on the same nutrient media that were used for the previous studies of the milk samples as described above. Leaving the plates in the thermostat (37° C) for about 5 days, I controlled them every day. The remnant of each material was suspended in about 1 ccm of 0·85 per cent. solution of NaCl and injected subcutaneously into two legs of guinea-pigs. I made studies of the injected guinea-pigs in the same manner and order as applied at the examinations of the milk samples.

In order to study the physiological changes (involution) that took place in the udder during lactation, and the changes due to aging, I examined the udders, supramammary and deep inguinal lymph nodes of 9 undiseased cows of different ages and in varying stages of lactation or in the dry period. A few minutes previous to the slaughter of one cow (case VII), I took milk samples from

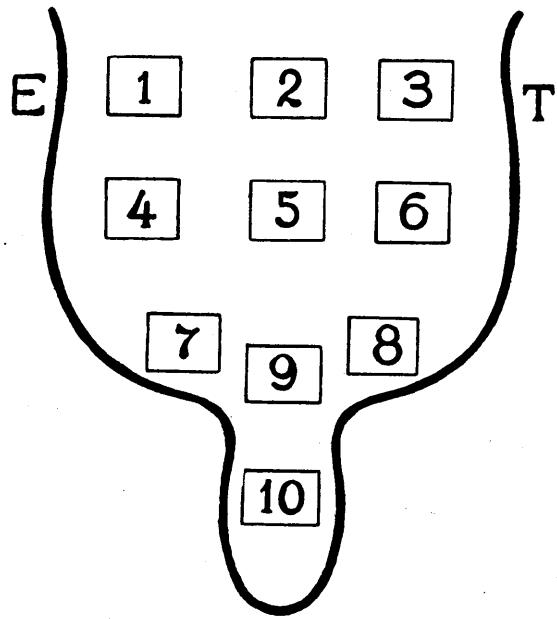
each quarter of the udder individually, and a composite milk sample from the milk of all the quarters of the udders of 5 cows (cases VIII, IX, X, XI and XII); further blood samples were taken from all the cows at the time of slaughter. I studied the samples of the milk and of the blood in the same way as in the cases of two brucellous cows (cases III and IV). The bacteriological study of the udders of three cows (cases XIII, XIV, XV) in their dry period was made in the same manner as that of the udders of brucellous cows (cases V and VI) in their dry period, as well as a study of the supramammary and the deep inguinal lymph nodes of all the cows.

bb. Histopathological Studies.

After the bacteriological work was finished, I carried the organs and parts of the body into the Institute for Pathological Anatomy of the Veterinary Faculty of the University. The material for the histological studies was taken in about 2—5 hours after the animals were slaughtered, and placed in the fluids for fixation. Besides the external qualities, such as the size and the weight registered before taking the bacteriological material, I took down the evidences of the macroscopical qualities of all the organs and parts of the body. The material for the histological studies was removed from 10 regions of each quarter in the order demonstrated in scheme 1, and besides this, from all places exhibiting macroscopical changes. The material from the uterus was removed only from those places that were not injured during cutting for the bacteriological examination. The histological material from the larger organs was taken from a great many parts. For my histological studies I took the whole of the lymph nodes, ovaries, and thyroid glands, with the exception of those parts that were damaged during removal for the bacteriological examination. From each region that was meant for the histological studies I cut off at least 6 blocks of tissue as big as $1{\cdot}4 \times 1 \times 0{\cdot}3$ cm. From each udder I took about 360 pieces of tissue, including those portions of the quarters that are not denoted in the scheme. The blocks cut one from the other were tied up in pieces of bandage by twos, by threes, and even by fours when more than 6 blocks were taken; the parcels were provided with labels with exact descriptions of the origin of the blocks and with various necessary notes. Thus, three parcels were made up from each portion; one of them was

fixed in alcohol (98°—99·9°), the second in 10 per cent. formalin, and the third in Orth fluid. For the purpose of a thorough fixation of the material, I changed the fixative 3 times during the first 48 hours. After making the general arrangements necessary in the technique of histological inquiries, I embedded the material from

Scheme 1.



Scheme 1 represents the outer side-view of a quarter of the udder.
E — the front part of the quarter. T — the back part of the quarter.

each parcel as follows: one block of tissue in paraffin and the remaining blocks in celloidin. From the histological material, embedded both in paraffin and celloidin, I made plenty of serial sections, the paraffin sections 2 to 5 microns, and the celloidin sections 5 to 10 microns thick. I studied the structure of the tissue and the cells mostly by using the celloidin sections, staining them according to the five general methods, and in one case making the oxydasic reaction. The histological sections were stained as follows:

1) according to van Gieson;
2) with haematoxylin-eosin;
3) according to Pappenheim (though this method is used for the purpose of staining blood preparations, I adapted and

modified it for staining the histological sections in order to determine the cells);

4) according to Unna-Pappenheim;

5) according to Unna (the two latter methods are used for the purpose of determining the plasma cells);

6) for ascertaining the granules in the mast-cells I used Winkler's α-naphthol-dimethyl-p-phenylen-diamin oxydasic reaction as modified by W. Schultze and Fursenko (158) for the technique of pathological histology. In order to have a choice, I stained two sections, at least, according to all methods.

The histological material from the udders, the supramammary and deep inguinal lymph nodes of unaffected cows (cases VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV and XV) I removed and studied in the same manner as that of brucellous cows, the material being fixed in 10 per cent. formalin.

For staining the bacteria, both in the paraffin and celloidin sections, I fastened the sections to the slides according to the Henneguy method as modified by Jordan (158). I eliminated the celloidin from the sections by means of absolute alcohol and a mixture of absolute alcohol with ether; in case of need, I dipped the sections either in distilled water or in 70° alcohol before they were stained.

For the purpose of determining *Br. abortus* in the histological sections of the infected udders and the adjoining lymph nodes, many methods and possibilities had to be tried out, because no fixed method has as yet been adopted for the purpose of staining the above-mentioned microbe in the histological sections. I paid special attention to those methods that are used for the purpose of ascertaining *Br. abortus* in the smears, as well as to those used for the purpose of staining the gram-negative bacteria in the histological sections, and bacteria not easily susceptible to staining (e. g. *Bact. typhi abdominalis*, *Bact. leprae*, *Bact. mallei*, *etc.*). For the purpose of staining the bacteria in the histological sections, the following methods were employed:

1) Giemsa method with various modifications;

2) Ziehl's staining methods with diluted and undiluted carbolfuchsin;

3) Löffler's methylene blue methods;

4) Saathoff-Pappenheim's method with methyl green pyronine dilution used for the purpose of staining gram-negative bacteria in the histological sections;

5) Löffler's universal method for sections;

6) Nicolle's methylene blue tannin method for typhus, chicken cholera, and other bacteria;

7) Baumgarten's method for *Bact. leprae*;

8) Marzinowsky's method for *Bact. leprae*;

9) Kühne's carbol methylene blue stain for *Bact. mallei*;

10) Gram's stain as modified by Weigert for the purpose of staining histological sections;

11) Ziehl-Neelsen's method as modified by Schmorl for *Mycobacterium tuberculosis* in histological sections.

In staining *Br. abortus* in the histological sections, I used all the above-enumerated methods, always paying attention to other possible bacteria as well. For the purpose of staining *Mycobacterium tuberculosis*, I adopted Schmorl's (158) method as modified by Ziehl-Neelsen, because the changes found in the organs were similar to those to be noticed in cases of tuberculosis. I have employed this method for many other cases, *e. g.* very frequently for the purpose of staining sections of tuberculous material which has always given good results.

In ascertaining *Br. abortus*, I began with the sections where I had noted very considerable changes. For the purpose of staining, I adopted first of all the Giemsa method as modified by Andersen and Torbjörnsen (3) which is used for staining *Br. abortus* in smears. The method is as follows: the preparation is fixed in methyl alcohol (10 min.) and then stained for about 15 min. in Giemsa solution (1 ccm of distilled water: 3 drops of Giemsa solution); after staining it for a short while, it is decolorized in 1 per cent. acetic acid, after which it is washed in water, dried and thus made fit for study. This method, however, did not give the desired results, because 15 min. proved too short a time for staining the sections, and the 1 per cent. acetic acid for decolorizing was too strong. Meanwhile I used various combinations: I altered the staining solution, the concentration of the acetic acid, and the duration of staining. After a long period of experimenting, I attained the best results by using the Giemsa solution in combination with the following method: I fixed the paraffin sections with capillary attraction to slides and cover-glasses thoroughly cleaned in alcohol and alcohol-ether, and dried them in the thermostat (at 37° C) for about 24 hours; I removed the paraffin from the sections as usual, by holding the sections in two xylols for

3 min. in each; further, I drew the preparations through four alcohols, diminishing the concentration (99·8°—50°), and, at last, through two distilled waters; I pasted the celloidin sections to the slides and cover-glasses and eliminated the celloidin in the above-described manner; I drew the celloidin sections likewise through four alcohols and two distilled waters. Then the sections were stained according to Giemsa in an azure-eosin-methylene-blue solution (the proportion being 1 ccm of double distilled water: 2 drops of stain) for 4 to 24 hours at about 30° C; during the staining I renewed the solution at least 4 times. The sections were stained in thoroughly cleaned cylinder-glasses provided with lids. After staining I rinsed the preparations for a short while in distilled water, and I decolorized them in 0·25 per cent. acetic acid for 5 to 30 minutes (the decolorizing was done according to the thickness of the sections and the duration of staining, but usually until the preparation lost its dark blue colour and acquired a reddish hue on its blue ground colour). Further, the preparation was rinsed in several distilled waters for 4 minutes, and at last it was drawn through one 70° alcohol and two absolute alcohols (1 to 2 minutes in all); this was followed by xylol (3 times renewed) and Canada balsam; the preparations on the slides were covered with cover-glasses and *vice versa*; then followed the investigation of the preparations. The whole procedure is very time-consuming indeed, and yields good results only when everything is performed punctually and regularly, beginning with the acquisition of the material and ending in the microscopy of the preparations. One cannot get preparations that are good enough to be photographed in a short time; it takes a comparatively long time till the technique and experience are finally acquired.

After attaining positive results by the above-described method, I made further experiments with Löffler's methylene blue solution. I prepared the sections for staining in the above-described manner, while the staining itself was made in the usual solution or in Löffler's 1:4 diluted methylene blue; in the first case I stained the sections for 15 to 30 minutes and in the second — for about 3 hours, I decolorized them in 0·5 per cent. acetic acid for 20 min.; the further treatment of the preparations was carried on in just the same way as in staining with Giemsa solution. Staining with Löffler's diluted methylene blue solution for a longer while gives better results than staining for a shorter time in a stronger

solution. The preparations stained in Löffler's methylene blue solution and suitably decolorized proved good enough for the bacteria to be photographed in the sections. For determining *Br. abortus* in the sections, staining by Löffler's method was not so suitable as staining with the Giemsa solution because of the monotony of its colour.

I made many experiments with Ziehl's carbolfuchsin, diluting it to 1:75; the staining lasted for about 24 hours at about 30° C, and the decolorizing in 0·25 per cent. to 0·5 per cent. acetic acid — according to the intensity of colour — for about 30 min. The rest of the staining procedure I carried out in the same way as with the Giemsa solution. This staining method likewise gives good results so that the bacteria can be photographed in the sections. For the purpose of searching and determining the bacteria, especially when they are present in small quantities in the sections, Ziehl's method is not so suitable as the Giemsa method.

I made less use of all the other staining methods enumerated. Although I succeeded in staining *Br. abortus* in the sections by these methods, they did not show any advantage, and the contrast in the colouring was often insufficient. For the purpose of acquiring technique and controlling the results, I injected a dense suspension of cultures of *Br. abortus* into normal and unaffected lymph nodes, and dipped the blocks of tissue after their injection into the suspension. These pieces of lymph nodes I fixed and embedded just in the same way as the whole examined material; further, I made sections and stained them according to the same methods I had used for the purpose of determining *Br. abortus* in the sections containing changes. The microbe was found with no difficulty on the uneven surface of the pieces of the lymph nodes.

I stained *Br. abortus* in the histological sections of the fetal membranes of 4 cows that had aborted (where the infection with *Br. abortus* had been previously ascertained by means of the guinea-pig experiment), and of the spleens and the lymph nodes of 5 brucellous guinea-pigs.

The sum total of the histological sections I have stained for the purpose of all my studies exceeds 8000.

I began with the present studies towards the end of the year 1930, and by working continuously, finished them in two years and a half.

I made the bacteriological studies at the Veterinary and Milk-hygienic Institute of the University of Tartu (Director: *Prof. Dr. E. Roots*), and the histopathological studies at the Institute for Pathology of the University of Tartu (Director: *Prof. Dr. A. Valdes*).

I made all the preliminary arrangements and the studies in connection with the present work personally, except in those cases where the work could not be carried out regularly and in due time by one person. My wife (Senior Assistant at the Veterinary and Milk-hygienic Institute of the University of Tartu) gave her technical assistance in studying the material bacteriologically and in making cultures, injecting guinea-pigs, and placing the material for fixation.

c. Results of Inquiries.

Cow I — "Koidu".

5 years of age (born in 1926), a cross-bred animal of the Estonian red breed ("angler"), bought from the J. estate by which she had been bought at the Helme fair in 1928. Her weight was about 425 kg. The cow was sold on January 27, 1931 because of her diminished milk production and non-pregnancy, and was slaughtered on the same day in the town abattoir at Tartu.

aa. Preliminary Data.

"Koidu" had calved normally at the J. estate on December 11, 28 and on February 17, 30. After that she had been bred repeatedly on May 17, 30, July 6, 30, July 26, 30, September 4, 30, October 15, 30, October 23, 30, November 23, 30, and January 6, 31, but had not conceived.

According to the serological examinations made on January 2, 28 at the Bacteriological Station of the University of Tartu (Director: *Prof. Dr. F. Laja*), "Koidu's" blood serum was positive in a dilution of 1 : 40 to the aggl. test for *Br. abortus*; later, on September 16, 29, the aggl. titer was 1 : 320+, on March 14, 30 — 1 : 320+, and on October 16, 30 — 1 : 1280+.

"Koidu" had not been given either living or killed cultures of *Br. abortus*.

According to table 3, *Br. abortus* and its agglutinins were not present in her milk on April 14, 30, but beginning with May 28, 30, *Br. abortus* and brucella-agglutinins were found time after time

constantly in her milk. The aggl. titer of her milk serum increased all the while, and on the date of slaughter (January 27, 31) it was 1 : 320 + (data obtained from *Elfriide Ridala*).

Table 3.

Dates of Examinations of Milk	Agglut. of *Br. Abortus* with Milk Serum	Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment + Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Guinea-pigs
14. IV 30	negative (1 : 5±)	negative	negative
28. V 30	positive (1 : 80)	positive (1 : 80)	positive
3. VII 30	„ (1 : 160)	„ (1 : 80)	„
11. VIII 30	„ (1 : 160)	„ (1 : 500)	„
3. X 30	„ (1 : 160)	„ (1 : 2560)	„
17. XI 30	„ (1 : 320)	„ (1 : 2560)	„
7. I 31	„ (1 : 320)	„ (1 : 640)	„

Table 4 presents data concerning "Koidu's" milk production; no special conclusions, however, can be drawn from these data.

Table 4.

Month	1928		1929		1930		1931		Notes
	Milk kg	Butterfat kg	Milk kg	Butterfat kg	Milk kg	Butterfat kg	Milk kg	Butterfat kg	
January	—	—	383	13·79	139	5·14	120	—	On the days previous to slaughter "Koidu" yielded about 2 kg of milk a day.
February	—	—	245	6·89	103	3·19	—	—	
March	—	—	243	7·29	379	14·40	—	—	
April	—	—	259	7·35	372	13·76	—	—	
May	—	—	256	7·42	356	11·75	—	—	
June	—	—	252	8·57	304	9·42	—	—	
July	—	—	240	7·68	222	7·33	—	—	
August	—	—	238	7·85	240	7·92	—	—	
September	—	—	221	6·63	229	7·33	—	—	
October	—	—	157	5·97	204	6·93	—	—	
November	—	—	167	5·51	190	6·08	—	—	
December	230	7·82	188	6·02	177	6·19	—	—	
Amount	230	7·82	2849	90·97	2915	99·39	120	—	

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera.

In making use of the above data, I examined "Koidu's" milk on January 13, and January 27, 31, to find out which of the quarters was infected with *Br. abortus*, and whether there were other bacteria causing diseases or not. Table 5 presents the data of the examinations.

Table 5.

Milk examined January 13, 31 and January 27, 31 *	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Milk Sediment and Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examinations of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
			Cellular Elements	Microbes						
				Gram's Staining	Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Right Front Quarter	Normal	Normal	Abundant	Negative	Negative	Negative	Negative	Positive (1 : 640)	Positive	Negative
Right Rear Quarter	„	„	„	„	„	„	„	„ (1 : 320)	„	„
Left Front Quarter	„	„	„	„	„	„	„	Negative	Negative	„
Left Rear Quarter	„	„	„	„	„	„	„	Positive (1 : 1280)	Positive	„

Table 5 indicates brucellous infection in three quarters of "Koidu's" udder; the milk from the left front quarter did not show the above-mentioned microbe to be present. No other bacteria were detected by repeated bacteriological examinations in any of the quarters. The sediment of the milk from each quarter showed a good many cellular elements; the polynuclear leucocytes were most abundant, whereas the number of epithelial cells and lymphocytes was smaller, also single plasma cells were present.

On the date of slaughter on January 27, 31, her blood serum titered 1 : 5120 to the aggl. test for *Br. abortus*.

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter.

General Condition.

The cow "Koidu" was in a wellnourished condition. Her fleshy body suggested rather that of fattened cattle than of a milch cow.

Udder.

The whole udder weighed 5560 g, being of normal shape, of an even and unusually dense and fleshy consistency.

The right front quarter weighed 1510 g, the sections showed a variegated colour; on the surface of the sections there

* All examinations listed in the table were made on January 27, 31, except the infection of the guinea-pigs.

were to be noticed alternate yellowish-grey, reddish-yellowish-grey, and reddish-grey spots of varying size. In the whole quarter there were to be found lobules which contained certain spots and specks that were partly of a lighter, partly of a darker shade than the ground colour, and they were rather irregular in outline. The consistency of the present quarter was denser than the usual tissue of the udder that was noticeable especially on the border portions of the quarter, but partly also in the middle of the quarter. The usual porous structure of the lobules in those places was absent, and the lobules had an even lardaceous appearance. There was an intense proliferation of the interstitial connective tissue which was thoroughly mixed with lobules in all directions, and particularly in the above-described places. The tissue of some lobules was substituted by connective tissue. In the border portions of the quarter there were to be noticed in places some haemorrhages which extended over all the lobules. In the smaller lactiferous ducts there were in places somewhat spongy, oblong and roundish, dull, slightly uneven formations, rising about 1·5 mm above the surface of the ducts. In the border portions of the quarter there were in places observable cystiform formations, of about 4 mm in diameter, that were surrounded with capsules of a dense connective tissue; their lumina contained partly a glassy, and partly a brittle, doughy mass of yellowish-grey colour.

The right rear quarter weighed 1710 g and was in general of the same qualities as the right front quarter, but it showed differences in that haemorrhages were to be observed only on the outside of the quarter, and the proliferation of the connective tissue was slighter.

The left front quarter weighed 1130 g. It resembled the right rear quarter, but haemorrhages and cystiform formations were absent.

The left rear quarter weighed 1210 g. It resembled the left front quarter, but there were also to be found cystiform formations.

Lymph Nodes.

There were two right supramammary inguinal lymph nodes *(Lln. inguinales superficiales dextri)*, one of them very much resembling a kidney; it weighed 70 g and was $11 \times 6 \times 2{\cdot}5$ cm large; the other, having a round shape, was $3{\cdot}1 \times 2{\cdot}4 \times 1{\cdot}9$ cm large and weighed 10·2 g. The above-mentioned

lymph nodes were not joined by lymphatic vessels; they were dilated (swollen); besides the usual unevenness on their surface there were astrictions drawn inwards. The cortical substance of the lymph nodes showed in sections a pale-grey colour, and the medullary substance a brownish-dark-grey colour. Both the substances, particularly the cortical substance, showed an observable reticular connective tissue that was partly formed into firm bundles of 6 mm in diameter. The surface of the sections was abundantly covered with succus that resembled a liquid, farinaceous porridge. The sections did not cover each other when restored to their previous position, the border parts keeping apart from each other.

There were two left supramammary inguinal lymph nodes *(Lln. inguinales superficiales sinistri)*: one of them weighed 55 g, and its size was 7·5 × 4·7 × 2·2 cm; the other weighed 11·5 g, and its size was 3·4 × 3·1 × 2·8 cm. All the other qualities of these lymph nodes were similar to those in the right supramammary inguinal lymph nodes.

The right deep inguinal lymph node *(Ln. inguinalis profundus dexter)* weighed 47·2 g, and its size was 9·5 × 5·6 × 2·1 cm. Its other qualities resembled those of the supramammary inguinal lymph nodes, only the colour in the sections was somewhat darker.

The left deep inguinal lymph node *(Ln. inguinalis profundus sinister)* weighed 43·1 g, and its size was 9 × 6·4 × 2·2 cm. The other qualities of this lymph node were similar to those in the right deep inguinal lymph node.

Uterus.

The uterus resembled that of a normal, non-pregnant cow. The wall of the uterus was 2·2 cm thick. The mucous membrane was very considerably corrugated, of a reddish-grey colour, covered with quite an abundant quantity of a half-muddy, glassy mucous layer.

Ovaries.

The size of the right ovary was 3·8 × 3 × 2 cm. The surface was rather coarse and rough. Its consistency was softer than that of the tendon. Its intersection showed a dense connective tissue with single follicles in it. There was one corpus luteum in the ovary which was 2 × 1·6 × 1·4 cm large.

The size of the left ovary was 3·5 × 3·1 × 1·8 cm.

All its other qualities resembled those of the right ovary, only there was no corpus luteum in it.

No macroscopical changes were noted in the other organs.

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments.

For the purpose of determining *Br. abortus* and *Mycobacterium tuberculosis*, I used the guinea-pig experiment. In pursuing other conceivable germs of diseases or some occasional microbes in the material under examination, I made cultures on bromcresol-purple-saccharose-alkalialbuminate agar and on Brown's modified blood agar. The results of these studies are illustrated in table 6.

Table 6.

Material	Cultures		*Br. Abortus*, Agglut. with the Blood Serum of Injected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis	Culture of *Br. Abortus* from the Examined Material
	Saccharose Plates	Brown's Plates				
Lln. inguinales sup. dext.	sterile	sterile	positive (1:5120)	positive	negative	—
Lln. inguinales sup. sin.	"	"	" (1:5120)	"	"	—
Ln. inguinalis prof. dext.	"	"	" (1: 320)	"	"	—
Ln. inguinalis prof. sin.	"	"	" (1: 160)	"	"	—
Uterus	"	"	—	—	—	positive

From table 6 it follows that besides the three quarters of the udder of the cow "Koidu", the supramammary and deep inguinal lymph nodes and uterus were infected with *Br. abortus*. No other types of bacteria were present.

ee. Histopathological Finding.

Udder. Right Front Quarter.

a) In regions 1, 5, and 9 (see scheme 1, page 41) there are plenty of foci which vary in size, and some of which reach the size of lobules; single foci, however, are to be found in regions 2, 4 and 8. In the centre of these foci, in the finely granulated and netlike reddish-brown (by van Gieson) ground substance, there

are cells which are not close-set, being partly swollen and set irregularly. These cells resemble the epithelioid cells which appear in tuberculous tubercles. Among the above-mentioned cells, in some foci there appear parts of already decayed and of still disintegrating cells. In regions 1, 6, and 7, in one of the foci, there is one giant-cell of the Langhans' type, and in one focus of region 5 there are two giant-cells of the same type side by side. In the superficial portions of the foci, plasma cells and lymphocytes appear very close to each other, polynuclear leucocytes and fibroblasts being less numerous, with only a few mast cells. Between the cells mentioned there are numerous capillaries abundantly filled with blood, and fibres of collagenic connective tissue singly and in groups. In the boundary portions of the foci, single well preserved alveoli are to be observed; the epithelium of some of the alveoli is swollen, proliferated and desquamated, so that the lumina of the alveoli are filled with epithelial cells; some of these cells are pyknotic and they are disintegrating, or they have already partly decayed; single lymphocytes, plasma cells, and polynuclear leucocytes are to be found between the epithelial cells. The epithelium of a part of the alveoli is much less proliferated, but set irregularly, and here also some of the epithelial cells are swollen, others are pyknotic, and still others thoroughly decayed. Between the epithelial cells, similar cells appear as in the other alveoli mentioned already. In the lumina of the last-mentioned alveoli there are moderately desquamated epithelial cells (some of these are much swollen and some are polynuclear), single polynuclear leucocytes, plasma cells, parts of decayed cells, and in small quantities a netlike mass of a brownish-pale-red colour (by van Gieson). In region 2, in the preserved alveoli of the boundary portions of the foci in question a great majority of the epithelial cells contain fat globules; in the lumina of the alveoli there are to be found numerous polynuclear leucocytes, desquamated epithelial cells, fat globules, and a moderate quantity of a netty mass of brownish-pale-red colour. The tissue between the alveoli is dilated, showing numerous lymphocytes and plasma cells closely accumulated in places, with single polynuclear leucocytes among them.

In the histological sections of the above-described foci I found *Br. abortus* by means of the Giemsa and Löffler's methylene blue staining as modified by me.

b) In regions 1 and 6 there are numerous foci similar

to the foci a in the quarter in question, but which differ from these in that the finding in their centre, though containing occasional epithelial cells, is otherwise similar to the finding in the boundary portions of the foci.

c) In regions 1 and 9, the epithelium of most of the lactiferous ducts is proliferated, flattened and partly swollen, some of the cells having several nuclei — especially those that are against the lumen of the duct. Between the epithelial cells and especially in the nearest surroundings of the duct, we find a very dense infiltration of the plasma cells and some lymphocytes, but the infiltration of the polynuclear leucocytes is less in density. In the whole area, between these infiltration cells, there appear numerous fibres of collagenic tissue, singly and fasciculated, fibroblasts, and some mast cells. In the lumina of the ducts, the brownish-pale-red (by van Gieson) mass of various density shows desquamated epithelial cells in various quantities (in places some of them are much swollen and polynuclear), lymphocytes, polynuclear leucocytes, and parts of decayed cells, and in places single plasma cells. Beside other changes in one lactiferous duct of region 9, the epithelium is proliferated, flattened and stratified, and in the superficial portion partly cornified. In the border portion of the horny layer there appear bruised, flat, pyknotic and decayed nuclei, as is usual in the case of a cornification of the flat epithelium. Similar alterations are to be found in the lactiferous ducts of regions 5 and 6, as in regions 1 and 9, only in smaller quantities and in a slighter degree, not taking into account the cornification of the epithelium. Besides, in region 5, in the epithelium of one lactiferous duct which shows alterations, there is also a focus of epithelioid cells among the rest, with one giant-cell of the Langhans' type in it. No alterations are to be observed in the lactiferous ducts of the areas in the other quarters in question.

d) In the neighbourhood of other changes, the interlobular connective tissue in regions 1 and 9 shows in places an acute proliferation; in this tissue, an infiltration mostly of the plasma cells and lymphocytes appears in varying density and partly in groups, and in places there are also less numerous polynuclear leucocytes. In regions 5, 6, and 7, the changes in the interlobular connective tissue are slighter than in regions 1 and 9. In places a considerable amount of the fat tissue is observable in the interlobular connective tissue of region 9.

e) In all the regions, in the lumina of the alveoli of the lobules, which are normally preserved, there is to be found a brownish-pale-red reticular mass, partly in small, partly in moderate quantities; amid this mass there are some fat globules and very rarely occasional polynuclear leucocytes and desquamated epithelial cells; the epithelium of the alveoli is more often cubical in shape, but also cylindrical, though the latter occurs more rarely. In the lumina of some alveoli, in region 8, polynuclear leucocytes appear moderately in places, and between the alveoli, here and there, there are small groups of lymphocytes and plasma cells. In region 2, occasional lobules are present which are in a state of inaction.

Amyloid corpuscles appear abundantly in the whole quarter; these are in places more numerous in the normal part of the quarter.

There is no alteration to be observed in regions 3 and 10 (teat).

The approximate percentage of the changes that have taken place in the tissue of the examined quarters in question is shown in table 7.

Right Rear Quarter.

In regions 2, 3, 5, 6, and 9 there are numerous foci of varying size and density of the cells which are similar to those in the histological finding in the right front quarter, as described in a and b (fig. 3, 4, 6). Among the epithelioid cells of several foci in regions 5 and 9, usually a giant-cell of the Langhans' type is present, but in one focus of region 9 there appear three giant-cells of the same type side by side. Besides, in some of the foci in area 6, a very dense infiltration has occurred, which extends over the whole focus and consists of lymphocytes, plasma cells, and less numerous polynuclear leucocytes. Furthermore, in one altered lobule of region 6 and in several changed lobules of region 9, besides other alterations there are to be observed numerous capillaries densely filled with blood. In two foci, however, which otherwise are similar to the other foci, there appears an area of necrosis (fig. 12), extending over several alveoli, where there are parts of not very dense decayed cells, and disintegrating cells in the reticular ground substance of a pale-reddish-brown colour; the transition from the necrotic part into the part free of necrosis is slow. In one of the lobules the epithelium of the alveoli is considerably atrophied and mostly pyknotic, and the lumina of the alveoli are empty.

In regions 4 and 8 some foci are similar to those in the right front quarter, as described in a. Besides, in region 8 there are two foci of the size of a lobule, in the centre of which there do not appear any epithelioid cells, but mostly close-set plasma cells and lymphocytes. Among these only here and there disintegrating alveoli are to be found. Similar to the border portions of the foci, the epithelial cells of the alveoli have fat globules, and they are partly swollen, partly polynuclear, and in some alveoli mostly desquamated. In the lumina of the alveoli there are to be found numerous desquamated epithelial cells, polynuclear leucocytes, fat globules, and in smaller numbers lymphocytes; among the infiltration cells, outside the preserved alveoli, there appear likewise fat globules which evidently originate from the decayed alveoli.

In region 5 there are to be found some foci of various sizes, where the alveoli are decayed and replaced by a collagenic connective tissue with many capillaries and a dense round-celled infiltration (fig. 17).

In the alterations in regions 2 and 5 I found *Br. abortus* in the histological sections.

In regions 2, 3, 4, 5, 6, and 9, several lactiferous ducts show similar changes to those in the corresponding lactiferous ducts of the right front quarter (fig. 27). Similar to the epithelium of one lactiferous duct in region 9 of the right front quarter, two lactiferous ducts in region 2 (fig. 24), and one in region 3 of the quarter just under examination, show a proliferation, flattening and cornification in the superficial portion of the epithelium.

In regions 2, 3, 5, 6, 8, and 9, changes of the interlobular connective tissue in a varying amount are observable, and they are similar to those in the corresponding connective tissue of the right front quarter.

No changes are observable in regions 1, 7, and 10.

Also in the normal tissue of the udder, in general, the finding is the same as in the corresponding part of the right front quarter.

Left Front Quarter.

No pathological changes have taken place in the left front quarter; the finding in the parenchyma of the udder is alternately similar to the normal state in the lobules of the right front quarter. The interlobular connective tissue has moderately proliferated here and there, especially between the lobules that are in a state of

inaction, but there is no infiltration in it. Only the interalveolar connective tissue, considerably dilated in the lobules which are in a state of inaction, shows in places rare lymphocytes and occasional plasma cells.

Left Rear Quarter.

In regions 4, 5, 6, 7, and 9 there are numerous foci which resemble those in the histological sections of the right front quarter, as described in a (fig. 15) and b, whereas regions 2 and 3 show only a few of the above foci; in the corresponding foci of regions 7 and 9, the cellular infiltration is still more dense, and in places there are to be found single dilated capillaries. In regions 7 and 9, among the epithelioid cells of several foci, there appear giant-cells of the Langhans' type, and in one focus of region 4, there are two giant-cells of the above type. In region 5 there are some foci which also appear in region 8 of the right rear quarter.

In the corresponding foci of the changes I found *Br. abortus* in several places in the histological sections of regions 4 and 7 (fig. 47).

In regions 7 and 9, the lactiferous ducts are changed in their whole extent; the changes are in general similar to those in the lactiferous ducts of the right front quarter of the cow in question, only the degree of the changes is in places much higher: *e. g.* the lumina of the smaller lactiferous ducts are totally closed by the intense proliferation of the epithelium. The wall of the lactiferous ducts has considerably thickened, consisting chiefly of collagenic fibres and fibroblasts; among the latter there are numerous lymphocytes, plasma cells, and occasional polynuclear leucocytes. Six lactiferous ducts of region 7 and nine ducts of region 9 show in places a flattening and stratification of the epithelium, and a cornification of the superficial portions which lie towards the lumina. Besides other changes in the walls of the lactiferous ducts, in places there are to be observed also foci of the epithelioid cells, in some of which there are also some giant-cells of the Langhans' type. In regions 2, 4, 5, and 6 there are some alterations in the single lactiferous ducts, in general to a much slighter degree than in regions 7 and 9, but in region 5, the epithelium of a considerably changed lactiferous duct shows cornification. In the interlobular connective tissue, on the whole, changes of varying intensity are to be observed, which are similar to those in the corresponding tissue of the right front

quarter. Greater changes are to be found in the interlobular connective tissue of region 2, whereas the changes noticed in the same tissue in regions 3, 4, 5, 6, 7, and 9 are slighter, notwithstanding the very severe changes in the rest of the udder tissue in regions 7 and 9.

No changes are to be observed in regions 1, 8, and 10.

The finding in the unchanged tissue of the quarter under investigation is on the whole similar to that in the corresponding tissue of the right front quarter, but in general amyloid corpuscles are fewer in number.

The cystiform formations, as described in the macroscopical finding and observed in the right front, right rear, and left rear quarters, may be classified according to the histological sections into three different kinds:

a) The changes of the lactiferous ducts are very much like those of the ducts in the right front quarter, but they differ from these in that the ducts are dilated, round, and the changes around the ducts are extensive, the collagenic connective tissue is considerably proliferated, with a very dense cellular infiltration in it, which resembles the infiltration around the changed lactiferous ducts in the right front quarter. Besides, a cornification is often to be found in the superficial portions of the very intensely proliferated, swollen and flattened epithelium (fig. 25). In the lumina of the lactiferous ducts, there are numerous particles of decayed cells, disintegrating cells, and a mass of a reddish-yellowish-brown colour (according to van Gieson), amid which, particularly in the border portions, there appear numerous swollen (also polynuclear) and desquamated epithelial cells, polynuclear leucocytes, lymphocytes, and less numerous plasma cells. In these cystiform formations, particularly in the swollen epithelial cells and around them, I found *Br. abortus*.

b) The lactiferous ducts are dilated, and their epithelium is in places proliferated, partly atrophied and pyknotic. The lumina of the ducts are abundantly filled with a yellowish-reddish-brown mass (according to van Gieson), which is very finely granulated (almost homogeneous); in this mass, especially in the border portions of the lumina, there appear in places intensely swollen and desquamated epithelial cells, and in smaller numbers lymphocytes and polynuclear leucocytes. Between the epithelial cells, and particularly in the subepithelial tissue, there appear in places lymphocytes of various

density, plasma cells, polynuclear leucocytes in smaller numbers, numerous fibroblasts, and fibres of collagenic connective tissue.

c) Dilated and confluent alveoli with an intensely atrophied epithelium, and the contents of the lumina resemble those of the cystiform formation b.

In the right front and right rear quarter the macroscopically observable haemorrhages appear in lobules, which show no other intense changes besides an intense atrophy of the epithelium of the alveoli.

Table 7.

Extent of the Changes in the Quarters of the Udder according to Histological Studies.

Cow I.

Studied Regions	Approximate Percentage of the Changes of Tissue in the Studied Regions (Scheme 1, Page 41)										Approximate Average Percent. of the Changes of Tissue in the Whole Quarter [not considering Region 10 (Teat)]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Right front quarter	50	25	—	5	40	60	20	5	75	—	31·1
Right rear quarter	—	40	50	10	100	60	—	20	100	—	42·2
Left front quarter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Left rear quarter	—	25	10	40	33	40	100	—	100	—	38·7

The dash in table 7 shows that no changes occurred.

Lymph Nodes.

The right supramammary inguinal lymph nodes show intense changes of the usual structure of the lymph nodes. Only single germ-centres have survived in places. The connective tissue shows in places intense proliferation, particularly in the medullary substance, where only injured portions of the lymph nodes are preserved here and there (fig. 38). Beside other cells in the last-mentioned areas, plasma cells appear in great quantities diffusely and focally, and single mast cells. The lymph sinuses and lymph capillaries are in places dilated, and besides lymph

they contain various cells in great quantities (part of them on the point of disintegration), parts of decayed cells, and in places red corpuscles in small numbers. Over all the lymph nodes in several places there are foci of epithelioid cells, with rare giant-cells of the Langhans' type among them (fig. 37). The mentioned foci of the epithelioid cells differ from the foci of the epithelioid cells found in the udder insomuch that lymphocytes, plasma, and other cells have frequently forced their way between the epithelioid cells.

I found *Br. abortus* often in groups and in sparse sprinklings in the parenchyma of the lymph nodes also outside the foci of the epithelioid cells, and sometimes in the lymph sinuses of the histological sections.

In the left supramammary inguinal lymph nodes the finding resembles the one in the right inguinal lymph nodes; the only difference is that in one place, among the epithelioid cells, there even appear two giant-cells of the Langhans' type side by side.

The finding in the right deep inguinal lymph node is similar to that in the right supramammary inguinal lymph nodes, with the difference that in places the changes are less.

The finding in the left deep inguinal lymph node is similar to that in the right deep inguinal lymph node.

In all the above-mentioned lymph nodes I found *Br. abortus* in the histological sections.

Uterus.

The mucous membrane is of various thickness, in places being almost as thick as half of the wall of the uterus. The epithelium is in places desquamated, and a part of the preserved epithelial cells in these places prove to be atrophied and pyknotic; between the epithelial cells there are plasma cells, lymphocytes, and single polynuclear leucocytes; in the injured subepithelial tissue, the above-mentioned infiltration cells are to be found diffusely or they are in places densely focal, and there are numerous fibres of collagenic connective tissue and fibroblasts among them. The corrugated uterine mucous membrane has in places grown together. In the granulation tissue there appear numerous plasma cells, lymphocytes, and single polynuclear leucocytes; in places there are groups of epithelial

cells that have survived, and numerous capillaries moderately filled with blood.

The glands are mostly in a state of inaction; and around them, particularly around those adjacent to the epithelium, there is in places an infiltration chiefly of plasma cells and lymphocytes.

Ovaries.

In both ovaries there is to be found a great deal of connective tissue and very few follicles, and particularly small numbers of primary follicles; for the rest the finding is normal.

Cow II — "Loora".

7 years of age (born in 1924), a cross-bred animal of the Estonian red breed ("angler"), bought from the J. estate, by which she had been bought on March 12, 29. Her weight was 460 kg. The cow was sold on January 28, 31 because of her diminished milk production and non-pregnancy, and was slaughtered on the same day in the town abattoir of Tartu.

aa. Preliminary Data.

"Loora" had calved normally on March 17, 29 and on March 22, 30 at the J. estate. After that she had been bred repeatedly on June 2, 30, July 9, 30, September 4, 30, October 20, 30, November 2, 30, and November 28, 30, but had not conceived.

According to the serological examinations made on November 16, 29 at the Bacteriological Station of the University of Tartu, "Loora" proved to be infected with *Br. abortus* (aggl.-titer 1:6400+); later, on March 14, 30, the aggl.-titer was 1:1280+ and on October 16, 30 — 1:2560+.

On April 14, 30 "Loora" was vaccinated with 10 ccm of the living culture of *Br. abortus*, and on May 2, 30 she was injected with 20 ccm of the same culture.

According to table 8, the agglutinins of *Br. abortus* were found constantly in the milk of the above-mentioned cow, and the presence of *Br. abortus* was ascertained by means of the guinea-pig experiment (data got from *Elfriide Ridala*).

Table 8.

Dates of Examinations of Milk	Agglutination of *Br. Abortus* with Milk Serum	Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment of Milk + Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Guinea-pigs
14. IV 30	positive (1 : 80)	positive (1 : 320)	positive
28. V 30	„ (1 : 160)	„ (1 : 160)	„
3. VII 30	„ (1 : 160)	guinea-pig died 20. VII 30	„
11. VIII 30	„ (1 : 160)	positive (1 : 1600)	„
3. X 30	„ (1 : 160)	„ (1 : 1280)	„
17. XI 30	„ (1 : 320)	„ (1 : 1600)	„
7. I 31	„ (1 : 160)	„ (1 : 320)	„

According to table 9, "Loora's" milk production was small all the time she was at the J. estate.

Table 9.

Month	1929		1930		1931		Notes
	Milk kg	Butterfat kg	Milk kg	Butterfat kg	Milk kg	Butterfat kg	
January	—	—	46	2·07	113	4·29	
February	—	—	dry		—	—	On the days
March	during 10 days 100	3·30	54	1·84	—	—	previous to slaughter
April	346	11·42	352	11·79	—	—	"Loora" yielded about 1,5 kg milk a day
May	286	10·01	367	11·05	—	—	
June	225	10·57	303	11·21	—	—	
July	202	7·67	245	9·80	—	—	
August	224	8·51	277	11·08	—	—	
September	161	6·28	233	8·62	—	—	
October	179	6·80	271	9·21	—	—	
November	129	5·16	205	7·17	—	—	
December	80	3·12	193	6·75	—	—	
	1932	72·84	2486	90·59	113	4·29	

For want of data it is impossible to ascertain whether the cow was infected with *Br. abortus* at the J. estate, or whether she had been infected before she was taken there.

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera.

In making use of the above data concerning "Loora", I examined her milk on January 13 and 27, 31 to find out which of the quarters were infected with *Br. abortus*, and to make sure whether there were not present other bacteria causing diseases. Table 10 presents the results of the inquiries.

Table 10.

Milk examined on 13. I 31 and 28. I 31 *	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bakteriological Finding in Sediment		Aggl. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment + Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
			Cellular Elements	Microbes: Gram's Staining	Microbes: Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Right front quarter	normal	normal	abundant	negative	negative	negative	negative	positive (1:640)	positive	negative
Right rear quarter	"	"	"	"	"	"	"	" (1:160)	"	"
Left front quarter	"	"	"	"	"	"	"	" (1:160)	"	"
Left rear quarter	"	"	"	"	"	"	"	" (1:320)	"	"

Table 10 indicates brucellous infection in all the quarters of Loora's udder. No other bacteria were detected by repeated bacteriological examinations in any of the quarters. The sediment of the milk from each quarter showed a good number of cellular elements; the number of polynuclear leucocytes was the highest, the epithelial cells and lymphocytes occurred in smaller numbers, and there were only single plasma cells.

On the date of her slaughter (January 28, 31) the agglutination titer of her blood serum was 1:5120+.

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter.

General Condition.

"Loora" was in a wellnourished condition, her fleshy body suggested rather that of fattened cattle than that of a milch cow.

Udder.

The whole udder weighed 4735 g, being of a normal shape; its consistency was evenly dense and fleshy.

The right front quarter weighed 1105 g; the section showed a variegated colour. On the surface of the section, in the yellowish-pale-reddish ground colour there were pale- and

* All examinations listed in the table were made on these dates, except the injection of the guinea-pigs.

dark-grey spots indistinct in outline. The colour of the individual lobules was also variegated in places; the lobules of a darker ground colour showed lighter spots, and in the lobules of a lighter ground colour there were darker spots which gradually disappeared in the surroundings. The lobules were mostly porous, but between them, especially in the basal and border parts, there were lobules singly or in groups which could not be perceived as porous. The last-mentioned lobules were of a dense consistency and lardaceous appearance, and protruded over the surface of the section. There was a moderate flow of milk of normal appearance on the surface of the section made in the middle portion of the udder, but on the border part it flowed out in small quantities. The surface of the sections in the whole quarter of the udder showed an even discharge of blood in small quantities from the blood-vessels. The interlobular connective tissue was clearly perceivable, in places it was proliferated into big cords, the diameter of which amounted to 3 mm between the groups of lobules; in some places it was quite possible precisely to separate the connective tissue from the lobules, but in places this was impossible, because the connective tissue had intruded into the lobules and disappeared there by degrees. The inner surface of the lactiferous ducts was generally even (except the opening of the smaller ducts where there were crater-shaped concavities), shining and of a silver-grey colour. But in some places, the walls of some of the bigger lactiferous ducts, and more frequently those of the smaller ducts, were about 1,5 mm thick. These thickened places in the ducts consisted of a grey, brittle mass which had a dull surface with small elevations.

The right rear quarter weighed 1285 g and had in general the same qualities as the right front quarter. It differed from the latter in that it had a redder ground colour, and the shades of the colour were more contrasting. Also the proliferation of the connective tissue was intenser, and the lardaceous lobules without pores were more frequent.

The left front quarter weighed 1100 g and was of the same qualities as the right rear quarter.

The left rear quarter weighed 1245 g and was of the same qualities as the right rear quarter.

Lymph Nodes.

The right supramammary lymph nodes (*lln. inguinales superficiales dextri*) consisted of one bigger and one

smaller node which were connected by lymphatic vessels. Both lymph nodes were slightly dilated. The bigger one weighed 45 g and was 7·5 × 6·5 × 1·7 cm large. The smaller node weighed 10·2 g; it was of a roundish shape and had a diameter of 3·2 cm. The further qualities of the above-mentioned nodes were as follows: the surface was even, except in several places that were covered with single astrictions. The cortical substance in the sections was of a pale-grey colour, and the medullary substance was brownish-dark-grey.

In both the substances and particularly in the cortical one there was found a clearly observable reticular connective tissue which had cords in places as thick as 0·7 mm. The surface of the sections was abundantly covered with liquid farinaceous succus. The sections did not cover each other when restored to their previous position, the border parts kept apart from each other.

There were three left supramammary inguinal lymph nodes (*lln. inguinales superficiales sinistri*). The biggest of them weighed 47 g and was 10 × 5·5 × 2·8 cm large. The next in size weighed 10 g, and it was 3·5 × 3 × 2·5 cm large. The smallest node weighed 4 g and was 1·6 × 1·5 × 1 cm large. The former two were connected by lymphatic vessels. The other qualities of these lymph nodes were similar to those in the right supramammary inguinal lymph nodes.

The right deep inguinal lymph node (*ln. inguinalis profundus dexter*) weighed 38·2 g, and its size was 6·8 × 3·4 × 1·2 cm. Its other qualities were similar to those in the supramammary inguinal lymph nodes.

The left deep inguinal lymph node (*ln. inguinalis profundus sinister*) weighed 40·1 g and was 7 × 3·5 × 1·4 cm large. The other qualities of this lymph node resembled those of the supramammary inguinal lymph nodes.

Uterus.

The uterus was outwardly quite the same in appearance as that of a normal non-pregnant cow. The wall of the uterus was about 2 cm thick. The mucous membrane was considerably corrugated, of a red colour, and was moderately covered with a half-muddy, glassy mucous layer.

Ovaries.

The right ovary was 3·5 × 3 × 1·9 cm large. Its surface was rough, and in comparison with the flesh it was of a more solid consistency. Sections showed single follicles which were surrounded by stout cords of connective tissue. There was one corpus luteum there which was 2·4 × 2 × 1·9 cm large.

The left ovary was 3·2 × 2·9 × 1·8 cm large. Its other qualities resembled those of the right ovary, except that the corpus luteum was absent.

The other organs did not show any macroscopical changes.

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments.

For the purpose of determining *Br. abortus* and *Mycobacterium tuberculosis*, I used the guinea-pig experiment. In pursuing other conceivable germs of diseases or any occasional microbes in the material under examination, I made cultures on brom-cresol-purple-saccharose-alkalialbuminate agar and on modified Brown's blood agar. The results of the above-mentioned studies are illustrated in table 11.

Table 11.

Material	Cultures		*Br. abortus*' Agglut. with Blood Serum of Injected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis	Culture of *Br. Abortus* from the Examined Material
	Saccharose Plates	Brown's Plates				
Lln. inguinales sup. dext.	sterile	sterile	positive (1 : 1280)	positive	negative	—
Lln. inguinales sup. sin.	"	"	" (1 : 160)	"	"	—
Ln. inguinalis prof. dext.	"	"	" (1 : 320)	"	"	—
Ln. inguinalis prof. sin.	"	"	" (1 : 160)	"	"	—
Uterus	"	"	—	—	—	positive

From table 11 it follows that besides all the quarters of "Loora's" udder, also her uterus, supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides were infected with *Br. abortus*. The examined material did not show any other bacteria present.

ee. Histological Finding.

Udder. Right Front Quarter.

a) In regions 1, 6, and 7 (fig. 5) there are several foci of varying size to the extent of three lobules, whereas in region 2 these foci appear in great quantities. Instead of the usual alveolar structure of the udder, a dense cellular infiltration of these foci is observable, which abounds with lymphocytes and plasma cells, but there are also fibroblasts in smaller numbers and some rare polynuclear leucocytes and mast cells. Besides this cellular infiltration in the larger foci, particularly in region 1, there are to be found some compressed alveoli with the pyknotic epithelium, and in the centre of some foci epithelioid cells (fig. 16) and their groups are observable which are in some foci already partly decayed and partly decaying. Between the infiltration cells, particularly in the border portions of the foci, fibres of a collagenic connective tissue appear singly and in bundles, which are bound together with the interlobular connective tissue; a repeated proliferation of the latter has taken place here and there, and the above-mentioned cellular infiltration appears in it in varying density. In region 2, the changes in the foci in question are in general severer; a thorough destruction of half of the alveoli in these foci has taken place, and the majority of the remaining alveoli are in a state of disintegration; these latter are compressed, and their epithelium is in an irregular position; some of the epithelial cells are swollen and have other symptoms of degeneration, some of them are atrophied and pyknotic, and in these and in the less changed lumina of the alveoli there usually appear desquamated, and mostly beside the decaying epithelial cells, polynuclear leucocytes in great quantities, single lymphocytes, and rarely a finely reticulated mass of pale-reddish-brown colour (according to van Gieson). The above-mentioned alveoli often appear singly in the cellular mass, and their shape is oblong and angular.

In region 7 there is one focus of about half-lobular size; it is similar to the foci a described above, but in the centre of the foci, in the dense cellular mass there are free fat globules; in the lumina of the preserved alveoli in the border portion of the focus, among the rest, there appear numerous pieces (casein) of a dark-reddish-brown colour and of an indefinable appearance.

b) In region 7 there is one, in region 9 — there are two, and in region 2 (fig. 8, 10) numerous foci similar to those in the quarter in

question, as described in a, but these foci show necrotic places of varying size, particularly in their centre, even to the extent of half a lobule; in these necrotic places there appear disintegrated pieces of nuclei in great numbers, a netlike granular mass of yellowish-brown colour, occasional pus corpuscles, and various necrotic cells. In several directions of these necrotic places there are to be found epithelioid cells in groups and singly, some of which show symptoms of necrosis; the single cells appear dispersedly. Among the epithelioid cells, in one focus there is also a giant-cell of the Langhans' type. The necrotic places are surrounded by a dense wall of plasma cells, lymphocytes, fibroblasts, occasional polynuclear leucocytes, and mast cells; this wall is interwoven with a collagenic connective tissue, which slowly turns into tender funicles and disappears in the necrotic mass.

In the necrotic foci I discovered *Br. abortus* by means of staining the histological sections by the Giemsa method as modified by me, and by Löffler's methylene blue method.

In region 4 there appears one, and in regions 7, 8, and 9 there are several foci resembling those in the quarter in question, as described in b, with the difference that in the centre of the foci there are no necrotic places, and in region 9, the epithelial cells are denser, and among them in several foci there are giant-cells of the Langhans' type.

c) One lobule in regions 1 and 3, two lobules in region 6 contain alveoli over the whole extent of the lobules, and several lobules in regions 4 and 5 contain some alveoli the shape of which is more or less unchanged, but their epithelium has degenerated or atrophied in varying intensity, the nuclei being pyknotic, and some of the epithelial cells desquamated. The interalveolar tissue is often dilated to about five times its former extent, and in places even more; in this tissue there is in varying quantities mostly a focal infiltration of plasma cells, lymphocytes, fibroblasts, and to a smaller degree of polynuclear leucocytes and occasional mast cells. A comparatively intense dilatation of the capillaries has taken place in the quarters with the changes already mentioned, and they are richly filled with blood. In the lumina of the alveoli there appear desquamated epithelial cells in varying quantities, as well as polynuclear leucocytes (chiefly neutrophilic) and fat globules, and a pale-red, partly homogeneous, partly finely reticulated mass.

In the lumina of some alveoli the polynuclear leucocytes are in a state of fatty degeneration and disintegration.

d) In region 3, there is one focus as big as eight alveoli in one of the lobules, and it contains densely accumulated cells: aa) numerous polynuclear leucocytes, which are in denser agglomerations fatty-degenerated and contain decayed nuclei (pus corpuscles) (fig. 7); in places, however, where they are not so numerous, they are slightly or not changed at all; bb) lymphocytes and plasma cells are to be found particularly in the border portion of the focus. In the corresponding places of the udder tissue, single, as if dispersed, degenerated epithelial cells, and also the interalveolar connective tissue are preserved.

e) In one lobule of region 2 and in several lobules of region 6, the epithelium of the alveoli is atrophied to such a degree that even some of the alveoli prove to be confluent.

f) In region 7 in two lobules here and there, single compressed alveoli are still preserved among the densely accumulated plasma cells and lymphocytes; the epithelium of these alveoli is partly intensely atrophied and contains pyknotic nuclei. The majority of the above lobules are intergrown reticularly with the collagenic connective tissue, and the still free cavities show deposited fat (fig. 18, 19, 32).

g) A variously dense infiltration of lymphocytes, plasma cells, and polynuclear leucocytes is found to surround one lactiferous duct in region 5 and several larger ones in region 6. The epithelium of several lactiferous ducts in region 9 and of the majority of them in region 8, is flattened and has become many-layered. The epithelial cells are of varying size; a particularly large dilatation and a partial disintegration of the cells is to be found in the cells adjacent to the lumina of the ducts. There are numerous plasma cells and lymphocytes and in smaller quantities polynuclear leucocytes between the epithelial cells; the above cells are in places accompanied by a collagenic connective tissue. To a large extent in the surroundings of the ducts there are numerous accumulated lymphocytes and plasma cells, amid which there are also often to be found fibroblasts and polynuclear leucocytes, and occasional mast cells. In the lumina of the ducts there are to be found desquamated epithelial cells of varying density, further, lymphocytes, polynuclear leucocytes, occasional plasma cells, parts of entirely decayed cells, and a finely reticulated pale-brownish-red mass (according to van

Giesen). The desquamated epithelial cells in the lumina of the lactiferous ducts are mostly multiferously swollen, and their nuclei and the nuclei of other cells observable in the lumina, are often pyknotic.

In other regions, the lactiferous ducts of the quarter of the dder in question have not undergone any changes.

h) Between those lobules where changes are observable in regions 2, 6, and 8, the interlobular connective tissue is in places intensely proliferated; in this tissue there appears a diffuse infiltration of varying density, and more frequently a focal infiltration of lymphocytes and plasma cells. The interlobular connective tissue has undergone similar alterations in other regions too, but to a considerably slighter degree. In the still normal parts of the quarter in question, the epithelium of the alveoli is alternately cubical or cylindrical. In the lumina of the alveoli, a mass of pale-red colour is to be observed in varying quantities, in which occasionally some single polynuclear leucocytes are to be found in some of the alveoli. Varying numbers of amyloid corpuscles of different sizes appear both in the changed and in the normal parts of the whole quarter.

No changes are to be observed in region 10 (teat).

Right Rear Quarter.

On the whole, the changes resemble those in the right front quarter of the same udder (fig. 14, 33), not taking into account the changes d, e and f. Foci b appear only in region 1 (fig. 9, 11, 13), and of the changes described under c there is only one focus in region 5, and there are several foci in region 6.

The alterations in the lactiferous ducts are in places more considerable than those in the lactiferous ducts of the right front quarter, *e. g.* in regions 2, 3, 4, and 9; in some of the lactiferous ducts the epithelium is proliferated and flattened, and in places there is a cornification to be found (fig. 26); single smaller lactiferous ducts in regions 1, 2, 3, and 4 show an intense proliferation of the epithelium, which has caused an obstruction of the lumen (fig. 21, 22, 23, 29). In region 2, in one wall of an entirely changed lactiferous duct, besides other changes there appears also a focus of epithelioid cells with a giant-cell of the Langhans' type (fig. 28). In the altered interlobular connective tissue there are to be found polynuclear leucocytes (mostly neutrophilic and also single eosinophilic), and mast cells in smaller numbers, particularly in the surroundings of the blood-vessels.

Also the finding in the normal parts of the udder is on the whole similar to that in the corresponding parts of the right front quarter, but lobules in an inactive state are more frequent.

In general, amyloid corpuscles are rarer in the regions of the quarter of the udder in question than in the right front quarter.

In region 10 (teat) in two places, the teat canal almost as big as three alveoli shows subepithelial infiltration of lymphocytes and plasma cells.

Left Front Quarter.

The histological finding is on the whole similar to that in the right rear quarter, only the changes are fewer, not taking into account such foci as appear in the right front quarter b, for they appear more frequently just in regions 5 and 8. The changes in the lactiferous ducts are slighter, but in region 7, in the part towards the lumen of one entirely changed lactiferous duct, there is to be found a cornification of the epithelium which is proliferated into layers and flattened.

No changes are to be found in region 10 (teat).

Left Rear Quarter.

The finding is similar to that in the right rear quarter, only there are to be found more changes. Besides, in regions 7 and 9, there are several lactiferous ducts with a cystic dilatation; their preserved epithelium is composed of a single layer, being intensely atrophied and pyknotic. In the lumina of these ducts there is an abundant mass of brownish-pale-red colour, occasional desquamated epithelial cells, and in smaller numbers parts of decayed cells. Besides, in region 9, one more lactiferous duct, similarly to several other ducts, shows a cystic dilatation, but around this duct, particularly to the extent of half of its circumference, a very dense infiltration of mostly plasma cells and lymphocytes is widely observable, which reaches, though to a slighter degree, to the proliferated, swollen and flattened epithelium of the lactiferous duct, and in one part, together with the epithelium, it extends into the lumen of the duct, being of verrucous appearance; between the above-mentioned infiltration cells, fibres and bundles of a collagenic connective tissue are interwoven over its whole extent. In the epithelium of the duct there appears one giant-cell of the Langhans' type and other polynuclear giant-cells. In the lumen of the lactiferous duct, there

are numerous parts of decayed cells, further, a fine reticular and granular mass of brownish-pale-red colour, and numerous desquamated epithelial cells, polynuclear leucocytes and lymphocytes appearing in smaller numbers, and some plasma cells in the border portion of the lumen. In the lumen of the described lactiferous duct, I found *Br. abortus* between and in the epithelial cells adjacent to the lumen.

Further, in region 8, there is a lobule showing chiefly a somewhat flabby collagenic connective tissue, containing lymphocytes, plasma cells, fibroblasts, and polynuclear leucocytes in smaller numbers, and here and there numerous abundantly filled capillaries (fig. 20). Only a few atrophied and disintegrating alveoli are the remnants of the usual tissue of the udder.

In region 10 (teat) no changes are to be observed.

Table 12.

Extent of the Changes in the Quarters of the Udder according to Histological Studies.

Cow II.

Regions inquired	Approximate Percentage of the Changes of the Tissue in the Studied Regions (Scheme 1, Page 41)									Approximate Average Percentage of the Changes in the Whole Quarter [Region 10 (Teat) is not considered]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Right front quarter	14·3	60	5	20	6·6	20	20	80	40	29·5
Right rear quarter	75	50	20	25	10	14·3	12·5	33·3	8·3	27·6
Left front quarter	5	—	50	—	50	33·3	50	20	12·5	24·5
Left rear quarter	33·3	—	50	75	25	2	10	75	33·3	33·7

The dash in the table means that there were no changes.

Lymph Nodes.

The finding in the supramammary and deep inguinal lymph nodes is similar to that in the corresponding lymph nodes of cow I, also as regards the discovery of *Br. abortus* in the sections (fig. 48).

Uterus.

The finding in the uterus resembles that in the uterus of cow I. But besides this, in one place of the epithelium of the right oviduct and of the subepithelial tissue, the changes are similar to those in the epithelium and in the subepithelial tissue of the uterus.

Ovaries.

The ovaries show changes similar to those in the ovaries of cow I.

Cow III — "Tasane".

The cow "Tasane" was 3 years of age (born on December 20, 1928), a pure bred Estonian red "angler", bought from the J. estate. Her weight was 381 kg. The cow was sold on January 7, 32 because of her diminished milk production, and was slaughtered on the same day in the town abattoir of Tartu.

aa. Preliminary Data.

"Tasane" had never calved normally; she had aborted twice, on April 5, 30, and on May 10, 31; after that she had been bred repeatedly, and at the time of her slaughter she proved pregnant, containing a 4-months' fetus.

Table 13.

Month	Milk in kg	Butterfat in kg
January	—	—
February	—	—
March	—	—
April	128	4·22
May	191	6·11
June	210	7·14
July	201	7·64
August	135	5·13
September	51	2·05
October	dry	
November	„	
December	„	
Total	916	32·29

According to the serological examinations made at the Bacteriological Station of the University of Tartu, the agglutination titer of "Tasane's" blood serum was 1:40+ and 1:80±, later, on

March 14, 30 the agglutination titer was 1 : 640 +, on October 16, 30 it was 1 : 640 +, on March 9, 31 — 1 : 8000 +, and on November 14, 31 it showed 1 : 640 +.

The cow "Tasane" had never been given living or killed cultures of *Br. abortus*.

The milk production of the animal had been so inconsiderable that in 1931 she was not regarded as a milch cow at all. Table 13 presents data concerning her milk production in 1930.

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera.

In making use of the above data, I examined her milk on July 24, 31, to find out whether her udder was infected with *Br. abortus*, and to make sure whether there were not present other agents causing diseases. The results of the inquiries are found in table 14.

According to table 14, "Tasane's" udder was infected with *Br. abortus*. Further bacteriological examinations did not reveal any other bacteria in the milk. On the date of her slaughter, on January 7, 32, I took some milk for investigation, before the animal was slaughtered, from each quarter of the udder individually, in order to make sure which of the quarters were infected with *Br. abortus*, and if meanwhile there had not intruded other agents causing diseases. Table 15 presents the results of the inquiries.

Table 15 indicates brucellous infection in all the quarters of her udder; no other bacteria were detected by repeated bacteriological examinations in any of the quarters.

The sediment of the milk from each quarter showed a good number of cellular elements: polynuclear leucocytes were most numerous, epithelial cells and lymphocytes were less numerous, and plasma cells occurred seldom. After centrifuging the milk from the right front quarter, the right rear quarter, and the left rear quarter was watery and contained but little cream; and the milk from the left front quarter was very watery indeed, and there was very little cream in it. The quantity of sediment in the milk from the right front quarter was normal, but of a reddish-yellowish-grey colour. The reddish colour of the sediment was caused by red corpuscles occurring in the milk. The quantity of the sediment in the milk from the left rear quarter was a little above the ordinary quantity; in the right rear and the left front quarter it was a good

Table 14.

Milk examined on July 24, 31	Agglutin. of *Br. Abortus* with Milk Serum	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment + Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examinations of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
				Cellular Elements	Microbes: Gram's Staining	Microbes: Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Composite Milk	positive (1 : 40)	normal	normal	abundant	negative	negative	negative	negative	positive (1 : 320)	positive	negative

Table 15.

Milk examined on January 7, 32	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment + Cream	Culture of *Br. abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis	Quantity of Chlorine in Milk %	Agglut. of *Br. Abortus* with Milk Serum
			Cellular Elements	Microbes: Gram's Staining	Microbes: Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates					
Right front quarter	milk watery with little cream	normal	abundant	negative	negative	sterile	sterile	positive (1 : 640)	positive	negative	0·129	positive (1 : 320)
Right rear quarter	"	abundantly above the standard	"	"	"	"	"	" (1 : 1280)	"	"	0·261	" (1 : 160)
Left front quarter	milk very watery with very little cream	"	"	"	"	"	"	" (1 : 1280)	"	"	0·301	" (1 : 320)
Left rear quarter	milk watery with little cream	a little above the standard	"	"	"	"	"	" (1 : 640)	"	"	0·135	" (1 : 160)

deal above the ordinary quantity. Also the chloride content in the milk of all the quarters was greater than the average standard, and it was most abundant in the milk of the left front quarter.

At the time of slaughter (on January 7, 32) the blood serum titered 1:2560+ to the agglutination test for *Br. abortus*.

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter.

General Condition.

The cow "Tasane" was in a wellnourished condition.

Udder.

The whole udder weighed 2940 g and was quite normal in shape. It was of an evenly dense and fleshy consistency.

The right front quarter weighed 710 g. In the intersection it was variegated, and there were alternate yellowish-grey, reddish-yellowish-grey, and reddish-grey spots of varying size and indistinct border-line on the surface of the sections. In places there were single lobules which were easily distinguished from the surroundings because of their lighter or darker shades. But the whole quarter showed lobules which contained whitish-grey specks that were lighter than the ground colour of the lobules and were rather irregular in outline. The interstitial connective tissue was considerably proliferated, very often it intruded into the lobules and substituted the usual tissue of the lobules. The lardaceous lobules in the udder described in the cases of former cows, were to be found mostly in the border portions of the quarter, whereas in the middle portion of the quarter they were fewer in number than the porous lobules. No macroscopical changes were found in the lactiferous ducts.

The right rear quarter weighed 900 g; it was similar to the right front quarter; in the border portions of the quarter there were cystiform formations (with about 0·8 cm in diameter) which were surrounded with capsules of a dense connective tissue, and the lumina contained in parts a somewhat translucent, in parts a porridge-like yellowish-grey mass.

The left front quarter weighed 600 g and was, in general, of the same qualities as the right front quarter.

The left rear quarter weighed 730 g; it was of the same qualities as the right front quarter, only its intersection was of an even reddish-yellowish-grey colour, speckled in places with darker spots.

Lymph Nodes.

There were two right supramammary lymph nodes, dilated (swollen) and roundish in shape. One of them weighed 70·2 g and was 10×8×2·5 cm large. The other weighed 9·8 g and was 2·9×2·6×2 cm large. Their other qualities resembled those of the right supramammary lymph nodes of "Koidu".

There were three left supramammary lymph nodes which were swollen, the largest of them resembling a pig's kidney, and the other two being roundish. The biggest node weighed 51 g and was 7·2×6×2·3 cm large. The next in size weighed 10 g and was 3×2·5×1·9 cm large. The smallest was 2·5×2×1·8 cm large and weighed 6·4 g. Their other qualities resembled those of the right supramammary inguinal lymph nodes.

The right deep inguinal lymph node had a roundish shape and weighed 47 g, being 8·9×6×2 cm in size. Its other qualities were similar to those of the same lymph nodes of "Koidu".

The left deep inguinal lymph node weighed 46·2 g and was 8·7×6·1×2 cm large. Its other qualities resembled those of the right deep inguinal lymph node.

Uterus.

The uterus contained a fetus about 4 months old. The uterus, fetus, and fetal membranes did not show any macroscopical changes.

Ovaries.

The right ovary was 4·2×2·9×2·6 cm large. Its outer surface was rough in places, but its consistency was normal. In the intersection there were to be seen follicles in moderate numbers between which the interstitial connective tissue was moderately proliferated. Besides, in the middle part of the ovary there was a corpus luteum 2·1×2×1·8 cm large.

The left ovary was 3·2×2·5×2 cm large. Its other qualities resembled those of the right ovary, only the interstitial connective tissue was more proliferated, and the corpus luteum was absent.

No macroscopical changes were noted in the other organs.

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments.

The investigations were made exactly in the same way as in examining the material taken from the cow "Koidu", except that more organs were examined. The results of the inquiries are presented in table 16.

Table 16.

Material	Cultures		*Br. abortus*' Agglutin. with Blood Serum of Injected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Lln. ing. sup. dext.	negative	negative	positive (1 : 1280)	positive	negative
Lln. ing. sup. sin.	"	"	" (1 : 80)	"	"
Ln. ing. prof. dext.	"	"	" (1 : 320)	"	"
Ln. ing. prof. sin.	"	"	" (1 : 320)	"	"
Lln. mesent.	"	"	negative	negative	"
Uterus	"	"	"	"	"
Ovar. dext.	"	"	"	"	"
Ovar. sin.	"	"	"	"	"

Table 16 shows that, besides all the quarters of her udder, also her supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides were infected with *Br. abortus*.

No other bacteria were present in the examined material.

ee. Histopathological Finding.

Udder. Right Front Quarter.

The finding is, in general, similar to the histological finding in the right front quarter of cow I, not taking into account the variety and intensity of the changes and the appearance of less numerous amyloid corpuscles.

Right Rear Quarter.

The histological finding is, in general, similar to the same finding in the right front quarter of cow I, not taking into account the intensity and variety of the changes in some regions. The main point of the changes is in regions 3, 4, 5, 6, and 7 (table 17). Besides, in region 7, the lumen of one lactiferous duct is thoroughly obstructed (fig. 30); in the centre of the duct appears a cornified mass, containing in places a deposit of lime and pieces of decayed nuclei, and in

the border portion compressed and pyknotic nuclei; the cornified mass is surrounded by the proliferated and flattened epithelium; the latter is followed by an intense infiltration of lymphocytes and plasma cells (in one direction to the extent of two lobules); amid this infiltration there are to be found numerous fibroblasts and occasional polynuclear leucocytes and mast cells; between the cells already mentioned there are to be found numerous fibres of a collagenic connective tissue, occurring singly and in groups. In this jumble of cells and fibres of connective tissue there are to be found foci in various places, and they are comparatively easy to discern; in these there appear epithelioid cells of varying density, but in general they are scarce in number; they show in places a comparatively intense tumefaction; some lymphocytes, polynuclear leucocytes, and plasma cells have penetrated in between the epithelioid cells.

Left Front Quarter.

The histological finding resembles the corresponding finding in the right front quarter of cow II, with the difference that the changes described in d, e, and f are not observable, and the foci described in b appear only occasionally in regions 5, 8, and 9; in general, however, other changes are to be found to a larger extent in the quarter of the udder under examination. Besides, there appear numerous foci that resemble those in the histopathological finding in the right front quarter of the udder of cow I, as described in a, and a cornification of completely changed lactiferous ducts in region 3. Further, the changes observed are of varying intensity and extent in all the regions, in comparison with the corresponding regions in the right front quarter of the udder of cow II.

Left Rear Quarter.

The finding is in general similar to the corresponding finding in the right front quarter of the udder of cow I; these changes, however, generally appear in a smaller degree and they are slighter, and the cornification of the epithelium of the changed lactiferous ducts proves to be absent.

The macroscopically observable cystiform formations in the right rear quarter, as regards the histological finding (fig. 31), are similar to the corresponding cystiform formations in the udder of cow I; the majority of these formations, however, resemble those described

in a, and in their extremely changed epithelium, foci of epithelioid cells are to be observed, with a giant-cell of the Langhans' type in some of them. The blood-vessels in the connective tissue in the neighbourhood of several cystiform formations are often surrounded by lymphocytes, and to a smaller degree by plasma cells. In the above-mentioned cystiform formations I found *Br. abortus* in the histological sections.

Table 17.

Extent of the Changes in the Quarters of the Udder according to Histological Studies.

Cow III.

Regions inquired	Approximate Percentage of the Changes of the Tissue in the Studied Regions (Scheme 1, Page 41)										Approximate Average Percentage of the Changes in the Whole Quarter [not considering Region 10 (Teat)]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Right front quarter	—	10	80	2	10	10	12·5	100	87·5	—	34·7
Right rear quarter	10	6·6	40	60	87·5	75	100	12·5	25	—	46·3
Left front quarter	10	12·5	75	40	50	40	33·3	40	33·3	—	37·1
Left rear quarter	—	—	—	75	20	10	100	12·5	12·5	—	25·5

The dash in table 17 means that there were no changes.

Lymph Nodes.

The supramammary and deep inguinal lymph nodes show a similar finding to that in the corresponding lymph nodes of cow I, only in places the changes are slighter in extent.

Uterus.

The uterus does not show any pathological changes.

Ovaries.

The ovaries do not show any pathological changes.

Cow IV — "Lehik".

The cow "Lehik" was 10 years of age (born in 1921), a thoroughbred Estonian red "angler", bought from the M. farm. Her weight was 495 kg. The cow was sold because of her rapidly diminishing milk

production and non-pregnancy, and was slaughtered on January 27, 32 in the town abattoir of Tartu.

aa. Preliminary Data.

"Lehik" had calved normally the first time on May 18, 24 and then on December 3, 25, December 22, 26, March 24, 28, January 29, 30, and on January 24, 31. After the last parturition she had been bred repeatedly on May 10, 31, August 9, 31, November 10, 31, and according to the explanations of the owner, several times which were not registered, but she never conceived.

On the M. farm there had not occurred any abortion caused by *Br. abortus* till 1930. According to the blood examinations by *Prof. Dr. F. Laja* in 1928, not one of the cows was infected. The cows on the M. farm probably took the infection from cattle bought in addition in 1929; in March 1931 the first abortion in consequence of brucellosis occurred.

According to the serological examinations made on March 18, 31 at the Bacteriological Station of the University of Tartu, the cow proved to be brucellous (agglutination titer 1:160), after that her agglutination titer continuously rose till on May 5, 31 it was 1:640+.

"Lehik" had not been given either living or killed cultures of *Br. abortus*.

Data concerning "Lehik's" milk production are presented in table 18.

Table 18.

Month	1924		1925		1926		1927		1928		1929		1930		1931	
	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg
January	—	—	113	4·6	450	18·0	406	14·21	60	2·64	273	12·28	76	3·19	97	4·36
February	—	—	107	4·3	404	16·0	341	12·62	dry		245	11·51	434	19·19	622	27·99
March	—	—	164	6·2	404	15·9	364	12·11	70	2·80	260	11·44	409	19·60	707	28·28
April	—	—	156	5·9	320	12·4	309	10·51	450	16·20	234	9·36	446	17·39	506	20·75
May	88	3·1	162	6·5	332	10·9	312	12·56	440	14·52	201	8·65	466	19·11	498	20·42
June	222	8·0	174	6·4	312	10·8	302	11·84	427	14·52	196	7·64	454	18·16	417	17·51
July	222	7·1	176	7·4	298	11·92	290	11·02	395	14·61	207	8·07	362	14·74	479	20.12
August	204	6·9	156	6·7	260	10·40	305	11·59	383	14·17	240	9·84	418	17·18	350	15·70
September	194	6·6	142	6·1	240	9·84	327	13·08	418	17·56	238	9·76	348	14·62	289	13·58
October	145	5·0	dry		213	8·73	270	10·26	380	15·20	247	9·88	313	13·77	221	11·05
November	150	5·1	„		80	3·76	205	10·34	314	12·56	210	9·45	289	13·00	101	10·56
December	139	5·7	382	15·2	95	3·86	170	7·65	300	12·30	112	5·60	83	4·23	213	11·29
Total	1364	47·5	1732	69·3	3408	132·45	3631	137·79	3637	137·08	2663	113·48	4179	174·08	4590	201·61

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera.

I examined "Lehik's" milk on January 17, 32, to find out whether her udder was infected with *Br. abortus*, and to make sure if any other agents causing diseases were present. The results of these inquiries are presented in table 19.

According to table 19, "Lehik's" udder was infected with *Br. abortus*, but by a bacteriological examination of the milk no other bacteria were detected.

Before the slaughter (on January 27, 32) I once more examined the milk from each quarter individually, to find out which of the quarters were infected, and whether meanwhile there had intruded other agents causing diseases. Table 20 presents the results of these inquiries.

According to table 20, brucellous infection had intruded into all the quarters of her udder; no other bacteria, however, were detected by repeated bacteriological examinations.

The milk from each quarter, after being centrifuged, showed a good deal of sediment which contained a number of cellular elements, the proportion of the latter being approximately the same as that of the sediment in "Koidu's" milk. The agglutination of *Br. abortus* with the milk serum was intensive to an extraordinary degree. The agglutination titer with the milk serum of the right rear and left rear quarters was 1 : 12800. The aspect of the milk was normal, but according to the data of the examinations made on January 17, 32 and presented in table 19, it was changed in all the quarters. The average quantity of chlorine in all the quarters was twice as large as is normal.

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter.

General Condition.

"Lehik's" general condition was above the mediocre. The results of an exact inspection were as follows:

Udder.

The udder weighed 7980 g, was normal in shape, and of an even and unusually dense and fleshy consistency.

The right front quarter weighed 1930 g; the surface of the section was parti-coloured, showing in the intersection spots which had an indistinct border-line, and an alternately lighter and darker reddish-yellowish-grey colour. Almost all of the lobules

Table 19.

Milk examined on January 17, 32	Agglut. of *Br. Abortus* with Milk Serum	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment of Milk from all Quarters + Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
				Cellular Elements	Microbes: Gram's Staining	Microbes: Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Right front quarter	positive (1 : 1280)	milk watery with little cream	abundant above the standard	abundant	negative	negative	negative	negative	positive (1 : 160)	positive	negative
Right rear quarter	" (1 : 1280)	"	"	"	"	"	"	"			
Left front quarter	" (1 : 1280)	milk watery with very little cream	"	"	"	"	"	"			
Left rear quarter	" (1 : 1280)	milk watery with little cream	"	"	"	"	"	"			

had a lardaceous aspect, and they rose slightly above the surface. In places there were lobules which contained certain spots that were lighter and indistinct in border-line. The interstitial connective tissue was in general very considerably proliferated, and it often disappeared slowly in the lobules, replacing there the parenchyma of the usual lobule. In the border portion of the quarter, in many places of the lactiferous ducts and lobules, there were cystiform formations which were of the same qualities as those in the udder of "Koidu".

The right rear quarter weighed 2000 g and had the same qualities as the right front quarter, except that the lardaceous lobules were here even more abundant.

The left front quarter weighed 1400 g, but its other qualities were similar to those of the right rear quarter.

The left rear quarter weighed 2650 g. It resembled, in general, the right front quarter, except that there were more marked red spots in the intersection, also the interstitial connective tissue was more intensely proliferated. In places the interlobular connective tissue had extensively dammed individual lobules, and had apparently isolated them from the udder tissue.

Lymph Nodes.

There were two right supramammary inguinal lymph nodes which were very considerably dilated, and had a round shape. The bigger weighed 130 g and was 11·2×8×3·1 cm large. The smaller weighed 10·4 g and was 3×2·6×2 cm large. Their other qualities resembled those of the same lymph nodes of "Koidu", only the surface of the sections became more abundantly covered with succus and, in general, the connective tissue was more intensely proliferated.

There were two left supramammary inguinal lymph nodes, both round and very intensely dilated. One of them weighed 125 g and was 11×8·2×2·9 cm large. The other weighed 12·3 g and was 3·2×2·7×2 cm large. Their other qualities resembled those of the right supramammary inguinal lymph nodes.

The right deep inguinal lymph node weighed 50 g and was 8×7·1×2 cm large; all its other qualities were similar to those of the right deep inguinal lymph node of "Koidu".

Table 20.

Milk examined on January 27, 32	Agglut. of *Br. Abortus* with Milk Serum	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pigs injected with Sediment of Milk + Cream	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis	Quantity of Chlorine in Milk %
				Cellular Elements	Microbes							
					Gram's Staining	Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates				
Right front quarter	positive (1 : 6400)	normal	abundant	very many	negative	negative	negative	negative	positive (1 : 640)	negative	negative	0·196
Right rear quarter	„ (1 : 12800)	„	„	„	„	„	„	„	„ (1 : 640)	„	„	0·229
Left front quarter	„ (1 : 6400)	„	„	abundant	„	„	„	„	„ (1 : 1280)	„	„	0·295
Left rear quarter	„ (1 : 12800)	„	„	very many	„	„	„	„	„ (1 : 1280)	„	„	0·234

The left deep inguinal lymph node weighed 45 g and was 7·9×7×2 cm large. The dark-red colour (haemorrhage) of the border portion extended as far as 3·2 and 1·9 cm. All other qualities resembled those of the right deep inguinal lymph node.

The Thyroid Gland.

The right lobe of the thyroid gland was 6·6×4·5×1·2 cm large and weighed 15·7 g, and the left lobe was 6·4×4·6×1·3 cm large and weighed 16·2 g. Both the lobes showed in intersections a little darker-reddish-brown colour than usual. There were noticed single follicles, of a 1·6 mm diameter, on the surface of the section.

Ovaries.

The right ovary was 3·9×2·7×2 cm large. It was of a denser consistency than is usual and was slightly wrinkled, showing a rough outer surface. In the section there were to be seen single second and third rate follicles, between which the connective tissue was intensely proliferated. There were also two half-involved corpora lutea.

The left ovary was 3·2×3×1·8 cm large; its other qualities resembled those of the right ovary, except that there was one half-involved corpus luteum.

Lungs.

In the lungs there were single yellowish-whitish-grey tubercles which were calcified (old tubercles of tuberculosis) and had a diameter of about 1·4 cm.

Hygroma of the Knee.

On the right knee-joint there was a hygroma 15×10·1×7 cm big; its capsule consisted of a dense connective tissue about 0·5 cm thick. It contained about 0·5 litre of a reddish-yellowish-grey turbid and sticky liquid, and about the same quantity of a porridge-like mass which was partly gelatinous, partly of a denser consistency and of a reddish-yellowish-grey colour. The inner surface of the capsule was covered with fringy cords of connective tissue, and some of them connected the polar walls of the capsule.

No macroscopical changes were noted in any other organ.

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments.

I carried out my inquiries exactly in the same manner as I did in examining the material taken from the cow "Koidu", only there were many more organs examined. The results of the inquiries are presented in table 21.

According to table 21, brucellosis had infected not only all the quarters of the udder, but also the supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides, the thyroid gland, the spleen, and the hygroma of the knee. Other bacteria, however, were not detected in the examined organs and parts of the body, except the lungs where there was revealed *Mycobacterium tuberculosis.*

Table 21.

Material	Cultures		Agglutin. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Injected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Lln. ing. sup. dext.	sterile	sterile	positive (1 : 160)	positive	negative
Lln. ing. sup. sin.	„	„	„ (1 : 160)	„	„
Ln. ing. prof. dext.	„	„	„ (1 : 640)	„	„
Ln. ing. prof. sin.	„	„	„ (1 : 160)	„	„
Gl. thyreoidea	„	„	„ (1 : 1280)	„	„
Ln. cervic. sup. dext.	„	„	negative	negative	„
Pulmones	„	„	„	„	positive
Hepar	„	„	„	„	negative
Lien	„	„	positive (1 : 320)	positive	„
Lln. mesenter.	„	„	negative	negative	„
Ren dext.	„	„	„	„	„
Ren sin.	„	„	„	„	„
Adren dext.	„	„	„	„	„
Adren sin.	„	„	„	„	„
Uterus	„	„	„	„	„
Ovar. dext.	„	„	„	„	„
Ovar. sin.	„	„	„	„	„
Hygroma	„	„	positive (1 : 1280)	positive	„

ee. Histopathological Finding.

Udder. Right Front Quarter.

In all regions but the 10th, which is not taken into account, there are to be found changes resembling those in the right front quarter of cow I, but the cornification of the proliferated and flattened epithelium is to be observed only in one lactiferous duct of region 8.

Besides, in each of the regions 1, 3, and 6 there is to be found one lobule, in region 4 there are two lobules, and in region 7 three lobules, in which polynuclear leucocytes appear in very great quantities in the lumina of the alveoli as well as in the interalveolar tissue; these polynuclear leucocytes are mostly fatty-degenerated to a greater or less degree. The lumina of the alveoli also show numerous desquamated epithelial cells (partly swollen and partly pyknotic), and single lymphocytes, decayed parts of cells, some fat globules, and a reticular mass of brownish-pale-red colour (according to van Gieson) in moderate quantities; the alveoli are partly dilated, and the epithelium is thoroughly desquamated in places; the epithelial cells which are in the usual posture are partly swollen, some of them being pyknotic. The tissue between the alveoli is dilated, and there appear lymphocytes and plasma cells in moderate quantities among the polynuclear leucocytes. The capillaries of the lobules in question are dilated and abundantly filled with blood.

Further, in regions 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, and 8 in some of the lobules, the interalveolar connective tissue is very intensely proliferated and dilated; the majority of the alveoli have perished. The preserved alveoli are of an indefinite shape, compressed and angular. The epithelium of some of the alveoli is atrophied and pyknotic, some of the alveoli show a proliferation of their epithelium and a swelling of some epithelial cells, and some of the alveoli show both the above-mentioned alterations simultaneously. In the lumina of the alveoli which are considerably diminished because of compression, there appear desquamated epithelial cells in varying amounts, polynuclear leucocytes, and lymphocytes in smaller quantities, accompanied by a reticular and granular mass of brownish-pale-red and yellowish-brownish-pale-red colour (according to van Gieson). In the interalveolar connective tissue there is to be found an infiltration of comparatively dense, diffuse and frequently focal lymphocytes, plasma cells, and polynuclear leucocytes; among this infiltration there are moderate numbers of fibroblasts and in places also some mast cells. Also the interlobular connective tissue is intensely proliferated and dilated in places, particularly in the neighbourhood of the changed alveoli; it shows an infiltration of varying density, similar to that in the changed interalveolar connective tissue.

In region 10 (teat) no pathological changes were to be observed.

The finding in the normal lobules resembles, in general, that in the corresponding lobules in the right front quarter of the udder of cow I, but the amyloid corpuscles appear in smaller quantities.

Right Rear Quarter.

The finding is generally similar to that in the corresponding right front quarter of the same cow, only the changes are in places greater and, in general, more spread. Thus, there appears a cornification of the proliferated and flattened epithelium of some lactiferous ducts in regions 3, 4, 5, 7, and 9. The amyloid corpuscles are also more numerous.

In region 10 (teat), in places, a slight subepithelial infiltration of lymphocytes and of plasma cells in smaller numbers appears in the teat canal.

I discovered *Br. abortus* in several places in the histological sections; they appeared singly and in groups in the degenerated cells, between the cells, and in the decayed mass (fig. 46), in one place even around the changed and partly decayed capillaries, in the endothelial cells, and even in the lumen of the capillary (fig. 45 and 45 a).

Left Front Quarter.

The finding resembles, in general, that in the right front quarter of the same cow, only the alterations are slighter in places, and they appear only over half the extent of the latter; the amyloid corpuscles, however, are more numerous.

No alterations are to be found in regions 5 and 10 (teat).

Left Rear Quarter.

The finding is similar to the corresponding finding in the right front quarter of the udder of the cow in question, not taking into account the diversity of the intensity and extent of the changes according to the regions (table 22). The changes of the lactiferous ducts are also generally more marked; in regions 2, 4, and 6 a cornification of the epithelium of some proliferated and flattened lactiferous ducts is to be found among other alterations.

In region 10 (teat) there is a subepithelial focus of infiltration in the teat canal, containing lymphocytes and plasma cells in moderate numbers and extending over almost three alveoli; other changes were not observed.

Table 22.

Extent of the Changes in the Quarters of the Udder according to Histological Studies.

Cow IV.

Regions inquired	Approximate Percentage of the Changes of the Tissue in the Inquired Regions (Scheme 1, Page 41)									Approximate Average Percentage of the Changes of the Tissue of the Whole Region [not considering Region 10 (Teat)].
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Right front quarter	80	75	75	50	33·3	40	33·3	100	33·3	57·8
Right rear quarter	40	33·3	100	80	80	75	75	66·6	50	66·7
Left front quarter	75	20	25	10	—	10	25	80	10	28·3
Left rear quarter	20	60	80	60	50	75	100	66·6	40	61·3

The dash in table 22 means that no changes were to be found.

The finding in the macroscopically observable cystiform formations in all the quarters of the udder is similar to that in the cystiform formations in the udders of cows I and III.

Lymph Nodes.

The finding in the supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides resembles that in the corresponding lymph nodes of cow I, but it differs from the latter in that the lymph sinuses are, in general, much more dilated (fig. 36), and they also contain red corpuscles. Particularly acute changes are to be found in the left deep inguinal lymph node; there often appear diffuse haemorrhages in the cortical as well as in the medullary substance. Among the epithelioid cells, in one spot, there are two giant-cells of the Langhans' type side by side. I often found *Br. abortus* in the changed tissue and the lymph sinuses (fig. 49).

Thyroid Gland.

Examining the gland with a low powered microscope, it shows first of all a variety in the size of the follicles. Large follicles appear in very great quantities, the majority of which are about 1 mm in diameter, some of them being even

to about 1·6 mm in diameter. Between the above-mentioned large follicles there appear follicles of normal size singly and in groups. Over the whole thyroid gland there appear foci of different sizes, in the centre of which there is to be found an intense proliferation and desquamation of the epithelium, filling in places the lumina of the follicles. Among the epithelial cells there are to be found lymphocytes and plasma cells. A proliferation of the interfollicular connective tissue is to be observed in varying intensity; in places there appears an infiltration of lymphocytes, plasma cells, occasional polynuclear leucocytes, and mast cells in varying degrees, and moderately filled blood and lymph capillaries. An infiltration of lymphocytes and single plasma cells is to be found around some of the blood-vessels. An intense desquamation of the epithelium of the follicles is to be found in the border portions of the foci. In places there are follicles which show, besides a desquamation of single cells, also a desquamation of the epithelium to a large extent; the epithelial cells are still connected with each other, but they are pyknotic and hang either on the epithelium that has remained normal, or they occur quite freely in the lumina of the follicles. Colloid in varying quantities is to be found in the lumina of the follicles, but in some of the follicles it appears in very small quantities.

Furthermore, there appear foci which are similar to the foci described above, but no proliferation of the connective tissue is to be found in these foci; the blood and lymph capillaries are richly filled, and polynuclear leucocytes appear more frequently in the cellular infiltration.

Between these foci of the above-mentioned two types, there appear normal follicles in varying quantities, among which appear also the big follicles already mentioned, the lumina of the latter being richly filled with colloid.

Ovaries.

The finding in both ovaries, as to the changes, is similar to that in the ovary of cow I.

Hygroma of the Knee.

The capsule of the hygroma consists chiefly of a collagenic connective tissue; the latter shows an intense focal and diffuse infiltration of lymphocytes and plasma cells, these being particularly dense in the internal part of the capsule.

Lungs.

In the macroscopically observable tubercles in the lungs there are to be found typical tuberculous alterations in which I discovered *Mycobact. tuberculosis* in the histological sections.

In the other examined organs (uterus, kidneys, suprarenal glands, spleen, liver, left superficial lymph node of the cervix), no alterations were found on histological inquiries.

Cow V — "Klaara".

14 years of age (born in 1917); she was a thorough-bred Estonian red "angler", bought from the M. farm, the same from which the cow "Lehik" came. Her weight was 475 kg. She was sold and slaughtered on March 16, 32 in the town abattoir of Tartu because of her diminished milk production and open tuberculosis of the lungs.

aa. Preliminary Data.

The control data concerning "Klaara's" parturitions show that she calved normally on March 16, 23, February 13, 24, December 25, 24, December 3, 25, September 29, 26, August 14, 27, November 4, 28, November 14, 29, December 20, 30, and she aborted in July 1931. After that she was repeatedly bred, but she never conceived.

Serological examinations made on March 18, 31 at the Bacteriological Station of the University of Tartu showed brucellous infection of the animal in question (aggl. titer 1:160).

"Klaara" was not given either living or killed cultures of *Br. abortus*.

Data concerning the milk production of the above cow are presented in table 23.

bb. Results of Inquiries concerning Milk and Blood Sera.

"Klaara's" milk could not be investigated, because she was already in a dry period when I began examining her. Before the slaughter (March 16, 32), however, I still got about 40 ccm of a serum-like, half-turbid, viscous, yellowish-grey secretion. The results of the investigations of this secretion are presented in table 24.

The cellular elements in the sediment of the secretion from the udder of "Klaara" had about the same proportion as in the sediment of "Koidu's" milk.

Table 23.

Month	1923		1924		1925		1926		1927		1928		1929		1930		1931		Notes
	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg	
January	99	4·0	dry		285	9·1	444	16·0	312	10·63	315	10·39	387	13·54	464	16·24	537	18·79	At the time of slaughter (March 16, 32) "Klaara" was dry.
February	9	0·6	164	6·0	280	9·8	444	16·0	247	8·40	276	9·66	351	12·28	376	11·28	448	16·41	
March	275	8·5	296	10·7	222	7·8	454	14·5	280	9·24	256	9·98	351	10·53	402	14·07	477	16·22	
April	316	10·2	200	7·0	198	6·3	344	10·3	146	5·69	240	7·92	305	10·37	367	12·84	417	14·59	
May	236	6·6	283	7·3	234	7·7	324	10·4	dry		220	6·82	278	9·45	394	15·37	390	14·04	
June	217	7·2	165	5·4	258	9·2	288	9 5	„		198	7·33	265	8·48	361	13·0	406	15·42	
July	241	7·5	210	6·5	204	6·5	221	8·4	„		187	6·54	193	6·75	298	10·73	422	15·19	
August	276	8·9	203	6·9	184	6·4	138	5·38	140	4·9	173	6·4	160	6·08	317	12·68	280	11·20	
September	237	8·3	154	5·2	100	4·0	80	3·2	450	13·5	129	4·39	127	5·97	128	6·14	202	7·47	
October	171	5·6	90	4·0	dry		366	6·47	400	10·8	51	2·4	dry		dry		dry		
November	134	4·8	67	2·5	„		351	12·64	375	11·25	333	12·99	230	8·51	„		„		
December	91	4·7	38	1·2	488	19·5	350	13 30	349	14·66	465	17·06	490	16·66	120	4·2	„		
Total	2302	76·9	1870	62·7	2453	86·3	3804	136·09	2699	89·07	2843	101·88	3137	108·62	3227	116·55	3579	129·06	

Table 24.

Secretion examined on March 16, 32	Aspect of Secretion	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pig injected with Sediment	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pig	Examination of Injected Guinea-pig for Tuberculosis
			Cellular Elements	Microbes		Saccharose Plates	Brown's Plates			
				Gram's Staining	Ziehl-Neelsen's Staining					
Secretion from all quarters	Serum-like, half-turbid, glutinous of yellowish-grey colour	abundant	abundant	negative	negative	negative	negative	positive (1 : 640)	positive	negative

On the day before the slaughter (March 15, 32), "Klaara's" blood serum was positive in a dilution of 1 : 1280 to the agglutination test for *Br. abortus*.

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter.

Nutritive State.

"Klaara" was in a mediocre state of nutrition. Further exact inspections revealed the following:

Udder.

The whole udder weighed 5800 g, having a normal shape, an even and unusually dense and fleshy consistency.

The right front quarter weighed 1190 g and had a speckled yellowish-reddish-grey colour. There were to be noticed porous lobules in small quantities, with lighter spots and mostly lardaceous. In general there was an intense proliferation of the interstitial connective tissue, and the intrusion of the latter into many lobules — beyond its normal limits. In the smaller lactiferous ducts there were in places longish and roundish elevations, rising about 1·5 mm above the surface of the ducts; these elevations consisted of a yellowish-grey brittle mass, and their outer surface was dull and slightly uneven. In the quarter there were numerous cystiform formations which were of various sizes (0·5 to 8 mm in diameter), and contained partly a glassy, half-turbid and glutinous, partly a yellowish-grey brittle mass. These cystiform formations were most abundant in the lower and middle portions of the quarter where they made the parenchyma of the udder look somewhat cavernous.

The right rear quarter weighed 1410 g and was exactly of the same qualities as the right front quarter.

The left front quarter weighed 1560 g; its other qualities resembled those of the right front quarter, only the cystiform formations were not as numerous here.

The left rear quarter weighed 1760 g; its other qualities were similar to those of the left front quarter.

Lymph Nodes.

There were two right supramammary inguinal lymph nodes, both swollen. The bigger weighed 99 g and was $10 \times 8 \times 2{\cdot}5$ cm large. The smaller weighed 14·2 g and

was 3·5 × 2·7 × 2 cm large. Their other qualities resembled those of "Lehik's" supramammary inguinal lymph nodes.

There was one left supramammary inguinal lymph node, which weighed 145 g and was 10·3 × 8·9 × 3 cm large; its other qualities resembled those of the right supramammary inguinal lymph nodes.

The right deep inguinal lymph node weighed 45 g and was 7·8 × 6·9 × 2 cm large. Its other qualities were similar to those of "Lehik's" right deep inguinal lymph node.

The left deep inguinal lymph node weighed 55 g and was 8·2 × 7 × 2·2 cm large. Its other qualities were similar to those of the right deep inguinal lymph node.

Uterus.

The uterus was similar to that of a normal, non-pregnant cow. The walls of the uterine horns were about 2·5 cm thick. The mucous membrane was reddish-grey, and it was covered with a light and slightly dull, sticky layer of a slimy substance.

Ovaries.

The right ovary was 3·8 × 3 × 2·1 cm large; it was of a denser consistency than usual, and its outer surface was furrowed and rough. In the intersection there was to be noticed first of all an interfollicular connective tissue, the second and third rate follicles being scarce; there were also three half-involved corpora lutea of various ages in the ovary.

The left ovary was 2·9 × 1·7 × 1·2 cm large; its other qualities resembled those of the right ovary, except that the corpora lutea were absent.

Lungs.

In the lungs there were in several places yellowish-whitish-grey tubercles (tubercles of tuberculosis) about 1·5 cm in diameter; some of them contained a yellowish-whitish-grey mass, resembling curdled milk; some of the tubercles were very considerably calcified.

The lymph nodes of the hilus of the lungs and mesentery revealed single coagulated tubercles about 0·4 cm in diameter. The preparations made from the above tubercles contained *Mycobacterium tuberculosis.*

No macroscopical changes were noted in any other organ.

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments.

The investigations were carried out in the same manner as in the case of the material taken from "Koidu", except that in this case more organs were examined. Table 25 presents the results of the inquiries.

From table 25 it follows that all the quarters of the udder, supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides, and the spleen of "Klaara" were infected with *Br. abortus*. No other types of bacteria were present in the material examined, except the infection of the mesenteric lymph nodes with *Mycobacterium tuberculosis*.

Table 25.

Material	Cultures		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Infected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis
	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Right front quarter	negative	negative	positive (1 : 640)	positive	negative
Right rear quarter	"	"	" (1 : 640)	"	"
Left front quarter	"	"	" (1 : 640)	"	"
Left rear quarter	"	"	" (1 : 640)	"	"
Lln. ing. sup. dext.	"	"	" (1 : 640)	"	"
Lln. ing. sup. sin.	"	"	" (1 : 160)	"	"
Ln. ing. prof. dext.	"	"	" (1 : 320)	"	"
Ln. ing. prof. sin.	"	"	" (1 : 640)	"	"
Gl. thyreoidea	"	"	negative	negative	"
Lien	"	"	positive (1 : 640)	positive	"
Lln. mesenter.	"	"	negative	negative	positive
Medulla ossis metacarpi dext.	"	"	"	"	"
Uterus	"	"	"	"	"
Ovar. dext.	"	"	"	"	"
Ovar. sin.	"	"	"	"	"

ee. Histopathological Finding.

Udder. Right Front Quarter.

The finding resembles, in general, the corresponding finding in the right front quarter of the udder of cow IV, with the difference that the changes are more extensive and in places still more intensive, not taking into account the variety of the extent and intenseness of the changes according to the regions. The changes in the lactiferous ducts are in general severer: thus, among other

things, there is to be found a cornification of the epithelium of some proliferated and flattened lactiferous ducts in regions 1, 2, 7, and 8. Further, in region 5, many alveoli in several lobules and several lactiferous ducts are dilated to a very considerable degree; they are abundanty filled with a very finely granulated (almost homogeneous) mass of yellowish-reddish-brown colour (according to van Gieson), which contains in places numerous swollen and desquamated epithelial cells, mostly in the border portions of the lumina, and lymphocytes and polynuclear leucocytes in smaller numbers. The epithelium of the above-mentioned lactiferous ducts and the alveoli is observed to be partly proliferated, partly atrophied and pyknotic. Between the epithelial cells, and particularly under the epithelium and in its nearest surroundings, in places there appears an infiltration of lymphocytes and plasma cells in varying density, and that of a smaller number of polynuclear leucocytes, accompanied by numerous fibres of collagenic connective tissue and fibroblasts.

I discovered *Br. abortus* in several places in the changed portions of the histological sections.

The majority of the lobules that have preserved normally are in an inactive state, but in places some lobules resemble those in a state of small milk production; the epithelium of the alveoli in these lobules has a cubical shape, and in the epithelial cells, fat globules appear in places. In the lumina of the alveoli there appears slightly, in places even very slightly a reticular and granular mass of brownish-pale-red colour (according to van Gieson), containing in places numerous fat globules, single polynuclear leucocytes, and desquamated epithelial cells, the latter being very few in number.

Here and there in regions 1, 4, 6, 7, and 8 (fig. 35) there appear numerous amyloid corpuscles, in regions 2 and 9 they appear in small numbers, and in regions 3 and 5 they are totally absent.

In region 10 (teat), the teat canal shows in several places a subepithelial focal infiltration of lymphocytes and plasma cells; other changes are not to be observed in the region in question.

Right Rear Quarter.

The finding is in general similar to that in the corresponding right front quarter of the cow in question (including region 10), not taking into account the extent and the intensity of the changes according to the regions. Further, there do not appear such dilated

alveoli and lactiferous ducts in the quarter under examination as in the right front quarter of the udder of the cow in question in region 5. The amyloid corpuscles are generally less numerous than in the quarter of the udder that is being compared.

Left Front Quarter.

The finding is in general similar to the corresponding finding in the right rear quarter of the udder of the cow in question (including region 10), but the extent and the intensity of the changes according to the regions are not taken into consideration.

Left Rear Quarter.

The finding is in general similar to the corresponding finding in the right rear quarter of the udder of the cow in question (including region 10), only the alterations are in general more extensive and in places severer still.

Table 26.

Extent of the Changes in the Quarters of the Udder according to Histological Studies.

Cow V.

Regions inquired	Approximate Percentage of the Changes of the Tissue in the Inquired Regions (Scheme 1, Page 41)									Approximate Average Percentage of the Changes of the Tissue in the Whole Quarter [not taking into Account Region 10 (Teat)]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Right front quarter	80	75	60	33·3	40	33·3	100	100	75	66·3
Right rear quarter	66·6	66·6	100	40	100	33·3	33·3	60	75	63·9
Left front quarter	60	60	57·1	75	100	40	33·3	20	50	55·0
Left rear quarter	60	80	100	87·5	100	87·5	100	60	75	83·3

The macroscopically observable cystiform formations in all quarters of the udder are of three types, like those in the udder of cow I, but the cystiform formations as described in b and c occur more frequently. The finding in the cystiform formations resembles that in the cystiform formations in the udders of cows I and III.

Lymph Nodes.

The finding in the supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides resembles that in the corresponding lymph nodes of cow I, the difference being that the lymph sinuses are more dilated in places, and in the supramammary inguinal lymph nodes there are here and there focal haemorrhages.

Mesenteric lymph nodes show in places tuberculous alterations, where there are numerous *Mycobact. tuberculosis* in the histological sections.

Thyroid Gland.

In several places in the thyroid gland there are to be found foci where a very intense proliferation of the connective tissue has taken place; in the centre of the focus some of the follicles are compressed, and the epithelium of some of the follicles is proliferated and considerably desquamated; the majority of the epithelial cells of the mentioned follicles are atrophied and pyknotic. In the connective tissue and among the epithelial cells of the changed follicles there appear in places lymphocytes in moderate numbers, and very few plasma cells. In the border portions of the foci the desquamation of the epithelial cells proves to be intense in some of the follicles, in others, however, it is slight.

Uterus.

In both uterine horns, the mucous membrane in its transverse section is about half the thickness of the wall of the uterus. The majority of the glands in the mucous membrane are in an inactive state. In places, the subepithelial tissue shows an infiltration of lymphocytes, single plasma cells, and polynuclear leucocytes; this infiltration surrounds the glands and penetrates in places even between the epithelial cells. Fibroblasts and fibres of the collagenic connective tissue appear in varying quantities among the infiltration cells. In both oviducts, in that part of the subepithelial tissue that is towards the cornu of the uterus, there is to be found an infiltration which resembles that in the subepithelial tissue in the cornu of the uterus; in one place, the epithelium in the right oviduct is desquamated to a small extent, and substituted by a similar infiltration as described in the subepithelial tissue.

Ovaries.

As to the changes, the finding in both ovaries is similar to that in the ovaries of cow I.

The Lungs

show a similar finding as in the lungs of cow IV.

The Spleen and the Bone Marrow

(*metacarpus dext.*) do not show any pathological changes.

Cow VI — "Õunik".

The cow "Õunik" was 6 years of age (born in 1926), a cross-bred Estonian red "angler", bought from the J. estate, for which she had been bought from the "Veiber" colony in May 1930. Her weight was 430 kg. The cow was sold because of her diminished milk production, and was slaughtered on April 6, 32 at the town abattoir of Tartu.

aa. Preliminary Data.

According to the statement of the owner of the cow, she had calved twice before she was brought to the J. estate. On the J. estate she had aborted on March 7, 31, and *Br. abortus* was cultivated from the secundinae and from the abomasus of the calf. After that she had been repeatedly bred and had conceived at last, so that on the date of slaughter she contained a 6-months' fetus.

According to the serological examinations made on October 16, 30 at the Bacteriological Station of the University of Tartu, "Õunik" proved brucellous (agglutination titer 1:640), later, on

Table 27.

Month	1930		1931		1932		Notes
	Milk kg	Butter-fat kg	Milk kg	Butter-fat kg.	Milk kg	Butter-fat kg	
January	—	—	dry		113	4·63	At the time of slaughter (April 6, 32) "Õunik" was dry
February	—	—	dry		94	4·14	
March	—	—	240	7·2	54	3.43	
April	—	—	346	13·84	—	—	
May	41	1·35	289	9·83	—	—	
June	132	4·36	266	9·31	—	—	
July	143	6·29	255	7·9	—	—	
August	102	4·49	264	8·45	—	—	
September	118	4·60	212	7·84	—	—	
October	72	3·02	175	6·65	—	—	
November	37	1·74	152	5·47	—	—	
December	dry		116	4·76	—	—	
Total	645	25·85	2315	81·85	—	—	

March 9, 31 the agglut. titer was 1 : 8000, and on November 14, 31 it was 1 : 640 (weaker dilutions were not made).

"Õunik" had not been given either living or killed cultures of *Br. abortus*.

Data concerning her milk production are presented in table 27.

bb. Results of the Inquiries concerning the Milk and Blood Sera.

On March 10, 31 I examined "Õunik's" milk, to make sure whether the udder was infected with *Br. abortus*, and whether there were any other agents causing diseases. Table 28 presents the results of the examinations.

Table 28 indicates brucellous infection of "Õunik's" udder; further bacteriological examinations, however, did not reveal any other bacteria.

Before her slaughter (on April 6, 32) I took some secretion from each quarter of the udder individually, to find out which of the quarters were infected with *Br. abortus*, and to make sure if meanwhile no other bacteria had invaded the udder. "Õunik" had ceased to yield milk some days before the slaughter, therefore I got only about 25 cm of secretion from each quarter individually. Table 29 presents the results of the inquiries.

According to table 29, the secretion from only the right rear quarter of her udder revealed *Br. abortus* on the date of slaughter (April 6, 32). No other types of bacteria were detected in spite of repeated bacteriological examinations in any of the quarters. The sediment of the secretion from each quarter showed a good many cellular elements; the polynuclear leucocytes were most abundant, the lymphocytes and epithelial cells were fewer in number, and there were also a great many plasma cells.

At the time of slaughter (April 6, 32) the agglutination of the blood serum with *Br. abortus* was 1 : 3200 +.

cc. Macroscopical Finding at the Time of Slaughter.

General Condition.

"Õunik" was in a wellnourished condition.

Udder.

The whole udder weighed 3545 g, being normal in shape; it had an even and unusually dense and fleshy consistency.

Table 28.

Milk examined on August 10,31	Agglut. of *Br. Abortus* with Milk Serum	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Guinea-pig injected with Cream + Sediment	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pig	Examination of Injected Guinea-pig for Tuberculosis
				Cellular Elements	Microbes: Gram's Staining	Microbes: Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Milk	positive (1 : 80)	normal	normal	abundant	negative	negative	negative	negative	positive (1 : 160)	positive	negative

Table 29.

Milk examined on April 6, 32	Aspect of Milk	Quantity of Sediment	Microscopical Finding in Sediment			Bacteriological Finding in Sediment		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Injected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pig	Examination of Injected Guinea-pig for Tuberculosis
			Cellular Elements	Microbes: Gram's Staining	Microbes: Ziehl-Neelsen's Staining	Saccharose Plates	Brown's Plates			
Right front quarter	yellowish-grey, half-transparent, serum-like, glutinous	abundant	abundant	negative	negative	negative	negative	negative	negative	negative
Right rear quarter	"	very abundant	"	"	"	"	"	positive (1 : 320)	positive	"
Left front quarter	"	"	"	"	"	"	"	negative	negative	"
Left rear quarter	"	abundant	"	"	"	"	"	"	"	"

The right front quarter weighed 895 g, and in the intersection it was yellowish-reddish-grey. The surface of the section showed only single porous lobules, the greater number of them being lardaceous. In the border portions of the quarter there was a dense deposit of fat between the lobules. There was an intense proliferation of the interstitial connective tissue.

The right rear quarter weighed 850 g, and in the intersection it was yellowish-reddish-grey; in places red spots were more intense. First of all there were on the surface of the sections lardaceous lobules and a very considerably proliferated interstitial connective tissue; in places it was quite easy to detect with the naked eye that the connective tissue had also penetrated into the lobules. In the border portions a dense interlobular deposit of fat was noticed likewise.

The left front quarter weighed 826 g. Its other qualities resembled those of the right front quarter.

The left rear quarter weighed 974 g. Its other qualities resembled those of the right front quarter.

Lymph Nodes.

There were two right supramammary inguinal lymph nodes, both were swollen and roundish in shape. The bigger one weighed 55 g and was $8 \times 5{\cdot}5 \times 2$ cm large; the smaller node weighed 20 g and was $4 \times 3 \times 1{\cdot}2$ cm large. The other qualities of both the lymph nodes were similar to those of "Koidu".

There were two left supramammary inguinal lymph nodes, both were absolutely normal outwardly as well as in the intersection. The bigger weighed 41·5 g and was $6{\cdot}5 \times 5 \times 1{\cdot}7$ cm large; the smaller lymph node weighed 9 g and was $2{\cdot}5 \times 1{\cdot}2$ cm large.

The right deep inguinal lymph node was $7 \times 5 \times 1{\cdot}3$ cm large and weighed 45·5 g; its other qualities were similar to those of "Koidu's" right deep inguinal lymph node.

Uterus.

The right uterine cornu showed a 6-months' fetus. There were no pathological changes in the uterus and fetal membranes. The calf had developed normally.

The other organs which are not mentioned here were free from any pathological changes.

dd. Bacteriological Findings and Results of Injections, in Animals used for Experiments.

The inquiries were made exactly in the same manner as in the case of the material taken from "Koidu". The results of the inquiries are presented in table 30.

According to table 25, only the right rear quarter of the udder and the right supramammary inguinal lymph nodes of "Õunik" were infected with *Br. abortus*; no other bacteria were detected in the organs and parts of the body examined.

Table 30.

Material [1])	Cultures		Agglut. of *Br. Abortus* with Blood Serum of Injected Guinea-pigs	Culture of *Br. Abortus* from the Spleen of Injected Guinea-pigs	Examination of Injected Guinea-pigs for Tuberculosis	Notes
	Saccharose Plates	Brown's Plates				
Right front quarter	sterile	sterile	negative	negative	negative	
Right rear quarter	„	„	positive (1 : 160)	positive	„	
Left front quarter	„	„	negative	negative	„	
Left rear quarter	„	„	„	„	„	
Lln. ing. sup. dext.	„	„	„	„	„	
Lln. ing. sup. sin.	„	„	positive (1 : 160)	positive	„	
Ln. ing. prof. sin.	„	„	negative	negative	„	
Gl. thyreoidea	„	„	„	„	„	
Lien	„	„	„	„	„	
Uterus	„	„	„	„	„	
Ovar. dext.	„	„	„	„	„	
Ovar. sin.	„	„	„	„	„	
Medulla ossis metacarpi dext.	„	„	„	„	„	

ee. Histopathological Finding.

Udder.

The right front quarter does not show any pathological changes. The finding is in general similar to that in the left front quarter of cow I, but it differs from it in that the majority of the lobules are in an inactive state; in every region there are to be found lobules in varying quantities, which are in a state of low milk production. In the above lobules, fat globules very frequently appear in the epithelial cells. In places a fat tissue is to be found in great quantities in the interlobular connective tissue.

[1]) The right deep inguinal lymph node could not be used for bacteriological inquiries, because the butcher had made an incision into it.

Right Rear Quarter.

The finding is in general similar to the corresponding finding in the right front quarter of cow I, but the changes appear to a greater extent, not taking into account the variety of the intensity and extent of the changes according to the regions. Besides, no cornification of the epithelium of the changed lactiferous ducts is to be found in the quarters of the udder in question; the lobules that have remained normal are mostly in an inactive state, and a small number of them are in a state of low milk production. Amyloid corpuscles appear in small numbers. In some regions, a fat tissue is to be found in places in great quantities in the interlobular connective tissue.

In several foci that appear in the parenchyma of the udder, and in the superficial epithelial cells of some considerably changed lactiferous ducts and between the cells, I found *Br. abortus* in the histological sections.

Left Front Quarter.

No pathological changes are to be found in the left front quarter. The finding resembles that in the right front quarter, but with the difference that in region 3 in the interalveolar connective tissue of two lobules that are in a state of inaction there are to be found some infiltration foci, of the size of an alveolus, of lymphocytes in moderate quantities, and of less numerous plasma cells.

The left rear quarter does not show any pathological changes. The finding resembles that in the right front quarter, but also in regions 2 and 5 there appear occasional infiltration foci which resemble those in the left front quarter in region 3.

Lymph Nodes.

The finding in the right supramammary and right deep inguinal lymph node is similar to that in the corresponding lymph nodes of cow I. In the left supramammary and the left deep inguinal lymph nodes there are no changes to be observed.

Thyroid Gland.

In the thyroid gland the finding is similar to that in the thyroid gland of cow V.

No pathological changes were observed in the other examined organs [uterus, ovaries, spleen, and bone marrow (*metacarpus dext.*)].

Table 31.

Extent of the Changes in the Quarters of the Udder according to Histological Studies.

Cow VI.

Regions inquired	Approximate Percentage of the Changes of the Tissue in the Inquired Regions (Scheme 1, Page 41)										Approximate Average Percentage of the Changes of the Tissue in the Whole Quarter [Region 10 (Teat) is not taken into Account]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Right front quarter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Right rear quarter	25	60	50	60	50	75	10	10	20	—	40·0
Left front quarter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Left rear quarter	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Undiseased Cows.

Cow VII.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 5 times. She was a cross-bred Estonian red "angler". According to the information given by the owner, she had calved about 7 months before, and on the days previous to the slaughter she had yielded about 4 litres of milk a day. On the date of slaughter, April 29, 32, in the town abattoir of Tartu, the cow was pregnant and contained a 5-months' fetus.

I did not find any bacteria causing diseases in the milk samples taken from each quarter individually, previous to the time of slaughter, nor in the supramammary and deep inguinal lymph nodes, though I studied them by means of both the cultivation method and the guinea-pig experiment. No saprophytic microbes were to be found in the above-mentioned milk samples and the lymph nodes. The milk serum did not agglutinate *Br. abortus*. The appearance of the milk serum and the quantity of the sediment were normal. The chloride content of the milk was as follows:

in the milk of the right front quarter — 0·128 per cent.
" " " rear " — 0·135 "
" " left front " — 0·064 "
" " " rear " — 0·071 "

The blood serum taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*. No macroscopical changes were found in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the quarters were alternately as follows: most of the lobules were in the state of producing milk (fig. 1); the alveolar epithelium had a cubical and cylindrical shape; in the lumina of the alveoli there was a netlike and granular mass of varying consistency and of a reddish-yellowish-brown colour (according to van Gieson); in this mass the lumina of single alveoli of several lobules showed polynuclear leucocytes in moderate numbers; in the lumina of the alveoli there were some desquamated epithelial cells, but they were found very seldom. There was little of the interalveolar tissue to be found; it consisted of some strings of connective tissue, in which there appeared in places single lymphocytes and leucocytes. The interlobular connective tissue was of varying extent. One part of the lobules was in a state of inaction, in the very markedly proliferated interalveolar connective tissue of these lobules there were some infiltration foci of lymphocytes which were in some places small, in other places as large as middle-sized alveoli and of middle density; in these foci there were to be found in places some leucocytes and in rarer cases plasma cells. An involution was to be noticed in the alveoli. In the lumina of the alveoli there were in places amyloid corpuscles.

The findings in the supramammary and deep inguinal lymph nodes were similar to those described in the manuals of normal histology.

Cow VIII.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved three times. She was a cross-bred animal, yielding about 6 litres of milk a day. On the date of slaughter, June 27, 32 in the town abattoir of Tartu, the cow was not pregnant.

Neither the milk samples taken from all the quarters previous to the time of slaughter, nor the supramammary and the deep inguinal lymph nodes removed after slaughter showed any bacteria causing diseases, though I studied them by means of both the cultivation method and the guinea-pig experiment. No saprophytic microbes were present in the above-mentioned milk samples nor in the lymph nodes. The milk serum did not

agglutinate *Br. abortus*. The appearance of the milk and the quantity of the sediment were normal. The chloride content of the milk was 0·134 per cent.

The blood serum of the cow taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the udder resembled those in the udder of cow VII, with the exception that the lumina of the alveoli contained a denser reddish-yellowish-brown mass (according to van Gieson), the epithelium of the alveoli was more often of a cylindrical shape, and there were no involved lobules.

The finding in the supramammary and the deep inguinal lymph nodes was similar to that in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow IX.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 7 times. She was a cross-bred animal, and her daily milk production was about 5 litres. On the date of slaughter, April 26, 32 in the town abattoir of Tartu, cow IX proved non-pregnant.

Neither the milk sample taken from all the quarters previous to the time of slaughter, nor the supramammary and the deep inguinal lymph nodes removed after slaughter showed any bacteria causing diseases, though I made examinations by means of the cultivation method and the guinea-pig experiment; no saprophytes were detected in the above-mentioned milk sample nor in the lymph nodes. The milk serum did not agglutinate *Br. abortus*. The appearance of the milk and the quantity of sediment were normal. The chloride content of the milk was 0·137 per cent.

The blood serum taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in all the quarters of the udder were similar to those in the quarters of cow VII, with the only exception that in region 5 of the right rear quarter in the lumina of some alveoli of two lobules there were polynuclear leucocytes in dense quantities, some of them being pyknotic with a slight fatty degeneration.

The finding in the supramammary and the deep inguinal lymph nodes was similar to that in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow X.

Judging by the circles on the horns, she had calved 7 times. She was a cross-bred animal with low milk production. On the date of slaughter, December 2, 32 in the town abattoir of Tartu, the cow was pregnant and contained a 6-months' fetus.

I did not find any bacteria causing diseases either in the milk sample or in the supramammary and deep inguinal lymph nodes, though I made use of the cultivation method and the guinea-pig experiment; no saprophytic microbes were present in the above-mentioned milk sample nor in the lymph nodes. The milk serum did not agglutinate *Br. abortus*. The appearance of the milk and the quantity of the sediment were normal. The chloride content of the milk was 0·127 per cent.

The blood serum taken at slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were found in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the quarters of the udder were similar to those in the udder of cow VII, except that many lobules were found in a state of inaction, and there were many amyloid corpuscles.

The histological findings in the supramammary and the deep inguinal lymph nodes resembled those in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow XI.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 9 times. She was a cross-bred Estonian red "angler"; on the days previous to slaughter she had yielded about 3 litres of milk a day. On the date of slaughter, November 8, 32 the cow proved to be pregnant and contained a 6·5-months' fetus.

I did not find any bacteria causing diseases in the milk sample taken before the slaughter, nor in the supramammary and the deep inguinal lymph nodes removed after the slaughter, though I studied them by means of the cultivation method and the guinea-pig experiment; the above-mentioned milk sample and the lymph nodes did not show any saprophytic microbes.

The milk serum did not agglutinate *Br. abortus*. The appearance of the milk and the quantity of the sediment were normal. The chloride content of the milk was 0·140 per cent.

The blood serum of the cow taken at slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the quarters of the udder were similar to those in the udder of cow VII, except that the majority of the lobules were in a state of inaction.

The findings in the supramammary and the deep inguinal lymph nodes resembled those in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow XII.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 12 times. She was a cross-bred Estonian red "angler". On the date of slaughter, December 2, 32, it appeared that the cow was not pregnant.

I did not find any bacteria causing diseases in the milk sample taken before slaughter, nor in the supramammary and deep inguinal lymph nodes removed after the slaughter, though I made use of both the cultivation method and the guinea-pig experiment; the above-mentioned milk sample and the lymph nodes did not show any saprophytic microbes. The milk serum did not agglutinate *Br. abortus*. The appearance of the milk and the quantity of sediment were normal. The chloride content of the milk was 0·120 per cent.

The blood serum of the cow taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological finding in the quarters of the udder was similar to that found in the udder of cow XI.

The histological findings in the supramammary and the deep inguinal lymph nodes resembled those in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow XIII.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 11 times. She was a cross-bred Estonian red "angler" and in a dry

period. On the date of slaughter, November 7, 32, in the town abattoir of Tartu, the cow was pregnant and contained a fetus about 7 months old.

I did not find any bacteria causing diseases in the quarters of the udder, nor in the supramammary and deep inguinal lymph nodes, though I studied them by means of the cultivation method and the guinea-pig experiment; no saprophytic microbes were present in the examined material.

The blood serum of the cow taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the quarters resembled those in the udder of cow VII, except that the majority of the lobules were in a state of inaction (fig. 2), and in the lumina of single alveoli of some involved lobules there were dense foci of polynuclear leucocytes.

The histological finding in the supramammary and deep inguinal lymph nodes was similar to that in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow XIV.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 7 times. She was a cross-bred animal in a dry period. On the date of slaughter, June 26, 32, in the town abattoir of Tartu, the cow proved non-pregnant.

I did not find any bacteria causing diseases in the quarters of the udder, nor in the supramammary and deep inguinal lymph nodes, though I studied them by means of the cultivation method and the guinea-pig experiment; no saprophytic microbes were present in the examined material.

The blood serum of the cow taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the quarters of the udder resembled those in the udder of cow XIII.

The histological findings in the supramammary and deep inguinal lymph nodes were similar to those in the corresponding lymph nodes of cow VII.

Cow XV.

Judging by the circles on the horns, the cow had calved 6 times. She was a cross-bred Estonian red "angler", in a dry period. On the date of slaughter, December 2, 32, in the town abattoir of Tartu, the cow was pregnant and contained a fetus about 7 months old.

I did not find any bacteria causing diseases in the supramammary and deep inguinal lymph nodes, though I studied them by means of the cultivation method and the guinea-pig experiment; nor were there any saprophytic microbes in the examined material.

The blood serum of the cow taken at the time of slaughter did not agglutinate *Br. abortus*.

No macroscopical changes were observed in any of the organs and parts of the body.

The histological findings in the quarters of the udder were similar to those in the udder of cow VII, except that the majority of the lobules were in a state of inaction.

The findings in the supramammary and deep inguinal lymph nodes resembled those in the corresponding lymph nodes of cow VII.

D. Estimation of the Results of the Inquiries.

The results of the inquiries when summed up and brought to a conclusion are as follows: Four out of six naturally infected cows (cows II, III, IV, V) had *Br. abortus* in all quarters, one cow (cow I) in three quarters, and one (cow VI) in one quarter. In addition to this, five cows (cows I, II, III, IV, V) had *Br. abortus* in the supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides, and cow VI in the right supramammary lymph nodes. Further, the above-mentioned microbe was detected in the spleen of cows IV and V and the thyroid gland of cow IV. No other microbes were present in the above-mentioned organs of the cows under examination, though they were examined bacteriologically, histologically, and by means of the guinea-pig experiment. Therefore, considering the character of the pathological changes noted in all the above-mentioned cases, the latter may be ascribed only to *Br. abortus*.

In studying the udders of the cows histologically, I found considerable pathological changes in all those quarters that eliminated *Br. abortus* with the milk (cow I from three quarters, cows II, III, IV and V from all quarters, and cow VI from one quarter), whereas those quarters that did not eliminate *Br. abortus* (cow I — one quarter and cow VI — three quarters) were pathologically unchanged. In this point the results of my inquiries differ from those of Friedemann (52). The latter failed to notice any pathological changes in the udder in cases (one case) where the above-mentioned microbe was eliminated with the milk.

The histo-pathological findings in the cows I investigated may be compared mostly with those obtained by Runnels and Huddleson from one naturally infected and two inoculated animals.

The results of similar investigations made by other authors are not to be compared with those of my inquiry for the following reasons:

In the cases studied by Smith, Orcutt, and Little (167), brucellosis of the udder was accompanied by infection with streptococci, so that it is impossible to say with any certainty whether and to what extent the histological changes observed were caused by *Br. abortus* or by streptococci; also in the cases studied by Sholl and Torrey (161), streptococcic and micrococcic infections of the udder were frequently observed together with *Br. abortus*; further, the technical defects of the researches made by Sholl and Torrey were such that there is no guarantee for the absence of other bacteria causing diseases of the udder, even in those cases when they had not found other bacteria besides *Br. abortus*. Like Runnels and Huddleson (147), in examining the udders of cows, I found that the changes caused by *Br. abortus* are acute, subacute, and chronic, and the latter predominate.

Like Runnels and Huddleson I found some changes of the epithelium of the alveoli, varying from a fatty degeneration and necrosis to disintegration. I found foci which showed in their centres a complete destruction of the shape of the alveoli (fig. 6, 14, 17, 20). The centres of the last-mentioned foci revealed dense, partly accumulated lymphocytes, plasma cells, frequently abundant polynuclear leucocytes (being mostly neutrophilic), smaller quantities of fibroblasts, and a few scattered epithelial cells. In the border

parts of the above-mentioned foci I found a degeneration of the epithelium of the alveoli of various intensity, partly a pyknosis of the cells and a desquamation of the epithelial cells; in the lumina of the alveoli, side by side with the desquamated epithelial cells there were in places polynuclear leucocytes in various quantities (in places in large numbers), lymphocytes in small numbers, rarely some plasma cells, and, in general, a granular and netlike substance in small quantities; between the alveoli I detected a focal and diffuse infiltration of plasma cells, lymphocytes, and in smaller numbers polynuclear leucocytes. The polynuclear leucocytes are fewer in those foci where the changes are subacute or chronic, whereas the border parts show a proliferation of the epithelium of the alveoli. The infiltration of the plasma cells and lymphocytes is in places even denser than in the acute foci; the subacute and chronic inflammatory foci show a large number of fibroblasts; in the centres of the foci the proliferation of the collagenic fibrous tissue between the infiltration cells is very intense, in places extremely intense. The changed parts generally show an increase in the number of capillaries (in places very dense), in places a purulent exudate in the lumina of the alveoli (a fatty degeneration of polynuclear leucocytes, *etc.*), and there is little perivascular infiltration of lymphocytes and plasma cells. Runnels and Huddleson detected the three last-described kinds of changes only in one inoculated cow and a heifer.

The proliferation of the interlobular interstitial connective tissue is of varying intensity, according to the changes in the parenchyma of the udder. In the proliferated interlobular interstitial connective tissue there appear varying amounts of focal and diffuse infiltration of lymphocytes, of plasma cells, of polynuclear leucocytes in smaller numbers, and of single mast cells, among which there are also fibroblasts in moderate quantities. I noticed considerable changes in the supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides of five cows (cows I, II, III, IV, and V), and in the right supramammary lymph nodes of one cow (cow VI), which resemble the findings by Runnels and Huddleson in the supramammary lymph nodes, *viz.* a thickening of the trabeculae in the cortical substance, diffuse haemorrhages (cow IV in the left deep inguinal lymph node), and small focal haemorrhages (cow V in the supramammary lymph nodes on both sides), a substitution of the connective tissue for the reticular tissue in the

medullary substance, and a diminution of the lymphoid tissue to a varying extent.

In the thyroid gland of cow IV I detected some acute and chronic inflammatory foci, and in the thyroid glands of cows V and VI — chronic inflammatory foci.

Further, I noticed changes caused by brucellosis in certain organs of the cows which, to the best of my knowledge, have never been described before. In the tissue of the udder, the supramammary and deep inguinal lymph nodes (fig. 10, 13, 15, 16, 37) I found foci of epithelioid cells which very often included giant-cells of the Langhans' type (fig. 10, 11, 37), and in the border parts of the foci there were dense lymphocytes and plasma cells, fibroblasts in smaller numbers, polynuclear leucocytes, single mast cells, and fibres of collagenic connective tissue singly and in groups; therefore these foci resemble those of early tuberculosis. The above-mentioned foci may be regarded as the most typical changes due to *Br. abortus* in udders of cows, because of their frequent occurrence and of the more or less regular shape they have. Similar changes have always been found in the organs of inoculated guinea-pigs [Schroeder and Cotton (152), Jaffe (81), my own investigations, *etc.*], and some authors have found such foci due to *Br. abortus* also in the testicles of bulls [Robinson (144), Ohlsson (132), *etc.*].

I noticed a variously extending necrosis of the above-mentioned foci of epithelioid cells in the udders, but these foci of epithelioid cells differed from tuberculous foci in that there was no caseation, nor a complete decay.

These foci of epithelioid cells due to *Br. abortus* in the udder, the supramammary and deep inguinal lymph nodes of cows are very similar to the foci noticed in the lymph nodes of men, due to the so-called climatic bubos and lymphogranulomatosis inguinalis, that have not as yet been explained (it is not known, whether brucellosis has been considered).

Further, I observed cystiform formations (fig. 31) of about 8 mm in diameter in the udders of four cows (cows I, III, IV, and V). These cystiform formations are evidently caused by the retention of the milk (retention cysts).

In all probability, in those parts of the udder where the alveoli, still capable of producing milk, get dilated, there is a retention of milk, because the lactiferous ducts are changed to such a degree

that a complete or a partial obstruction has taken place there. The above-mentioned cystiform formations appear mostly in the border parts of the udder, because there is less possibility for the milk to flow away, than in the central part of the udder.

No earlier authors have as yet in cases of brucellosis noted in their detailed descriptions of the findings in the histological sections a flattening and cornification of the normally cylindrical epithelium of the lactiferous ducts (fig. 21, 22, 23, 24, 25, 26, 30). Sholl and Torrey ascribe the cornification of the lactiferous ducts they had noted, to the streptococcic infection, but considering the technical defects in the researches of the above-mentioned authors (the presence of *Br. abortus* was ascertained only by means of the cultivation method), one cannot be sure whether there was also *Br. abortus* besides the streptococci in the cases they describe. The above-mentioned metaplasia is generally known to be the result of chronic infections, especially in human medicine (e. g. the flattening and cornification of the cylindrical epithelium of the trachea). I also found foci of epithelioid cells in the considerably changed walls of the lactiferous ducts, and in some of these foci there were giant-cells of the Langhans' type (fig. 27).

Varying amounts of amyloid corpuscles are frequently to be found both in the changed and in the normal parts of the udder in the lumina of the alveoli. The amyloid corpuscles are of no special consequence in case of brucellous infection, as they occur also in the udders of undiseased cows, but the abundance of the amyloid corpuscles in the changed places shows that they are partly connected with the changes caused by *Br. abortus*; just as in cases of chronic inflammations, they are present in various organs (the lungs, prostate, etc.).

According to the histological finding, it seems that the changes due to *Br. abortus* are usually healed and balanced by the organism itself through a considerable proliferation of the granulation tissue; in cases of chronic inflammation, however, it may grow fibrous, and in individual cases some deposit of lime (cystiform formations) may be found in the markedly changed places.

Very often I observed mast cells in the changed places and in their vicinity, *viz.* in the udders, supramammary and deep inguinal lymph nodes, very likely phagocytic in their nature, because in the same organs of the undiseased cows I did not notice any of the cells already mentioned.

I tried to ascertain the extent of the changes caused by *Br. abortus* in the udder only by means of the histological finding. I do not claim that the given data are absolutely true, because only a comparatively small part of the udder has been examined, and the extent of the changes in the histological sections cannot be determined with any mathematical accuracy. But considering the quantity of the material examined and its extraction from all parts of the udder, these data give a fairly general survey of the extent of the changes caused by *Br. abortus* infection in the udder of the cow. In fact, the extent of the changes may be even larger, because only the parts presented in scheme 1 were taken into account, without considering the teat, whereas the material taken from between the above-mentioned parts frequently showed macroscopical changes, but was not taken into account. I was also rather cautious in sketching the border-line of the changes as presented in scheme 1, page 41. The data concerning the extent of the changes in each udder are to be found in the tables at the end of the histological finding of the whole udder. The results of the inquiries show that in cases where *Br. abortus* is eliminated with the milk of certain quarters, the changes took place in about 25 per cent. to 83 per cent. of the quarters.

The changes are most frequently to be found in the alveoli and the interalveolar tissue, whereas the lactiferous ducts and the interlobular interstitial connective tissue show rarer changes. The changes due to *Br. abortus* may occur in all parts of the udder, *viz.* the basal part, the central part, and the milk cistern. The changes apparently take place first of all in the basal and central parts of the udder, that is to say, in places where there is more of the parenchyma of the udder. The original focus of the changes is evidently found in the parenchyma of the udder, from whence the process continuously extends to the interlobular connective tissue. This is proved by the fact that no changes take place in the interlobular interstitial connective tissue when there are acute changes only in the alveoli; reverse cases have never been observed. Further, according to the histological findings, the changes in the lactiferous ducts are in all probability different, and are caused by *Br. abortus* in the following way: the germs of the above-mentioned microbe are carried from the changed alveoli, together with the exudate and cells, into the lactiferous ducts, where they produce a pathogenic effect in the epithelial cells first of all, then further, in

the subepithelial tissue, and the tissue lining the ducts. There are, of course, other ways by which the infection and process take their origin in the lactiferous ducts: 1) the disease may be conveyed per continuum from the parenchyma, and 2) *Br. abortus* may arrive at the lactiferous ducts either haematogenically or lymphogenically. The first mode is theoretically possible, but to judge from the histological finding, it occurs very seldom indeed. It is impossible to determine how often the lactiferous ducts get infected in the haematogenic or lymphogenic way, but, evidently, it happens rarely. The epithelium of the lactiferous ducts is most frequently infected, being continuously in contact with the germs of *Br. abortus* — hence the changes in the lactiferous ducts.

Runnels and Huddleson state that the changes caused by *Br. abortus* are progressive; the infection takes place first of all in the parenchyma of the udder, and then in the interstitial connective tissue.

The histological findings in the udders of undiseased cows (9 cases) do not reveal any sudden or very marked changes which might be taken for changes caused by *Br. abortus*, either during the lactation or in the dry period. At the end of lactation in several parts of the udder in the lumina of the alveoli there appear polynuclear leucocytes, which increase in number when the cow is about to cease yielding milk. At the end of lactation there is to be noticed in a part of the lobules an extension of the interlobular and interalveolar interstitial connective tissue, and in those regions where the alveoli become first of all inactive, the interalveolar tissue shows the presence of lymphocytes, either singly or in small groups, together with single plasma cells. The last-mentioned infiltration is to be found sometimes over the whole of an inactive udder, and in the lumina of the alveoli there appear in places also polynuclear leucocytes in considerable numbers. With advancing years the interlobular interstitial connective tissue of the udder extends accordingly.

I cannot state that I have ever noted the presence of leucocytes in the udder of any undiseased cow, either in her lactation or in her dry period, in such quantities as described by Pfaundler (194), who declares in his general description of the mammary gland that the number of leucocytes in the interstitial connective tissue, the epithelium, and the lumina of the alveoli

is so large as completely to cover the corresponding tissue, whereas the shape of the latter is entirely lost.

It is doubtful whether the pathological processes that develop slowly in the udder, have as yet been sufficiently taken into consideration in studying the tissue of the udder normal-histologically, or whether they have been at all considered, especially in the studies made in those days when there was as yet no knowledge of the presence of *Br. abortus* in the bovine udder.

Works on the subject reveal the fact that no authors have as yet succeeded in ascertaining *Br. abortus* in the histological sections of the udder and the supramammary lymph nodes of the cow. Also only a few authors (Ohlsson, Christiansen, Witte, *etc.*) have discovered the above-mentioned microbe in other organs, such as in the histological sections of the testicles that in the case of *Br. abortus* have shown very considerable changes; even in some of these cases it is not quite clear whether *Br. abortus* was found in the histological sections, or in the smears taken from the altered parts.

I made experiments with a great many staining methods, because for the purpose of determining *Br. abortus* in the histological sections, no special methods are as yet known; the descriptions of the experiments I made are to be found under the heading "Course of Inquiries and Methods". After much experimenting, I succeeded in staining and finding *Br. abortus* in the histological sections from the udder, supramammary and deep inguinal lymph nodes, the fetal membranes of brucellous cows, and from the spleen and the lymph nodes of guinea-pigs. *Br. abortus* proved to be present in the altered portions of the udder, as well as in the supramammary and deep inguinal lymph nodes, sprinkled in the exudate between the cells, in parts of the decayed cells, and in the altered cells (fig. 45, 46, 47, 48); the microbe may be found also among the altered cells and in the necrotic foci in small and dense groups (fig. 47, 49); in places there appear cells densely packed with *Br. abortus* as usually noticed in the fetal membranes. The bacterium is often to be found in the fetal membranes in great quantities and large groups (fig. 43), which when examined with a low powered microscope appear like spots of a dark colour.

In one changed portion of the udder I detected *Br. abortus* surrounding damaged capillaries (fig. 45, 45a), occurring also in swollen

endothelial cells, and even in the lumina of capillaries, which suggests that a direct haematogenic infection with *Br. abortus* from changed foci is possible.

Having tried various methods of staining the histological sections, I found that I obtained some results by using the Löffler's methylene blue and carbolfuchsin staining methods, but the Giemsa method, as modified by me, proved to be the best. I stained sections in Giemsa's azure-eosin-methylene-blue solution (2 drops of the stock solution: 1 ccm of double distilled water) for 4 to 24 hours, the temperature in the room being about 30°C; I repeatedly changed the staining solution during the process of staining. After staining I rinsed the preparations for a short while in distilled water, and I decolorized them in 0.25 per cent. of acetic acid for 5 to 30 min., according to the duration of the staining and the thickness of the preparations, but usually until the preparation lost its dark-blue colour and assumed a reddish hue in the ground blue. Further, I rinsed the preparations in several distilled waters, and at last, I drew them through one 70° alcohol and two absolute alcohols (in all for 1 to 2 minutes); this was followed by xylol and Canada balsam.

It is already known that preparations stained according to Giemsa's method lose their colour when left in alcohol for a longer while; that is the reason why I did not draw the preparations at first through alcohol and xylol, but I decolorized them longer in acetic acid, and after rinsing them in distilled water, I laid them out to dry at 30°C, which was followed by Canada balsam and a cover-glass. The results obtained by this method proved sometimes sufficient, but very often the cleanness and the clearness of the preparations left much to be desired. Therefore I made further experiments with acetone-xylol, by drawing the preparations, after they were rinsed, through several acetone-xylols, increasing the quantity of xylol, and decreasing that of acetone; at last I drew the preparations through three clean xylols, then followed Canada balsam. This method, however, did not yield desirable results either, for the preparations were not clean and clear enough; I made further experiments in the above-described manner by drawing the preparations through alcohol and xylol. The preparations obtained by this method always proved good. The stain of the preparations did not suffer from being drawn speedily through alcohol (in 1 to 2 minutes), because all the parts of the

tissue, especially *Br. abortus*, were stained very intensively during the long period of staining. The germs of *Br. abortus*, when stained according to the Giemsa method, as modified by me, become partly pale-blue and partly pale-violet-blue, the gram-positive microbes become dark-blue (as e. g. in the fetal membranes), the nuclei of cells become dark-blue, and the protoplasma red. For the purpose of detecting and ascertaining *Br. abortus* in the changed tissue of the histological sections, the above-described method has proved very appropriate, because of the variety of the stain, just like the Andersen-Torbjörnsen method for staining the smears. I compared Löffler's methylene blue and carbolfuchsin methods with the previous method and found them to be insufficient, because of the monotony of their staining.

The staining of the germs of *Br. abortus* in cultures is of various intensity, especially in the preparations made from older cultures; they are likewise stained in various strengths in the histological sections. They become mostly pale-violet-blue, less frequently pale-blue, and some of the germs turn almost dark-blue. This variety in the staining is somewhat characteristic of the microbe in question.

For the purpose of staining *Br. abortus* in the histological sections, the material may be fixed equally well either in alcohol or in formalin.

The germs of *Br. abortus* in the histological sections are of similar shape and size to those found in old cultures; they have mostly the shape of cocci, whereas the short rod-like forms occur very rarely in the udder and in the changed portions of the supramammary and deep inguinal lymph nodes. There are also very frequently to be found diplococci-like formations. In the fetal membranes I have found cocci-like forms predominant, but very often also short rods. A fresh culture very seldom shows cocci-like forms, the majority being middle-sized rods, and single ones above middle-size.

The size of the germs of *Br. abortus* is dependent partly on the colouring, as is generally known of the staining of bacteria. The germs of *Br. abortus* in the histological sections of the udder, the supramammary and deep inguinal lymph nodes when stained according to the Giemsa-method, as modified by me, are of 0·4 to 0·8 by 0·4 to 1·2 microns.

In the supramammary and deep inguinal lymph nodes of both the undiseased and the brucellous cows, there are very often to be found a number of roundish and also angular pieces of decayed nuclei and granules of pigment (fig. 44), which may mislead, when the determination of *Br. abortus* in the histological sections is not performed by a thoroughly experienced and dexterous person. On further consideration the pieces of nuclei and the granules of pigment seem to vary in size, but they are, in general, many times larger than the germs of *Br. abortus*; the pieces of nuclei may be stained with all the usual nuclear stains.

According to the description of the histological findings, the changes caused by brucellosis are very considerable and extensive indeed. Among the considerable changes, there is very often to be noticed a complete disappearance of the alveoli, which must bring about a decrease of milk production as noted by several authors, in comparing the milk production of unaffected cows with that of cows infected with *Br. abortus*. Of course the decrease of the milk production of cows eliminating *Br. abortus* with their milk varies; it depends on the intensity of the changes in the udder and also on whether the infection has spread to the whole udder or to some of the quarters only. A little while after the infection of the udder with *Br. abortus* has begun, milk production may even increase, which fact is of great interest. In all probability the presence of *Br. abortus* in the udder causes an irritation hyperaemia, which then causes a markedly increased milk production.

The increase of milk production as apparently caused by irritation hyperaemia has been ascertained in two cases of the examined cows (cows IV and V).

The precise date of the infection of cows IV and V is not known, but according to the data given, these animals were most probably infected at the end of 1930 or at the beginning of 1931. In any case the blood serum of the above-mentioned cows agglutinated *Br. abortus* on March 18, 31.

Cow IV, being 10 years of age, having been regularly in milk all the time, and her condition having been more or less good and always regular, had probably attained and lost her highest milk production period. According to table 18, the highest monthly milk production of this cow was in June 1930 before she was infected with *Br. abortus*, when she yielded 454 kg of milk

and 18·16 kg of butterfat. But after she was infected with the above microbe in March 1931 (the udder became infected probably at that time) the milk production of the cow increased very considerably in comparison with her milk production of the previous years; she yielded in that month 707 kg of milk and 28·28 kg of butterfat. But this remarkable increase of milk production of cow IV was followed by a rapid decrease of her milk production when compared with that of the previous year, taking each month individually. This case is analogous to that of cow V, the latter being of even more interest, because at the time of slaughter she was 14 years old; she had been regularly in milk, and her condition had been good. According to table 23, the cow had produced most in December 1929, 490 kg of milk — 16·66 kg of butterfat; that was probably before she had been infected with *Br. abortus*: the highest year production of cow V was in 1926, being 3804 kg of milk — 136·09 kg of butterfat. But in January 1931, when cow V had probably been infected already, she produced 537 kg of milk which yielded 18·79 kg of butterfat; then followed a decrease in her milk production till she was dry in October 1931.

Like Bang and Bendixen (9), I have observed an increase in the chloride content and sediments in the milk of cows eliminating *Br. abortus* with their milk. Several quarters showed twice as much chloride as was found in the milk of unaffected cows in the same lactation period.

Like Cooledge (33), Tweed (180), Runnels and Huddleson (147), *etc.*, I also noted a considerable increase of the cellular elements in the milk of cows eliminating *Br. abortus*. In examining the preparations of the milk sediment, it appeared that of the cellular elements, the polynuclear leucocytes are most abundant in the milk, the epithelial cells, lymphocytes, and plasma cells occur in smaller numbers.

It is commonly asserted that *Br. abortus* does not remain very long in a non-pregnant uterus. After abortion the uterus contains very many germs of *Br. abortus* which, however, disappear in a short time. According to Klimmer (95), the uterus does not show any germs of *Br. abortus* three weeks after abortion. But this does not always seem to be the case after calving; the germs of the above-mentioned microbe cause changes in the mucous membrane of the uterus, and they are to be found there, even a year after calving. In this respect cows I and II are of great interest.

Cow I that had calved on February 17, 30 was slaughtered on January 27, 31, the time between the last calving and the slaughter being above eleven months. Cow II had calved on March 22, 30, and was slaughtered on January 28, 31, thus, more than ten months after her last calving. At the slaughter I found inflammatory changes in the mucous membranes of the uteri of both the above cows, and I got a culture of *Br. abortus* from the uteri of both cows.

The literature surveyed shows that up to 100 per cent. of cows vaccinated with a living culture of *Br. abortus*, eliminate the germs of *Br. abortus* with their milk for several years. This result shows as high a percentage of cows eliminating *Br. abortus*, or even higher, as in cases of natural infection. As the changes caused by *Br. abortus* in the udder are very considerable in cases of natural infection, there is no reason to suppose that the microbe would remain for years in the udder as a loyal commensal in the cases of vaccination (artificial infection) with an unweakened living culture of *Br. abortus*.

Runnels and Huddleson found that the pathological changes are not very different, whether the udder is naturally infected or whether it is inoculated with *Br. abortus*. The changes were even more considerable in udders of inoculated cows than in those of naturally infected animals.

I had no opportunity of examining the udders of the cows that were vaccinated with an unweakened living culture of *Br. abortus* (and were unaffected before the injection). But one cow (cow II), naturally infected with *Br. abortus*, was given subcutaneously an injection of an unweakened living culture of *Br. abortus* used for vaccination, and the histological finding in the udder of this cow showed a most marked necrosis, in comparison with the udders of other brucellous cows I investigated. The direct reason of that fact is not known, but considering the finding of Runnels and Huddleson in cases of artificial infection, such an extensive necrosis in the udder is very likely due to injecting the latter with a living culture of *Br. abortus*.

Also the majority of the clinical and bacteriological investigations have shown that vaccination with a living culture of *Br. abortus* does not bring about a cure — which statement is even now often made — but is rather a dissemination of *Br. abortus*.

Therefore, according to the data by Klimmer (95), vaccina-

tion with a living culture of *Br. abortus* is prohibited already in Palestine; in Australia this medical treatment has not been made use of for 11 years; neither is vaccination with a living culture of *Br. abortus* recommended by the Committee of the Veterinary Associations in the U. S. A. (1929), and the newest data show that this method of fighting brucellosis is not used any more in the U. S. A. Further, Hungary, Norway, Japan, and Russia have abandoned vaccination with a living culture of *Br. abortus* altogether.

Considering the very extensive changes in the udder caused by vaccination with a living culture of *Br. abortus*, and the danger of a general spread of brucellosis among cattle, it is most urgent that also in our country vaccination with a living culture of *Br. abortus* should be prohibited by legislative action, in order to prevent the great economical losses caused by this infection.

E. Summary.

1) These bacteriological and histological inquiries dealt with various parts and organs of six cows naturally infected with *Brucella abortus*, and of nine undiseased cows.

2) Four out of six naturally infected cows had *Brucella abortus* in all quarters, one cow in three quarters, and one in one quarter. Five cows had *Brucella abortus* in the supramammary and deep inguinal lymph nodes on both sides, one cow in the right supramammary lymph nodes, two cows in the spleen, and one in the thyroid gland. No other microbes causing diseases were present in the organs mentioned.

3) The histological examination revealed considerable pathological changes in all those organs where the bacteriological studies had shown *Br. abortus*, whereas those organs that had no *Br. abortus* were unchanged.

4) Of the tissue of the infected quarters of those cows that eliminated *Br. abortus* with their milk, about 25 per cent. to 83 per cent. was altered.

5) Changes due to *Br abortus* may occur in all the quarters of the udder in the lower and central parts, as well as in the milk cisterns regions.

6) Changes caused by *Br. abortus* take place in the parenchyma of the udder, the lactiferous ducts, and the interstitial tissue.

7) Changes are most frequent in the alveoli and the interalveolar connective tissue, the lactiferous ducts and the interlobular connective tissue showing fewer traces of change.

8) The pathological changes due to *Br. abortus* are acute, subacute, and chronic, the latter predominating.

9) In the parenchyma infected with *Br. abortus* there occur regressive changes (varying from fatty degeneration and necrosis to disintegration) and progressive ones (proliferation and dense cellular infiltration of the interalveolar connective tissue and of the epithelium of the alveoli).

10) The acute changes in the parenchyma are accompanied by fatty degeneration or even complete disintegration of the epithelium of the alveoli, by desquamation, infiltration of polynuclear leucocytes, appearance of purulent exudate, particularly in the lumina of the alveoli, and occasional destruction and necrosis of groups of alveoli. Usually these changes are also accompanied by symptoms of chronic inflammation (infiltration of lymphocytes and plasma cells).

11) The changes in the subacute inflammatory foci of the parenchyma of the udder resemble those in the acute foci, but the infiltration of polynuclear leucocytes is weaker and there are symptoms of chronic inflammation (proliferation of the epithelium of the alveoli, denser infiltration of lymphocytes and plasma cells, fibroblasts in small numbers, fibres of collagenic connective tissue, and an increase in the number of capillaries).

12) The changes in the chronic inflammatory foci in the parenchyma of the udder resemble those in the subacute foci, but polynuclear leucocytes occur only singly, the proliferation of the fibrous tissue is intense, in places very intense indeed, and there is little perivascular infiltration of plasma cells and lymphocytes.

13) In the chronic, and partly also in the subacute inflammatory foci of the udder the author found epithelioid cells due to *Br. abortus* — a fact never before described —, including giant-cells of the Langhans' type, and sometimes with necrosis, chiefly in the centre of the foci, but these foci of epithelioid cells differed from tuberculous foci in that there was no caseation.

14) The changes in the lactiferous ducts are of varying intensity. They begin with a slight proliferation of the epithelium, intumescence and moderate interepithelial and subepithelial infiltration (of lymphocytes, plasma cells, and smaller numbers of polynuclear leucocytes), and end in very intense proliferation, flattening, necrosis, and partial cornification of the epithelium of the lactiferous ducts — processes observed for the first time in connection with brucellous infection and often causing obstruction of the lumen.

15) In the very considerably changed epithelium of the lactiferous ducts, particularly in the subepithelial tissue, a certain amount of connective tissue is observed, the extent of which depends on the duration of the changes, and there is a dense, somewhat accumulated cellular infiltration of lymphocytes, plasma cells, smaller quantities of fibroblasts, and polynuclear leucocytes.

16) In the very markedly changed walls of the lactiferous ducts there are in places also foci of epithelioid cells with giant-cells of the Langhans' type.

17) Four cows had macroscopically observable cystiform formations proving to be dilated, and in many cases considerably altered lactiferous ducts, and dilated and confluent alveoli (retention cysts).

18) The interlobular connective tissue proliferates in varying degrees, according to the extent to which changes have taken place in the parenchyma of the udder.

19) In the interlobular connective tissue, in which proliferation has taken place, focal and diffuse infiltration (of lymphocytes, plasma cells, and single mast cells, a moderate amount of fibroblasts, and comparatively few leucocytes), indicative of chronic inflammation is observed in varying intensity.

20) The original focus of the changes of the udder is apparently found in the parenchyma of the udder, the changes in the interlobular connective tissue and in the lactiferous ducts being of secondary nature.

21) Varying amounts of amyloid corpuscles appear both in the changed and in the normal parts of the udder in the lumina of the alveoli.

22) The changes in the lymph nodes are predominantly chronic. There are also foci of epithelioid cells with giant-cells of the Langhans' type. Thickening of the trabeculae in the cortical substance, diffuse and focal haemorrhages, substitution of fibrous tissue for reticular tissue in the medullary substance, and some diminution of the lymphoid tissue are likewise to be noticed.

23) In the thyroid gland, infection with *Br. abortus* causes the appearance of acute and chronic inflammatory foci.

24) In the altered parts of the udder (the foci in the parenchyma and the altered lactiferous ducts), as well as in the lymph nodes, the author discovered *Br. abortus* in groups and sparse sprinklings between cells and in cells, by means of staining histological sections by the Giemsa method, as modified by the author, and by Löffler's methylene blue and the carbolfuchsin staining methods.

25) The *Br. abortus* found in the altered parts is of similar shape and size to that found in old cultures, and the staining is uneven.

26) The *Br. abortus* in the udder and in the lymph nodes, when stained in histological sections according to the Giemsa method, as modified by the author, mostly becomes pale-violet-blue, less frequently pale-blue, and in isolated cases almost dark-blue, the gram-positive microbes and nuclei of cells becoming dark-blue, and the protoplasma, red.

27) Direct haematogenic infection with *Br. abortus* from changed foci is possible, for *Br. abortus* was found by the author to surround damaged capillaries, occurring also in endothelial cells and even in the lumina of capillaries. No earlier authors have as yet succeeded in demonstrating the haematogenic spread of *Br. abortus* by means of histological sections.

28) The chief agent unfavourably affecting the milk production of cows eliminating *Br. abortus* with their milk is the change caused by *Br. abortus* in the udder.

29) Infection with *Br. abortus* nearly doubles the quantity of chlorine in the milk and multiplies the amount of cellular elements, as other authors have also proved.

30) A little while (some days or weeks) after the infection of the udder with *Br. abortus* has begun, milk production may even increase for some time (a few weeks), apparently owing to irritation hyperaemia.

31) In non-pregnant uteri, *Br. abortus* may be present for a considerable time, even for about a year (according to the earlier statements, this can happen for two months at most).

32) In the udder of undiseased cows, involution causes no changes that could be ascribed to brucellosis.

Bibliography.

1. Axe, H., Die wirtschaftliche Auswirkung der Abortus-Brucellose in einem Rinderbestande. Inaug.-Dissert. Leipzig 1933.
2. Andersen, C. W. og Thomsen, A., Über das Vorkommen von Abortbacillen in Handelsmilch aus Kopenhagener Molkereien. Maanedsskr. Dyrl. 1929, Bind 41, p. 257.
3. Andersen, C. W. and Torbjörnsen, S., cited by Poppe (137).
4. Bang, B., Die Ätiologie des seuchenhaften (infektiösen) Verwerfens. Zschr. Tiermed. 1897, Bd. 1, S. 241.
5. Bang, O., Brucella abortus chez la vache et son rôle pour l'homme au Danemark. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1931, Bd. 73, S. 88.
6. — Les Brucelloses animales. Extrait du Deuxième Congrès International de Pathologie comparée 1931.
7. Bang, O. og Bendixen, H. Chr., Om Forekomsten af Abortbakterier (Bact. abortus Bang) i Mælk af Koer, der har kastet. Medlemsblad f. Danske Dyrlægerforening 1928, Bind 11, pag. 145. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 97, S. 401.)
8. — cited by Boyd, Delez, and Fitch (16).
9. — Untersuchungen über latente Euterinfektionen beim Rind, hervorgerufen durch Abortusbakterien. Zschr. Infekt.krkh. Haustiere 1932, Bd. 42, S. 81.
10. Barnes, M. F., Bovine Infectious Abortion: Prevention and Control. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1925, Vol. 67, p. 54.
11. Baum, H., Das Lymphgefässsystem des Rindes. Berlin 1912.
12. Birch, R. R., Some Suggestions regarding the Handling of Bang Abortion Disease. Cornell Vet. 1927, Vol. 17, p. 221. (Abstr.: Tierärztl. Rdsch. 1927, S. 842.)
13. Biskup, L., Der Chlorgehalt der Kuhmilch bei verschiedenen Mastitiden. Milchw. Forsch. 1926, H. 3, S. 55.
14. Bluhm, W., Klinische Untersuchungen von Bullen in Abortusbeständen. Tierärztl. Rdsch. 1926, S. 325.
15. Bogenschneider, J., Beiträge zur Frage der Ausscheidung der Abortusbacillen nach subcutaner Impfung mit lebender Kultur. Inaug.-Dissert. Berlin 1923.
16. Boyd, W. L., Delez, A. L., and Fitch, C. P., The Association of Bacterium Abortus Bang with Hygroma of the Knee of Cattle. Cornell Vet. 1930, Vol. 20, p. 263.
17. Bräuer, cited by Klimmer (95).
18. Buck, J. M. and Creech, G. T., Abortion-bacterin Treatment of Cows having Udders Infected by Bacterium Abortus. J. Agr. Research 1925, Vol. 31, p. 663. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 83, S. 315.)
19. — cited by Cotton (35).

20. Buck, J. M., Creech, G. T., and Ladson, H., cited by Witte (184).
21. Burnet, E. et Anderson, Ch., Importance de la Mammite chez les chèvres porteuses de M. melitensis. Comptes-rendus hebdomadaires des Séances de L'Académie des Sciences 1924, t. 178, p. 428.
22. Bürki, Beitrag zur Vaginitis follic. infect. und Abortus enzoot. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1923, Bd. 65.
23. Carpenter, C. M., The Bacterial Content of Milk or Inflammatory Exudates from Bovine Mastitis. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1925, Vol. 67, p. 317. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 81, S. 144.)
24. — Brucella Abortus in Udders of Vaccinated and naturally Infected Cattle. Cornell Vet. 1926, Vol. 16, p. 133.
25. Carpenter, C. M. and Barker, D. W., A Study of Brucella Abortus Infection in Milk from fifty Herds supplying the City of Ithaca, New-York. Cornell Vet. 1926, Vol. 16, p. 236.
26. Carpenter, C. M. and Boak, R., Brucella Abortus in Milk and Dairy Products. Amer. J. Publ. Health 1928, p. 743. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 93, S. 164.)
27. Christiansen, M., Bacterium abortus som Aarsag til den nekrotiserende Orkitis (Orchitis mortificans) hos Tyren. Maanedsskr. Dyrl. 1926, Bind 37, p. 545.
28. Cominotti, L., Infezione da bacillo di Bang, nel toro. Jahresb. Ellenberger-Schütz 1923, S. 63.
29. — Ausscheidung des B. abortus (Bang) durch das Euter bei Kühen nach Impfung mit lebenden Kulturen desselben Bakteriums. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1931, S. 465.
30. Connoway, J. W., Durant, A. J., and Newman, G. H., cited by Klimmer (95).
31. Cooledge, L. H., Agglutination Studies of Milk from Cows Affected with Contagious Abortion. Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., 1915, Bd. 63, S. 525.
32. — Agglutination Test as a Means of studying the Presence of Bacterium Abortus in Milk. J. Agr. Research 1915/16, Vol. 5, p. 871. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 66, S. 132.)
33. — Studies upon the Bacterial Flora of Samples of Milk with High Cellular Counts as drawn from the apparently Normal Udder. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta. 1918, No. 41. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 71, S. 416.)
34. — cited by Lerche (111).
35. Cotton, W. E., Abortion Disease of Cattle. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1919, Vol. 55, p. 504.
36. Cotton, W. E. and Buck, J. M., Bureau of Animal Industry Researches of Infectious Abortion. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1931, Vol. 78, p. 306.
37. Cruzel, cited by Klimmer (95).
38. Diernhofer, K., Molken-, Milchserum- und Milchagglutination als Hilfsmittel zur Feststellung der Brucellabesiedlung des Kuheuters. Wien. tierärztl. Mschr. 1933, Bd. 20, S. 97.

39. Drescher u. Hopfengärtner, Die Haltbarkeit der Bangschen Abortusbacillen in Milch und Milchprodukten. Münch. tierärztl. Wschr. 1930, S. 465, 485, 496, 507, 519, 533.
40. Ehrlich, K., Ein Fall von Bangscher Abortusinfektion beim Bullen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1926, S. 469.
41. Evans, Alice C., The Presence of Bacillus Abortus in Milk. Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 63, S. 527.
42. — Bacillus Abortus in Market Milk. J. Wash. Acad. of Sci. 1915, Vol. 5, p. 122. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., 1918, Bd. 66, S. 133.)
43. Fabyan, M., A Contribution to the Pathogenesis of B. Abortus (Bang). J. Med. Research 1912, Vol. 26, p. 414. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 55, S. 181.)
44. — cited by Klimmer (95).
45. Fischer, W., Beiträge zum mikroskopischen Nachweis des Corynebacterium abortus infectiosi Bang in den Eihäuten und im Lochialschleim verkalbender Rinder. Inaug.-Dissert. Leipzig 1925.
46. — cited by Klimmer (95).
47. Fitch, C. P., Boyd, W. S., and Lubbehusen, R. F., Preliminary Report of Experimental Work in the Control of Bovine Infectious Abortion. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1926, Vol. 65, p. 407.
48. Fleischmann — Weigmann, Lehrbuch der Milchwirtschaft. Berlin 1932.
49. Fleischner, E. C. and Meyer, K. F., Observations on the Presence of the Bacillus Abortus Bovinus in Certified Milk. Amer. J. Dis. Child. 1917, Vol. 14, p. 157. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., 1921, Bd. 71, S. 415.)
50. Franck, L., Handb. d. tierärztlichen Geburtshülfe. Berlin 1876. S. 269.
51. Frei, W., Milchdrüse. Spezielle pathologische Anatomie der Haustiere, herausgeg. von Joest, 1925, Bd. 4, S. 1.
52. Friedemann, O. H., cited by Runnels and Huddleson (147).
53. Gilman, H. L., The Elimination of Bacterium Abortus in the Milk of Cows. Cornell Vet. 1930, Vol. 20, p. 106.
54. — Further Studies on the Relation of the Milk Agglutination Titre to the Elimination of Bact. Abortus from the Udder of the Cow. Cornell Vet. 1931, Vol. 21, p. 243.
55. Gilman, H. L., and Burnett, E. L., Bact. Abortus Infection in the Fowl. Cornell Vet. 1930, Vol. 20, p. 371.
56. Gilman, H. L. and Hopper, An Interesting Case of Sterility in the Bull. Cornell Vet. 1925. (Abstr.: Tierärztl. Rdsch. 1925, S. 726.)
57. Giltner, W., Huddleson, J. F., and Tweed, R. L., The Role of the Udder and its Secretion in Bovine Infectious Abortion. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1922, Vol. 62, p. 172.
58. Giltner, W., Hallmann, E. T., and Cooledge, L. H., cited by Axe (1).
59. Graham, R. and Throp, F., Brucella Agglutinins in the Blood and Milk of Cows. J. Infect. Dis. 1930, Vol. 46, p. 260.
60. Graig, J. F., The Agglutination Test and Contagious Abortion in Cattle. Vet. Rec. 1927, Vol. 7, p. 973.

61. Guard, W. F., Diseases of the Udder. Vet. Med. 1929, Vol. 24, p. 416.
62. — Mastitis in the Cow. Vet. Med. 1929, Vol. 24, p. 419.
63. Gwatkin, R., The Rapid Macroscopic Agglutination Test for Bang's Disease. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1931, Vol. 78, p. 88.
64. Götze, R. und Müller, J., Über die Bangbakterieninfektion (Brucellose) der Rinder. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1931, S. 721.
65. Hallmann, E. T., Scholl, L. B., and Delez, A. L., Observations on the Pathology of Bacterium Abortus Infections. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta. 1928, No. 93, p. 1. (Abstr.: Jahresb. Ellenberger-Schütz, Berichtsjahr 1928, S. 1037.)
66. Hammond, J., The Physiology of Reproduction in the Cow. Cambridge 1927.
67. Hardenbergh, J. G., Buying Replacement Cows Free from Brucella Abortus Infection. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1930, Vol. 76 (N. S. 29), p. 298.
68. Hart, G. H., Die Bekämpfung des seuchenhaften Verkalbens. Dtsch. landwirtsch. Tierzucht 1926, S. 556.
69. Hart, G. H. and Carpenter, C. M., Controlled Vaccination Experiments of Cattle with Bacterium Abortus. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1923, Vol. 64, p. 37. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 76, S. 175.)
70. Hart, G. H. and Traum, J., The Relation of the Subcutaneous Administration of Living Bacterium Abortus to the Immunity and Carrier Problem of Bovine Infectious Abortion. Agric. Exp. Sta. Berkeley. California, Techn. Pap. 1925, No. 19. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 84, S. 76).
71. Hasley, D. E., Brucella Abortus in Certified Milk. J. Infect. Dis. 1930, Vol. 46, p. 430.
72. Haupt, H., Beitrag zur Pathologie des Fetus infolge Infektion des Muttertieres mit dem Bang'schen Abortusbacillus. Tierärztl. Rdsch. 1921, S. 523.
73. — Unsere derzeitigen Kenntnisse über die Epizootologie der Abortusbrucellose des Rindes. Berl. tierärztl. Wschr. 1932, S. 833.
74. — Der gegenwärtige Stand der Systematik und Benennung der Bakterien und ihre Anwendung in der medizinischen Bakteriologie. Ergebn. Hyg., Bakt., Immunit. und experim. Therapie 1932, Bd. 13, S. 641.
75. — Zur Bekämpfung des seuchenhaften Verkalbens auf Grund der Epizootologie der Abortusbrucellose des Rindes. Tierärztl. Rdsch. 1933, S. 357.
76. Henricsson, E., cited by Klimmer (95).
77. Hoeden, van der J., Over het Verband tusschen Brucella Bang en de zoogenaamde Kniebuilen bij Koeien. Tijdschr. Diergeneesk. 1932, Vol. 59, p. 385. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 107, S. 397.)
78. — cited by Lerche (111).
79. Huddleson, J. F., Hasley, D. E., and Torrey, J. P., Further Studies on the Isolation and Cultivation of Bacillus Abortus (Bang). J. Infect. Dis. 1927, Vol. 40, p. 352.
80. Huddleson, J. F. and Emmel, M. W., cited by Klimmer (95).

81. Jaffé, R. H., Über die experimentelle Infektion des Meerschweinchens mit dem Bac. melitensis (Bruce) und dem Bac. abortus (Bang). Virch. Arch. 1922, Bd. 238, S. 119.
82. Januschke, E., Bemerkungen zum ätiologischen Zusammenhang zwischen infektiösem Abortus und Sterilität. Zschr. Infekt.krkh. Haustiere 1923, Bd. 24, S. 162. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 76, S. 173.)
83. — Tuberkulose des Rindes. Berlin — Wien, Verlag Urban & Schwarzenberg. 1928.
84. Jensen, C. O., Kvægets smitsomme Kastning og dens hygiejniske betydning. Maanedsskr. Dyrl. 1930, Bind 41, p. 545. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 99, S. 504.)
85. Joannović, G., Methoden der Färbung von Mikroorganismen im Schnitt. Handb. d. pathog. Mikroorganismen, hrsg. v. Kolle, Kraus u. Uhlenhuth, 1929, Bd. 9, S. 897.
86. Johne, A., cited by Klimmer (95).
87. Karsten, Impfung tragender Tiere mit lebenden Abortus-Bangkulturen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1931, S. 385.
88. Karsten, Über die Feststellung des seuchenhaften Verkalbens durch den Nachweis von Agglutininen und komplementablenkenden Ambozeptoren im Milchserum der Kühe. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1931, S. 561.
89. King, M. J. and Caldwell, D. W., Brucella Abortus in Milk Supply as a Source of Agglutinins in Human Sera. Amer. J. Med. Sci. 1929, Vol. 178, p. 115. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 98, S. 351.)
90. Kitt, Th., Lehrb. d. pathol. Anatomie d. Haustiere. 1921. Bd. I, S. 271.
91. Klimmer, M., Spezifische Diagnostik, Prophylaxis und Therapie des durch den Bangschen Bacillus verursachten Abortus. Ergebn. Hyg., Bakt., Immunit. und experim. Therapie 1914, Bd. 1, S. 143.
92. — Technik und Methodik der Bakteriologie und Serologie. Berlin 1923. S. 130.
93. — Seuchenlehre der landwirtschaftl. Nutztiere. Berlin 1925. S. 399.
94. — Abortus Bang und Milchhygiene. Berl. tierärztl. Wschr. 1932, S. 87.
95. — Der neueste Stand der Forschung über das Bangsche Bacterium. Ergebn. Hyg., Bakt., Immunit. und experim. Therapie 1932, Bd. 13, S. 327.
96. Klimmer, M. und Haupt, H., Die pathogene Wirkung des Corynebacterium abortus infectiosi Bang. Dtsch. Arch. klin. Med. 1922, Bd. 139, S. 33. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 75, S. 271.)
97. — Über die durch das Corynebacterium abortus Bang verursachte Erkrankung des Meerschweinchens. Virch. Arch. 1923, Bd. 242, S. 350.
98. — Die Streptokokkenmastitis (der gelbe Galt) der Rinder. Ergebn. Hyg., Bakt., Immunit. und experim. Therapie 1930, Bd. 11, S. 354.
99. Knoth, M., Über den direkten Nachweis der Bangschen Abortusbakterien in Milch. Zschr. Fleisch- u. Milchhyg. 1931, Bd. 41, S. 502.
100. Koegel, A., Beiträge zur Abortusforschung. Münch. tierärztl. Wschr. 1923, S. 610, 617, 629, 641; 1924, S. 73, 95.

101. Krage, P., Über die pathogene Wirkung des Abortusbacillus. Zbl. Bakt. I, Ref., 1913, Bd. 57, Beiheft, S. 304.
102. Krüger, H., Über das Vorkommen von Bangbakterien im Fleisch geschlachteter Rinder. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1932, S. 481.
103. Laja, F., Andmeid Bac. abortus Bangi infektsioonist üldse ja eriliselt selle uurimustest Eestis. Dissert. Tartu 1929.
104. — Bang'i infektsioon ja piimatoodang. E. Loomaarstl. Ringv. 1929, lk. 129.
105. — Bang'i infektsiooni (nakkava nurisünnituse — Brucelloosi) tõrjest, silmaspidades viimase 4 a. kirjandust. E. Loomaarstl. Ringv. 1932, lk. 1.
106. — Die Bangsche Infektion und die Milchergiebigkeit der Kühe. E. Loomaarstl. Ringv. 1932, lk. 241.
107. — Personal communication.
108. Lehnert, cited by Klimmer (95).
109. Lenfers, P., Zur Histologie der Milchdrüse des Rindes. Inaug.-Dissert. Giessen 1907 und Zschr. Fleisch- u. Milchhyg. 1907, Bd. 17, S. 340.
110. Lerche, Beitrag zur Infektion des Bullen mit Abortus-Bang-Bakterien. Tierärztl. Rdsch. 1926, S. 469 und 488.
111. — Abortus-Bang-Bakterien in Milch und Milchprodukten vom Rind. Zschr. Infekt.krkh. Haustiere 1931, Bd. 38, S. 253.
112. — Welches Gemelk eignet sich am besten zum Nachweis der Abortus-Bang-Bakterien. Tierärztl. Rdsch. 1932, S. 279.
113. Lund, L., Pathologische Histologie der Haustiere. Hannover 1931. S. 312—328.
114. Löffler, W., Febris undulans Bang des Menschen. Würzburger Abhandl. aus dem Gesamtgeb. der Medizin 1930, Bd. 26.
115. Löffler, W. und Albertini, A., Pathologisch-anatomische Befunde bei sog. Febris undulans des Menschen. Krkh.-Forschg. 1930, Bd. 8, S. 1. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 99, S. 113.)
116. Magnusson, H., Über Abortusinfektion beim Stier. Berl. tierärztl. Wschr. 1926, S. 460.
117. — Bacillus abortus Bang och bursiter hos nötkreatur. Skand. vet. Tidskr. 1932, S. 33.
118. Makkawejsky, N. W., Karkadinowsky, J. A., Michejeff, N. J., Gawriloff, A. J. und Dawydowsky, W. G., Die Untersuchungen über Banginfektion beim Menschen und bei den Haustieren in gewissen Wirtschaften Weissrusslands. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1931, S. 86.
119. Makkawejsky, W. N. u. Karkadinowskaja, J. A., Über die Empfindlichkeit der Katzen gegen Brucella melitensis-abortus. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1932, S. 229.
120. Marcis, A., Über die durch Bangsche Abortusbacillen verursachte Erkrankung der männlichen Geschlechtsorgane. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1928, S. 67.
121. Martin, P., Die Milchdrüse. Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere, 1906, Bd. 1, S. 233.

122. Maternowska, J., Eine neue Färbungsmethode zum Nachweis der Abortus-Bang-Bakterien im natürlichen faulenden Material. Zbl. Bakt. I, Orig., 1930, Bd. 116, S. 442.
123. McFadyean, J., The Corpora Amylacea of the Mammary Glands of the Cow. J. Compt. Path. and Therap. 1930, Vol. 43, p. 291.
124. Melvin, A. D., cited by Klimmer (95).
125. Minett, F. C., The Importance of Studying the Diseases of the Cow's Mammary Gland. Vet. Record 1931, Vol. 11.
126. Mirri, D., Contributo alla conoscenza delle lesioni anatomiche ed istologiche nell'infezione naturale da bacillo di Bang. Clin. Vet. 1929.
127. Mitchell, Ch. A. and Humphreys, T. A., Studies in Brucella Melitensis (Abortus) Infection of Cattle. Cornell Vet. 1931, Vol. 21, p. 57.
128. Mohler, J. R. and Traum, J., Infectious Abortion of Cattle. 28. Annual Rep. of the Bur. of Anim. Ind. for the year 1911, Washington 1913. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 61, S. 410.)
129. Münchberg, F., Brauchbare chemische und physikalische Methoden zur Erkennung von Sekretionsstörungen der Milchdrüse. Münch. tierärztl. Wschr. 1931, S. 433.
130. Nieberle, K. und Cohrs, P., Lehrbuch d. spez. pathologischen Anatomie d. Haustiere. Jena 1931. S. 578—600.
131. Nocard, cited by Klimmer (95).
132. Ohlsson, L., Testikelförändringer hos tjur förorsakade av infection med Bangs Abortusbacillen. Skand. Vet. Tidskr. 1926, S. 25.
133. Panisset ja Comptois, Deux cas d'hygroma du genou à flore microbienne spécifique, chez des bovins atteints d'avortement épizootique. Bull. de l'Ac. Vét. 1931, No. 2. (Abstr.: Prager Arch. Tiermed. 1931, S. 247.)
134. Pfenninger, W. und Krupski, A., Über die Verbreitung des infektiösen Abortus des Rindes in der Schweiz. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1923, Bd. 65, S. 343.
135. Planz, J. F. and Huddleson, F., Brucella Infection in a Dog. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1931, Vol. 79, p. 25.
136. Poppe, K., Die Bang-Infektion des Menschen. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1928, S. 781.
137. — Der infektiöse Abortus des Rindes (Bang-Infektion). Handb. d. pathogenen Mikroorganismen, hrsg. v. Kolle, Kraus u. Uhlenhuth, 1929, Bd. 6, Teil 2.
138. Prillwitz, F. A., Über das Vorkommen von Abortus-Bang-Bakterien in den Geschlechtsorganen und im Euter von Schlachtrindern. Inaug.-Dissert. Hannover 1926.
139. Pröscholdt, O., Über die Ermittelung von Rinderbeständen mit Abortus-Bang-Infektion durch die Blutuntersuchung der Meerschweinchen, die zum Zwecke des Tuberkelbazillennachweises mit Milch-, Uterussekret- und Bronchialschleimproben geimpft waren. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1926, S. 43.
140. — Die Feststellung der Ausscheidung von Abortus-Bang-Bakterien mit der Milch. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1932, S. 673.

141. Rich, L. H., Economic Factors of Abortion in Cattle. Cornell Vet. 1931, Vol. 21, p. 15.
142. Richter, J., Über die Sterilität bei Bullen. Berl. tierärztl. Wschr. 1932, S. 49 u. 65.
143. Ridala, Elfriide, Brucella abortus'e (Bang) elavkultuuri toimest tervetele tiinetele ja mittetiinetele lehmadele. E. Loomaarstl. Ringv. 1933, lk. 137.
144. Robinson, E. M., cited by Lerche (111).
145. Roots, E. und Ridala, V., Untersuchungen über das Wesen der Brucellose und über die Ansiedlungsorte der Brucella abortus im Körper des Rindes, insbesondere in der Thyreoidea. E. Loomaarstl. Ringv. 1932, lk. 165.
146. Rubeli, O., Über einige anatomische Verhältnisse des Rindeseuters und deren Bedeutung für die Physiologie und Pathologie. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1916, Bd. 58, S. 357.
147. Runnels, R. A. and Huddleson, J. F., The Nature of Bacterium Abortus Infection in the Udder of the Bovine. Cornell Vet. 1925, Vol. 15, p. 376.
148. Rössle, R., Beitrag zur Kenntnis der geweblichen Veränderungen bei der Bangschen Krankheit des Menschen. Münch. med. Wschr. 1933, Bd. 80, S. 5.
149. Saceghem, R. van, L'avortement épizootique des bovidés propagé par le chien. C. R. Soc. biol. 1927, t. 96, p. 148.
150. Schlegel, M., Orchitis et Spermatocystitis necroticans caseosa infolge Bac. abortus infectiosi Bang bei einem Zuchtfarren. Arch. Tierheilk. 1924, Bd. 51, S. 256.
151. Schermer, S. u. Ehrlich, K., Die Immunisierung gegen das seuchenhafte Verkalben. Berl. tierärztl. Wschr. 1923, S. 37.
152. Schroeder, E. C. and Cotton, W. E., The Bacillus of Infectious Abortion found in Milk. 28. Annual Rep. of the Bur. of Anim. Ind. for the year 1911, Washington 1913, p. 139. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 61, S. 410.)
153. Schroeder, E. C. and Cotton, W. E., Carriers of Bang Abortion Bacilli and the Agglutination Test. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1924, Vol. 64 (N. S. 17), p. 479. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 77, S. 459.)
154. — cited by Runnels and Huddleson (147).
155. — cited by Poppe (137).
156. — cited by Witte (184).
157. — cited by Lerche (111).
158. Schmorl, G., Die pathologisch-histologischen Untersuchungsmethoden. Leipzig 1922.
159. Schuman u. Lerche, Beiträge zur Bang-Infektion des Rindes. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1930, S. 789, 808.
160. Schwarz, M., Zum Nachweis der Abortus-Bang-Bakterien in der Milch. Zschr. Fleisch- u. Milchhyg. 1929, Bd. 39, S. 175.
161. Sholl, L. B. and Torrey, J. P., A Contribution to the Bacteriology and Pathology of the Bovine Udder. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta. 1931, No. 110.

162. Simms, B. T. and Miller, F. W., Practical Results of Attempts to Control Abortion Disease. J. Amer. Vet. Med. Ass. 1926, Vol. 68 (N. S. 21), p. 455.
163. Smith, Th., A Characteristic Localization of Bacillus Abortus in the Bovine Fetal Membranes. J. Experim. Med. 1919, Vol. 29, p. 451. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 71, S. 415.)
164. — Pneumonia Associated with Bacillus Abortus (Bang) in Fetuses and Newborn Calves. J. Experim. Med. 1925, Vol. 41, p. 639.
165. Smith, Th. u. Fabyan, M., Über die pathogene Wirkung des Bacillus abortus Bang. Zbl. Bakt. I, Orig., 1912, Bd. 61, S. 549.
166. Smith, Th., Orcutt, M. L., and Little, R. B., The Source of Agglutinins in the Milk of Cows. J. Experim. Med. 1923, Vol. 37 p. 153. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 75, S. 273.)
167. — cited by Runnels and Huddleson (147).
168. Seelemann, M. u. Hadenfeldt, A., Über das Vorkommen von Bang-Infektion beim Menschen. Zschr. Fleisch- u. Milchhyg. 1928, Bd. 39, S. 45.
169. Stark, H., Beiträge zur pathologischen Anatomie der agalactia catarrhalis contagiosa (Kitt) (gelber Galt). Inaug.-Dissert. Zürich 1903.
170. Steck, W., Über das Vorkommen des Bacterium abortus infectiosi Bang in der Milch gesunder Kühe. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1918, Bd. 60, S. 547.
171. — Die latente Infektion der Milchdrüse vom pathologisch-physiologischen und milchwirtschaftlichen Standpunkt. Hannover 1930.
172. Stockmayer, W., Kulturelle Untersuchungen über die Ausscheidung von Bangbazillen mit der Milch. Zschr. Infekt.krkh. Haustiere 1933, Bd. 44, S. 105.
173. Thomsen, A., Om Abortbacillens pathogene Egenskaber og om dens Udskillelse med Mælken. Maanedskr. Dyrl. 1915/16, Bind 27, p. 33. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 67, S. 135.)
174. Titze, Diskussionsbemerkung. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1923, S. 342.
175. Traum, J., Animal Infections with Bacteria of Genus Brucella and their Relation to Undulant Fever of Man. Amer. J. Publ. Health 1930, p. 935. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Bd. 102, S. 246.)
176. Traum, H. B. and Haring, C., Methods for the Isolation of Brucella Abortus. Hilgardia, California 1932, Vol. 6, p. 355. (Abstr.: Vet. Bulletin 1932, vol. 2, p. 642.)
177. Trautmann, A. und Fiebiger, J., Lehrb. d. Histologie u. vergl. mikrosk. Anatomie d. Haustiere. 1931.
178. Trinchera, cited by Klimmer (95).
179. Tullberg, K., Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen dem Agglutinationswert des Blutserum einerseits und dem Gehalt der Milch an Abortusbacillen anderseits beim ansteckenden Verwerfen. Skand. Vet. Tidskr. 1931, S. 389.
180. Tweed, R. L., The Relation of High Cellular Counts to Bact. Abortus Infection of the Udder. Bull. Mich. Agric. Exp. Sta. 1923, No. 61. (Abstr.: Zbl. Bakt. I, Ref., Bd. 77, S. 458.)

181. Tüxen, P., Über die Züchtung des Bangschen Bacillus und seine Wirkung bei kleineren Tieren. Inaug.-Dissert. Hannover 1912.
182. Williams, W. L., Die Pathologie der Fortpflanzung bei unseren Haussäugetieren. Tierärztl. Rdsch. 1932, S. 511, 527.
183. Winkler, M., Über die Ausscheidung des Bacillus abortus Bang mit der Milch. Inaug.-Dissert. Dresden 1919.
184. Witte J., Beitrag zur Infektion des Bullen mit Bangschen Abortusbakterien. Arch. Tierheilk. 1930, Bd. 61, S. 128.
185. — cited by Klimmer (95).
186. Wyssmann, cited by Laja (105).
187. Zeller, H., Weitere Untersuchungen über das seuchenhafte Verwerfen des Rindes. Arch. Tierheilk. 1923, Bd. 49, S. 65.
188. — cited by Axe (1).
189. Zeller and Beller, cited by Karsten (87).
190. Zietschmann, O., Bau und Funktion der Milchdrüse. Grimmer's Lehrb. d. Chemie u. Physiologie der Milch, Berlin 1926.
191. Zwick, cited by Axe (1).
192. Zwick u. Krage, Über die Ausscheidung von Abortusbacillen mit der Milch infizierter Tiere. Berl. tierärztl. Wschr. 1930, S. 41.
193. Zwick u. Zeller, Über die infektiösen Abortus des Rindes. Arb. ksl. Gesdh.amts 1913, S. 1.

194. Pfaundler, M., Physiologie der Laktation. P. Sommerfeld, Handbuch der Milchkunde, Wiesbaden 1909.
195. Sternberg, C., Lymphknoten. F. Henke u. O. Lubarsch, Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie, Bd. I, T. 1, Berlin 1926.

ILLUSTRATIONS
with Explanation of Figures.

Fig. 1. Cow VII. Normal udder in a state of moderate milk production. van Gieson. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

Fig. 2. Cow XIII. Normal udder in a state of inaction. van Gieson. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

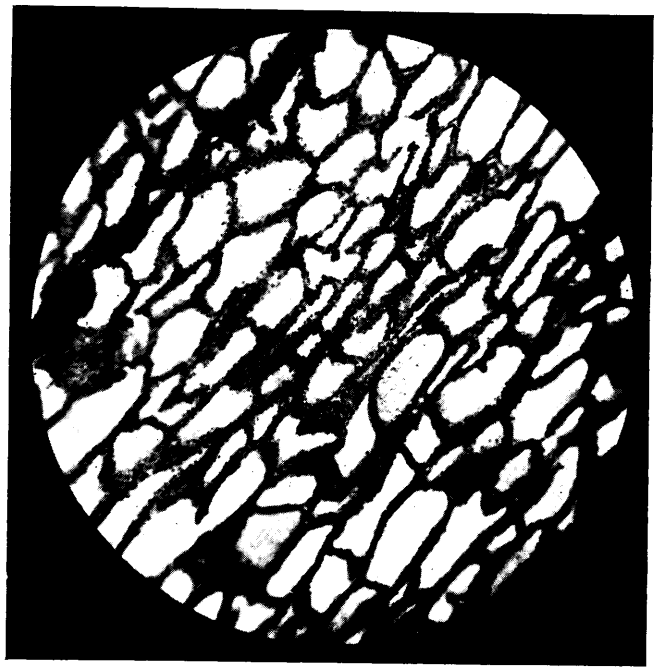


Fig. 1.

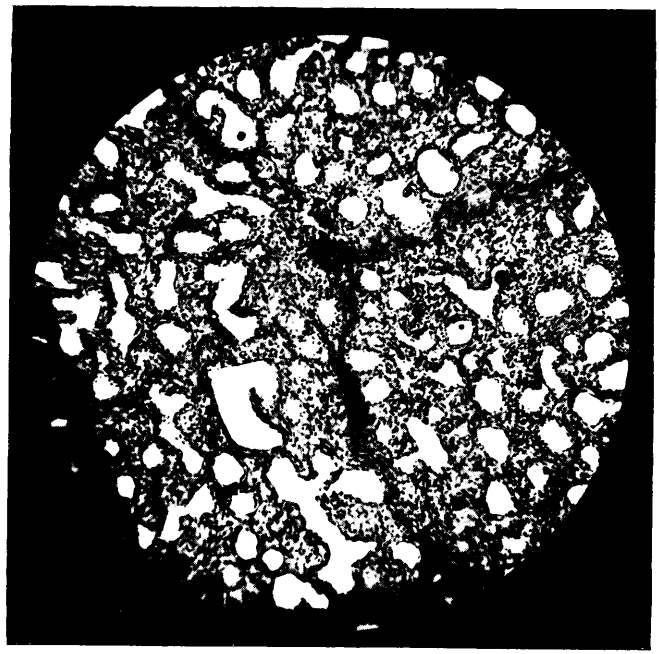


Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.

Fig. 3. Cow I. Udder, right rear quarter, region 2: considerable desquamation of the epithelium and infiltration of the interstitial tissue. van Gieson. Magnification: 80 ×. Microphotogram.

Fig. 4. Cow I. Udder, right rear quarter, region 3: very intense desquamation of the epithelium and infiltration of the interalveolar tissue. van Gieson. Magnification: 80 ×. Microphotogram.

Fig. 5. Cow II. Udder, right front quarter, region 7: destruction of the structure of the alveoli, and substitution of the inflammatory elements, in place of the structure of the alveoli. van Gieson. Magnification: 250 ×. Microphotogram.

Fig. 6. Cow I. Udder, right rear quarter, region 3: inflammatory elements (polynuclears, lymphocytes, plasma cells) and single desquamated epithelial cells, in place of the destroyed alveoli. van Gieson. Magnification: 500 ×. Microphotogram.

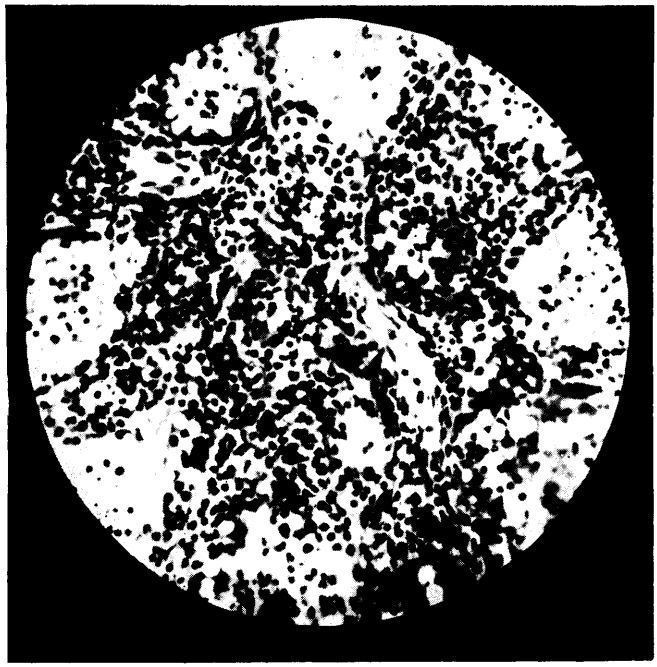


Fig. 5.

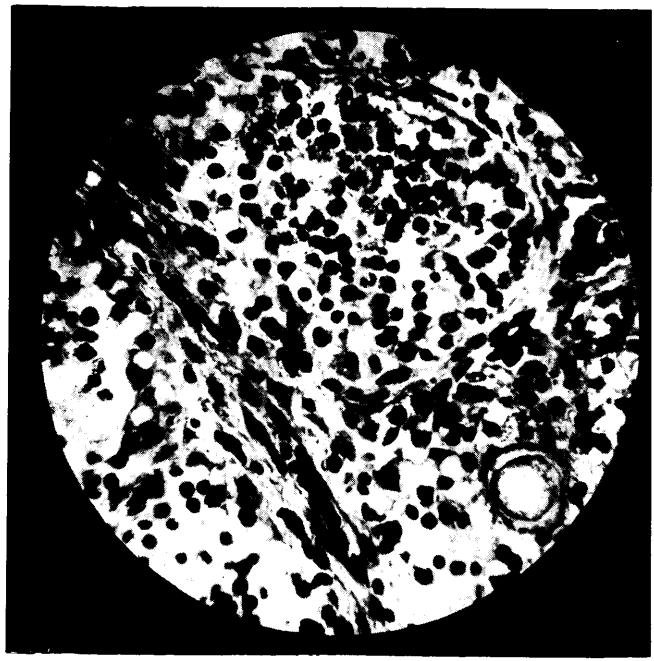


Fig. 6.

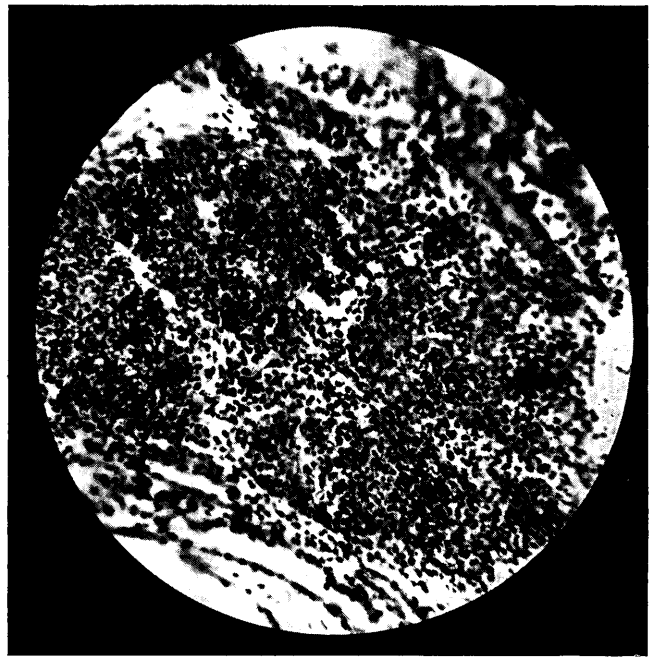


Fig. 7.

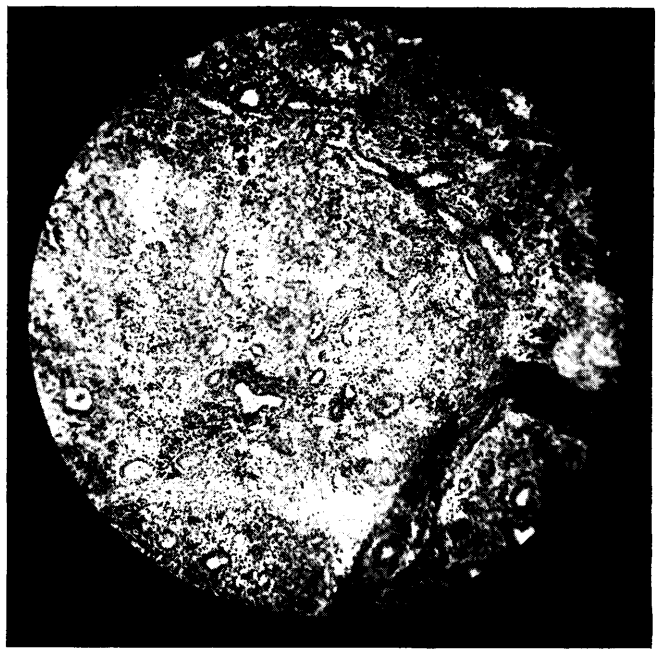


Fig. 8.

Fig. 7. Cow II. Udder, right front quarter, region 3: acute inflammatory foci with numerous purulent corpuscles. van Gieson. Magnification: 250 ×. Microphotogram.

Fig. 8. Cow II. Udder, right front quarter, region 2: necrosis of lobules caused by inflammation. van Gieson. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

Fig. 9. Cow II. Udder, right rear quarter, region 1: necrosis of tissue caused by inflammation. van Gieson. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

Fig. 10. Cow II. Udder, right front quarter, region 2: focus of the epithelioid cells with a giant-cell, and necrosis. Magnification: 420 ×. Photo from a drawing.

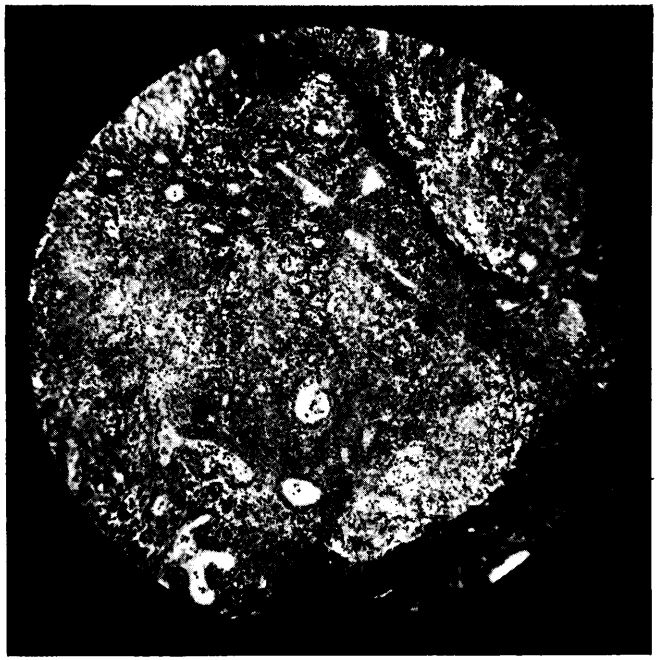


Fig. 9.



Fig. 10.

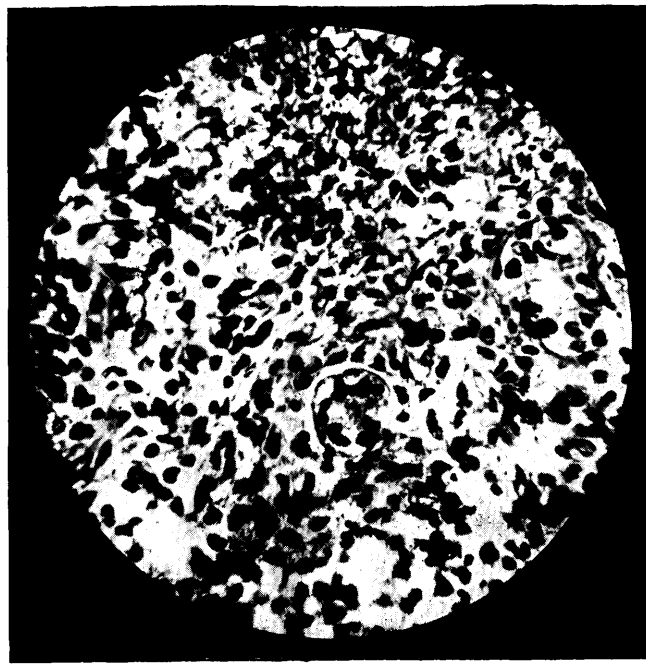


Fig. 11.

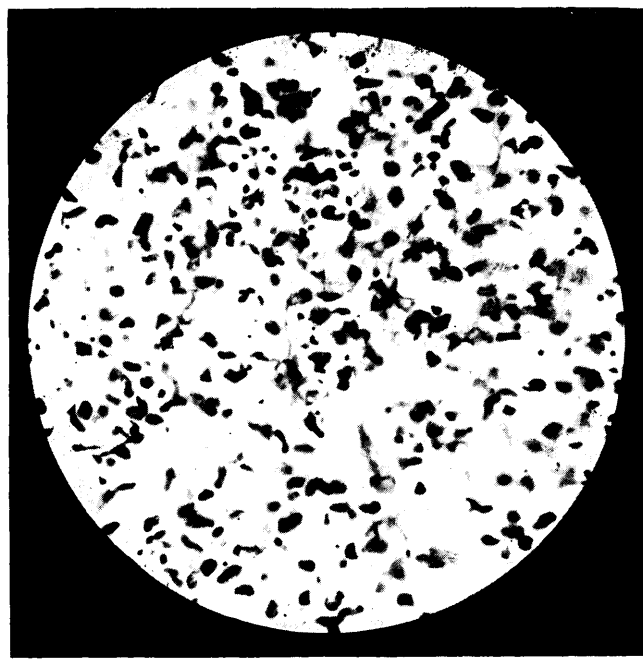


Fig. 12.

Fig. 11. Cow II. Udder, right rear quarter, region 1: focus of the epithelioid cells with a giant-cell. van Gieson. Magnificatcn: 500 ×. Microphotogram.

Fig. 12. Cow I. Udder, right rear quarter, region 6: necrosis. van Gieson. Magnification: 500 ×. Microphotogram.

Fig. 13. Cow II. Udder, right rear quarter, region 1: groups of epithelioid cells and necrosis. van Gieson. Magnification: 370 ×. Microphotogram.

Fig. 14. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: alveolus filled with desquamated epithelial cells and inflammatory elements. van Gieson. Magnification: 500 ×. Microphotogram.

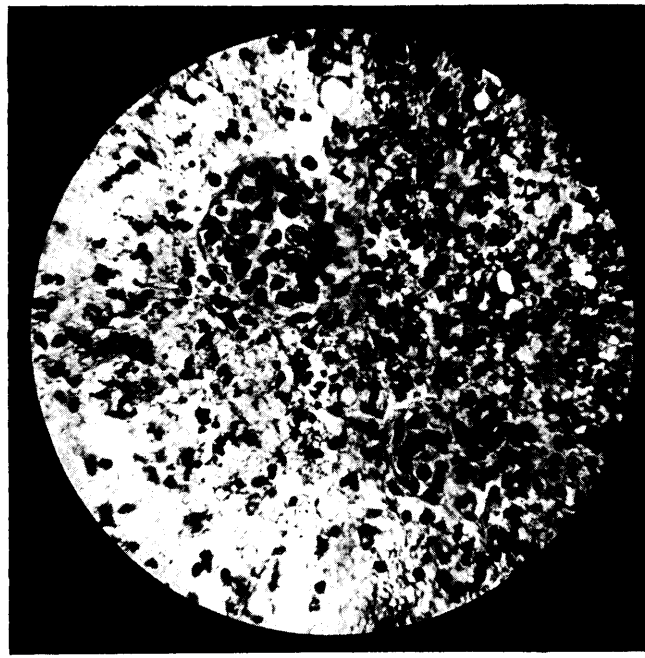


Fig. 13.

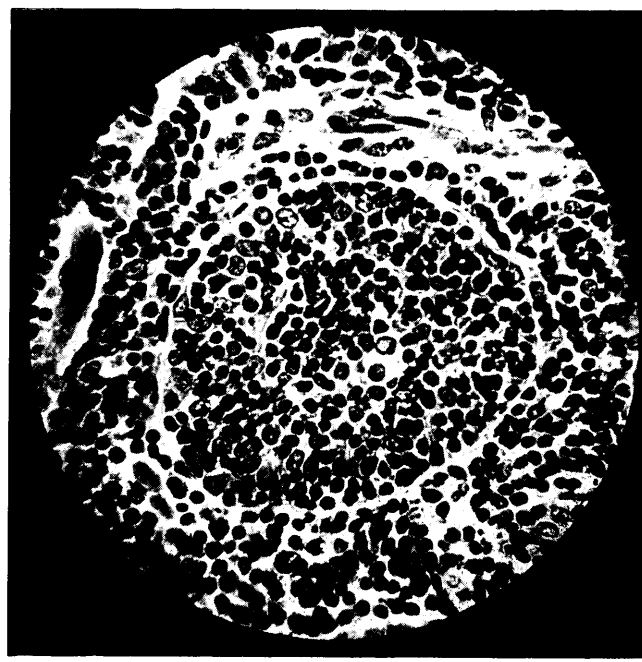


Fig. 14.

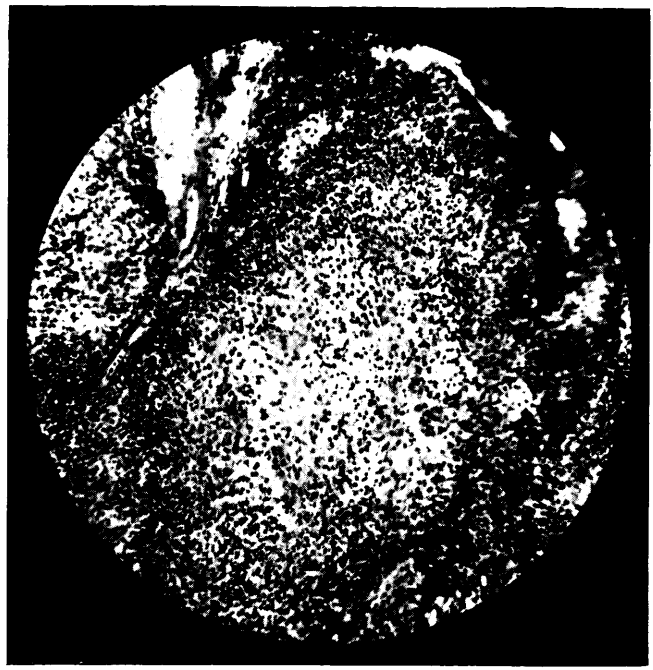


Fig. 15.

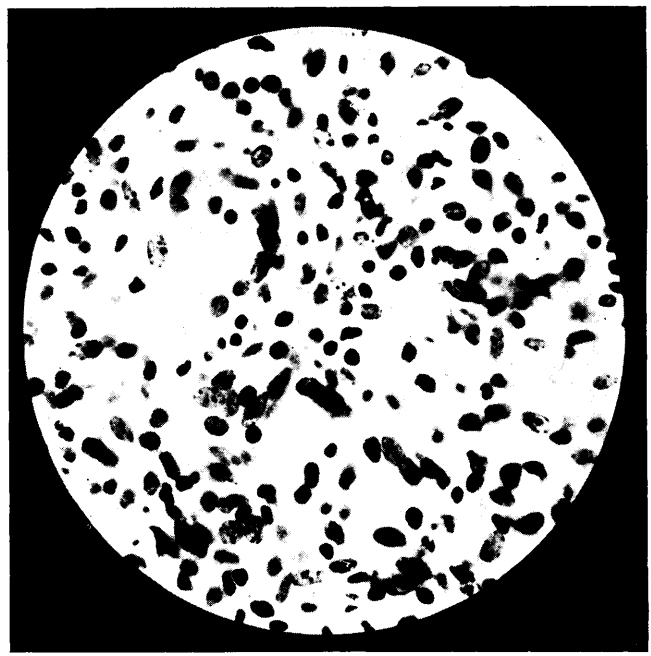


Fig. 16.

Fig. 15. Cow I. Udder, left rear quarter, region 4: focus of epithelioid cells. van Gieson. Magnification: 120 ×. Microphotogram.

Fig. 16. Cow. II. Udder, right front quarter, region 7: epithelioid cells. van Gieson. Magnification: 350 ×. Microphotogram.

Fig. 17. Cow I. Udder, right rear quarter, region 5: granulation and connective tissue with round-celled infiltration, in place of the alveoli. van Gieson. Magnification: 56 ×. Microphotogram.

Fig. 18. Cow II. Udder, right front quarter, region 7: connective and adipose tissue instead of the destroyed alveoli. van Gieson. Magnification: 56 ×. Microphotogram.

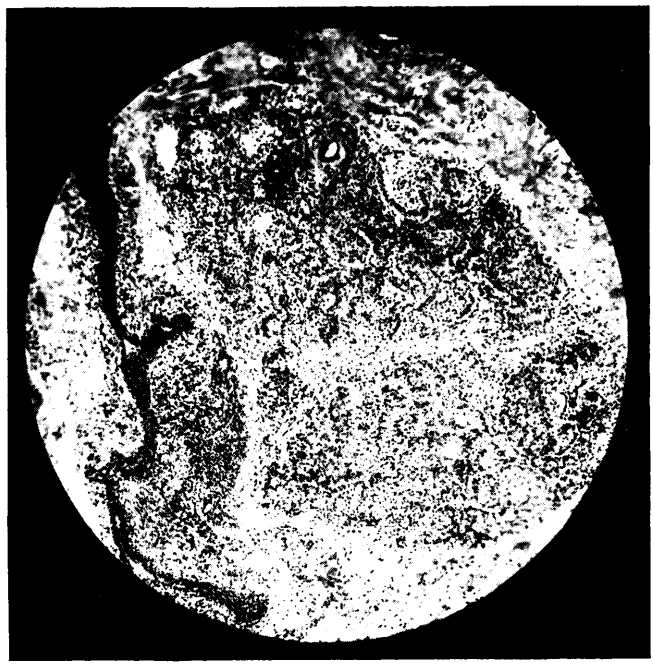


Fig. 17.

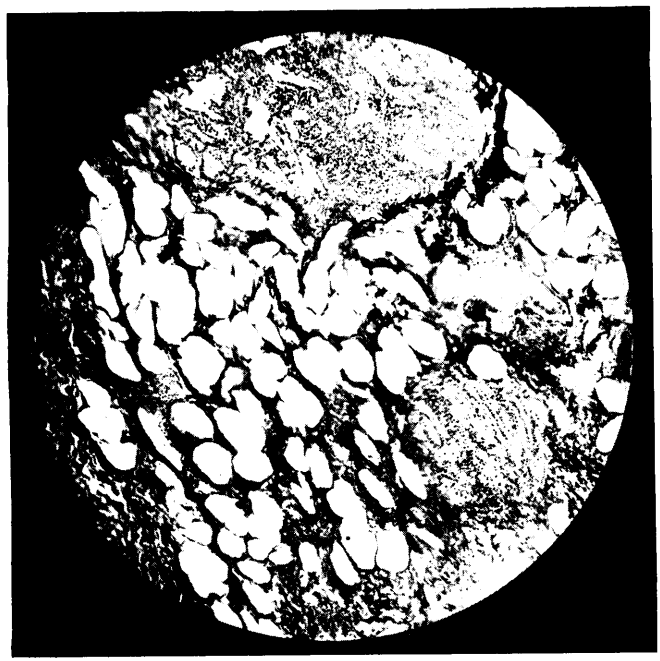


Fig. 18.



Fig. 19.



Fig. 20.

Fig. 19. Cow II. Udder, right front quarter, region 7: proliferation beginning in the fibrous connective tissue, in place of the destroyed alveoli. van Gieson. Magnification: 80 ×. Microphotogram.

Fig. 20. Cow II. Udder, left rear quarter, region 8: intensely proliferated fibrous connective tissue (with infiltration), in place of the destroyed alveoli. van Gieson. Magnification: 30 ×. Microphotogram.

Fig. 21. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: proliferation of the epithelium of the lactiferous duct and desquamation with obstruction of the alveolus, inflammatory infiltration in the epithelium and surroundings of the duct. van Gieson. Magnification: 80 ×. Microphotogram.

Fig. 22. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: granulation tissue in lactiferous ducts very intensely changed by inflammation. van Gieson. Magnification: 80 ×. Microphotogram.

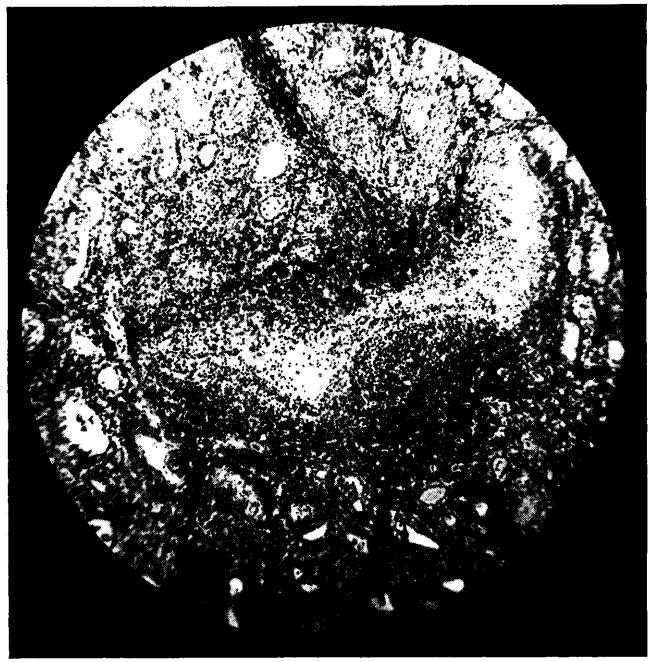


Fig. 21.



Fig. 22.

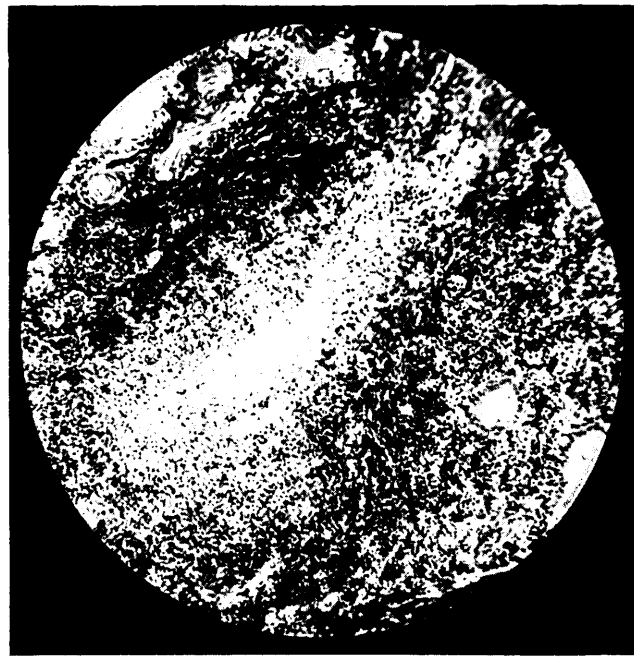


Fig. 23.



Fig. 24.

Fig. 23. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: destroyed lactiferous duct. van Gieson. Magnification: 120 ×. Microphotogram.

Fig. 24. Cow I. Udder, right rear quarter, region 2: flattening and partial cornification of the epithelium of the lactiferous duct. van Gieson. Magnification: 56 ×. Microphotogram.

Fig. 25. Cow I. Udder, left rear quarter, region 5: proliferation and flattening of the epithelium of the lactiferous duct, partial cornification, and obstruction of the lumen. van Gieson. Magnification: 350 ×. Microphotogram.

Fig. 26. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: proliferation and flattening of the epithelium of the lactiferous duct, partial cornification, and obstruction of the lumen. van Gieson. Magnification: 350 ×. Microphotogram.

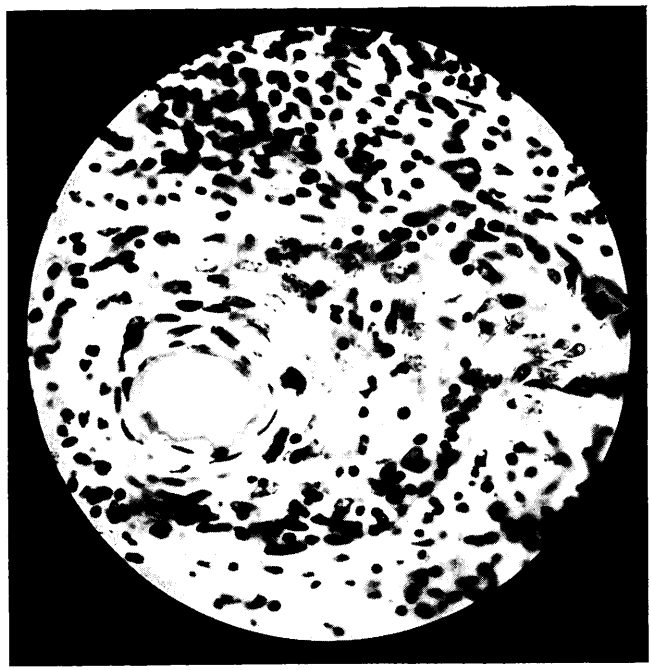


Fig. 25.

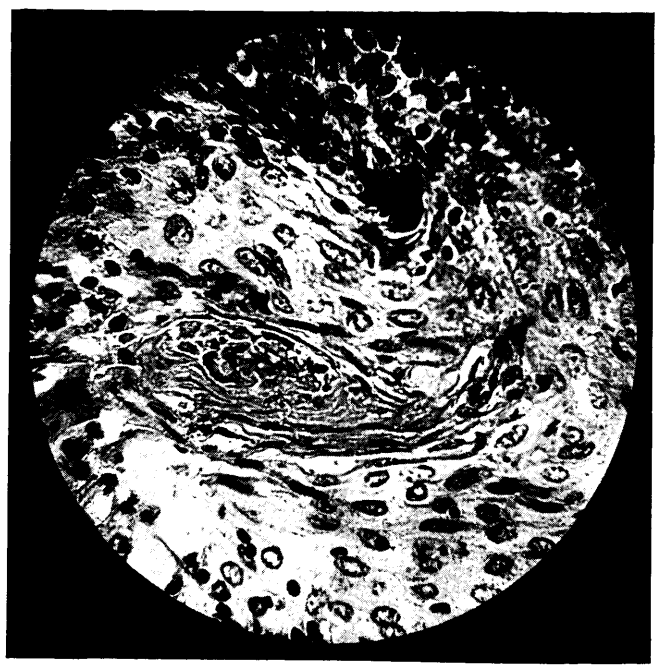


Fig. 26.

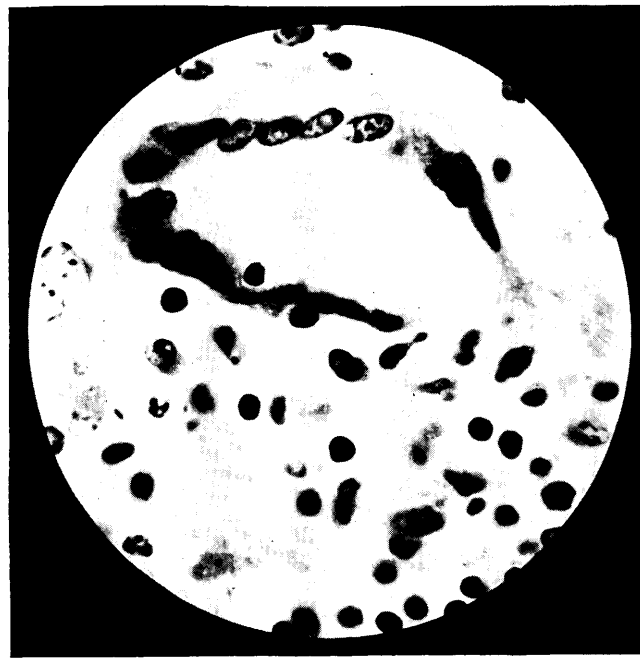


Fig. 27.

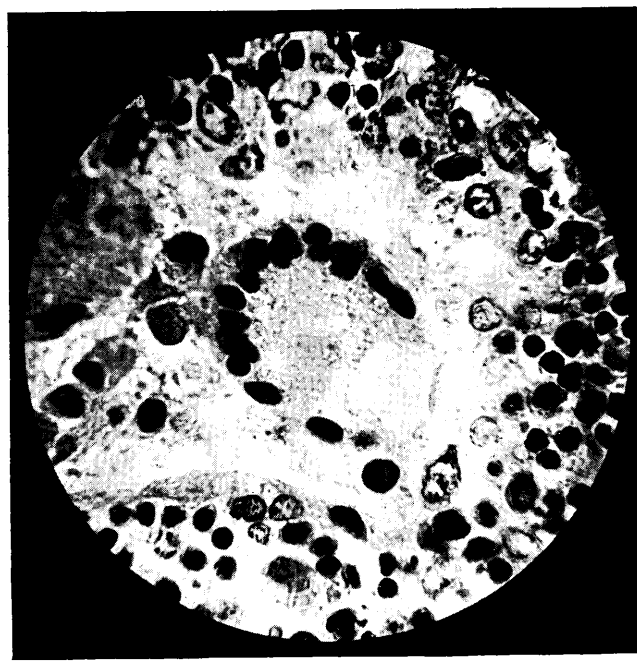


Fig. 28.

Fig. 27. Cow I. Udder, right rear quarter, region 5: focus of the epithelioid cells including a giant-cell in the very considerably changed lactiferous duct. van Gieson. Magnification: 900×. Microphotogram.

Fig. 28 Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: epithelioid cells and one giant-cell in the epithelium of the destroyed lactiferous duct. van Gieson. Magnification: 900×. Microphotogram.

Fig. 29. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2: numerous plasma cells in the epithelium of the destroyed lactiferous duct. van Gieson. Magnification: 900 ×. Microphotogram.

Fig. 30. Cow III. Udder, right rear quarter, region 7: obstruction of the lactiferous duct, and in the centre a cornified mass with a deposit of lime. Flattened epithelium round the cornified mass. van Gieson. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

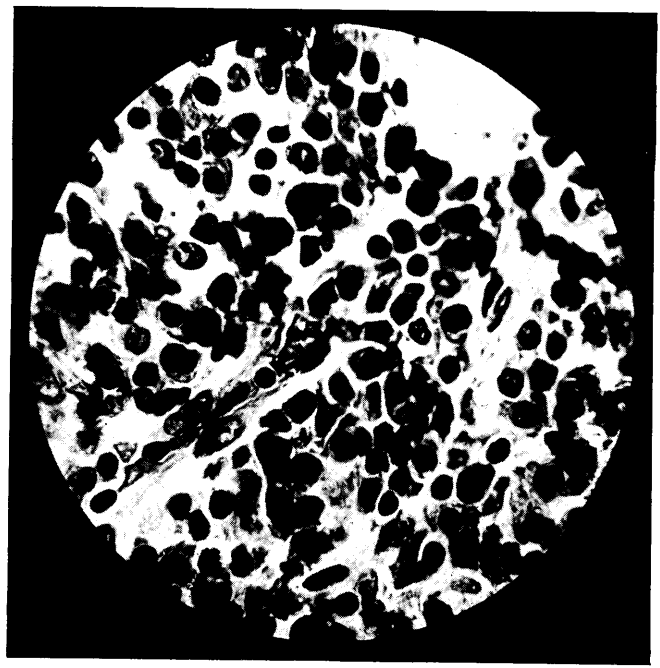


Fig. 29.

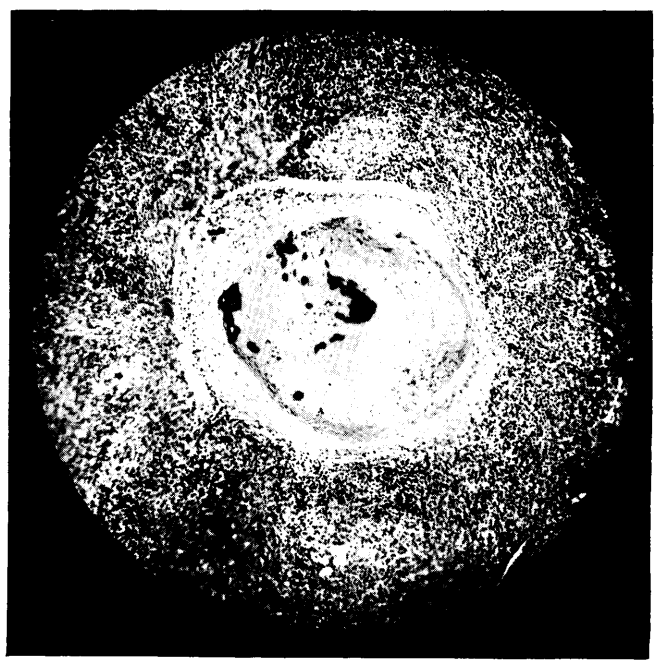


Fig. 30.



Fig. 31.

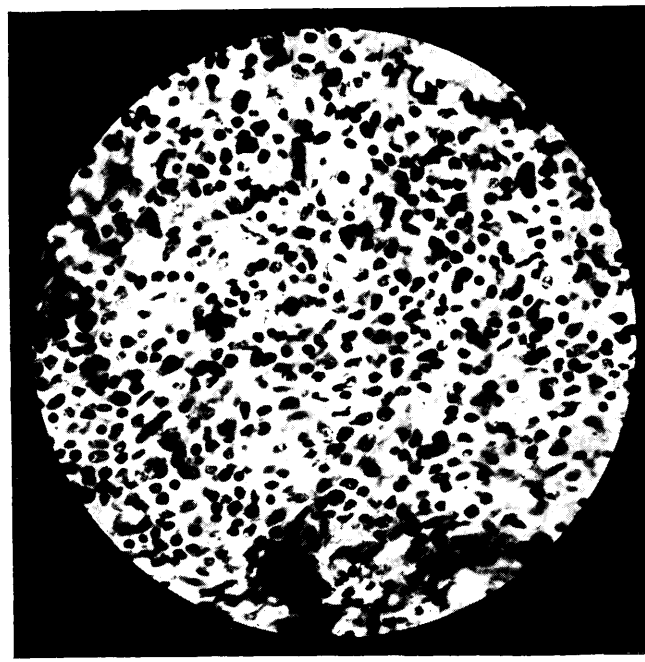


Fig. 32.

Fig. 31. Cow III. Udder, a part of the cystiform formation. van Gieson Magnification : 60 ×. Microphotogram.

Fig. 32. Cow II. Udder, right front quarter, region 7 : dense inflammatory infiltration in place of the destroyed alveoli, and intense proliferation of the connective tissue. van Gieson. Magnification : 350 ×. Microphotogram.

Fig. 33. Cow II. Udder, right rear quarter, region 2, numerous plasma cells in the interlobular interstitial connective tissue, changed by inflammation. van Gieson. Magnification: 500 ×. Microphotogram.

Fig. 34. Cow I. Udder, right front quarter, region 1: mast cell in the dilated interalveolar tissue. van Gieson. Magnification: 900 ×. Microphotogram.

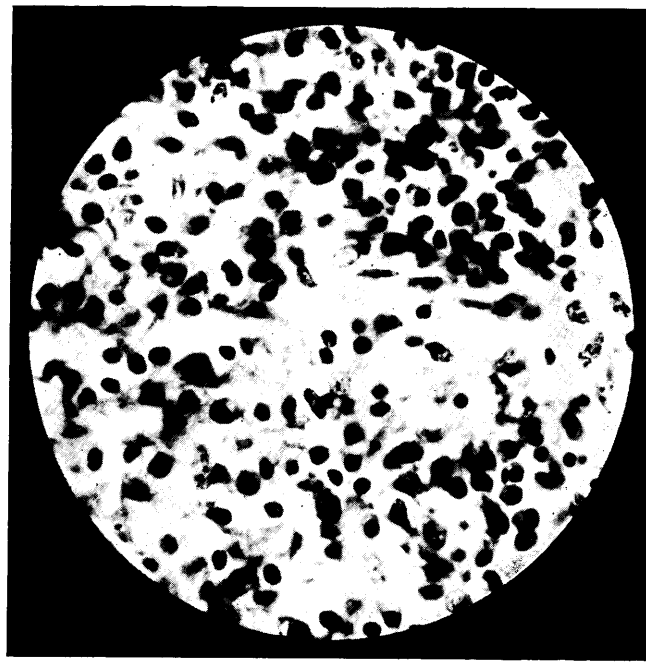


Fig. 33.

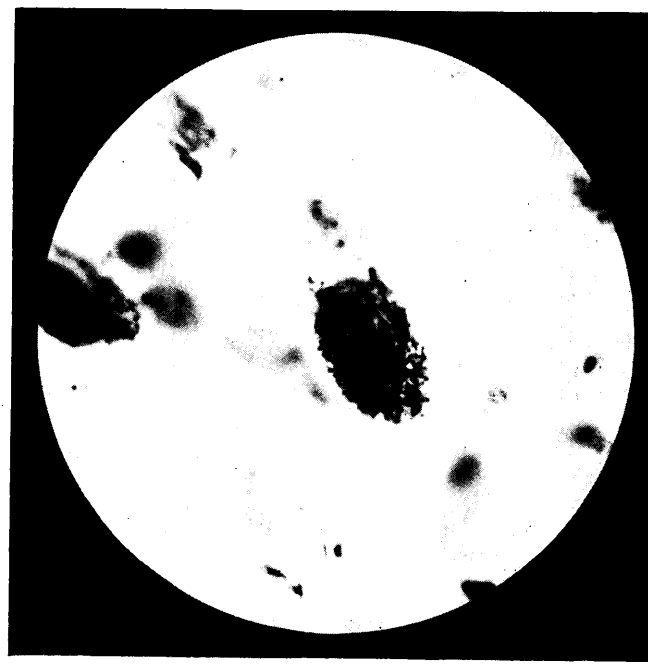


Fig. 34.



Fig. 35.

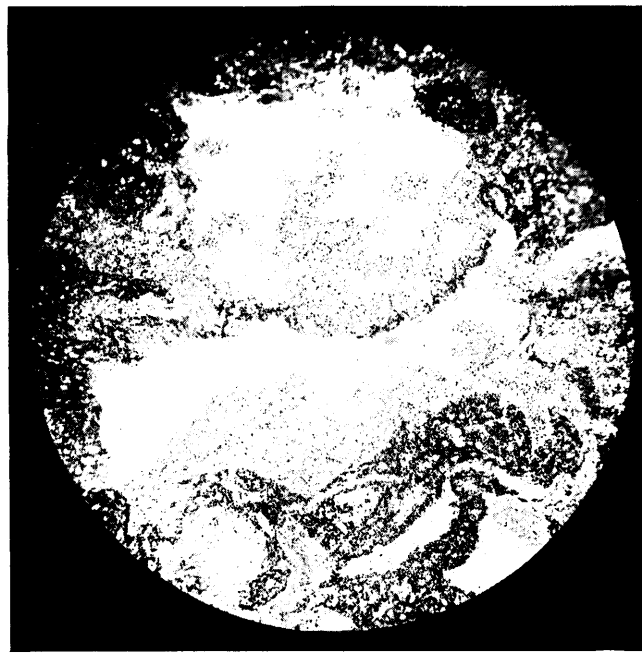


Fig. 36.

Fig. 35. Cow V. Udder, right front quarter, region 8: numerous amyloid corpuscles in the intensely changed lumina of the alveoli, and a dense interalveolar infiltration. Haematoxylin-eosin. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

Fig. 36. Cow VI. Left deep inguinal lymph node: considerable dilatation of the lymph sinus containing masses of decaying cells and portions of decayed cells. van Gieson. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

Fig. 37. Cow I. Right supramammary inguinal lymph node: focus of epithelioid cells with one giant-cell. van Gieson. Magnification: 900 ×. Microphotogram.

Fig. 38. Cow I. Right supramammary inguinal lymph node: connective tissue with infiltration of focal plasma cells and lymphocytes instead of the reticular tissue. Magnification: 60 ×. Microphotogram.

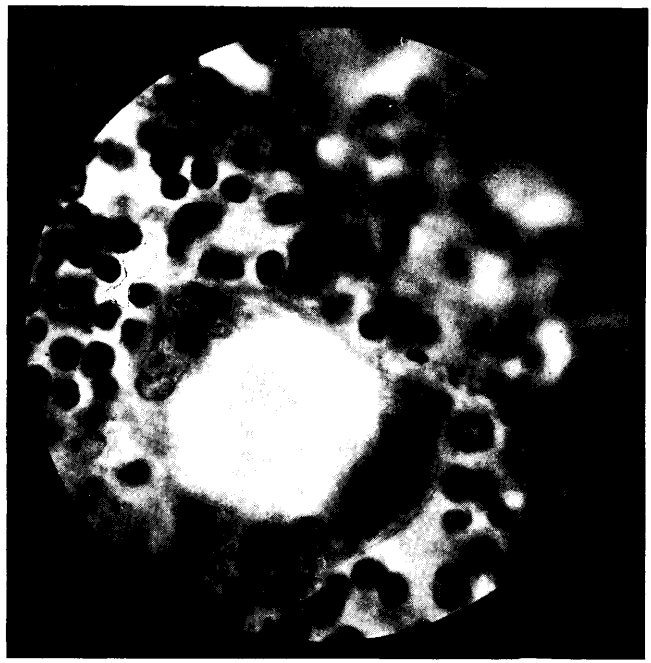


Fig. 37.

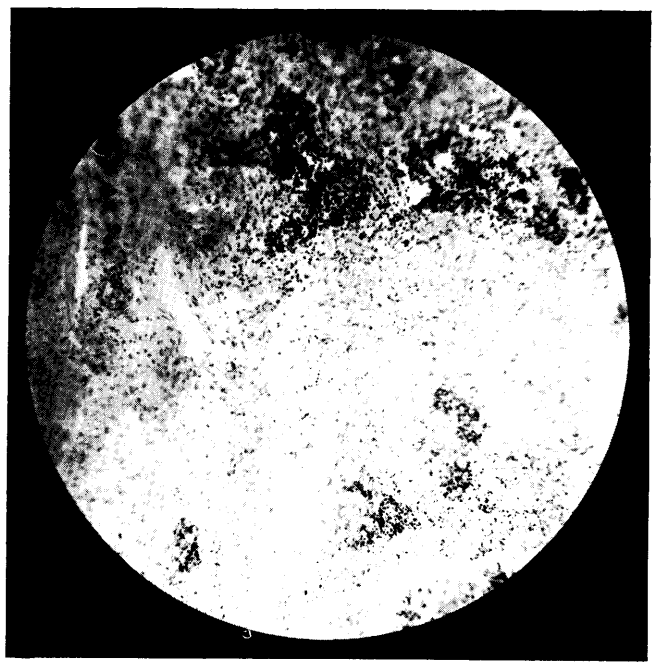


Fig. 38.

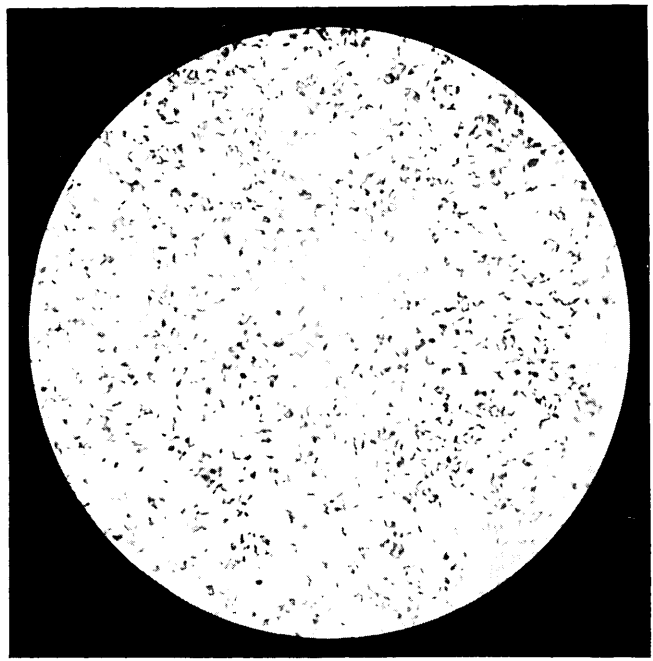


Fig. 39.

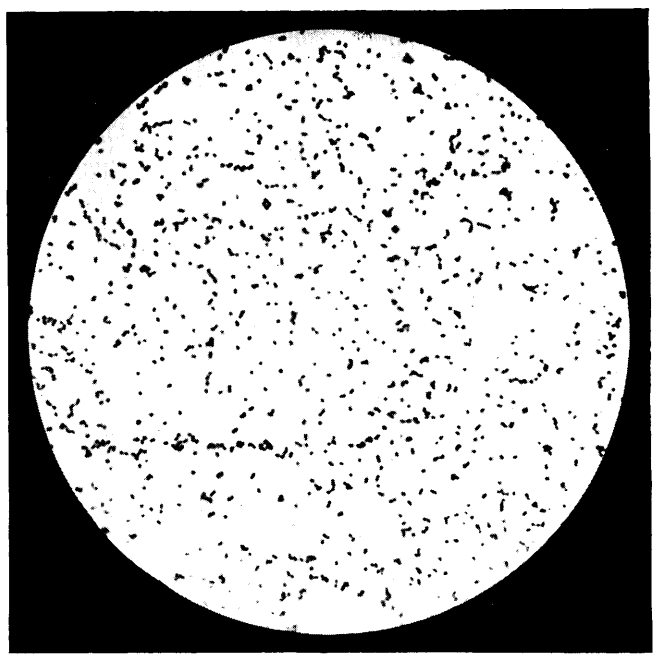


Fig. 40.

Fig. 39. Smear preparation from a 24 hours' old culture of *Br. abortus*. Carbolfuchsin. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

Fig. 40. Smear preparation from a 14 days' old culture of *Br. abortus*. Carbolfuchsin. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

Fig. 41. Histological section of a lymph node, showing a 14 days' old culture of *Br. abortus* injected into the lymph node. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

Fig. 42. *Br. abortus* in a histological section of the spleen of a brucellous guinea-pig. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.



Fig. 41.

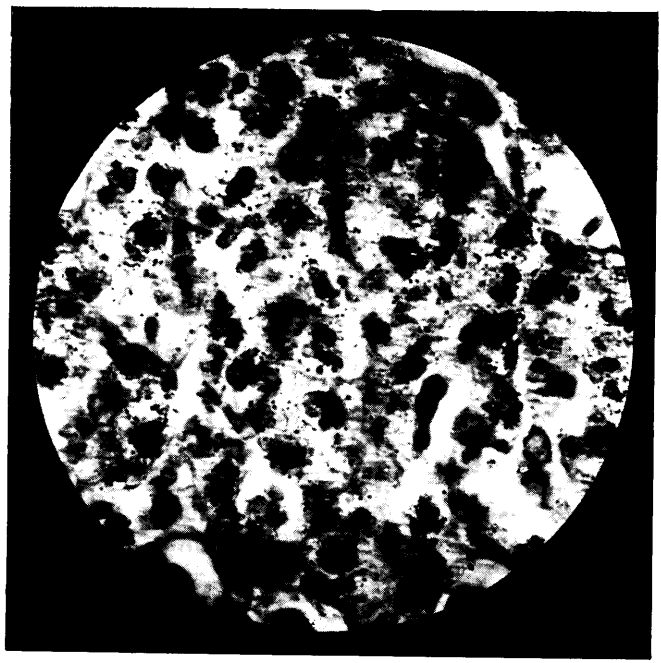


Fig. 42.

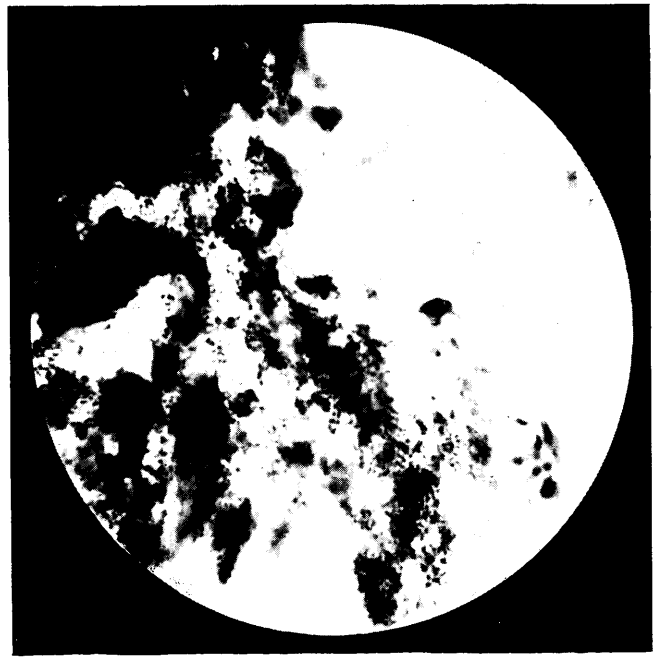


Fig. 43.

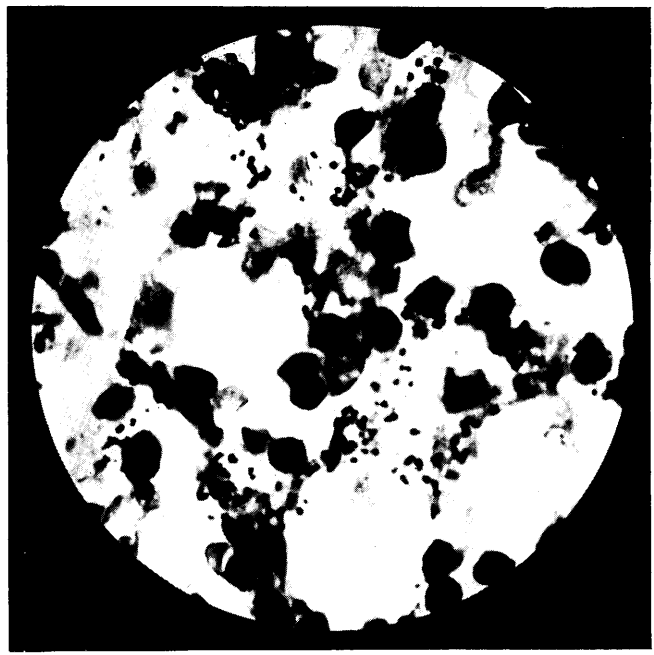


Fig. 44.

Fig. 43. *Br. abortus* in a histological section of fetal membranes of a brucellous cow. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100×. Microphotogram.

Fig. 44. Cow IV. Right supramammary lymph node: pieces of nuclei and granules of pigment between cells. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100×. Microphotogram.

Fig. 45. Cow IV. Udder, right rear quarter, region 3: *Br. abortus* in an intensely changed inflammatory focus, round the capillary, in endothelial cells and in the lumen of the capillary. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

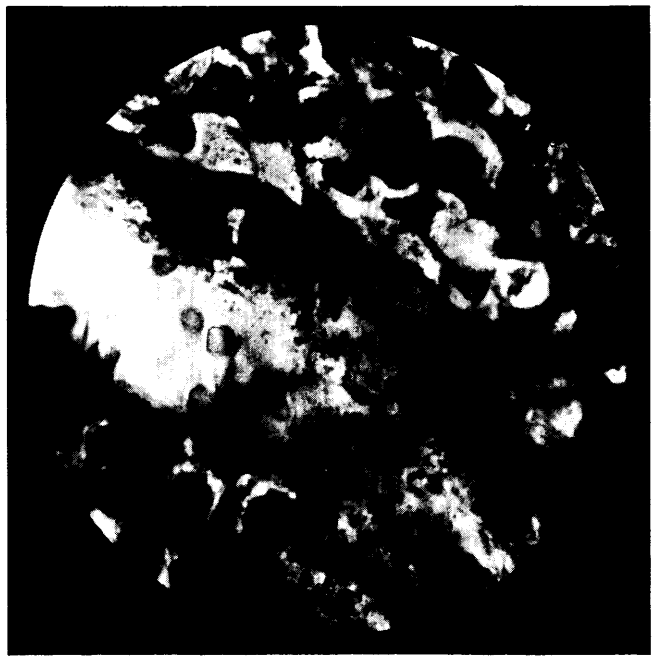


Fig. 45.

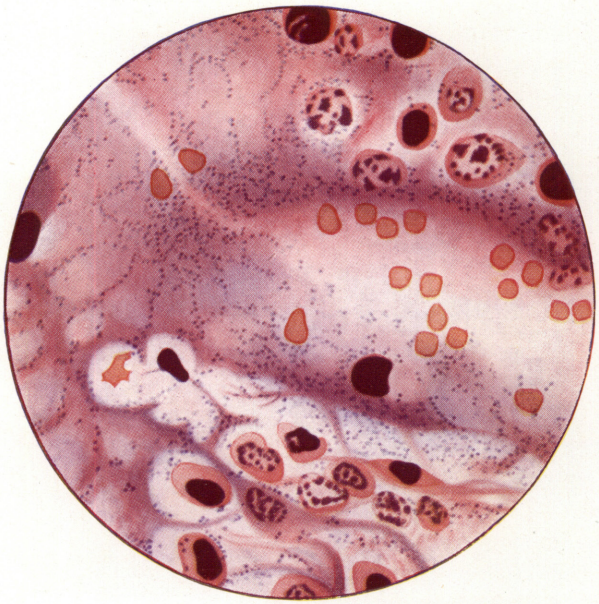


Fig. 45-a.

Fig. 45-a — like fig. 45. Drawing.

Fig. 46. Cow IV. Udder, right rear quarter, region 3: *Br. abortus* in a histological section of an intensely changed parenchyma, singly between cells and in cells. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

Fig. 47. Cow. I. Udder, left rear quarter, region 4: *Br. abortus* in the focus of epithelioid cells, between cells and in cells. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.



Fig. 46.

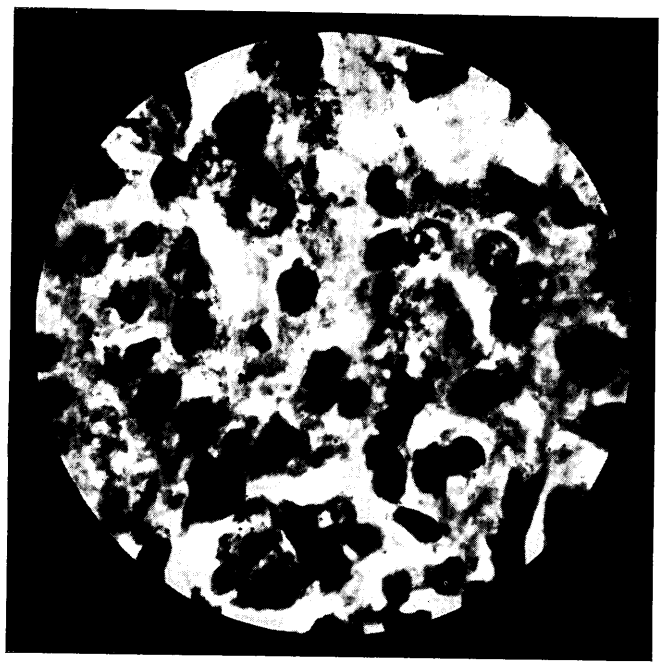


Fig. 47.

Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis
(Dorpatensis) A XXXI. 1.

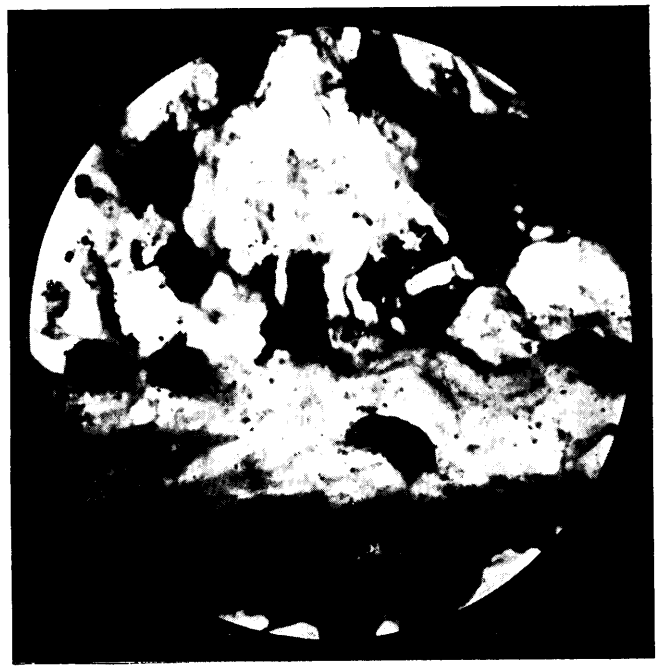


Fig. 48.



Fig. 49.

Fig. 48. Cow II. Right supramammary lymph node: *Br. abortus* in an inflammatory focus, between cells and in cells. Carbolfuchsin. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

Fig. 49. Cow IV. Left supramammary lymph node: *Br. abortus* in the lymph sinus. Giemsa method as modified by me. Magnification: 1100 ×. Microphotogram.

ZU H. VOGTS ANSICHTEN ÜBER DIE OBERE GRENZE DER STERNMASSEN

VON

WILHELM ANDERSON

TARTU 1936

K. Mattiesens Buchdr. Ant.-Ges., Tartu 1936.

Bekanntlich erklärt H. Vogt die Existenz einer oberen Grenze der Sternmassen u. a. dadurch, daß (wenn kQ gegen das Sternzentrum anwächst) sich vom Sternzentrum ausgehend eine Zone ausbilde, in der sich keine Materie mehr aufhalten kann, sondern nur strahlende Energie. Beim Übergange zu immer größeren Sternmassen werde die erwähnte „leere" Zone immer ausgedehnter, wodurch der Stern immer mehr an Stabilität verliere, indem er sich immer mehr dem unmöglichen Grenzzustand nähere, bei welchem alle Materie in einer unendlich dünnen Kugelschale vereinigt ist. Dies Resultat glaubt Vogt aus den Gleichungen

$$k \,.\, Q = 4\pi c G\,(1-\beta)\left[1+\psi\,(\mathfrak{r})\,\frac{\beta}{4-3\beta}\right] \tag{1}$$

und

$$\frac{1-\beta}{\beta^4} = \varphi\,(\mathfrak{r}) \cdot \frac{1}{(1+\xi)^4} \cdot M^2 m^4 \tag{2}$$

folgern zu dürfen.

Ich habe nun unlängst darauf hingewiesen, daß die Bedingung (1) unmöglich im Gebiete der obenerwähnten zentralen „leeren" Zone erfüllt sein kann[1]). Für diese Zone ist doch offenbar $kQ = 0$ zu setzen, so daß (1) in

$$0 = 4\pi c G\,(1-\beta)\left[1+\psi\,(\mathfrak{r})\,\frac{\beta}{4-3\beta}\right] \tag{3}$$

übergeht. Daraus folgt aber

$$(1-\beta) = 0,$$

was unmöglich ist, denn dies würde ja bedeuten, daß in dieser nur mit strahlender Energie angefüllten Zone der Strahlungsdruck gleich Null sei.

---

[1]) W. Anderson, Publ. de l'Observatoire Astronomique de l'Université de Tartu **29**,1 = Acta et Commentationes Universitatis Tartuensis (Dorpatensis) A XXIX.$_9$ S. 131 f. (1936).

Gegen meine Kritik wendet sich nun Vogt mit einer sehr scharfen Antikritik[2]), wo er sich über meine Beweisführung folgendermaßen ausdrückt: „Zu dieser Beweisführung, über die man schon mehr als staunen muß .... Denn die Gleichung (3) wird natürlich nicht nur durch $(1-\beta)=0$, sondern auch durch

$$\left[1+\psi(\mathfrak{r})\,\frac{\beta}{4-3\beta}\right]=0 \tag{4}$$

befriedigt".

Ich fürchte, daß Vogts „Staunen" voreilig gewesen ist. Vogt sagt ja an einer anderen Stelle: „... aber es bleiben dann doch jedenfalls, worauf es uns bei dieser Betrachtung ankommt, $\psi(\mathfrak{r})$ und $\chi(\mathfrak{r})$, ebenso wie auch ξ, endliche Größen, wenn nur die Abweichungen von den gewöhnlichen Gasgesetzen nicht unendlich groß sind, bzw. die Sternmaterie nicht vollkommen inkompressibel ist"[3]). In der „leeren" Zone ist die Gasdichte gleich Null und der Gasdruck ebenfalls gleich Null. Liegt darin ein Verstoß gegen die gewöhnlichen Gasgesetze? — Keinesfalls, denn nach diesen Gesetzen muß der Gasdruck tatsächlich gleich Null werden, sobald die Gasdichte gleich Null wird. Also kann $\psi(\mathfrak{r})$ nach Vogts eigenen Worten in der erwähnten Zone nicht unendlich groß werden. Da dort andererseits $\beta=0$ ist, so wird Vogts Ansatz (4) zur Unmöglichkeit. Statt (4) hat man für die „leere" Zone offenbar

$$\left[1+\psi(\mathfrak{r})\,\frac{\beta}{4-3\beta}\right]=1 \tag{5}$$

zu schreiben. Damit kann Vogts „Antikritik" als erledigt betrachtet werden.

Ich hatte noch einen anderen Einwand erhoben. Sobald sich eine kleine aus reiner strahlender Energie bestehende „Blase" ausbilden würde, müßte sie nach dem Archimedischen Gesetze nach oben steigen. Sollte sich an derselben Stelle eine zweite „Blase" bilden, so erleidet sie dasselbe Schicksal, u. s. w. Die Masse des Sternes kann so groß sein, wie sie will, und die Energiequellenverteilung ganz beliebig: niemals wird das Archimedische

[2]) H. Vogt, Astron. Nachrichten **260**, 281, 1936.

[3]) H. Vogt, Veröffentlichungen der Universitäts-Sternwarte zu Jena Nr. **2**, S. 4 (1929).

Gesetz die Entstehung einer ausgedehnten „leeren“ Zone (die dem Stern „gefährlich“ werden könnte) zulassen.

Auf diesen Einwand weigert sich Vogt einzugehen (!).

Man kann gegen die Möglichkeit einer „leeren“ Zone noch einen anderen Einwand erheben. An der Peripherie der „leeren“ Zone werden sich doch viele Atome befinden, deren Geschwindigkeiten mehr oder weniger genau zum Sternzentrum gerichtet sind. Durch welchen Mechanismus können derartige Atome am Eindringen in die „leere“ und für gewöhnliche Materie „verbotene“ Zone verhindert werden? — In der „leeren“ Zone (wo nur strahlende Energie vorhanden ist) gibt es ja keine Energiequellen, also auch keine nach außen gerichtete Nettoströmung strahlender Energie, welche die von allen Seiten hereindringenden Gasatome, Ionen und Elektronen „zurückblasen“ könnte.

Bei extremer Temperatur entsteht eine neue Schwierigkeit: die „Paarbildung“ nach Dirac. In einem solchen Falle wird sich in der „leeren“ und für Materie „verbotenen“ Zone (trotz des Verbots) Materie aus strahlender Energie bilden. —

Gehen wir jetzt zu anderen Fragen über.

Um Abweichungen von den gewöhnlichen Gasgesetzen Rechnung zu tragen, setzt Vogt den Gasdruck gleich

$$p = \frac{\Re \varrho T(1+\xi)}{m}, \tag{6}$$

wo ξ eine variable Größe ist, die, je nachdem sich die Sternmaterie inkompressibler oder kompressibler als ein vollkommenes Gas verhält, positiv oder negativ ist. Verhält sich die Sternmaterie wie ein vollkommenes Gas, so ist $\xi = 0$ zu setzen. Dagegen sei $\xi = \infty$ gleichbedeutend mit absoluter Inkompressibilität der Sternmaterie [4]).

Gegen letztere Behauptung muß ich aber Einspruch erheben. Z. B. Gasentartung stellt ja auch eine Abweichung von den idealen Gasgesetzen dar. Natürlich kann jeder beliebige Entartungsdruck (bei passender Wahl von ξ) durch (6) ausgedrückt werden. Bei $T = 0$ geht p in den Nullpunktsdruck über, der doch eine endliche und von Null verschiedene Größe darstellt. Ist aber $T = 0$ und ist dabei p von Null verschieden, so kann (6) nur

[4]) Ebenda, S. 3 f.

dann befriedigt werden, wenn $\xi = \infty$ ist. Trotzdem wird doch niemand behaupten wollen, daß entartetes Gas bei $T = 0$ immer absolut inkompressibel sei! — Wir sehen also, daß $\xi = \infty$ durchaus nicht immer die absolute Inkompressibilität der Sternmaterie zu bedeuten braucht.

Vogt findet, daß die Existenz eines Sternes nur dann möglich sei, wenn kQ innerhalb bestimmter Grenzen variiert. Je größer die Masse des Sternes ist, desto geringeren Spielraum habe kQ. Bei unendlich großer Masse sei überhaupt ein Aufbau nur noch bei einer ganz bestimmten Verteilung der Energiequellen möglich, nämlich wenn die Größe kQ für das ganze Sterninnere gleich einer Konstanten, nämlich gleich

$$kQ = 4\pi cG \tag{7}$$

ist. Vogt glaubt ein solches Resultat aus (1) und (2) ableiten zu können. Dabei nimmt Vogt als eine Selbstverständlichkeit an, daß wenn $kQ = \text{const.}$ und $M = \infty$ ist, $1 - \beta = 1$ sein müsse; ist die Masse zwar endlich, aber extrem groß, so könne $1 - \beta$ nur wenig von 1 verschieden sein. Vogt scheint zu glauben, daß dies ein absolutes Gesetz sei, welches überall und zu allen Zeiten gelten müsse. Vogt irrt sich aber! — Nehmen wir an, daß die anfängliche Masse extrem groß sei, und daß die Energiequelle in der Verwandlung von Wasserstoff in Helium bestehe (eine bekannte Hypothese, die besonders von Eddington vertreten wird). Wird in diesem Falle $1 - \beta$ in alle Ewigkeit wenig verschieden von 1 bleiben? — Natürlich nicht! Im Verlaufe der Zeit wird die Energiequelle mehr und mehr versiegen, so daß die innere Temperatur schließlich zu sinken beginnen wird, und dann muß $1 - \beta$ nolens volens von 1 abrücken. Im Endstadium ist die Temperatur auf 0^0 abs. herabgesunken, und dann ist $1 - \beta = 0$; der Stern kann jetzt nur noch Nullpunktsenergie enthalten. Die Gleichung (2) ergibt dann

$$\varphi(\mathfrak{r}) \frac{1}{(1+\xi)^4} = 0,$$

was aber durchaus nicht zu bedeuten braucht, daß das entsprechende entartete Gas absolut inkompressibel sei. Dabei hat sich die Masse des Sternes im Verlaufe des „Sternlebens" infolge von Ausstrahlung zwar verringert, aber nur sehr unbedeutend (wenn nämlich die Verwandlung von Wasserstoff in Helium die

Hauptenergiequelle darstellt). Somit stellt ein beliebig kleiner Wert von $1-\beta$ bei beliebig großer Masse nichts für das Gleichgewicht prinzipiell Unmögliches dar. Dann kann aber nach (1) auch kQ bei beliebig großem M beliebig nahe an Null heranrücken, ohne daß dabei der Sternaufbau zur prinzipiellen Unmöglichkeit würde. Statt (7) hat man daher

$$kQ \leqq 4\pi cG \tag{8}$$

zu setzen. Dann kann aber auch von einem „immer enger werdenden Spielraume" für kQ bei wachsendem M nicht die Rede sein.

Schon Eddington hat darauf hingewiesen, daß k der Bedingung

$$k < 4\pi cG\,M/L$$

genügen muß [5]), was mit

$$kQ < 4\pi cG$$

gleichbedeutend ist. Der Grund liegt darin, daß ein zu großes kQ den Stern auseinandersprengen müßte. Die Notwendigkeit einer oberen Grenze für kQ hat somit einen vernünftigen und für jedermann einleuchtenden Grund. Womit will man aber die angebliche Notwendigkeit einer unteren Grenze für kQ begründen? — Ein „zu kleines" kQ wird doch das Zusammenballen von Materie zu einem Stern noch weniger verhindern können, als ein kQ innerhalb der von Vogt zugelassenen Grenzen. —

Nur in einem Punkte muß ich Herrn Vogt recht geben. Zur Erklärung dafür, warum es keine Sterne von extrem großer Masse gibt, habe ich eine eigene Theorie aufgestellt. Nun bemerkt dazu Vogt, daß meine Theorie gar nichts Neues darstelle, daß er, Vogt, eine ähnliche Theorie schon längst aufgestellt habe, und zwar in einer strengeren und allgemeineren Form. Wie ich mich nachträglich überzeugen mußte, stimmt dies tatsächlich. Dies ist aber auch der einzige Punkt, wo ich mich veranlaßt sehe, Herrn Vogt recht zu geben.

[5]) A. S. Eddington, Der innere Aufbau der Sterne, S. 142, Berlin 1928.

THE PULSATION THEORY OF MIRA CETI

BY

JACOB GABOVITŠ

TARTU 1936

Printed by K. Mattiesen Ltd., Tartu, 1936.

Summary.

The following conclusions may be drawn from the results obtained.

1. On account of the great absorption in the visual region of the *M*-type variables, produced by the *TiO* atmosphere, the visual magnitude cannot be used directly to calculate the effective temperature; a good approximation to the true effective temperature of these stars may be got from the difference — photographic magnitude *minus* bolometric magnitude. The "photo-bolometric" temperature of Mira obtained in this manner (Table II) varies from 2630° (just before the maximum light) to 1690° (at the minimum light), the amplitude of variation, 940 degrees, being much greater than any other obtained before. The comparison of our "photo-bolometric" temperatures with the temperatures by Pettit and Nicholson (Fig. 1) shows that the latter temperatures are systematically too high. This circumstance is explained by the influence of *TiO* absorption on the "water-cell absorption" from which the temperatures by Pettit and Nicholson are determined.

2. From the "photo-bolometric" temperatures "ideal" colour indices are calculated which range from 2.35 to 4.19 as compared (Fig. 2) with the observed colour variation from 0.87 to 2.25 (the extreme values of the "ideal" colour index, and the observed colour index not coinciding in phase). From the difference of the "ideal" colour, and the observed colour the variation of the *TiO* colour correction is obtained (Fig. 3). The latter permits us to correct the observed visual magnitude for the *TiO* absorption which gives the "ideal" visual magnitude. The "ideal" visual magnitude varies from 2.42 to 6.95 as compared with the range of the observed visual magnitude (corrected for the visual companion) from 3.32 to 9.90. All these results are collected in Table III.

3. The angular diameter of Mira, computed from the "photo-bolometric" temperature and the "ideal" visual magnitude, varies

from 0".034 to 0".062, being greater at minimum than at maximum brightness. With an adopted parallax of Mira equal to 0".019, the corresponding values of the linear photospheric radius are 191 and 352 of the sun's radius respectively. The density of Mira, with an assumed mass of 9.6 ⊙, ranges from $13.8 \cdot 10^{-7}$ ⊙ to $2.2 \cdot 10^{-7}$ ⊙ (Fig. 5). The "photospheric" radial velocity, computed from the variation of the diameter, has a range of 32.5 km/sec, as compared with the range of 11.8 km/sec obtained by Joy from absorption lines. The dissimilarity of the two radial velocity curves (Fig. 6) is enormous, our "photospheric" radial velocity curve showing a quite peculiar and irregular trend. The difference between the recess and the approach semiamplitudes of our curve, the corresponding values being +20.4 and −12.1 km/sec respectively, is especially remarkable. The results summarized here are represented in Table IV.

4. The range of the "ideal" visual magnitude of Mira, 4.53, requires a ratio of the radii of 1.84, the radius at minimum brightness being greater. This result is confirmed by the consideration of the bolometric magnitude range obtained by Pettit and Nicholson, 0.87 mag., which gives a ratio of 1.62 of the radii in satisfactory agreement with the former value and requiring also a greater radius at minimum light. *This circumstance is certainly the most weighty argument in favour of the pulsation theory of Mira.*

5. A comparison is made of the computed angular diameter of Mira with the interferometer results obtained by Pease at two different maxima. The agreement is quite satisfactory, the difference $d''_{interf.} - d''_{comp.}$ being within the limits of the interferometer measurement error.

6. The relative temperature and radius ranges of Mira are nearly equal, their equality being required also by Eddington's pulsation theory.

7. The density variation curve of Mira resembles that expected for a pulsating star, the variation of density being great only near the maximum light, whereas during 0.6 of the whole period the density is almost constant. The logarithmic mean of the computed densities shows a satisfactory agreement with Eddington's theoretical average density of a pulsating star with the period of 332 days.

8. The "photospheric" radial velocity curve of Mira differs considerably from the radial velocity curves obtained for the Cepheids; however, the most characteristic feature of the latter, the coincidence of maximum velocity of approach with maximum light, appears also in the Mira curve. The different radial velocity curves shown by the photosphere, the absorption lines, and the emission lines can be explained with the aid of the pulsation theory as follows: the absorption line velocities occur at the chromosphere (*i. e.*, at a higher level than the photosphere); the emission line velocities represent variations of a still higher level. A considerable displacement of phase between the three radial velocity curves must be expected from the standpoint of the pulsation theory on account of the great extent of the atmosphere of Mira. The semiamplitudes of the photospheric and chromospheric radii variations are 80 and 37 radii of the sun respectively. Table V shows the change of the chromospheric radius relative to the photospheric radius.

9. From the *luminosity — radius* curve of Mira (Fig. 7), supported by Getting's corresponding curves of the Cepheids and of RV Tauri variables, we draw the following important conclusion: all regular physical variables have *bolometric magnitude — photospheric radius* curves with the same characteristic features — the curves are closed with an anti-clockwise direction of description.

10. With the increasing brightness of Mira the temperature is higher than with the equal decreasing brightness (Fig. 8). This result is confirmed by Pettit and Nicholson for five other long-period variables and by Reesinck for δ Cephei.

11. With the decreasing temperature of Mira the density is smaller than with the equal increasing temperature (Fig. 9). Reesinck's result on δ Cephei: "With decreasing temperature the ionisation is stronger than with equal increasing temperature", may be regarded as identical with our result on Mira Ceti, taking into account that stronger ionisation occurs at a smaller density.

12. With the increasing spectrum of Mira the *TiO* correction is greater than with the equal decreasing spectrum (Fig. 10). The double-valued form of the *spectrum — TiO correction* curve may be explained only on the assumption of the variable pressure possible only in case of the pulsation theory; generally, both

the spectrum and the *TiO* correction depend not only upon the quantity of *TiO* present in the star but also upon the pressure variation; a deviation from strict parallelity between the two pressure effects, together with the assumption of variable pressure, may account for the phenomenon.

13. The variation of the surface gravity of Mira (Fig. 11) is found to be similar to that obtained by Kipper for two Cepheids, the maximum of surface gravity in all three cases taking place almost exactly at the same phase (from —0.05 to —0.1). This phase, 0.90, or 0.95, apparently represents the most characteristic moment in the cyclic variation of the regular variable stars.

14. *All physical regular variables form one group of stars with the same cause of variation, pulsation being the most probable explanation of the observed phenomena.*

I. The Results.

1. Introduction.

The most serious obstacle in the study of the physical conditions of the *M*-type long-period variables is the appearance of a variable titanium oxyde atmosphere in these low temperature stars which considerably affects their visual magnitude and colour. As shown by the writer[1], the deviation from the black body radiation of the *M*-type stars is almost entirely due to *TiO* absorption.

Thus, estimating, for instance, such an important feature as the effective temperature, we must start from observational data which are not, or are only little influenced by *TiO* absorption. Such data are the radiometric and photographic magnitudes, since the *TiO* absorption is distributed mainly over the visual wave-lengths.

The difference between the photographic and bolometric magnitudes (the latter being derived from the radiometric magnitudes) gives us the true effective temperature. Further, using any colour — temperature relation, we get the "ideal" colour index, whereas the difference "ideal" colour *minus* observed colour gives us the *TiO* correction expressed in magnitudes. Finally, correcting the observed visual magnitude for the *TiO* correction found, we obtain the "ideal" visual magnitude, *i. e.* the magnitude of a star with the same true temperature distribution but without the titanium oxyde atmosphere.

Such a way of deriving the *TiO* absorption quantitatively was first used by Öpik and the writer in a paper on The Densities of Visual Binary Stars[2].

The object of the present paper is to show that by using the above described method we may obtain a reliable idea of

---

[1] J. Gabovitš, *Publ. Tartu Obs.*, **28.**5, 1936.

[2] J. Gabovitš and E. Öpik, *Publ. Tartu Obs.*, **28.**3, 1935.

the physical variations occurring in the long-period variable stars. For this purpose we chose the representative long-period variable Mira Ceti on account of the photographic and radiometric light curves available for it.

2. The Observational Data.

In Table I are collected the observational data for Mira Ceti. The subsequent columns give:

1. The visual phase; the phases considered are not equidistant, on account of the slow variation taking place on the descending branch and the much greater variation on the ascending one.

2. and 3. The observed photographic and the visual apparent magnitudes derived from the corresponding light curves, published by Miss Cannon [3].

4. The colour index *(C)*, from the data in columns 2 and 3. It must be remarked that the colour of Mira at minimum light, 1.24 mag., is possibly slightly underestimated on account of the influence of the *B* class [4] visual companion. However, the fact that in all known cases the colour indices of the long-period variables at minimum lie near 1.0 mag. [5] seems to indicate that the above quoted value of the colour of Mira at minimum is not far from the truth.

5. and 6. The photographic (m_p) and visual (m_v) magnitudes, corrected for the light of the companion. The magnitude of the companion was assumed to be 9.8, according to Aitken [6].

7. The radiometric (m_r) magnitude, as given by Pettit and Nicholson [7].

8. The atmospheric absorption of the radiometric magnitude, Δm_r (a function of the temperature [8]); Δm_r was determined by successive approximations.

---

[3] Annie J. Cannon, *Harv. Bull.*, **872,** 28, 1930.

[4] A. H. Joy, *Mt. Wilson Contr.*, No. **311,** 1926, page 54.

[5] B. P. Gerasimovič and H. Shapley, *Harv. Bull.*, **872,** 25, 1930.

[6] R. G. Aitken, *Publ. A. S. P.*, **35,** 323, 1923.

[7] E. Pettit and S. B. Nicholson, *Mt. Wilson Contr.*, No. **478,** 1933, page 17.

[8] *Ibid.*, page 15.

9. The bolometric (m_b) magnitude, derived from Pettit and Nicholson's formula[9]

$$m_b = m_r - \Delta m_r + 0.9 \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

10. The spectrum, according to Joy's spectrum — visual magnitude relation (*cf.*[4], Table III).

Table I.

Observational data for Mira Ceti.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	combined			corr. for comp.					
V. Ph.	m_p	m_v	C	m_p	m_v	m_r	Δm_r	m_b	Sp.
	m	m	m	m	m	m	m	m	
0.00	4.81	3.32	1.49	4.81	3.32	— 0.19	0.54	0.17	*M* 5.6
.05	5.17	3.41	1.76	5.17	3.41			.10	5.8
.10	5.49	3.74	1.75	5.50	3.75	— 0.28	.59	.03	6.3
.20	6.39	5.13	1.26	6.41	5.15	— 0.21	.65	.04	7.3
.30	7.38	6.51	0 87	7.43	6.56	— 0.01	.69	.20	8.0
.40	8.50	7.61	0.89	8.65	7.76	+ 0.31	.74	.47	8.4
.50	9.62	8.48	1.14	10.00	8.86	+ 0.58	.80	.68	8.8
.60	10.26	9.05	1.21	11.01	9.80	+ 0.83	.84	.89	9.1
.65	10.34	9.10	1.24	11.14	9.90			.90	9.1
.70	10.24	8.93	1.31	10.89	9.58	+ 0.83	.83	.90	9.0
.75	9.93	8.52	1.41	10.32	8.91			.85	8.8
.80	9.46	7.82	1.64	9.65	8.01	+ 0.68	.77	.81	8.5
.85	8.00	6.27	1.73	8.04	6.31			.72	7.9
.90	6.00	3.81	2.25	6.07	3.82	+ 0.33	0.60	.63	6.4
0.95	4.90	3.43	1.47	4.90	3.43			0.40	*M* 5.8

3. The Temperature.

Using the data in columns 5 and 9 of Table I we may obtain the true effective temperature (T) of Mira throughout all phases according to the formula (*cf.*[2]):

$$m_p - m_b = \frac{36100}{T} + 10 \log T - 43.40 \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Table II, column 3, shows the computed temperatures. The minimum value of our "photo-bolometric" temperature, 1690° K, coincides with the minimum light of Mira, whereas the maximum temperature, 2630° K, is reached at the visual phase 0.95.

In Table II and Fig. 1 the "photo-bolometric" temperatures are compared with the "water-cell" temperatures (T_{wc}) obtained

[9] *Ibid.*, page 11.

by Pettit and Nicholson[10]. The values of T_{wc} are systematically too high, the difference $T_{wc} - T$, as given in column 5 of Table II, increasing toward the minimum light. This seems to indicate

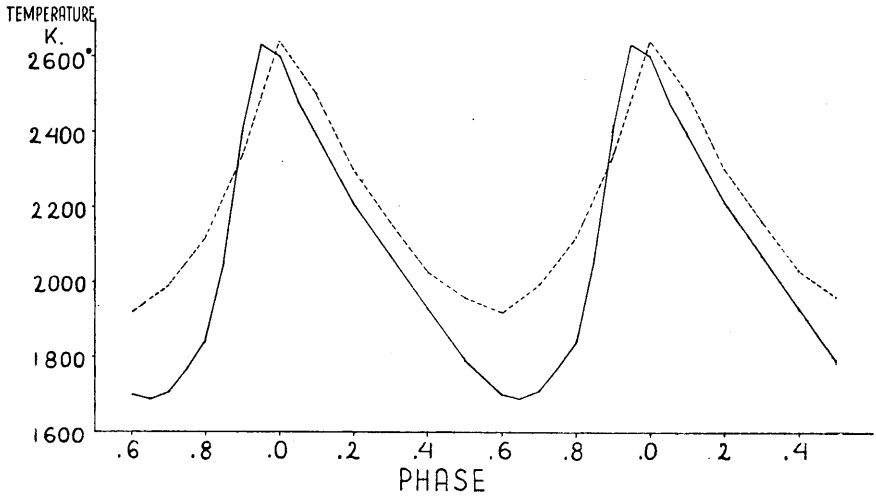


Fig. 1. Variation of temperature of Mira. Full line — true effective temperature; broken line — "water-cell" temperature.

that the influence of *TiO* absorption on the "water-cell absorption", suggested by Pettit and Nicholson[11], increases with the decreasing light of the star.

Table II.

True Effective Temperature *(T)* of Mira.

1 V. Ph.	2 $m_p - m_b$	3 T	4 T_{wc}	5 $T_{wc} - T$	1 V. Ph.	2 $m_p - m_b$	3 T	4 T_{wc}	5 $T_{wc} - T$
	m					*m*			
0.00	4.64	2600°	2640°	40°	0.65	10.24	1690°		
.05	5.07	2480			.70	9.99	1710	1990°	280°
.10	5.47	2390	2500	110	.75	9.47	1770		
.20	6.37	2210	2300	90	.80	8.84	1840	2120	280
.30	7.23	2070	2160	90	.85	7.32	2050		
.40	8.18	1930	2030	100	.90	5.44	2400	2340	—60
.50	9.32	1790	1960	170	0.95	4.50	2630		
0.60	10.12	1700	1920	220					

[10] *Ibid.*, page 17.
[11] *Ibid.*, page 14.

4. The "Ideal" Colour and the "Ideal" Magnitude.

For the colour-temperature relation we use the well-known expression with Öpik's constants[12] reduced[13] to the Harvard colour system:

$$\frac{C_2}{T} = 1.65\,C' + 1.56 \quad . \quad . \quad . \quad (3),$$

where C' is the "ideal" colour index, and $C_2 = 14300$.

After calculating the "ideal" colour indices from the temperatures given in column 3 of Table II, we obtain the *TiO* correction *(ΔC)* from

$$\Delta C = C' - C \quad . \quad . \quad . \quad (4),$$

where the observed colour C is taken from Table I, column 4. The "ideal" apparent visual magnitude (m'_v) is given then by

$$m'_v = m_v - \Delta C \quad . \quad . \quad . \quad (5),$$

where m_v is got from column 6 of Table I.

Table III contains the results of the computation. *Column 2* shows the "ideal" colour indices computed from formula (3). The "ideal" colour varies from 2.35 to 4.19, the range being thus 1.84 mag. In Fig. 2 the "ideal" colour variation curve (the upper curve) is compared with the observed one (the lower

Table III.

"Ideal" Colour *(C')*, *TiO* Correction *(ΔC)*, and "Ideal" Magnitude (m'_v).

1 V. Ph.	2 C'	3 ΔC	4 m'_v	1 V. Ph.	2 C'	3 ΔC	4 m'_v
	m	*m*	*m*		*m*	*m*	*m*
0.00	2.39	0.90	2.42	0.65	4 19	2.95	6.95
.05	2.55	0.79	2.62	.70	4.12	2.81	6.77
.10	2.68	0.93	2.82	.75	3.95	2.54	6.37
.20	2.98	1.72	3.43	.80	3.76	2.12	5.89
.30	3.24	2.37	4.19	.85	3.28	1.55	4.76
.40	3.55	2.66	5.10	.90	2.67	0.42	3.40
.50	3.90	2.76	6.10	0.95	2.35	0.88	2.55
0.60	4.15	2.94	6.86				

[12] E. Öpik, *Ap. J.*, **81**, 177, 1935.

[13] E. Öpik, *Publ. Tartu Obs.*, **27.1**, Table I, 1929.

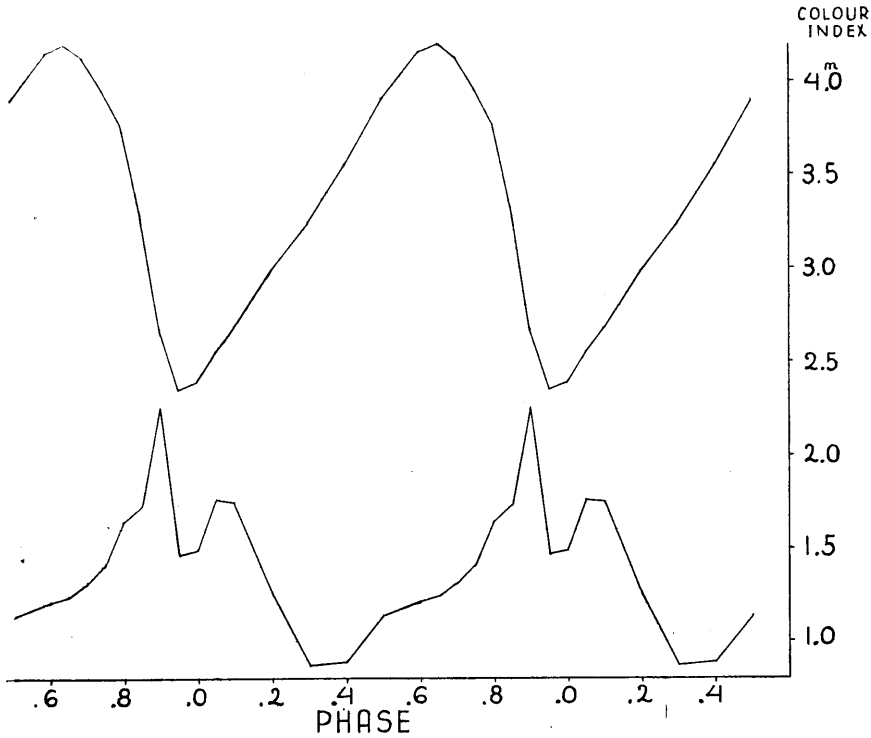


Fig. 2. Comparison of "ideal" colour (upper curve) with observed colour (lower curve) of Mira.

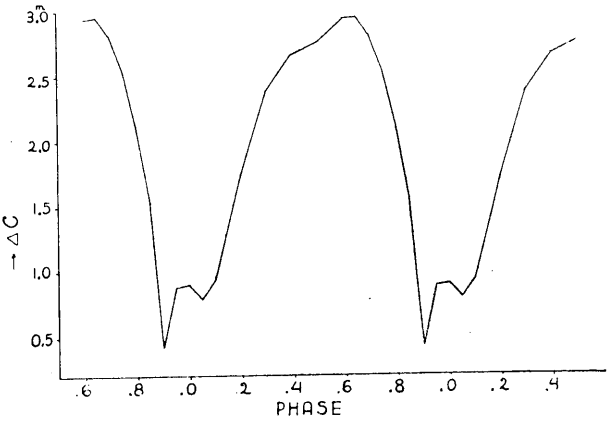


Fig. 3. Variation of *TiO* colour correction (ΔC) of Mira.

curve). It is remarkable that the jumps and inequalities present in the latter curve fail to appear in the "ideal" colour curve. *Column 3* contains the *TiO* correction ΔC, defined by (4). This correction reaches its maximum value, 2.95 mag., at the minimum light of Mira, while the minimum value of the *TiO* correction, 0.42 mag., falls into the visual phase 0.90. This result shows the interesting fact that the smallest quantity of *TiO* in the star does not appear at the maximum light but slightly before it.

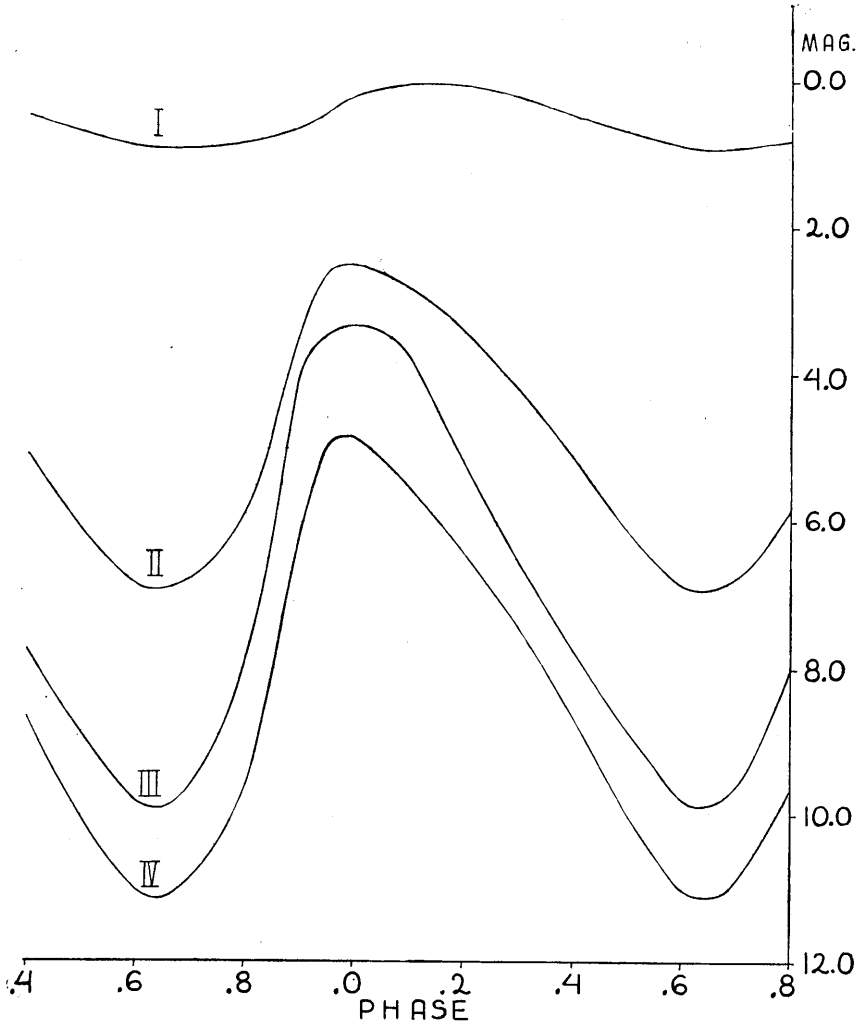


Fig. 4. Bolometric (I), "ideal" visual (II), observed visual (III), and photographic (IV) light curves of Mira.

Fig. 3 shows the ΔC variation curve graphically. *Column 4* gives the "ideal" apparent visual magnitudes m'_v, defined by (5).

In Fig. 4 the "ideal" visual light curve (II) is compared with the observed visual (III), the photographic (IV), and the bolometric (I) light curves. It is remarkable that the visual light curve corrected for the *TiO* absorption assumes a different form as compared with the uncorrected curve becoming now more similar to the photographic light curve.

5. The Diameter, Density, and "Photospheric" Radial Velocity.

The subsequent columns of Table IV contain:

1. The visual phase;
2. The angular diameter *(d'')*, computed from

$$\log d'' = \frac{5400}{T} - 0.2m'_v - 3.016 \quad . \quad . \quad . \quad (6),$$

where $\lambda_{max.} = 0.575$ is assumed for the effective visual wavelength of the *M*-type variables[14].

3. The linear radius R (sun = 1), derived from the data in column (2), and from the parallax of Mira. The latter we assume to be 0''.019 according to the apparent visual magnitude at maximum used in this paper and an absolute visual magnitude —0.3, estimated by Joy[15].

4. The density ϱ (sun = 1). The mass of Mira was assumed to be 9.6 $\odot$ according to the mean bolometric absolute magnitude —3.14 and the empirical mass — luminosity relation by Kopal[16]. The density variation curve is given by Fig. 5.

5. The "photospheric" radial velocity corrected for the average projection on the line of sight, obtained from the smoothed radius variation curve. In Fig. 6 our "photospheric" radial velocity curve (full line) is compared with the radial velocity curve obtained by Joy from absorption lines[17]. The dissimilarity of both curves is enormous. Contrary to the "ordinary" and smooth trend of Joy's curve, our radial velocity curve shows a quite peculiar nature, also having a much greater range of 32.5 km/sec, as compared with the 11.8 km/sec of the radial velocity range by Joy.

---

[14] A. H. Joy, *loc. cit.*, page 50.

[15] *Ibid.*, page 49.

[16] Z. Kopal, *Zs. f. Ap.*, **9**, 239, 1935.

[17] *Loc. cit.*, page 18.

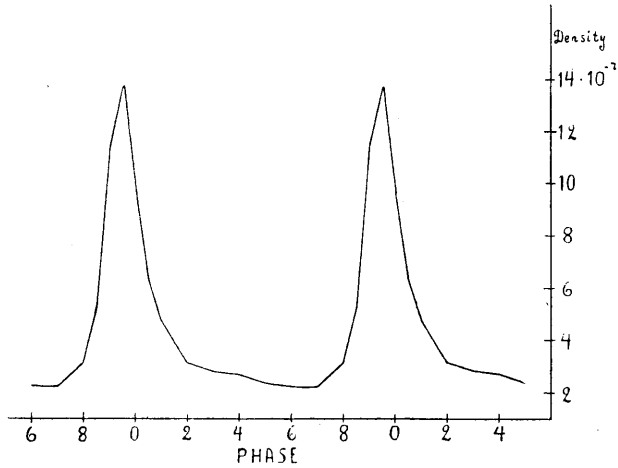


Fig. 5. Density variation curve of Mira.

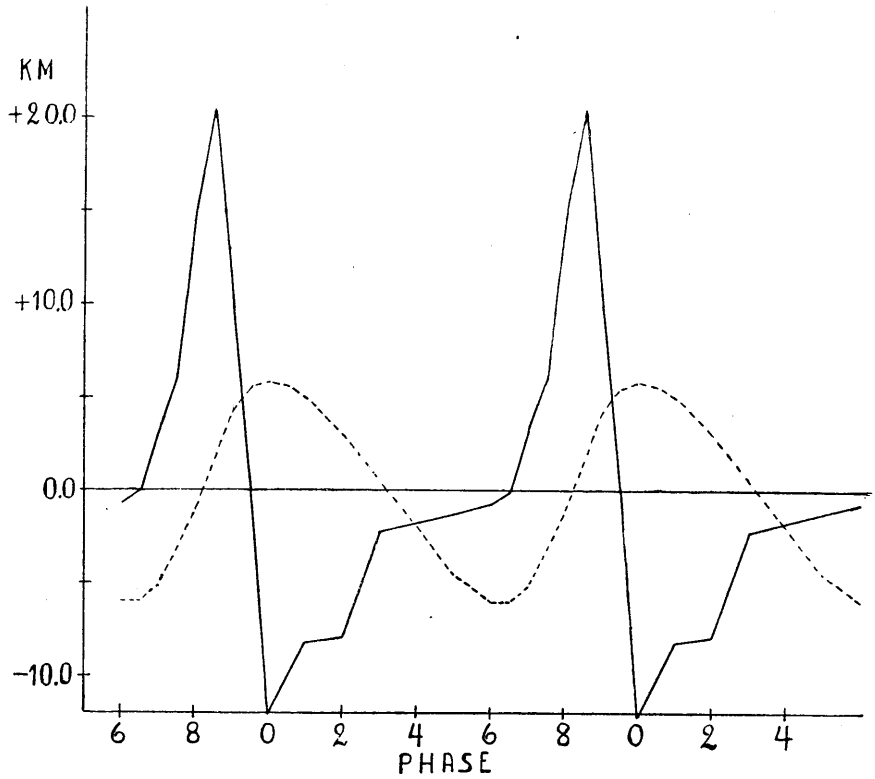


Fig. 6. Variation of "photospheric" (full line) and "chromospheric" (broken line) radial velocities of Mira.

Table IV.

Angular Diameter *(d'')*, Linear Radius *(R)*, Density *(ϱ)*, and "Photospheric" Radial Velocity *(v)*.

1 V. Ph.	2 d''	3 R	4 ϱ	5 v	1 V. Ph.	2 d''	3 R	4 ϱ	5 v
0.00	0″.038	215	$9.66 \cdot 10^{-7}$	—12.1	0.65	0″.062	352	$2.22 \cdot 10^{-7}$	0.0
.05	.043	247	6.38	—10.1	.70	.061	349	2.26	+ 3.3
.10	.048	272	4.78	— 8.2	.75	.058	329	2.71	+ 6.0
.20	.055	313	3.13	— 7.9	.80	.055	313	3.16	+15.0
.30	.057	323	2.86	— 2.2	.85	.046	264	5.26	+20.4
.40	.058	329	2.71	— 1.7	.90	.036	204	11.40	+ 9.9
.50	.060	344	2.38	— 1.2	0.95	0″.034	191	$13.76 \cdot 10^{-7}$	0.0
0.60	0″.061	349	$2.26 \cdot 10^{-7}$	— 0.7					

II. Discussion.

6. The Long-Period and Cepheid Variables.

Several astronomers have pointed out the possible similarity in many physical properties between the long-period variables and the Cepheids. This led them to the suggestion that both classes of variables form a natural sequence of stars with the same cause of variation. Some investigators confine themselves to that conclusion, considering the Cepheids and the Mira stars as one group of variables, without specifying the possible cause of their light variation. Joy says in his Spectrographic Study of Mira Ceti[18]: ". . . the physical changes may be traced to sources similar to those prevailing in the hotter variable stars and . . . the whole group of physical variables may be found to form a sequence from the shortest to the longest periods."

However, some astronomers who consider both classes of variables together come to the definite conclusion that the most probable explanation of the largest number of observations is a periodic pulsation of these stars. Eddington says[19]: "There is growing evidence that long-period variation and Cepheid variation are essentially the same phenomenon. The very low density and temperature of the long-period variables exaggerates and renders

[18] *Loc. cit.*, page 60.

[19] A. S. Eddington, The Internal Constitution of the Stars, Cambridge, 1926, page 206.

more erratic the effects of the same kind of pulsation as in the Cepheids." While Eddington's conclusion is "still very speculative"[20], Shapley makes the same deduction by the aid of pure observational results[21]: "it appears that the pulsation hypothesis can be logically extended to long-period variation on the basis of the observed similarity with Cepheids in bolometric absolute magnitude, radiation variations, spectral peculiarities, and galactic distribution". The recently published theoretical investigation on the constitution of the stars by Anderson[22] occupies a quite isolated place in the question considered. He points out *the aptitude of the red giants to pulsate caused by a small spontaneous variation in bolometric magnitude.* He writes[23]: „Es ist zu beachten, daß bei den oberen Gliedern der g-Reihe (mit niedriger effektiver Temperatur) die geringste Variation der absoluten bolometrischen Helligkeit eine bedeutende Expansion (oder Kontraktion) des Sterns hervorrufen muss. Daraus folgt, daß rote Riesen wenig stabil und zum Pulsieren geneigt sein müssen." Anderson's conclusion is of very great importance because of its complete independence of the Cepheid variables. Since, historically, pulsation was first suspected in the Cepheids, and only the similarity of the Mira stars led to the extension of the pulsation theory over the long-period variables, Anderson's results seem to indicate that it is more natural that pulsation may be supposed to exist just in the long-period variable stars, and thus the train of ideas must be inverted.

7. The Range of the "Ideal" Visual Magnitude.

The "ideal" visual magnitudes (cf. Section 4, Table III) at maximum and minimum light are 2.42 and 6.95, as compared with the observed corresponding values 3.32 and 9.90. Thus, the range of the "ideal" visual magnitude is 4.53. Theoretically the range of the visual magnitude may be computed from

$$m_{min.} - m_{max.} = \frac{27000}{T_{min.}} - \frac{27000}{T_{max.}} + 5 \log \frac{R_{max.}}{R_{min.}} \quad . \quad . \quad . \quad (7),$$

where T, and R denote the temperature and the radius respec-

[20] *Ibid.*

[21] H. Shapley, *Harv. Bull.*, **861**, 1, 1928.

[22] W. Anderson, *Publ. Tartu Obs.*, **29.1**, 1936.

[23] *Ibid.*, page 118.

tively, and the indices *max.* and *min.* refer to the maximum and minimum light; $\lambda_{(max.)} = 0.575$ is assumed according to Joy (*cf.* Section 5).

If we assume a constant radius, the amplitude of the "photobolometric" temperature variation (*cf.* Section 3, Table II) requires a range of the visual magnitude equal to 5.58 mag., whereas the range of the "ideal" magnitude is only 4.53. Thus, *the assumption of a variable radius (namely, a greater radius at minimum light than at maximum) leads to a better agreement with the range of the "ideal" visual magnitude than the assumption of a constant radius.*

This important result is confirmed by the consideration of the bolometric magnitude range for which we have the formula

$$m_{min.} - m_{max.} = 10 \log \frac{T_{max.}}{T_{min.}} + 5 \log \frac{R_{max.}}{R_{min.}} \quad . \quad . \quad . \quad (8).$$

Supposing the radius to be constant, we get the bolometric range 1.92 mag., whereas the observed range of the bolometric magnitude is only 0.87 (*cf.* Section 2, Table I) requiring the radii ratio $\frac{R_{min.}}{R_{max.}} = 1.62$ in satisfactory agreement with the value found from the visual magnitude range, 1.84. Thus, *the range of the bolometric magnitude suggests also a variable radius and a smaller radius at maximum light.*

8. Comparison of the Computed Diameter with Interferometer Data.

An interesting comparison of the calculated angular diameter at maximum light may be made with the interferometer results obtained by Pease at two different maxima. The first measurement, which gave the value $0''.056$ [24], was made at the January 1925 maximum when the star reached the magnitude 3.8 only [25], whereas the second result, $d'' = 0''.047$ [26], was got at the 1928 maximum when the magnitude of Mira was 3.1 [27].

If we assume that the physical conditions of Mira at the 1925 maximum correspond to those at a normal visual phase of

[24] F. Pease, *Publ., A. S. P.*, **37,** 90, 1925.
[25] A. H. Joy, *loc. cit.*, page 8.
[26] F. Pease, *Publ. A. S. P.*, **41,** 333, 1929.
[27] F. Lause, *Beob.-Zirk. der A. N.*, nr. 1. 1929.

0.1, while the maximum of 1928 may be regarded as a normal maximum, our computed angular diameters are correspondingly 0″.048 and 0″.038 (*cf.* Section 5, Table IV). The agreement is quite satisfactory, the differences $d''_{interf.} - d''_{comp.}$ being 0″.008 and 0″.009 only within the limits of the interferometer measurement error.

As shown by the data in column 2 of Table 4, the computed diameter decreases with increasing magnitude. The fact, that the measured diameter shows the same tendency, leads us to the conclusion that possibly *the different results obtained by the two interferometer measurements are due not to observational errors but to a real variation of the diameter.*

9. The Radius and Temperature Variation.

The range of the photospheric radius of Mira (*cf.* Section 5, Table IV) is very great, 161 sun's radii, being much greater than the corresponding value for the Cepheids. The obtained radius range of Mira is possibly slightly overestimated, on account of the uncertainty of the minimum temperature and the visual brightness data, but there is no doubt that the order of magnitude of the range is correct in accordance with Anderson's theoretical suggestion[28].

The relative temperature and radius ranges of Mira, $\frac{\delta T}{T_m}$ and $\frac{\delta R}{R_m}$, where δT and δR denote the semiamplitudes of the variation of T and R, while T_m and R_m are the mean temperature and radius, are 0.22 and 0.28 respectively. Both values are approximately equal, their equality being required also by Eddington's pulsation theory. For a number of Cepheids Eddington finds the corresponding values to be 0.066 and 0.073[29].

10. The Density.

Fig. 5 shows the density variation of Mira, the curve obtained resembling that expected for a pulsating star. The greatest density (and the smallest radius) occurs slightly before the maximum ghlit, at the phase 0.95, where it begins rapidly to diminish; between the phases 0.2 and 0.8 (*i. e.* during 0.6 of the whole

[28] *Loc. cit.*, page 118.
[29] *Loc. cit.*, page 185.

period) the variation of density is very small, and from the phase 0.8 on it increases again with great rapidity.

As to the theoretical period — density relation, Eddington's equation [30]

$$P\sqrt{\varrho_c} = 0.290\ (\gamma a)^{-\frac{1}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad (9),$$

where P is the period, ϱ_c the central density, γ the effective ratio of specific heats, and $\gamma a = 3\gamma - 4$, permits us to calculate the expected average density of a pulsating star with a period of 332 days. We assume: $\varrho_c = 54\,\varrho_m$, $(\gamma a)^{\frac{1}{2}} = 0.3$. Equation (9) gives then $\varrho_m = 1.6 \cdot 10^{-7}$, in satisfactory agreement with the logarithmic mean value of our computed densities, $4.0 \cdot 10^{-7}$.

11. The Radial Velocities.

The "photospheric" radial velocity curve, shown by Fig. 6 (full line), seems to represent, like the above considered density curve (Fig. 5), the peculiar behaviour of an oscillating star. The maximum velocity of recess occurs at the phase 0.85, 0.1 of the period before the smallest radius, whereas already at the maximum light the maximum velocity of approach is reached.

Although the general trend of the curve considered differs considerably from the radial velocity curves obtained for the Cepheid variables, it is noteworthy that the most characteristic feature of the latter, namely the coincidence of maximum velocity of approach with maximum light, appears also in the Mira curve. A further interesting feature of our "photospheric" velocity curve is the different values of the maximum velocities of recess and approach; while the former value is 20.4 km sec, the greatest velocity of approach is 12.1 km/sec only. If this phenomenon is real, it may play an important rôle in further studies on the causes of pulsation.

Considering the radial velocity curve obtained by Joy from absorption lines [31] (Fig. 6, broken line), its behaviour and dissimilarity with the "photospheric" radial velocity curve seems at the first glance to present no explanation. However, the pulsation theory makes it possible reliably to explain the correlation between both curves.

---

[30] *Ibid.*, page 192.

[31] *Loc. cit.*, page 18.

The velocities given by the absorption lines evidently occur at a higher level than the photosphere, namely at the reversing layer (lower chromosphere). Thus, contrary to the "photospheric" radial velocities computed in this paper, we may call the absorption line velocities the "chromospheric" radial velocities; they represent the variation of the chromospheric radius. On account of the doubtlessly large chromosphere of Mira a great displacement of phase between the "photospheric" and the "chromospheric" velocity curves is to be expected. It is also very probable that the irregular variation of the photospheric radius is not translated upon the chromospheric radius, the variation of the latter being thus more regular. The range of the "chromospheric" velocity curve is smaller than that of the „photospheric" velocity curve as shown by Fig. 6. This circumstance requires a smaller range of the chromospheric radius. While the semiamplitude of the photospheric radius variation is 80 sun's radii (*cf.* Section 9), the corresponding value for the chromospheric radius, as found by Joy from the spectroscopic elements, is 26200000 km[32], or about 37 sun's radii.

In order to make evident the correlation between the photospheric and chromospheric radii, we give the following table, which shows clearly the change of the chromospheric radius relative to the photospheric radius.

Table V.

Variation of Photospheric and Chromospheric Radii.

Phase	Photospheric Radius	Chromosph. Radius	"Photospheric" Radial Velocity	"Chromospheric" Radial Velocity
0.00	small; increase	decrease	maximum approach	maximum recess
.32	large; increase	smallest	slight approach	zero
.65	largest	increase	zero	maximum approach
.82	large; decrease	largest	rapid recess	zero
.85	intermediate; decrease	decrease	maximum recess	slight recess
0.95	smallest	decrease	zero	rapid recess

[32] *Ibid.*, page 19.

As to the emission line velocities, determined also by Joy[33], their difference from the absorption line velocities follows inevitably from the pulsation theory. The emitting layer of the long-period variables lies still higher than the absorbing one[34], which circumstance must necessarily cause a displacement of phase between the absorption and the emission velocity curves. Unfortunately, emission line velocities are not determinable between the phases 0.6 and 0.9, the behaviour of the emission line velocity curve in this region remaining open. The extrapolation suggested by Joy is probably not well founded, because it would indicate a permanent approach of the emitting layer during the whole period, which evidently cannot be real.

12. The Luminosity — Radius Diagram.

Some years ago Milne proposed a new method of analysing stellar variability[35], consisting of a construction of the bolometric luminosity — radius diagram. Getting applied this new method to some variable stars[36], Cepheids, RV Tauri variables, and long-period variables. As to the Cepheids and RV Tauri variables, Getting finds their luminosity — *log*radius ("characteristic") curve to be in all cases a closed curve, with motion in the anti-clockwise direction.

On the basis of the data obtained in this paper, we traced the corresponding diagram for Mira Ceti (Fig. 7). The result is surprising and highly significant: *the m_b — log R curve of Mira is closed with a motion in the anti-clockwise direction, thus having the same characteristics as the Cepheid and RV Tauri variable curves.*

It is interesting to remark that Getting's own curve for Mira Ceti, contrary to our result, shows a clockwise direction of description. This disagreement is evidently explained by the fact that Getting used the absorption line velocities, which give the chromospheric radius, for deriving the radius of Mira, whereas the photospheric radius must be regarded as characteristic. Indeed, the radii used by Getting for the Cepheids are also chromospheric

[33] *Ibid.*, pages 18, 39.
[34] *Ibid.*, page 60.
[35] E. A. Milne, *M. N.*, **94,** 418, 1934.
[36] J. A. Getting, *M. N.*, **95,** 139, 1934.

radii, but there the phase displacement between the photospheric and the chromospheric radii variation is not so much appreciable as in the long-period variables.

From the results obtained Getting proposed the following method of classification of all regular variables into three classes[37]: "(1) stars which have one simple loop in their characteristic curve traced in the anti-clockwise direction; (2) stars which have one

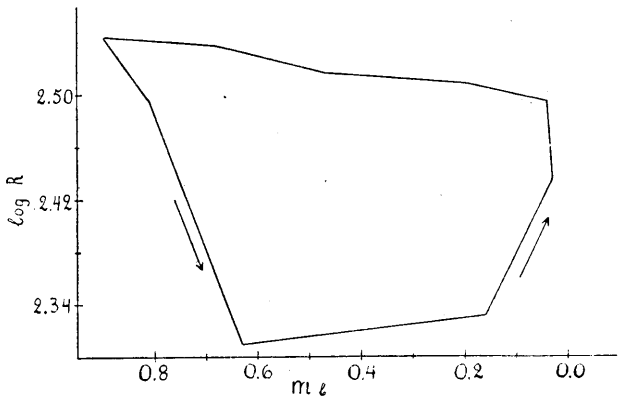


Fig. 7. Luminosity — radius diagram of Mira. Abscissae — bolometric magnitude; ordinates — logarithm of radius.

simple loop in their characteristic curve traced in the clockwise direction; and (3) stars possessing complicated characteristic curves." The corresponding classes of variables, according to Getting, are: (1) the Cepheids; (2) the long-period variables; (3) the RV Tauri variables.

With our result on Mira's "characteristic" curve (which may be expected to hold for all *M*-type variables) Getting's classification loses its reality. The erroneous opinion, that the long-period variables have "characteristic" curves with an opposite sense of description as the Cepheids, led Milne to the supposition[38] that "as we pass from the Cepheids to *M*-type variables, the characteristic curve gradually closes up to an arc enclosing zero area and then opens out again with reversed sense of description." However, Milne's supposition is not confirmed by Getting's investigation. This circumstance, as well as our result

[37] *Ibid.*, page 157.
[38] *Loc. cit.*, page 425.

on Mira's "characteristic" curve, seems to indicate that variables with a clockwise direction of their "characteristic" curves do not exist at all. This leads us to the extremely significant conclusion with respect to all considered variables: *all regular physical variable stars have bolometric luminosity — photospheric radius curves with the same characteristic features — the curves are closed with anti-clockwise direction of description.* This conclusion shows the close relationship of all three classes of the variables considered.

13. The Luminosity — Temperature and Temperature — Density Diagrams.

In a study of the spectrum of δ Cephei Reesinck[39] gets the following results: "(1) with increasing brightness the tempera-

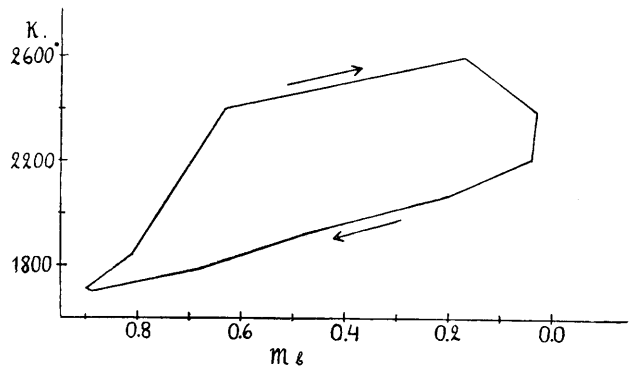


Fig. 8. Luminosity — temperature diagram of Mira.

ture is higher than with equal decreasing brightness; (2) with decreasing temperature the ionisation is stronger than with equal but increasing temperature."

On Fig. 8 we plotted the bolometric magnitudes against the "photo-bolometric" temperatures computed in this paper. As shown by the curve obtained, we get for Mira Ceti the same result as was found by Reesinck for δ Cephei: *with the increasing brightness of Mira the temperature is higher than with the equal decreasing brightness.* Our result for Mira Ceti is confirmed also by Pettit and Nicholson[40], who used their "water-cell absorption"

[39] J. Reesinck, *B. A. N.*, **4**, 41, 1927.

[40] *Loc. cit.*, page 12.

temperatures; they found the same phenomenon still for five other long-period variables.

As to Reesinck's second conclusion on δ Cephei, it may evidently be formulated in another manner, taking into account the fact that the ionisation is stronger at smaller density: with decreasing temperature the density is smaller than with equal but increasing temperature. As shown by Fig. 9, where the

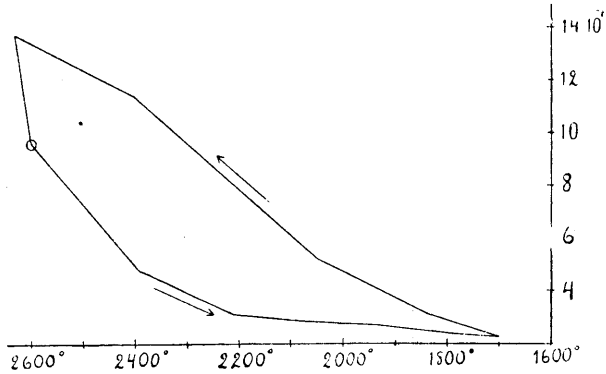


Fig. 9. Temperature — density diagram of Mira.

"photo-bolometric" temperatures are plotted against the computed densities (*cf.* Section 5, Table 4), *the same phenomenon persists also in Mira Ceti.* This fact seems to be fair evidence for the reliability of the pulsation theory.

14. The Spectrum — *TiO* Correction Diagram.

Plotting the *TiO* correction (*cf.* Section 4) against the spectrum of Mira (Fig. 10) we arrive at the interesting result that *with an increasing spectrum the TiO correction is greater than with an equal but decreasing spectrum.*

If the phenomenon obtained is real, it may be explained only on the assumption of a variable pressure, possible only in the case of the pulsation theory.

Indeed, the spectrum and the *TiO* correction are functions of the intensity of *TiO* bands, but, evidently, not exactly of the same selection of bands; on the other hand, the intensity of bands is, among others, a function of pressure; if this function of pressure does not run exactly parallel for the two selections

of bands, a double-valued form of the spectrum — *TiO* correction correlation curve may result as actually observed.

Thus, the *M*-type variables furnish us with a new possibility, not present in the Cepheids, of proving the pulsation theory, namely the closed nature of the spectrum — *TiO* correction curve. The reality of the phenomenon found seems to be

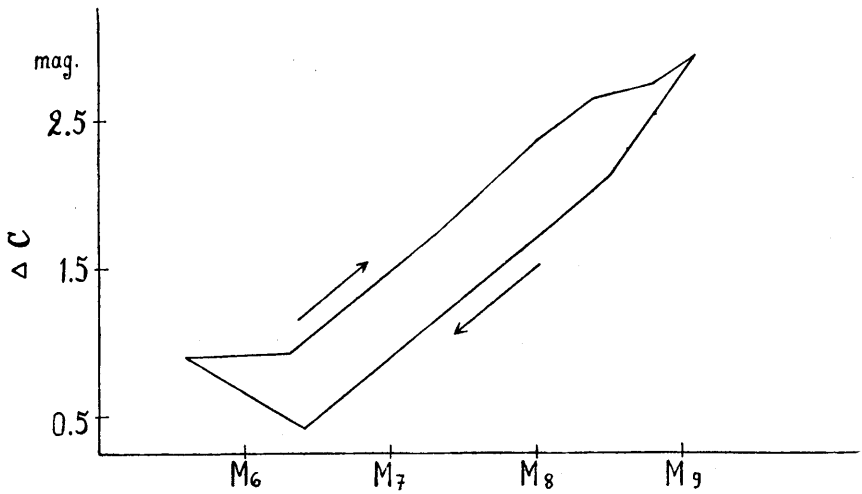


Fig. 10. Spectrum — *TiO* colour correction (ΔC) diagram of Mira.

evidenced by the fact that the spectrum — temperature curve of Mira forms a single arc which would not be the case if the closed form of the spectrum — *TiO* correction curve were caused by observational errors.

In concluding this section, it may be remarked that the spectrum — *TiO* correction correlation of Mira does not coincide with that of the *M* stars in general[41]. This circumstance must not be interpreted as a systematic deviation from the general "spectrum — *TiO* correction law", but is produced merely by the different systems of colour used in both determinations, since in the first case we used the Harvard colour system and in the latter the Öpik colour system.

[41] J. Gabovitš and E. Öpik, *loc. cit.*; J. Gabovitš, *loc. cit.*

15. The Surface Gravity.

In a study on the variation of surface gravity upon δ Cephei and η Aquilae, Kipper[42] reaches the following conclusion: "The surface gravity of δ Cephei and η Aquilae is constant throughout the greater part of the time. Only about 0.1 of the period before the maximum light does it grow four times as much as its general value and then falls again rapidly."

From our computed radius and the adopted mass of Mira we computed its surface gravity variation as given in Table VI.

Table VI.

Surface Gravity Variation of Mira Ceti.

Phase	log g	g	Phase	log g	g
0.00	—3.68	$2.1 \cdot 10^{-4}$	0.65	—4.11	$7.7 \cdot 10^{-5}$
.05	—3.80	1.6	.70	—4.10	7.9
.10	—3.89	1.3	.75	—4.05	8.9
.20	—4.01	$9.8 \cdot 10^{-5}$	.80	—4.01	9.8
.30	—4.04	9.2	.85	—3.85	$1.4 \cdot 10^{-4}$
.40	—4.05	8.9	.90	—3.64	2.3
.50	—4.09	8.1	0.95	—3.58	2.6
0.60	—4.10	7.9			

As shown by Fig. 11, which represents the surface gravity variation curve of Mira, Kipper's conclusion referring to the two

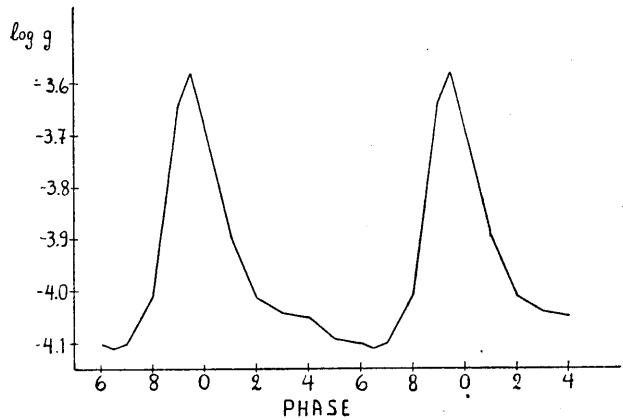


Fig. 11. Variation of surface gravity of Mira.

[42] A. Kipper, *Acta et Commentationes Univ. Tartuensis*, A, **27**, part 9, 1934.

Cepheids may be drawn also for Mira Ceti. It is especially noteworthy that the maximum surface gravity of Mira falls almost on the same phase of the period as that of the two considered Cepheids, namely 0.05 (instead of 0.1) of the period before the maximum light. The fact that also the radius, the temperature, the colour, the radial velocity, *etc.* of Mira Ceti reach their extreme values slightly before the maximum light seems to indicate that the phase 0.90, or 0.95, plays a prominent and important role in the cyclic evolution of the pulsating stars.

16. Conclusion.

As shown by the several points of the present investigation, *the results obtained furnish a decided confirmation of the pulsation theory which apparently may be extended to all long-period variables* although our conclusions are based on Mira Ceti alone. For further evidence, detailed data on bolometric magnitude, photographic magnitude and spectrum variation for other long-period variables such as are available for Mira Ceti, and which have been used here, are necessary.

I am greatly indebted to Dr. Ernst Öpik for some valuable suggestions referring to the manuscript of the present paper and to Mag. Aksel Kipper for kind information on the recent literature on the Cepheid variables.

Tartu, September 1936.

E. V. TARTU ÜLIKOOLI BOTAANIKAAIA SÜSTEMAATILISED JA TAIMEGEOGRAAFILISED KOGUD

PROF. DR. **T. LIPPMAA**
T. Ü. BOTAANIKAAIA JUHATAJA

AVEC UN RÉSUMÉ:

LES COLLECTIONS SYSTÉMATIQUES ET PHYTOGÉOGRAPHIQUES DU JARDIN BOTANIQUE DE L'UNIVERSITÉ ESTONIENNE À TARTU

TARTU 1937

K. Mattieseni trükikoda o.-ü., Tartu 1937.

SISSEJUHATUS.

Botaanikaaia kirjelduse tarvilikkust on tundnud nii asjale eriti lähedased — õppejõud ja üliõpilased — kui ka arvukad aia külastajad. Aia kirjeldus on seni viibinud tingituna peamiselt asjaolust, et meil paraku on palju ülesandeid, mis kõik vajalikud ning tähtsad, kuid töötajaid on alles vähe (vt. lk. 7). Et viimast aia täielikku kontrolli toimetas professor W i l l k o m m 1870. aastate paiku (seega ligi 70 a. tagasi), ent hiljemini taimede määramise kontrollimist harrastati sporaadiliselt, olid mitmesuguseil põhjusil aegamööda mitmel pool aias taimede etikettidele tekkinud nimed, mis ei vastanud nimelaudade taga kasvavatele taimedele. Oli ilmne, et on tarvilik uus täielik taimede kontrollimine. See ulatuslik töö langes peaaegu tervelt (vt. lk. 7) botaanika-aia juhatajale, kuna botaanika-aia juhataja abi koht on alates a. 1914 kaotatud.

Alljärgnev botaanikaaia kirjeldus on mõeldud kõigepealt looduse-, arsti- ja põllumajandusteaduskonna üliõpilasile, kuid mitte vähem ei tohiks ta olla sobiv ka neile loodusesõpradele, keda huvitavad mitte ainult taimede kaunid, sageli üllatavad kujud ja värvid ning taimenimed, vaid ka taimede tunnused, nende kodumaa jne. Botaanikaaiaga tutvuda mõnel üksikul ringkäigul võib muidugi ainult üsna pealiskaudselt. On tarvis pikemat aega ning eriaegadel viibida aias, et süveneda sellesse taimede küllusesse, mida aed tõeliselt sisaldab. Seesuguseile asjast huvitatuile vaatlejaile ongi pühendatud see töö. Kuid aia kirjeldus on tähtis ka teisest seisukohast. Botaanika-aedadel on rahvusvaheline koostöö kujunenud kaua tagasi. Juba ligikaudu 130 a. saadab Tartu botaanikaaed igal talvel kõigile suurematele botaanika-aedadele kogu maailmas (arvult ligi 250) oma „I n d e x S e m i n u m'i" — seemnete nimekirja — mille abil toimub vastastikune tasuta seemnete, eoste, sibulate, mugulate jne., osalt ka tervete taimede vahetus. Kõikide botaanika-aedade huvides on, et igast aiast oleks olemas üksikasjalik kirjeldus, sest kuigi kogu kirjeldus pole iga kord kättesaadav keelelistel põhjustel, selgub siiski juba ladinakeelsetest taimenimedestki, mis taimi kasvatatakse aias.

Nii on aedade kirjeldused ka rahvusvahelise teadusliku koostöö edendajad.

Teose illustratsioonid on eranditult originaalid. Joonised on valminud vilunud ja osava joonistaja prl. mag. geol. E. Rosenstein'i kaasabil, fotodega oli palju asjatundlikku hoolt hr. mag. phil. E. Baki's'el. Nimetatud kaastöölistele autori suurim tänu!

Tartu Ülikooli Botaanikaaed asutati 1803. a. esialgu küll mitte praegusel asupaigal, vaid nüüdse Saksa Käsitööliste Seltsi aias Aia tänaval. Esimeseks aia juhatajaks oli prof. G. A. Germann. 1806. a. viis ta botaanikaaia üle kohale, kus aed asub praegugi; selleks oli pr. Anna v. Rosenkampff'ilt kingitusena saadud sobiv maa-ala, mis pinna-reljeefilt vahelduv, sest et aeda läbib vana keskaegne linnamüüri vall. Aia korraldamisel ja uute hoonete rajamisel oli Germann'ile suureks abiks ülem-aednik J. A. Weinmann (1805—1813), kes planeeris aia ja mõjusalt tegeles ka botaanikaaia peahoone ehitamisega. Ainult maja keskosa (praegu auditoorium ja botaanikaaia juhataja korter) on säilinud enam-vähem endisena; kasvuhooned ehitati hiljemini põhjalikult ümber. — Prof. Germann suri 1809. a. 36-aastasena. 1811. a. valiti loodusloo professoriks ja aia juhatajaks C. F. v. Ledebour. Noorusliku energiaga (kohale asudes oli L. 25-aastane) asus prof. Ledebour aia korraldamisele. Tal õnnestus tunduvalt suurendada aiale määratud summasid, mille tagajärjel aia korraldamine hoogsalt edenes. Osteti juurde see aia osa, kus asub praegu Põhja-Ameerika osakond, miska jõudis aed sel ajal oma praeguse pinnasuuruseni. Esimene kasvuhoone troopikataimede jaoks ehitati botaanikaaia ümmargusse orgu 1825. a. Keisrinna Maria Feodorovna kingitus — 263 elusat troopikataime — sai kasvuhoone põhikoguks. Botaanikaaed omandab varsti laialdase kuulsuse prof. Ledebouri reisude tõttu. 21. I 1826—4. II 1827 toimub ta kuulus reis Altaisse; sellest võtavad osa ka arstiteadlane A. v. Bunge ja rohuteadlane C. v. Meyer. Altaist läkitas Ledebour botaanikaaiale 42 kasti seemnete, pistikute ja elusate taimedega. Ledebour'i kaasatoodud herbaarium — 1600 liiki — sisaldas ümmarguselt 400 teadusele uut Altais avastatud taimeliiki. Tähtsamad teosed, mis ilmusid ühenduses nende reisudega on „Icones plantarum novarum vel imperfecte cognitarum floram rossicam, imprimis altaicam, illustrantes", 1829—1834 (viies köites, 500 tabelit) ja „Flora Altaica" I—IV. Sel ajal pääsevad paljud uued liigid Lääne-Euroopa botaanika-aedadesse Tartu botaanikaaia kaudu. Et botaanikaaia hoidmine teadusliku asutise tasemel nõuab palju tööd, on Ledebour harukordselt koormatud. 1833. a. õnnestub lõpuks luua direktori-abi koht, kuhu valitakse botaanik E. R. Trautvetter. Juba erus olles kirjutab Ledebour oma suure, neljaköitelise töö „Flora Rossica", mis ka tänapäevani

on ainsaks flooraks, mis hõlmab kogu Venet Baltimerest kuni Kamtšatkani [1]). Ledebour'i herbaarium on Leningradi botaanikaaia muuseumis. Rohkesti eksemplare, eriti Altaist, leidub siiski ka Tartu Ülikooli Botaanikamuuseumi kogudes. Ledebour'i Altai reisu kaaslane A. v. Bunge saab aastal 1836 ta järeletulijaks. Veel 1830. a. oli Bunge osa võtnud Vene Teaduste Akadeemia ekspeditsioonist Hiinasse (läbi Gobi kõrbe!). Pekingist tegi ta korduvaid ekspeditsioone Mongooliasse ja uuris hiljemini Ida-Altai floorat.

1858.—59. a. korraldas Bunge ekspeditsiooni Pärsiasse, kust ta kaasa tõi 5000 taimeliiki. Ta sulest on ilmunud rida monograafiaid: „Anabasearum revisio", 1862; „Tentamen generis Tamaricum", 1852; „Species generis Oxytropis, DC.", 1874 jt.

Töötades neis kaugeis mais ei puudu Bungel huvi ka kohapealse floora vastu. Mitmed Bunge õpilased töötavad energiliselt Eesti floora uurimise alal. Nimetada tuleb kõigepealt Fr. Schmidt'i (Muhu s. floora, 1854, ja Siluri ala floora, 1855), P. Glehn'i (Tartu ümbruse floora, 1860) ja E. Russow't (Tallinna ümbruse floora, 1862). Koos Fleischer'iga koostab Bunge Eesti-, Liivi- ja Kuramaa floora ning alustab „Flora exsiccata Liv-, Est- und Kurlands" väljaandmist a. 1849. Sellest ilmus 10 annet (1000 t.).

Bunge ajal suurenes botaanikaaia kasvuhoonete arv, ühtlasi ka neis kultiveeritavate taimede hulk. Bunge'l õnnestus luua ka taimefüsioloogia professori koht Tartu Ülikooli juurde; esimeseks õppejõuks sel alal oli kuulus M. J. Schleiden, kes viibis Tartus aga vaid lühikest aega (1863—1864). Bunge lahkus ülikooli juurest 1867. a., olnud seega Tartus õppejõuks ja aia juhatajaks 31 aastat. Bunge herbaarium, mis sisaldas 33 000 taimeliiki, on Prantsusmaal. Bunge-aegsetest botaanikaaia juhatajate abidest tuleks nimetada eriti pärastist akadeemikut, botaanikut ja geoloogi Fr. Schmidt'i (a. 1856—1859) ning tuntud Amuurimaa uurijat C. J. Maximowicz'it.

Bunge järeletulijaks (1868—1874) oli M. Willkomm, tuntud Pürenee poolsaare uurija (peateos koos Lange'ga: „Prodromus Florae Hispanicae" I—III, 1859—1879). Meie floorat käsitlevatest Willkomm'i töödest tuleks nimetada „Streifzüge durch die Baltischen Provinzen". Willkomm'i ajal korraldati taimed aias süstemaatilise jaotuse kohaselt, kuna nad seni olid istutatud ilma kindla korrata. Uue paigutuse aluseks oli Endlicher'i süsteem mõningate muudatustega. Ka puudusid Willkomm'ini aias taimede nimelauad. Willkomm tegi

[1]) Praegu ilmub venekeelne „Flora SSSR" akadeemik V. L. Komarov'i toimetusel ning väga arvukate kaastööliste osavõttel. Sellest suure teadusliku väärtusega teosest on senini täielikult ilmunud üheidulehesed taimed.

suure ja väärtusliku töö, määrates uuesti suure enamiku botaanikaaia taimedest; selle töö tulemusena ilmus 1873. a. kirjutis „Der botanische Garten der Kaiserlichen Universität Dorpat". Samuti korraldas Willkomm esimese Botaanikamuuseumi Tartus.

Kauemat aega oli botaanikaaia juhatajaks Willkomm'i järeletulija E. Russow (1874—1895). Russow' erialaks olid kõigepealt turbasamblad (*Sphagnum*'id), millede süstemaatika ja anatoomilise ehituse üle ta avaldas mitmeid töid. Kuid ka taimede võrdleva morfoloogia ja anatoomia alal oli Russow silmapaistev uurija. Nii püsib Tartu Ülikool botaanika alal ka Russow' aegu parimate Lääne-Euroopa ülikoolide tasemel. Sel ajal oli juhataja abiks J. Klinge (1879—1895) ning ülemaednikuks C. Bartelsen (1876—1896). Klinge töötas edukalt Eesti floora uurimise alal. Ta töödest võiks nimetada Baltimaade *Orchis*'e liikide *(Dactylorchis)* monograafiat. Tuleb esile tõsta, et prof. Russow' tegevuse viimane osa langeb juba Tartu Ülikooli venestamise ajajärku. Mitmed asjaolud polnud soodsad botaanikaaia arengule (krediitide kärpimine jne.), mispärast Russow' järeletulijail N. I. Kusnezow'il tuli energiliselt teotseda, et viia aeda esialgu endisele tasemele, siis aga arendada teda uues suunas, sest seni oli aia korraldamisel üsna tagaplaanile jäänud taimegeograafiline külg. Ka remonteeritakse Kusnezow'i aegu põhjalikult botaanikaaia kasvuhooneid (1907 ja 1908. a.). Suurimaks ehituseks on aga Botaanika-instituudi praegusele hoonele ülemise korra ehitamine (1913). Taimede kontrollimine aias nõudis ka prof. Kusnezow'ilt palju tööd. Selleaegseks aia väärtuslikumaks uuenduseks on mitmete uute osakondade [Kaukaasia os (1897. a.), alpitaimede os., bioloogia-os., stepi-os. jt.] rajamine. Ka korraldati süstemaatiline osakond Engler'i süsteemi kohaselt täielikult ümber. 1911. a. ilmub õpetatud aedniku J. Muszyński koostatud populaarne „Aia juht" (vene keeles). Koos N. Busch'i ja A. Fomin'iga annab Kusnezow välja paljude Kaukaasiasse korraldatud reisude tulemusena „Flora Caucasica critica" — Kaukaasia parima (kuid mitte lõpule viidud) floora. Neist reisudest võtsid abilistena osa ka vanemad üliõpilased. Võiks esile tõsta, et ka botaanikaaia juhataja abid (N. Busch, 1897—1902 ja B. Hryniewiecki, 1902—1914, praegu Varssavi ülikooli professor) töötasid sel ajal samuti Kaukaasia floora uurimise alal.

Aia personaali ja eriti ülemaednik J. Ranna hoole tõttu pääses aed võrdlemisi kergelt suure revolutsiooni keerisest.

Eesti ajal oli esimeseks botaanikaaia juhatajaks 1919. a. kuni 1923. a. prof. F. Bucholtz, kes teadlasena omas väljapaistvat kohta mükoloogide hulgas, eriti oma tööde tõttu maaaluste seente alalt. Sel ajal oli botaanikaaia juhataja abiks (adjuutoriks) energiline rootslane E. Lundström. Vähemat aega olid aia juhatajaks ka taimefüsioloogia professor H. Kaho (taimefüsioloogia professuur loodi Tartu Ülikooli juurde uuesti

alles Eesti ajal, kuna see koht peale Schleiden'i lahkumist Tartust a. 1864 kaotati), siis dotsent E. Spohr (a. 1924 kuni 1930). Viimasel ajajärgul (1924—1930), eriti selleaegse õpetatud aedniku Fr. Boerner'i (1923—1930) väga energilise ning asjatundliku töö tulemusena, kuid ka tolleaegse aiajuhataja hoole tõttu jõudis aed paljudes osakondades tasemele, millel ta püsib praegu.

Viimaseil aastail on eriliselt rõhku pandud taimede etiketeerimise kontrollimisele, osakondade täpsele piiritelule, kuna paljudesse osakondadesse mitmesugustel põhjustel oli sattunud sinna mittekuuluvaid taimi. On edasi arendatud taimegeograafilisi osakondi, sest need on õppetegevuse seisukohalt väga tarvilikud ning kahtlemata pakuvad rohket huvi ka aia külastajaile. Erilist hoolt on pühendatud Eesti osakonna kujundamisele (asutatud veel prof. Bucholtz'i ajal), milleks on juurde asutatud tiigi saarele väike Eesti luhtade ja soode osakond. Ka kasvuhooneis on taimed ümber korraldatud, silmas pidades kas taimesüstemaatilist või taimegeograafilist alust. Botaanikaaia praeguses koosseisus on aia juhatajaks kirjutise autor (alates 1930. a.), õpetatud aednikuks dr. J. Port, peale nende 2 aednikku, 2 aednikutöölist, 1 hobusemees ja 2 naistöölist. Et on ära kaotatud botaanikaaia juhataja abi koht, lasub taimede kontrollimine ja määramine peamiselt botaanikaaia juhatajal. Abiks on siin olnud osalt ka Botaanikamuuseumi konservaator K. Eichwald, kel aga Botaanikamuuseumi ainsa jõuna ei jätku aega eespoolnimetatud tööks, sest et käsil on peale Muuseumi kogude korraldamise Eesti taimede ekssikaatkogu „Eesti Taimed" väljaandmine (senini on ilmunud 2 mappi). Õpetatud aednikul lasub aia korrashoiu ja taimede kasvatamise töö järelevalve ning lähem korraldus. Tuleb lõpuks esile tõsta, et aias puudub tänapäevani veevärk, mõnedes kasvuhoonetes puudub ka elektrivalgustus.

Eespool-esitatud ajaloolised andmed on väljavõtted assist. mag. A. Vaga käsikirjast „Tartu botaanikaaia ajalugu", mille kasutamise võimaldamise eest tänan siinkohal hr. A. Vaga't.

MORFOLOOGILIS-BIOLOOGILINE OSAKOND.

Taimede mõistmise aluseks on kõigepealt taimede välimise (morfoloogilise) ja sisemise (anatoomilise) ehituse tundmine. Need teadmised on aluseks taimeorganite funktsioonide selgitamiseks, samuti võimaldavad nad taime ja väliskeskkonna vahel valitsevate sõltumuste avastamist. Eelkõige on muidugi tarvis osata eraldada üksikuid taimeliike üksteisest; ka siin on aluseks



Joon. 1. Morfoloogilis-bioloogiline osakond.

taimeorganite ehituse põhjalik tundmine. Kuigi viimasena nimetatud ülesande seisukohast juur, vars ja leht annavad rea olulisi tunnuseid (näit. lehe puhul kas liht- või liitleht, lehesoonestuse iseloom, lehe kuju, serva ehitus, karvalisus jne.) on õistaimede puhul eriti oluline õie, õisiku ja vilja ehitus.

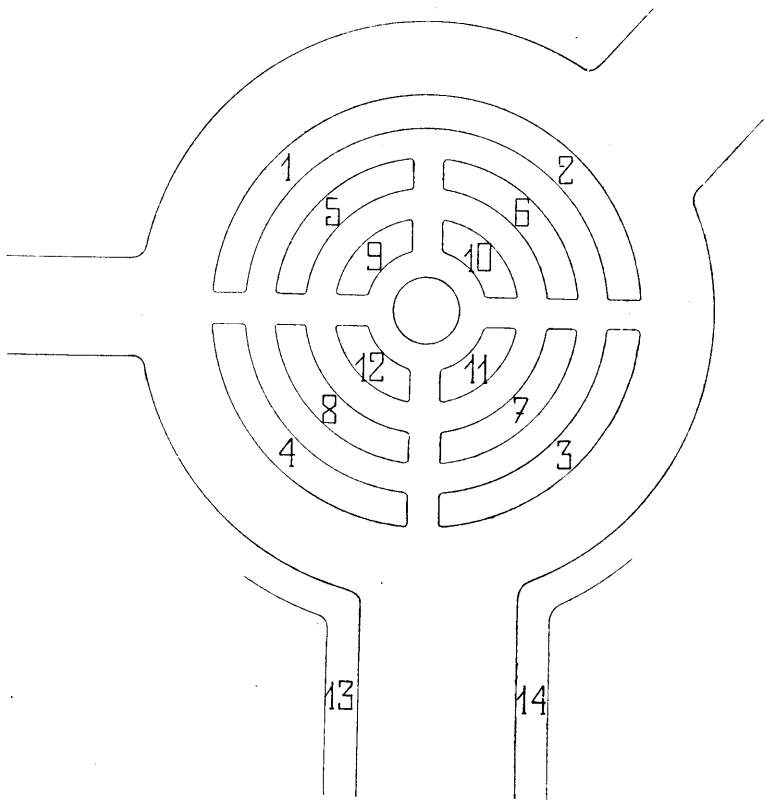
Õ i e o s a d on käesolevas kirjutises märgitud rahvusvaheliselt kehtivate märkidega K, C, A, S ja G. Tupp (lad. *calyx*, lühend. K) on õie väline, harilikult rohelistest lehtedest koosnev kate, millest väljaspool näit. kassinaerilistel *(Malvaceae)* on veel kõrg lehtedest tekkinud välistupp. Krooniks (lad. *corolla*, lüh. C) on harilikult värvilised õiekatte lehed, mis järgnevad tupele. Neist seespool on tolmukad, mis kõik koos moodustavad tolmukkonna

e. andrötseumi (lad. *androeceum*, lüh. A), mõningatel liikidel leidub ka kõlutolmukaid e. staminoode (lad. *staminodium*, lüh. S). Tolmukatele järgneb emakkond e. günetseum (lad. *gynaeceum*, lüh. G), mis koosneb viljalehtedest, milledele kinnituvad seemnete algmed — seemnepungad. Emakkond on kas lahkviljalehtne või liitviljalehtne. Esimesel juhul, iga viljaleht omaette servipidi kokku kasvades moodustab emaka, mispärast seesugustes õites emakate arv on sageli õige suur (kui ükskõik missuguste õieosade arv ületab kümne, tähendatakse see märgiga ∞, mis botaanilistes valemites tähendab „palju") või aga ka 1, 2, 3 jne. vastavalt viljalehtede arvule [näit. sinisel käokingal (*Aconitum napellus* L.) [1]) kolm]. Kui emakas on tekkinud kahe või mitme viljalehe ühtimisel, on ta liitlehtne e. sünkarpne. Valemites märgitakse seda viljalehtede arvu paigutamisega sulgudesse. Väljakujunenud emakas *(pistillum)* koosneb kolmest osast: sigimik (laienenud seemnepungi sisaldav osa), emakakael ja emakasuue, s. o. emaka osa, mis võtab vastu õietolmu. Sigimik võib õies asuda kõrgemal tolmukaist, kroon- ja tupplehtedest, siis on ta ülemine (näit. ristõielistel: $G_{ü(2)}$, või aga on ta teistest õieosadest allpool, nagu näit. sõstardel *(Ribes)*: $G_{a(2)}$, lõpuks võib sigimik olla keskmine, nagu näit. toomingal (*Prunus padus* L.): G_{k1}. Sageli on õied ehituselt radiaalsümmeetrilised e. aktinomorfsed (nagu tulikal, roosil jt.), mida märgitakse järgmiselt: $\ast$. Kuid õige sagedad on ka õied, mis on küll sümmeetrilised, kuid mida võib võrdseteks poolteks jagada vaid ühte viisi (näit. emanõges), need on sügomorfsed õied (märk: ·|·). Leidub ka õisi, mis on täiesti ebasümmeetrilised, näit. kanna (*Canna indica* L.). Nii tähendaks näit. valem $\ast$ K_4 C_4 A_{2+4} $G_{ü(2)}$ õit, mis on aktinomorfne, lahklehise neljalehese tupe

[1]) Taimenimed on, nagu eespool tähendatud, ladinakeelsed, rahvusvahelise koostöö edendamiseks. Taimenimi ise koosneb kahest sõnast; neile järgneb lühendina autor, kes esimesena kirjeldas antud liiki, või aga kaks nime (neist üks sulgudes), kui hiljemini leiti, et taim kuulub teise perekonda, kui arvas seda taime avastaja. Sel puhul on sulgudes esimese autori nimi. Kooskõlas ladinakeelsete taimenimedega on kombeks kirjutada etikettidele ka taimede levimisala, s. o. maad, kus teda pärismaisena leidub, ladinakeelsete lühenditena. Nende lühendite tähendus on järgmine: bor. (borealis) — põhja, austr. (australis) — lõuna, or. (orientalis) — ida, occ. (occidentalis) — lääne. Näit. Afr. austr. — Lõuna-Aafrika jne.; lühend Ind. occ. — India occidentalis — tähendab Kesk-Ameerika saarestikku (Suured ja Väikesed Antillid); lüh. Reg. Mediterr. — Vahemeremaid; lüh. Oriens — Idamaid jne.

ning samasuguse krooniga, kuue (2 välimise, 4 sisemise sõõri) tolmukaga ning ülemise, kahest viljalehest tekkinud emakaga.

Suured õied asetuvad taimedel harilikult üksikult või vähestena koos; väikesed, seega vähem silmapaistvad on sageli koondu-



Joon. 2. Morfoloogilis-bioloogilise osakonna skeem.

nud mitmekaupa (sageli hulgi) õisikutesse *(inflorescentia)* [1, 5, 9] [1]. Eraldatakse kahte suurt õisikute põhirühma: (A) kobarõisikud (kobar, pööris, pea, tõlvik, nutt, sarikas) ja (B) ebasarikõisikud (pleiohaasium, dihaasium, monohaasium, viimane mitmes eriteisendis). Esimeses rühmas toimub õite puhkemine õisikus alt üles või välistest õisiku osadest sisemiste suu-

[1]) Sulgudesse paigutatud arvud vastavad peenarde numbritele Morfoloogilis-bioloogilise osakonna skeemil (joon. 2).

nas, kusjuures otsmine õis neil õisikuil harilikult sootuks puudub. Ümberpöördud ebasarikõisikutes avaneb kõigepealt just otsmine (või keskmine) õis.

Lihtsaim kobarõisik on kobar *(racemus)*. Õisiku harunemata peateljele kinnituvad siin varrelised õied (näit. liiliatel *(Lilium tigrinum, L. martagon)*, piibelehel *(Convallaria majalis)*, lupiinil *(Lupinus perennis)*, muskaril *(Muscari racemosum)*. — Pööris *(panicula)* on kobarjas liitõisik, mis koosneb väikesist osaõisikuist — kobaraist, seega on pöörise peatelg kobarjalt asetuvate külgharudega. Näit.: harilik metsvits *(Lysimachia vulgaris)*, makleia *(Bocconia cordata)*, luha-kastevars *(Deschampsia caespitosa)*, siin õieti küll keerulisem juhus, sest pöörise harud ei kanna otse õisi, vaid väikesi kaheõielisi osaõisikuid — pähikuid. Pea *(spica)* on kobarast tuletatav õisik, mis sellest erineb ainult ühes tunnuses: õied on varretud, näit. suur teeleht *(Plantago major)*. — Liitpea *(spica composita)* on pöörisest tuletatav, külgharude taandudes miinimumini; näit.: rukis *(Secale cereale)*. Siin kinnituvad peateljele varretud osaõisikud — pead (nn. pähikud, antud juhul kaheõielised). — Tõlvik *(spadix)* on õieti pea erijuhtum, kus peatelg on lihakas, tugevasti paksenenud ning õied harilikult õige väikesed. Tõlviku alusel on tavaliselt roheline või värviline kõrgleht *(spatha)*. See õisik esineb võhalistel *(Araceae)*. Kobarast tuletub ka sarikas *(umbella)* nimelt sel teel, et ei kao mitte õievarred nagu üleminekul kobarast peale, vaid peatelg ise lüheneb vaevalt märgatavaks osaks. Sarikas esineb näit. sibula*(Allium)*liikidel, samuti priimulatel, *Asclepias cornuti*'l jt. Eriti putkeliste sugukonnas *(Umbelliferae)* on sage liitõisik, mis koosneb sarikjalt asetsevaist lihtsarikaist — liitsarikas *(umbella composita)*. Väga lühikeste vartega lihtsarikat nimetatakse nutiks *(capitulum)*, näit. ristikheinal *(Trifolium)*, tähtpeadel *(Scabiosa)* jt. Eelmisele on lähedane nn. korvõisik, kus laienenud peateljele kinnituvad varretud õied, mis on ümbritsetud erilistest kõrglehtedest — üldkattest [näit. päevalill *(Helianthus annuus)*].

Ebasarikõisikud (tsümoossed õisikud) on mõningatel juhtudel üldilmelt sarikatega õige sarnased [näit. *Hydrangea*-liikidel, koerõispuul *(Viburnum opulus)*], erinevad aga alati selle poolest, et neil peatelg lõpeb õiega ning sageli sellest allpool on arenenud ainult kaks külgharu, mis omakorda lõpevad õiega jne. Seesugused kaheharulised ebasarik-

õisikud on õige sagedad, neid nimetatakse kadihaasiumideks või lihtsalt ebasarikõisikuteks (kitsamas mõttes). Näit.: *Hydrangea,* koerõispuu, mugul-floomis *(Phlomis tuberosa)* ja teised huulõielised *(Nepeta grandiflora, Glechoma hederacea).* Viimastel (s. o. huulõielistel) on väikesed ebasarikad asetatud tihedaisse lehtede kaenlais asetsevaisse poolmännaseisse. Leidub ka mitmeharulisi ebasarikõisikuid, nn. pleiohaasiume, kus peaõitest (otsmisest õiest) allpool on mitu (üle kahe) külgharu, nagu näit. piimalilledel *(Euphorbia*-liigid), kuid palju harilikum on juhtum, et ebasarikõisikul känguvad kõik külgharud (või neid ei teki üldse) peale ühe, mis lõpeb õiega ning moodustab omakord ainult ühe külgharu jne. Seesugune õisik — üheharuline ebasarikõisik e. monohaasium — võib olla küllalt mitmesugune. Eraldatakse nelja juhtumit: lehvik, sirp, võnkõisik ja keeris. Lehvikul ja sirbil on kogu õisik nagu kuivatatud taimel ühes tasapinnas. Omavahel erinevad nad selle poolest, et lehvikus *(rhipidium)* on kõik tekkelt nooremad õied peaõie ja esimese külgharu vahel, sirbis *(drepanium)* aga on peaõis ja esimese külgharu õis kõrvuti ning neile järgnevad õied tekkimis-järjekorras pidevalt. Mõlemad nimetatud õisikud esinevad võrdlemisi harva, esimene mõningatel võhumõõgalistel *(Iridaceae),* teine loalistel *(Juncaceae).* Lehvikule ja sirbile vastavad ehituselt võnkõisik ja keeris, kuid õied neis ei asetse ühes tasapinnas nagu eelmistel. Võnkõisikus on seega õied vahelduvalt õisiku erikülgedel, kuna nad keerises asetuvad ühekülgselt. Võnkõisik *(cincinnus)* esineb näit. karelehelistel *(Borraginaceae),* paksulehelistel *(Crassulaceae)* jt.; keerise *(bostryx)* näitena on sobivad viinalilled *(Hypericum).*

Viljad [2, 6, 10]. Peale tolmlemist ja sugutamist areneb emakas, peamiselt küll selle alumine osa — sigimik — viljaks; ühtlasi muutuvad seemnepungad (harva küll kõik; üldiselt känguvad paljud) seemneiks. Mõnel juhul muutub viljasein lihakaks, mispärast siis seemned on enam-vähem mahlases, sageli magusas viljakoes. Seesugune vili on mari *(bacca),* näit. magesõstral *(Ribes alpinum),* juudikirsil *(Physalis alkekengi),* viimasel ümbritsetud suurenenud ning värvilisest tupest. Kui mari on õige suur, nagu näit. kõrvitsal *(Cucurbita pepo),* kõneldakse harilikult marjataolistest lihakatest viljadest. Kui lihakas, ainult sigimikust tekkinud viljas on seemned ümbritsetud tugeva puitunud kattega, mis veel kuulub viljaseinale, nimetatakse vilja luu-

viljaks *(drupa)*, näit. toomingal *(Prunus padus)*, lillakal (*Rubus saxatilis*, siin koguviljad, mis koosnevad mitmest luuviljast).

Tähtsamad kuivad viljad on: kupar, karp, kõder, kõdrake, kaun, kukkurvili, pähkel, pähklike, seemnis, teris, tiibvili, jaguvili ja laguvili. Kupar *(capsula)* [10] koosneb kahest kuni mitmest viljalehest, avaneb valmides mitmeti, kas viljalehtede lõhkedes (pesa-avanev k.), nende eraldudes üksteisest (sein-avanev k.) või avauste kaudu. Näiteid: magun *(Papaver)*, reseeda *(Reseda)*, kurekatel *(Campanula)*. Eelmise sarnane on karp *(pyxidium)*, kuid vilja avanemine toimub siin erilise ringprao abil, mistõttu vilja ülemine osa kaanena maha langeb [koerapöörirohi *(Hyoscyamus niger)*, teelehed *(Plantago)*]. Kõder *(siliqua)* ja kõdrake *(silicula)* on kahest viljalehest tekkivad viljad, mis vastavatest kupardest (näit. verehurmarohul) erinevad selle tõttu, et neil tekib vilja sees õhuke, vilja pikuti kaheks jagav ebavahesein. Sellised viljad esinevad ristõielistel. Erinevus kõdra ja kõdrakese vahel on pikkuse suhtes laiusega. Kõdrakesel ei ületa see suhe kolme, kuna ta kõdral on kolmest suurem. Kaun *(legumen)* tekib ühest viljalehest. Avanemine toimub nii mõhu kui ka seljaõmbluse kaudu, misjuures vilja poolmed sageli keerdu tõmbuvad (seemnete laialipaiskamine). Kaun on iseloomulik liblikõielistele *(Leguminosae)*, näit. herned *(Pisum)*, seaherned *(Lathyrus)*, oad *(Phaseolus)*. Kukkurvili *(folliculus)* sarnaneb eelmise viljaga, sest et ta samuti tekib ühest viljalehest, kuid erineb avanemisviisilt, sest ta praguneb ainult mõhuõmblust-pidi. Kukkurvili esineb paljudel tulikõielistel, nagu kullerkupul *(Trollius europaeus)*, sinisel käokingal *(Aconitum napellus)*, pojengil *(Paeonia peregrina)*.

Eespool-nimetatud kuivad viljad on kõik avaviljad. Neile vastandiks on sulgviljad, s. o. viljad, mis ei avane valmides. Sulgviljadest tekivad pähkel, pähklike ja teris ülemisest, seemnis aga alumisest sigimikust. Pähklikese ja pähkli vahel pole teravat piiri, mõõtuandev on suuruse vahe. Pähkel *(nux)*, näit. sarapuul; pähklike *(nucula)* esineb kaunis sageli, näiteks kanakoolmel *(Ranunculus ficaria* e. *Ficaria verna)*, roomaval tulikal *(Ranunculus repens)*, valgel emanõgesel *(Lamium album)*. Seemnis *(achaenium)* on iseloomulik korvõielistele *(Compositae)* ja mõningatele teistele kaheiduleheste sugukondadele. Sageli kinnitub seemnise ülemisele servale karvakeste

tutt (lad. *pappus*, näit. võilillel), mis on levimisvahendiks. T e r i s *(caryopsis)* esineb kõrrelistel. Iseloomulik terisele on võrreldes pähkli ja pähklikesega seemne- ja viljakesta ühtekasvamine. T i i b v i l i *(samara)* on harilikult pähklikese erim, millel on tiivataolised väljakasvud, kusjuures viimaste teke võib olla mitmesugune (näit. kask, saar). Eespool-nimetatud sulgviljad on üheseemnesed. Leidub ka mitmeseemneseid sulgvilju. Viimastest on paljud kas j a g u - või l a g u v i l j a d. Jaguviljade puhul eralduvad viljade valmides üksikud viljalehed (koos seemnega, mida igaüks neist ümbritseb). Seesuguseid jaguviljasid leidub näit. putkelistel *(Umbelliferae)* ning kassinaerilistel *(Malvaceae)*. Laguvili *(lomentum)* erineb eelmisest selle poolest, et vilja valmides laguneb viljaleht osadeks. Häid näiteid neist omapärastest viljadest leidub liblikõielistel (*Coronilla, Hedysarum* jt.).

T a i m e d e p a l j u n e m i n e toimub sugutult (võsundite, sigipungade jne. abil) või sugulisel teel. Sugulisel paljunemisel on olulise tähtsusega, kas õietolm, mis satub emakasuudmele, on sama isendi või teiselt samasesse liiki kuuluvalt indiviidilt. Viimane juhtum, mida nimetatakse risttolmlemiseks, on üldiselt seemnete idanevuse ning neist kasvavate taimede vitaalsuse seisukohalt vaadates soodsam; ta on sageli kogunisti ainsaks sugulise paljunemise viisiks, sest isetolmlemine on paljudel liikidel täitsa tagajärjetu. Isetolmlemine ei tule muidugi üldse arvesse k a h e k o j a s u s e *(dioecia)* puhul, s. t. taimedel, millede ühesugulised õied on nii asetatud, et tekivad suguliselt erinevad indiviidid, isastaimed ja emastaimed [näit. pajud *(Salix)*, valge pusurohi *(Melandryum album)*]. Ühesugulised õied võivad asetseda aga ka selliselt, et igal antud liigi isendil leidub nii isas- kui ka emasõisi — ü h e k o j a s u s (*monoecia*). Ühekojased õied on näit. piimalilledel [*Euphorbia*, kahesuguliste väikeste õiesarnaste õisikutega *(cyathium)*, õied on ühesugulised, koosnevad kas ühest tolmukast või ühest emakast], kurgil *(Cucumis sativus)*. Harilikult on õied hermafrodiitsed, s. t. kahesugulised. Siiski funktsioneerivad seesugused õied teataval ajajärgul harilikult ühesugulistena, sest vastaspoolte suguorganid ei küpse üheaegselt. Sageli v a l m i v a d e n n e t o l m u k a d *(dichogamia, proterandria)*. See juhtum esineb näit. *Aconitum*'i, *Delphinium*'i ja *Aquilegia* liikidel, millede õietolmu edasikandmist toimetavad vaablased (*Bombus*'e liigid); ka ööliblikate kaastegevusel tolmuv longus põisrohi *(Silene nutans)* kuulub siia.

Vastandiks eelmisele juhule on e e l e m a s u s *(dichogamia, proterogynia)*. Näiteina on sobivad keskmine teeleht (*Plantago media*, nagu teistelgi meie teelehe liikidel toimub õietolmu ülekandmine tuule abil), sealõuarohi (*Scrophularia nodosa*, õietolmu edasikandjaiks on herilased), tobiväät (*Aristolochia clematitis*, tolmu edasikandjaiks kärbsed). Kõigiti soodustab tolmlemist ka e r i k a e l s u s *(heterostylia)*. Siin esinevad teatavas taimeliigis [näit. harilikul nurmenukul *(Primula officinalis)* või kopsurohul *(Pulmonaria officinalis)*] — kahesugused õied: ühed kõrgel asuvate tolmukate ning lühikese emakakaelaga, teised aga madalamal olevate tolmukate ning krooni neeluni ulatuva emakakaelaga. On huvitav, et lühikese kaelaga õite tolmukate tolmuterad on s u u r e m a d pikakaelaliste õite õietolmu-teradest. Siin ilmneb seega väga kaugeleulatuv kohanemine risttolmlemisele. Eriti keerulised on kukesaba *(Lythrum salicaria)* taolised liigid, sest neil esineb kolmesuguseid indiviide: lühikese, pika ning vahepealse emakakaelaga ning vastavalt neile kolmesuguse tolmukapeade asendiga.

Vaatamata nii mitmesugustele seadeldistele risttolmlemiseks, on teada, et väga paljud taimed annavad häid seemneid ka isetolmlemisel. On kogunisti õisi, milledes isetolmlemine toimub regulaarselt, kuna õied üldse ei avane *(cleistogamia)*. Imekannike *(Viola mirabilis)*, mis meil metsades harilik, õitseb kevadel, kuid need õied kannavad harva vilja. Suvel tekivad kleistogaamsed õied, mis alati annavad vilju rohkete seemnetega.

Õietolmu edasikandmisel peatusime osalt juba eespool. Juurde lisada tuleks järgmist: päevaliblikate õied on sageli punased või sinised, kuna ööliblikate õied on valged, sageli tugevasti lõhnavad. Troopikamail leidub taimi, milledel on õietolmu edasikandjaiks selgroolised (linnud, nahkhiired). Seesugustest liikidest on bioloogia-osakonnas kanna *(Canna indica)*, mille õietolmu peale lindude siiski ka putukad edasi kannavad. Herilaste abil toimub õietolmu edasikandmine, nagu nägime, sealõuarohul; vaablaste õied on näit. valge emanõges, *Digitalis*'e liigid, *Aconitum*'i liigid jt. Mesilased toimetavad tolmutamist mesikail *(Melilotus)* ja väga paljudel teistel taimedel. Kärbseõied on harilikult kollakat või punast värvi ning sageli vastiku lõhnaga, aga on ka erandeid (siniseõielised *Veronica*'d, *Leptandra virginica* jt.).

Taimedele, kui kohale kinnitunud organismidele, on tarvis vahetalitajaid mitte ainult sugurakkude (õietolmu) edasikand-

miseks, vaid ka viljade levitamiseks. Ka sugutu paljunemise vahendid [11] võimaldavad taimele rändamist, kuigi sageli aeglaselt. Ränne toimub kas maa sees olevate võsundite (risoomide) abil, nagu liivtarnal *(Carex arenaria)* või maapealsete võsundite (stoloonide) abil [näit. maasikal *(Fragaria moschata)*]. Ka sigipungad, mis tekivad näit. mõningail sibula *(Allium)* liikidel õisikus, võimaldavad rännet.

Eriti suurte raskustega on seotud parasiit-taimedel [7] neile sobivaile peremeestaimedele sattumine, mispärast neil on seemneid harilikult väga palju ning need on väikesed (näit. soomukad, *Orobanche* liigid, soomusjate lehtedega, leheroheliseta nugilised mitmesugustel õistaimedel nagu kukerpuul, oal, kanepil jt.).

Seemnete ja viljade laialikandjateks on: loomad ja inimene; tuul; mõningatel juhtudel aga ka taim ise.

Sipelgad levitavad eriti niisuguseid taimi, millede seemneil on nn. karunkul, toitaineterikas väike väljakasv, mille kõrvaldamine seemne küljest ei mõjusta seemne idanemiskõlblikkust. Seesuguseid mürmekohoorseid taimi leidub eriti rohkesti metsades. Siia kuuluvad kannikesed *(Viola)*, metspipar *(Asarum)*, verehurmarohi *(Chelidonium)* jt. Lihakate viljade (marjade, luuviljade) levitajaiks on loomad, sageli linnud. Arvestades lindude suurt liikumisvõimet on selge, et see nn. endozoiline levimisviis on õige mõjus. On teada juhtumeid, kus kohanemine endozoilisele levimisele on nii täielik, et ainult need seemned, mis on läbinud lindude seedimisorganeid, on idanemisvõimelised [näide: taevassinine kuslapuu *(Lonicera coerulea)*].

Peale endozoilise levitamise on olemas nn. epizoiline seemnete ja viljade levitamine, kusjuures viljad kisutaoliste ogade abil jne. püsivad loomade küljes, et lõpuks võibolla kaugel emataimest maha variseda [näit. rass *(Cynoglossum officinale)*, ruskmed *(Bidens)*, ojamõõl *(Geum rivale)*]. Tuul kannab edasi vilju ja seemneid, mis varustatud lendkarvadega (paju seemned, korvõieliste viljad, põdrakanepi seemned jne.) või aga tiibadega (vahtra jaguviljad, kase tiibviljad, männi ja kuuse seemned jt.). Lõhkevilju omavad mitmed lemmaltsalised *(Balsaminaceae)*, näit. aias ja mitmel pool parkides levinud väikeseõiene lemmalts *(Impatiens parviflora)*, mille kodumaaks on Kesk-Aasia ja Põhja-Hiina.

Kõrgematele taimedele ülimalt iseloomulik täielik aktiivse edasiliikumise võime puudumine põhjustab, nagu nägime, „välis-

abi" tarvidust õietolmu edasikandmisel ja viljade levitamisel. Eespool-nimetatud taimede põhiomadusega on tihedas seoses ka taimede väga kaugeleulatuv kohanemisvõime, mis lubab neil areneda olude kohaselt pikkuse, lehesuuruse, karvkatte jne. poolest sageli niivõrd erinevaiks, et kahelt eri asukohalt kogutud sama liigi indiviidid näivad mitte-eriteadlasele eriliikidena. Seesuguseid välismõjude tagajärjel tekkinud vorme nimetatakse modifikatsioonideks. Nad pole pärandatavad, küll aga on pärandatav varieeruvuse ulatus ning reageerimisviis, mis omased antud liigile.

Taimede kaitsevahendid neile ebasoodsate või kahjulikkude tegurite vastu on õige mitmekesised. Loomade vastu kaitsevad sageli ogad (tugevad teravad moodustised, mis tekivad mitmesuguste organite väljakasvudena näit. agaavil leheserval) ning astlad (metamorfoseerunud organid, näit. lehed, külgvõsud jne.). Lehtastlaid (leidub kõiksuguseid üleminekuid lehest kuni mitmeharulise astlani) leiame kukerpuul *(Berberis)*, varsastlad esinevad näit. okaspajul *(Hippophaë rhamnoides)*.

Väga mitmekesised on taimede kaitsevahendid, mille ülesandeks on vähendada transpiratsiooni, s. o. vee auramist maapealsetest taimeorganitest.

Tihe karvkate leidub paljudel kuivade asukohtade taimedel, eriti mäestikes, kus õhu hõreduse ning tugevate tuulte koostoimel on kuivamis-hädaoht eriti suur (näited: *Leontopodium sibiricum, Arabis caucasica*). Ainulaadse karvkattega taim on *Mesembryanthemum cristallinum* (Lõuna-Aafrikast), nimelt annavad üherakulised papillitaolised, vett sisaldavad karvad taimele sellise välimuse, nagu oleks see jäätunud. — Lihakad, väikese välispinnaga, vee säilituse organitena funktsioneerivad leht- ja tüvesukulendid on samuti kohastunud elule ariidsetel maa-aladel. Lehtsukulente on eriti rohkesti paksuleheliste *(Crassulaceae)* hulgas. Vahakate esineb paljudel liikidel [näit. nelkidel, vareskaeral *(Elymus arenarius)*]. Mõjusaks kaitsevahendiks on mõnel juhtumil ka leheseis (vertikaalne leheseis paljudel Austraalia eukalüptidel!). Ekstreemseil juhtumeil kaovad lehed täielikult või nad on ainult soomusjate rudimentidena olemas (näiteks *Asparagus*'e liikidel). Sääraseil juhtumeil muutub vars assimileerimisorganiks, on roheline ning varustatud (sageli rohkete) õhulõhedega [osjad *(Equisetum)*, asparid *(Asparagus)* jt.]. Assimileerivate varte sekundaarne „leheks muutumine" esineb näiteks *Rus-*

cus'e liikidel, millede lehesarnased organid on tegelikult varremoodustised (f ü l l o k l a a d i d), kuna pärislehed asetsevad fülloklaadide alusel väikeste soomustena.

Taimede muutlikkusest välistegurite mõjul vt. lk. 17. Huvitavad on taimedel esinevad hüppelised pärandatavad muudatused organite ehituses — m u t a t s i o o n i d. Selle juures võib tähele panna värvimuutusi õites (näit. valgeõielised vormid kurekatlal ja kurekellal, viimasel ka roosaõieline teisend), muutusi lehtede



Joon. 3. *Chelidonium majus* L. ja *Chelidonium majus* L. var. *laciniatum* hort. (pahemal).

kujus *(Chelidonium majus* ning selle mutant *C. majus* var. *laciniatum; Polemonium coeruleum* ja selle liigi mutant *P. coeruleum* var. *dissectum)* ning värvuses (näide: *Phalaris arundinacea* var. *picta*). Mutatsioonide hulka kuuluvad ka täidisõied. Need on abnormsed vormid, mis looduses oleksid määratud hävimisele, sest et neil tolmukad kas kõik või osaliselt on muutunud kroonlehtedeks. Näited: nelgid, seebilill, varsakabi jt.

Uued taimevormid ei teki aga ainult mutatsioonidena. Nad on sageli sugulise paljunemise tulemus, sest sugulisel paljunemisel võivad isas- ja emastaimede omadused väga mitmeti kombineeruda. Teatavad neist kombinatsioonidest on täitsa püsivad ning pärandavad oma omadusi järeletulijaile. Näit. praegu õige mitmesugustes, sageli vägagi erinevates sortides kultiveeritavad

aiadaaliad (*Dahlia variabilis* Desf. e. *Georgina variabilis* Willd.) on tegelikult kahe-kolme metsikult Mehhikos esineva liigi (*Dahlia coccinea* Cav., *D. gracilis* Ortg., *D. rosea* Cav.) värrad (osalt arvatavasti aga ka mutandid).

Lõpuks tuleks nimetada nn. p e l o o r i a i d (näide: *Antirrhinum majus* var. *peloria*). Need on aeg-ajalt leiduvad taimed, milledel on normaalselt sügomorfse õie asemel tekkinud aktinomorfsed viietised õied. Neid paljundatakse pistikute abil.

TAIMEDE SÜSTEEM [1])

(s ü s t e m a a t i k a - o s a k o n d).

K a t e s e e m n e t a i m e d *(Angiospermae)* on taimed, millede seemned ei teki lahtiselt viljalehtedel nagu paljasseemnestel [*Gymnospermae:* päris-palmlehikud *(Cycadinae)*, hõlmikpuud



Joon. 4. Süstemaatika-osakond.

(Ginkgoinae), okaspuud *(Coniferae)*, vastaklehikud *(Gnetinae)* jt.], vaid kinnistes, ühe või mitme viljalehe kokkukasvamisel tekkinud emakais; jagunevad kahte hästi eraldatud klassi:

[1]) Märk * taimenimedel lk. 19—145 tähendab, et antud liik pole kultuuris Botaanikaaias.

Taimeriigi hõimkonnad ja klassid.

I hõimkond: Lagutaimed (*Schizophyta*)
1. kl. Sinivetikad (*Schizophyceae*)
2. kl. Bakterid (*Schizomycetes*)

II hõimkond: Viburtaimed (*Monadophyta*)
1. kl. Viburvetikad (*Flagellatae*)

III hõimkond: Limataimed (*Myxophyta*)
1. kl. Limaseened (*Myxomycetes*)

IV hõimkond: Ränitaimed (*Bacillariophyta*)
1. kl. Ränivetikad (*Diatomeae*)

V hõimkond: Ikkestaimed (*Conjugatophyta*)
1. kl. Ikkesvetikad (*Conjugatae*)

VI hõimkond: Pruuntaimed (*Phaeophyta*)
1. kl. Pruunvetikad (*Phaeophyceae*)

VII hõimkond: Punataimed (*Rhodophyta*)
1. kl. Punavetikad (*Rhodophyceae*)
1. alakl. Algpunavetikad (*Bangieae*)
2. alakl. Pärispunavetikad (*Florideae*)

VIII hõimkond: Pärisrakistaimed (*Euthallophyta*)
I alahõimkond: Rohevetiktaimed (*Chlorophyceae*)
1. kl. Algrohevetikad (*Protococcales*)
2. kl. Juus-rohevetikad (*Ulotrichales*)
3. kl. Mõik-rohevetikad (*Siphonales*)
4. kl. Kare-rohevetikad (*Siphonocladiales*)
5. kl. Mänd-rohevetikad (*Charales*)
II alahõimkond: Seentaimed (*Mycetes*)
1. kl. Ürgseened (*Archimycetes*)
2. kl. Vetikseened (*Phycomycetes*)
3. kl. Kottseened (*Ascomycetes*)
alakl. Kottsamblikud (*Ascolichenes*)
4. kl. Kandseened (*Basidiomycetes*)
alakl. Lavasamblikud (*Hymenolichenes*)

IX hõimkond: Tüvend-eostaimed (*Archegonophyta*)
I alahõimkond: Sammaltaimed (*Bryophyta*)
1. kl. Pärissamblad (*Musci*)
2. kl. Maksasamblad (*Hepaticae*)
II alahõimkond: Sõnajalgtaimed (*Pteridophyta*)
1. kl. Sammalraikad (*Psilophytinae*)
2. kl. Pärisraikad (*Lycopodiinae*)
3. kl. Raagraikad (*Psilotinae*)
4. kl. Kidad (*Articulatae*)
5. kl. Keerdlehikud (*Filicinae*)
1. alakl. Ürg-keerdlehikud (*Primofilices*)
2. alakl. Eba-keerdlehikud (*Filicinae eusporangiatae*)
3. alakl. Päris-keerdlehikud (*Filicinae leptosporangiatae*)

X hõimkond: Õistaimed (*Anthophyta*)
I alahõimkond: Paljasseemnetaimed (*Gymnospermae*)
1. kl. Seemnesõnajalad (*Pteridospermae*)
2. kl. Päris-palmlehikud (*Cycadinae*)
3. kl. Ürg-palmlehikud (*Bennettitinae*)
4. kl. Ihnlehikud (*Cordaitinae*)
5. kl. Hõlmikpuud (*Ginkgoinae*)
6. kl. Okaspuud (*Coniferae*)
7. kl. Vastaklehikud (*Gnetinae*)
II alahõimkond: Kateseemnetaimed (*Angiospermae*)
1. kl. Kaheidulehesed (*Dicotyledoneae*)
2. kl. Üheidulehesed (*Monocotyledoneae*)

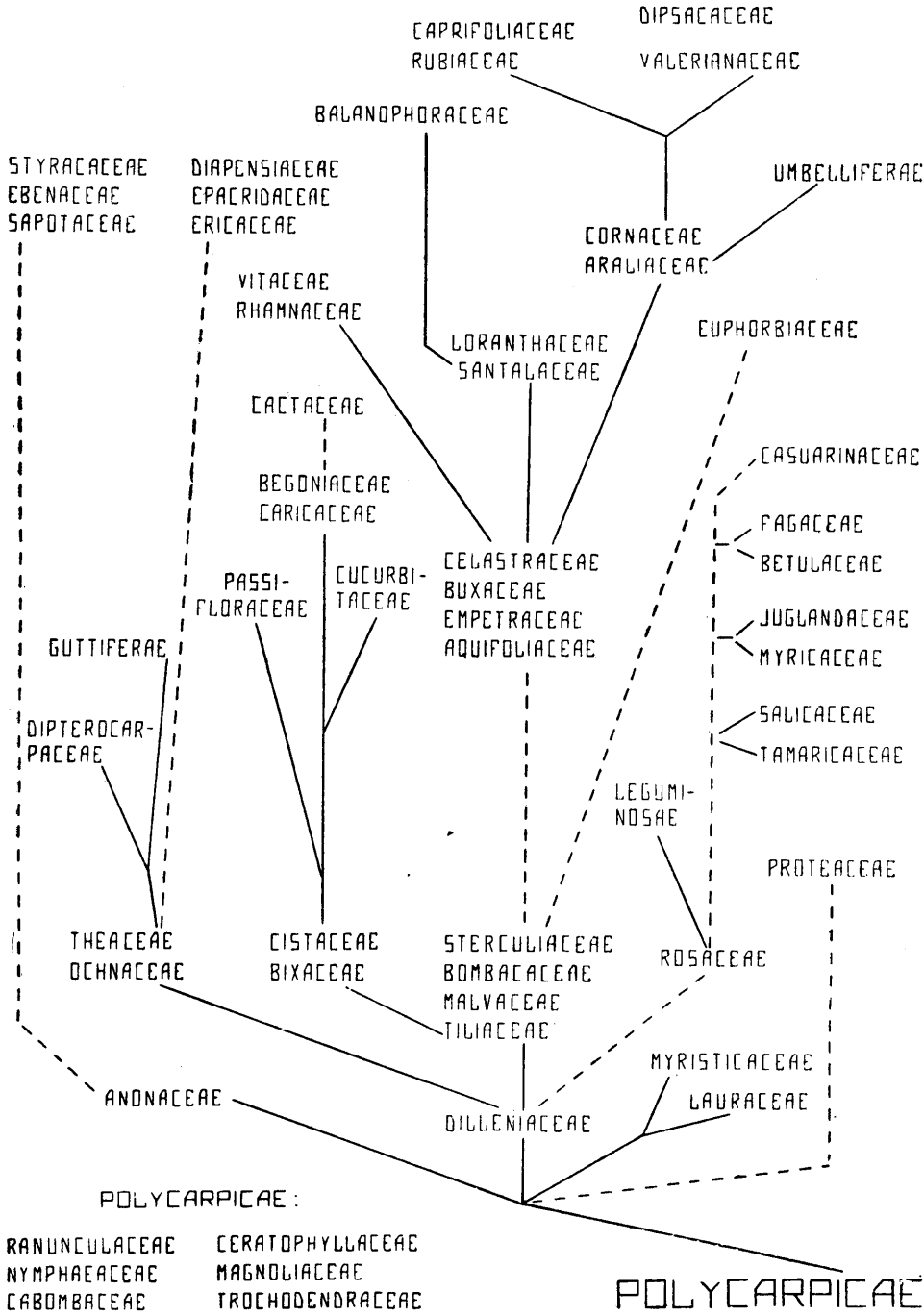
kaheidulehesed *(Dicotyledoneae)* ja üheidulehesed *(Monocotyledoneae)*. Esimestel on üks iduleht, teistel harilikult kaks (erandeid leidub näit. tulikõielistel jt.). Ka erinevad nimetatud klassid kaugeleulatuvalt õie ehituses (esimeses harilikult viietised, teises kolmetised õied), lehtede struktuuris, harunemisviisilt, juhtkimpude paigutuselt varres, juhtkimpude anatoomias jne.

Õistaimed on maakeral võrdlemisi noor taimerühm. Neid leidub kivististena alles alates karboni ajastust, kus esinesid mõningad paljasseemnesed (*Cordaites* jt.). Pika arenemiskäigu tulemusena on tekkinud praegu maakeral esinev mitmekesine taimestik, milles õistaimed, nii kahe- kui ka üheidulehesed, etendavad eriti tähtsat osa enam-vähem kogu maakeral, välja arvatud muidugi alad, kus õistaimedel pole elu võimalik, küll aga sageli veel mõningail eostaimedel, eriti vetikail ja samblikel.

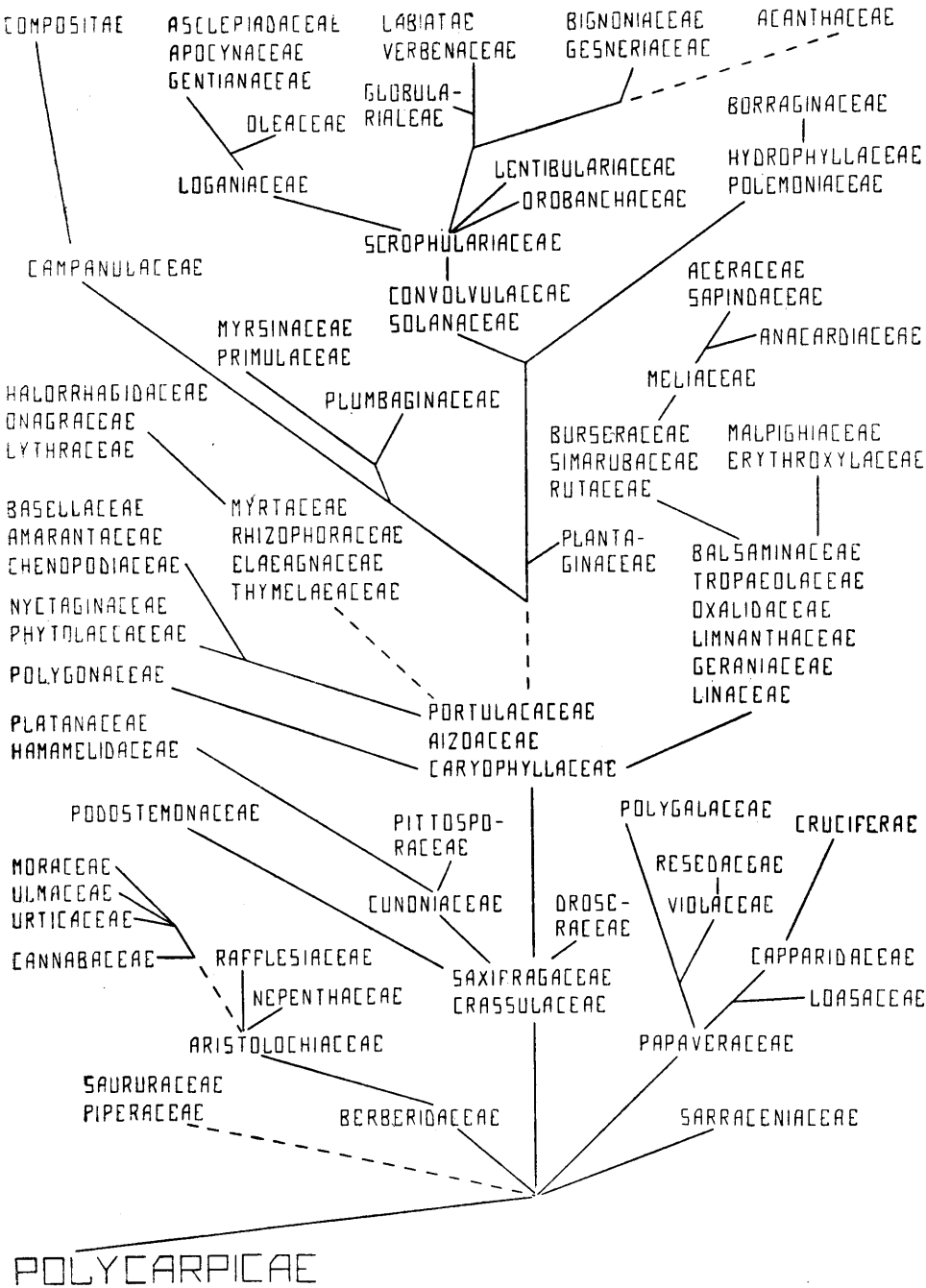
Teadusliku taimesüstemaatika tähtsaks ülesandeks on taimede omavahelise suguluse selgitamine. Osa tulemusi sellelt alalt peegeldub Linné'st alates juba lihtsalt taimenimedes, sest iga nimetuse esimene sõna ütleb ära perekonna *(genus)*, kuhu antud liik kuulub. Tekkelt ühtekuuluvad perekonnad moodustavad ühe sugukonna *(familia)*. Sugukondi ühendatakse edasi seltsideks *(ordo)*, need edasi alaklassideks *(subclassis)*, klassideks *(classis)* ning hõimkondadeks *(divisio)*. Viimaseid on taimeriigis kümme.

I. Kaheidulehesed (Dicotyledoneae).

Kaheiduleheste selts *Polycarpicae* on selle klassi sugukondade valdava enamiku fülogeenia seisukohast suure tähtsusega, sest sellest seltsist on võimalik neid tuletada. Alljärgnevas skeemis (joon. 5.) on näidatud arvatav kaheiduleheste sugukondade teke, nagu seda on selgitanud paljude autorite uurimused. (Vrd. näit. üksikute sugukondade monograafiaid Engler'i ning Prantl'i koguteoses „Pflanzenfamilien", kus on arvestatud väga arvukate eriteadlaste põhjendatud seisukohti sugukondade omavahel'sest sugulusest. Aluseks on olnud ka Hutchinson'i teoses „The Families of Flowering Plants" toodud skeemid, kuigi nimetatud skeeme on paljudes osades tulnud oluliselt muuta, lähtudes eespool-nimetatud autorite tulemusist.) Et praegu maakeral leiduvad taimesugukonnad on kõik



Joon. 5. Kaheiduleheste



sugukondade arvatav sugulus.

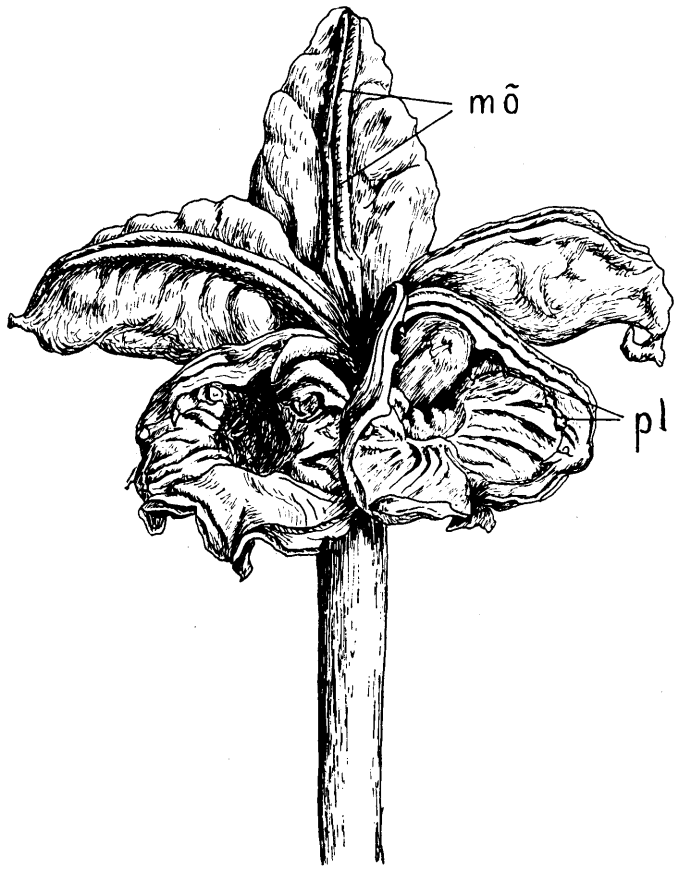
õieti suure arenemispuu „ladvad", ning latvade tekkimisega käsikäes käis „tüve" hävimine, kuna ladvad tekkisid tüvest, mitte tüvel, siis on seesugustes skeemides praegu alles palju hüpoteetilist. Nende väärtus on selles, et nad resümeerivad ülevaatlikult ja lühidalt väga paljude õige üksikasjalikkude uurimuste tulemusi. Kus sugukondade omavaheline sugulus või nende tuletamine teistest on alles täitsa küsitav, on pideva joone asemel tarvitatud katkendilist joont.

Skeemis on kaheidulehesed kahes suures rühmas (vrd. Hutchinson, 1926), mis mõlemad algavad seltsiga *Polycarpicae*. On huvitav, et paljudes kaheiduleheste perekondades valitsevad puistaimed (neid on rohkesti skeemi osas lk. 22), teistes aga rohttaimed (skeemi osa lk. 23). Kuid kahtlemata on toimunud taimeriigi fülogeenias korduvalt nii rohttaimede teke puistaimedest kui ka ümberpöördult, sest on üsna harilik juhtum, et ühes ja samas sugukonnas või koguni perekonnas leidub nii rohttaimi kui ka puid ja põõsaid.

Alustades tutvumist kaheidulehestega tuleb lähtuda seltsist *Polycarpicae*, kuhu kuuluvad sugukonnad *Ranunculaceae, Nymphaeaceae, Cabombaceae, Ceratophyllaceae, Magnoliaceae, Trochodendraceae* ja mõned teised.

Ranunculaceae (tulikõielised). — Püsikud (harva üheaastased, ka puitunud tüvega vääntaimi) juurmiste, varrel vahelduvate, sageli enam-vähem jaguste lehtedega. Õied primitiivsemail vormidel aktinomorfsed, õie-osad asetuvad spiraalselt (primitiivne tunnus õie-ehituses!). Õiekate kas lihtne värviline või aga tupe ja krooniga, kusjuures kroonlehed funktsioneerivad meemahutitena (nektaariumidena) ning tekkelt on staminoodid, s. o. steriilsed tolmukad. A_{∞}. $G_{\infty-1}$, apokarpne, ülemine. Viljalehed on ∞_{-1} seemnepungaga. Viljad: kukkurvili, pähklike, mari. Ühenduses oletusega, et seltsist *Polycarpicae* põlvnevad ka üheidulehesed, on huvitav ühe idulehe esinemine mõningail tulikõielisil, näit. *Ficaria*'l. Ka on juhtkimpude paigutus tulikõielistel osalt sarnane üheiduleheste omaga, samuti juhtkimbu sisemine ehitus, kus niinosa koosneb, nagu üheidulehestelgi, vaid sõeltorudest ja saaterakkudest. Karakteerne on ka peajuure varajane hääbumine, mispärast tulikõielistel, samuti nagu üheidulehestelgi, leidub vaid lisa- ja külgjuuri.

Paeonioideae. Seemnepungad kinnituvad viljaleha mõhuõmblusele. Vili kukkurvili. õievalem: $\ast K_5 C_0 A_\infty G_{ü5}$. Tupp värviline, kroonjas, sellest allpool kõrglehtedest tekkinud kate

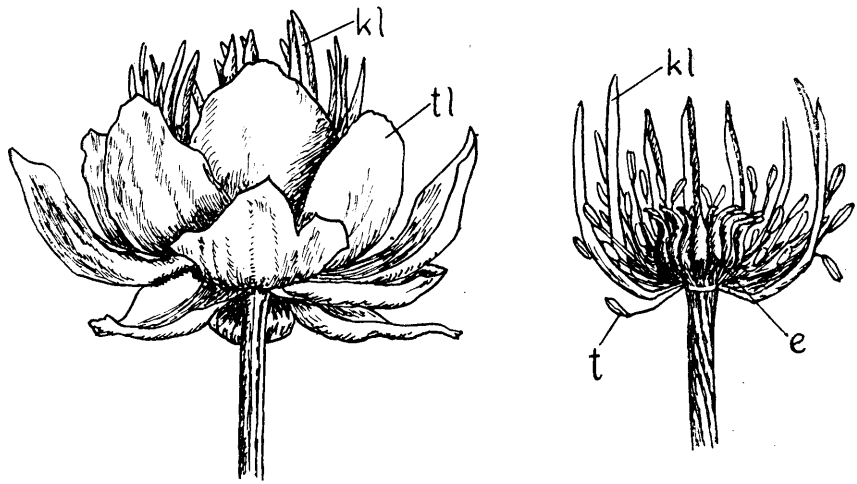


Joon. 6. *Paeonia anomala* L. Vilikond; koosneb viiest kukkurviljast, neist kaks avanenud (seemned välja langenud!); *mõ* — mõhuõmblus, *pl* — platsenta. 2 × suur.

(„tupp"). *Paeonia anomala* L., eurosiberi liik suurte õitega. *P. albiflora* Pall., Hiinas. *P. peregrina* Mill., Lõuna-Euroopas ja Lääne-Aasias jt.

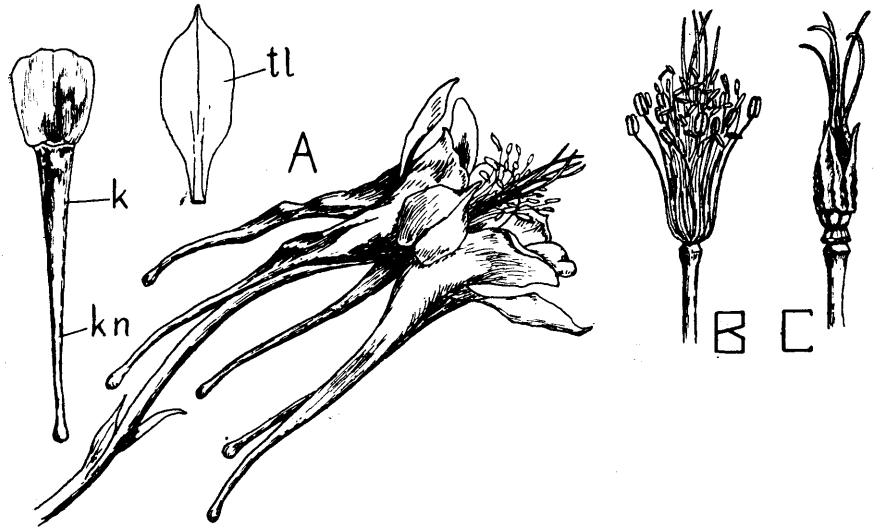
Helleboroideae. Viljad enamikus kukkurviljad, harilikult peale värvilise tupe veel tolmukaist tekkinud nektaariume moodustavad kroonlehed, need õige mitmekesised. *Caltha palustris*

L., varsakabi, õievalem: $\ast K_5 C_0 A_\infty G_{ü5-12}$, euraasia-boreo-ameerika sootaim. — *Trollius*. Värvilise tupe ja tolmukate vahel kroonlehed (nektaariumid). Viimaste arv ja suurus on liikide

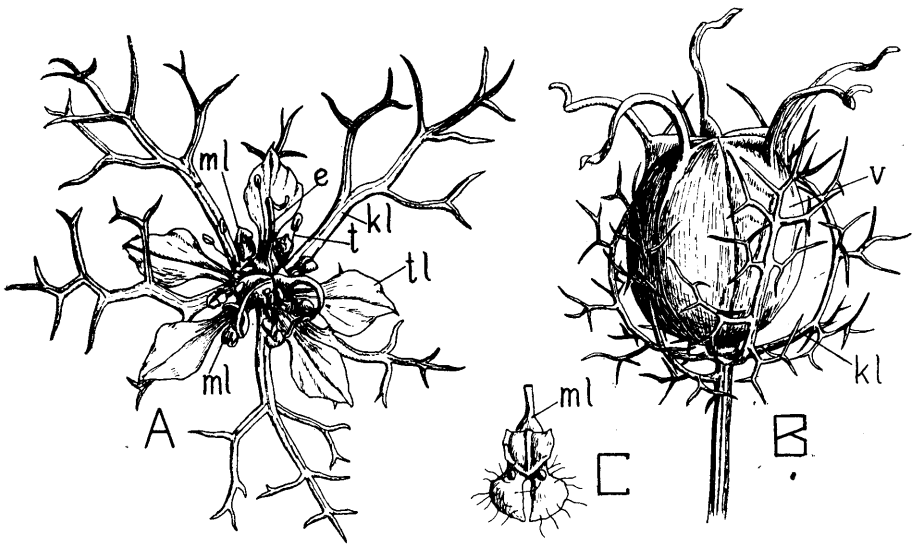


Joon. 7. *Trollius chinensis* Bunge. *tl* — tupplehed, *kl* — meemahutitega kroonlehed, *t* — tolmukad, *e* — emakad. 1,5 × suur.

eraldamisel oluline. *Trollius europaeus* L. $\ast K_\infty C_\infty A_\infty G_{ü\infty}$. Tupplehtede arv on vähem *T. chinensis* Bunge'l (nektaariumid eriti pikad!), samuti *T. patulus* Salisb. *T. altaicus* C. A. Mey. sarnaneb *T. europaeus*'ega, kuid õied on rohkem lahti. Tunduvalt erineb *T. asiaticus* L. tupplehtede oranži värvi tõttu. — *Helleborus viridis* L., tuutjate nektaariumlehtedega. — *Eranthis hiemalis* Salisb., õie alla nihkunud kõrglehtede tõttu näivalt rohtja rohelise „tupega". õiekate kaheli. — *Actaea* (lk. 274 jt.) erineb eelmisest eriti viljaga, mis on tekkelt küll kukkurvili, kuid mille välised kihid muutuvad lihakaks, mistõttu vili on mari. — *Cimicifuga racemosa* Nutt., Põhja-Ameerikas jt. — *Aquilegia*. Kroon ja tupp värvilised, kroonlehed kannusega. Valem: $\ast K_5 C_5 A_\infty G_{ü5}$. *A. vulgaris* L.; *A. chrysantha* A. Gr. Põhja-Ameerikas (kollaste õitega) jt. — *Nigella*. Karakteerne kukkurviljade kokkukasvamisest tekkinud kupar (progressioon võrreldes allpool-nimetatud liikidega). *N. damascena* L. Enamvähem sügomorfsete õitega (progressioon võrreldes eespool-käsiteldud liikidega, mille õied aktinomorfsed) on *Aconitum* ja *Delphinium*. *Aconitum*. õievalem: $K_5 C_{5-2} A_\infty G_{ü3-5}$. Kroon (nektaariumid) vt.

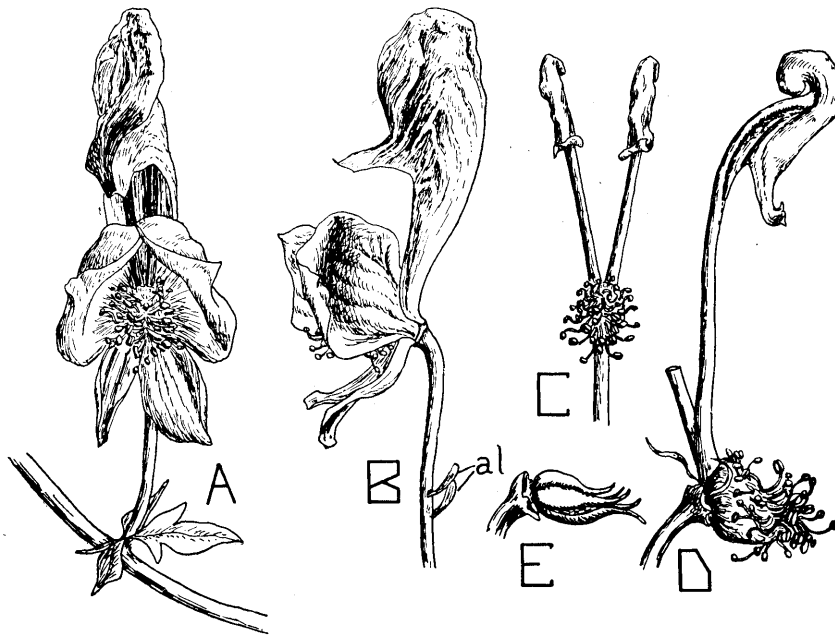


Joon. 8. *Aquilegia chrysantha* A. Gr. A — õis, B — tolmukkond ja emakkond, C — emakkond koos seda ümbritsevate staminoodidega (tekkinud tolmukaist); *tl* — tuppleht, *k* — kroonleht kannusega (*kn*). $^5/_4$ loom. suur.



Joon. 9. *Nigella damascena* L. A — õis kõrglehtedega (*kl*); *tl* — tuppleht, *ml* — meeleht (kroonleht), *t* — tolmukas; *e* — emakas. B — poolvalminud vili (*v*). C — meeleht (kroonleht). A ja B 1,5 × suur., C 5 ×.

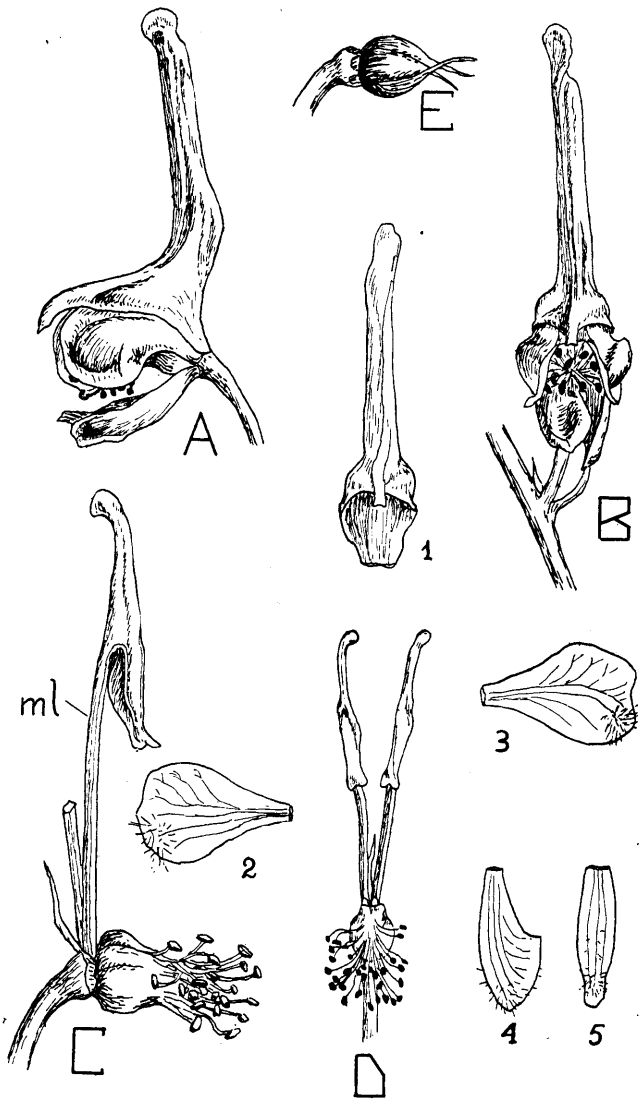
joon. 10 ja 11, osa kroonlehti (3) väikesed, rudimentaarsed või need puuduvad. Aias mitmed liigid: *A. barbatum* Patr., aasia liik; *A. napellus* L. euraasia-boreoameerika montaanne liik; *A. variegatum* L., kirjuõieline euroopa liik; *A. lycoctonum* L., euraasia liik, kollaste õitega; *A. septentrionale* Kölle, eurosiberi liik; mõned liigid ka Siberi ja Kaukaasia osakondades. — *Delphinium.* Üks tupplehtedest (need on harilikult sinised) kannusega, kannustega nektaariumlehti 2—4, sageli tupplehtedest värvilt erinevad (näit. *D. elatum* L.) või samuti sinised (näit. *D. grandiflorum* L.). *D. triste* Fisch. õied on punakas-pruunid kuni mustjas-pruunid. Ühtekasvanud nektaariumlehtedega (kroonlehtedega) on *D. ajacis* Ldb. (e. *Consolida ajacis*); lähedane *D. consolida* L. on põhjapoolkeral harilik põllu-umbrohi.



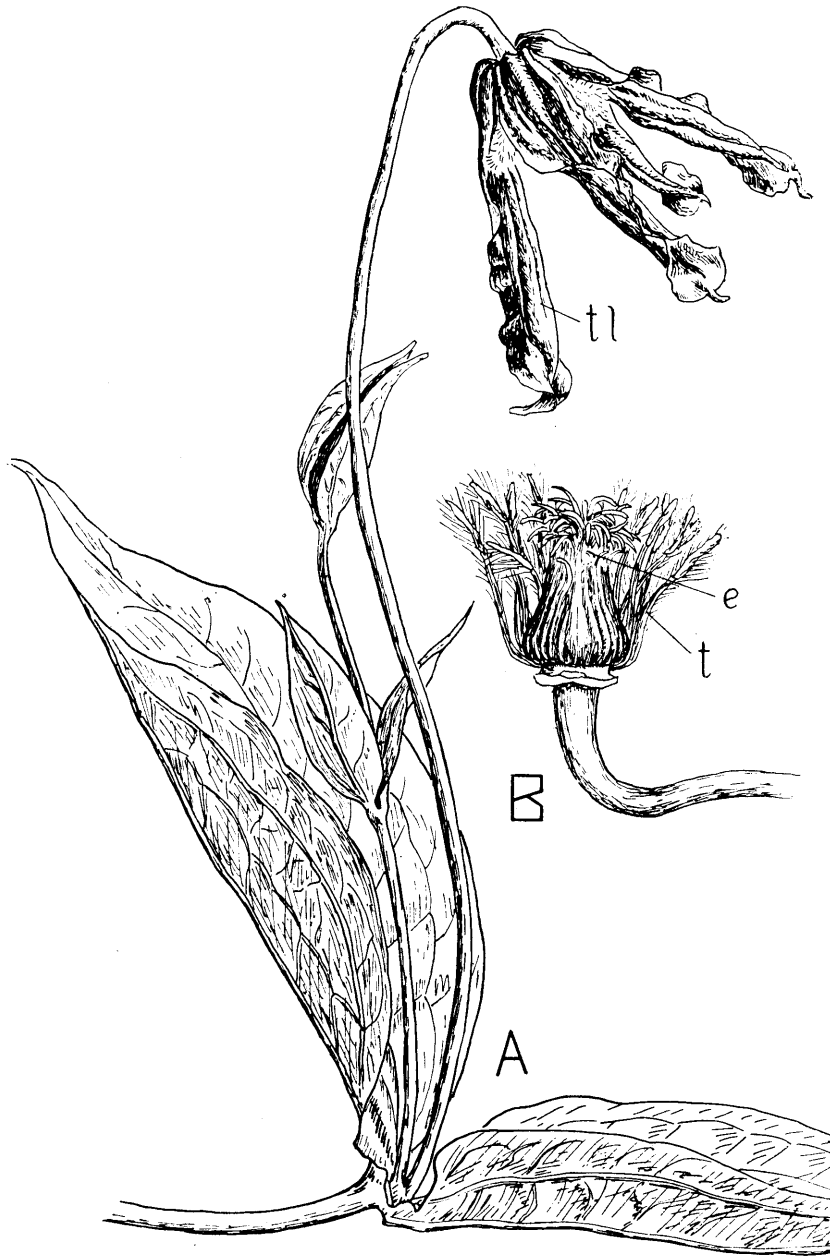
Joon. 10. *Aconitum variegatum* L. f. *pallidiflorum* Sér. A ja B — õis, *al* — alglehed. C — õis peale värvilise tupe kõrvaldamist kahe kroonile vastava meelehega, D — sama, küljelt. E — õie lahkviljalehtne emakkond. A, B, C 1,5 × suurend., D ja E 2,5 ×.

Anemonoideae. Viljalehed ühe seemnepungaga, viljalehtede arv suur, vili pähklike. Nimetatud tunnused tähendavad evolutsiooni võrreldes eespool-käsiteldud rühmadega *(Paeoniae* ja *Helleboroideae),* sest on selgunud, et üheseemnesed viljad on tegeli-

kult üheseemnesteks redutseerunud kukkurviljad. Neis leidub aeg-ajalt seemnepungasid rohkem kui üks, mis aga edasi ei arene. *Anemone*. õievalem: $\ast K_{5-\infty} C_0 A_\infty G_{ü\infty}$. *Anemone virgi-*



Joon. 11. *Aconitum orientale* Mill. var. *eriocarpa* Akinf. A ja B — õis, C — õis peale värvilise tupe kõrvaldamist, D — õie analüüs. 1 — kiiverjas mediaanne tuppleht, 2—5 teised tupplehed (alumiste tupplehtede iseloomulik ebasümmeetrilisus!), ml — meeleht. E — lahkviljalehtne emakkond. A, B ja D 2 × suur., E ja C 3,3 ×.



Joon. 12. *Clematis integrifolia* L. A — varre osa lehtede ja õitega, B — õis peale tupe eemaldamist. *tl* — värvilised (sinised) tupplehed, *t* — tolmukad, *e* — emakad. A — 1,5 ×, B — 3× suurendatud.

niana L. Põhja-Ameerikas; *A. canadensis* L., Põhja-Ameerikas; mitmed liigid teistes osakondades; sügisel õitsevad *A. japonica* Decne., Jaapanis; *A. vitifolia* Ham., Himaalajas. — *Hepatica* (lk. 273). — *Clematis*, enamikus liaanid. *C. integrifolia* L., sinakas-violetsete õitega; *C. recta* L., valgete õitega jt. (osa vastu palmihoone seina, näit. *C. viticella* L.). — *Thalictrum*. — *Ranunculus*. õievalem: $\ast$ K_5 C_5 A_∞ $G_{\ddot{u}\infty}$. *R. bulbosus* L., euroopa liik, muguljalt paisunud maa-aluse varrega, ka Eestis. *R. acer* L. (kibe t.) jt. enamikus kollaste õitega. Sellevastu on vesitulikate õied valged (näit. *R. paucistamineus* Tausch jt.). — *Ficaria*.



Joon. 13. *Adonis vernalis* L. 18. V 1935.

F. verna Huds., kanakoole. — *Adonis*, kroonlehed alusel ilma meelohuta (vastandina *Ranunculus*'ele). *A. vernalis* L.; *A. wolgensis* Stev.; mõlemad euraasia stepitaimed. *A. autumnalis* L., üheaastane sügisel õitsev liik punaste õitega.

Nymphaeaceae. — Vastandina tulikõielistele eranditult soo- ja veetaimed veesiseste, ujulehtede või veest välja ulatuvate lehtedega. õied üksikud, suured, kahesugulised, tupe ja krooniga (kroonlehed on tekkinud tolmukaist), tolmukaid palju. Sigimik koosneb paljudest viljalehtedest, sageli näivalt sünkarpne. Ka selles sugukonnas on rida tunnuseid ühiseid üheidulehestega (juhtkimpude asetus, looted osalt ühe idulehega, peajuur redutseerunud jt.) (lk. 242).

Nelumboideae. $\ast$ K_{4-5} C_∞ A_∞ $G_{\ddot{u}\infty}$. On iseloomulik, et apokarpse günetseumi viljalehed ei kinnitu kumerale õiepõhjale

nagu näit. *Ranunculaceae* sugukonnas, vaid asetsevad erilistes õiepõhja õnarustes. Vili on pähklike, seemned endospermita. *Nelumbo nucifera* Gärtn. (india lootuslill, lk. 242).



Joon. 14. Veetaimi (*Nuphar advenum* R. Br., *Nymphaea* liigid, *Eichhornia crassipes* Solms, *Alisma plantago aquatica* L., *Typha*-liigid jt.) süstemaatika-osakonnas.

Nymphaeoideae. Sigimik näiliselt sünkarpne, kuna viljalehed on täiesti peidetud laienenud õiepõhja. Vilja valmides vabanevad nad sageli üksteisest peale õiepõhja kõdunemist. — *Nuphar.* * $K_5\,C_\infty\,A_\infty\,G_{\underline{|||}\infty}$. Õied kollased, seemned ilma arilluseta. *N. luteum* (L.) Sibth. et Sm., kollane vesikupp, harilik euraasia taim; *N. pumilum* (Timm.) DC., väike vesikupp, samuti euraasia liik; *N. advena* Ait. Põhja-Ameerikas. — *Nymphaea.* * $K_4\,C_\infty\,A_\infty\,G_{\underline{|||}\infty}$. Õiepõhi kuni emakasuudmeteni kaetud tolmukatega, milledele allapoole järgnevad vahemoodustised tolmuka ja kroonlehe vahel. siis kroonlehed. *N. alba* L., valge vesiroos, euroopa liik; *N. candida* Presl, väike vesiroos, eurosiberi liik: *N. odorata* Ait. (valgete ja punaste õitega) ja *N. mexicana* Zucc. (kollaste õitega), mõlemad Põhja-Ameerikast. Mitmed teised liigid esinevad nii Vana- kui ka Uus-maailmas. — *Victoria.* *V. regia* L.* [1]) suurte (kuni 2 m läbimõõdus) ujulehtedega roosaõieline hiigelvesiroos Amazonas'e jões Lõuna-Ameerikas. — *Euryale ferox* Salisb. (lk. 242), Ida-Aasiast, lehe alumine pind on kaetud

[1]) Märk * taimenimedel tähendab, et antud liik pole kultuuris Botaanikaaias.

ogadega nagu *Victoria*'lgi, kuid lehe serv lame (*Victoria regia*'l on leheserv kogu ulatuses vertikaalselt üles käändunud, nii et leht sarnaneb ümmarguse ujuva panniga).

Cabombaceae. — Väike sugukond, vahepealne eelmise ja järgmise sugukonna vahel. Veetaimed. Ujulehed kilpjad, veesisesed lehed korduvalt sõrmjagused, osad niitjad. Viljalehed vabad. *Cabomba aquatica* Aubl. õievalem: $\ast P_{3+3} A_6 G_{ü3}$.

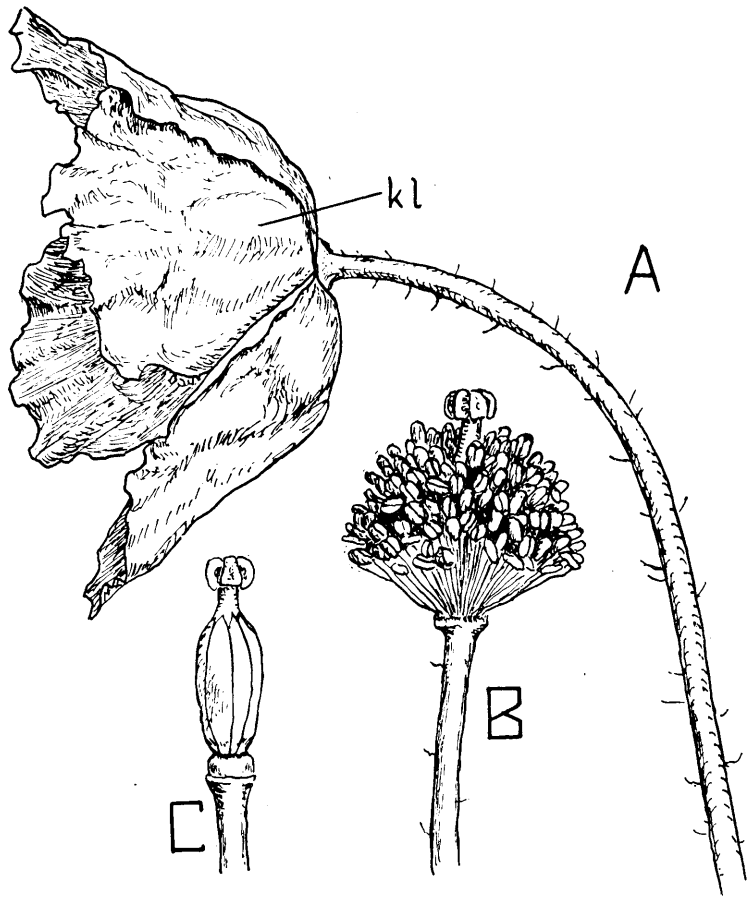
Ceratophyllaceae. — Veesiseste, männasjalt asetuvate jaguste lehtedega veetaimed; õied ühesugulised. ♂ õied: $P_{10-12} A_{12-16} G_0$ ♀ õied: $P_{9-10} A_0 G_{ü1}$. Eestis *Ceratophyllum demersum* L., boreotroopiline liik (kosmopoliit). Kui võrrelda teda süsteemis allpool asetseva *Cabombaceae* sugukonnaga, siis esineb siin primitiivsem tunnus (suurem õieosade arv), mida aga kompenseerib viljalehtede arvu langemine ühele ning kahesuguliste õite muutumine ühesugulisteks (progressioon).

Magnoliaceae. — Puud tervete vahelduvate lehtedega, õlirakkudega tohlkoes. Õied suured, üksikud, otsmised või lehtede kaenlas. Puuduvad Aafrikas, ulatuvad troopikamailt eriti Jaapanis ja atlantilises Põhja-Ameerikas suhteliselt kaugele põhja. Õied kahe- või ühesugulised, spiraalselt asetatud õieosadega (kroonlehed asuvad osalt ka männases). Õievalem: $\ast P_{\infty} A_{\infty} G_{ü\infty}$. Välimised perigooni lehed sageli tupesarnased, rohekad. Tõeline tupp esineb harva (näit. *Drimys*). Iseloomulik on sageli pikenenud õiepõhi (näit. *Magnolia* liikidel). — *Magnolia. M. acuminata* L., Põhja-Ameerikas, suvehaljaste lehtedega; *M. grandiflora* L.*, igihaljaste lehtedega. *Magnolia* liikide kukkurvilja avanemisel ripub sealt funiikuli juhtkimbu venitunud osadel lihaka väliskihiga kaetud värviline seeme. — *Liriodendron tulipifera* L.*, tulbipuu, atlantilises Põhja-Ameerikas. — *Illicium**. — *Drimys. D. Winteri* Forst.*, Põhja- ja Lõuna-Ameerikas.

Trochodendraceae. — Puud ja põõsad. Siia kuulub *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc., Jaapanist, ühesuguliste õitega, kukkurviljadega. Õitseb vara kevadel. ♂ õied: $P_0 A_{\infty} G_0$; ♀ õied: $P_0 A_0 G_{ü1}$.

Kaheiduleheste osas, milles valitsevad rohttaimed, on evolutsioon (fülogeenia) toimunud mitmes erisuunas, nagu seda näha skeemil lk. 23. Üks lühike haru viib sugukonnale *Sarraceniaceae;* teine läheb üle sugukonna *Papaveraceae* ühelt poolt sugukonda-

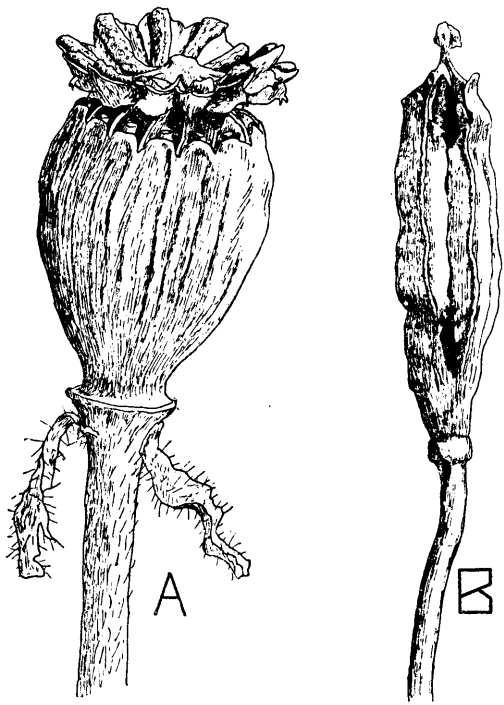
dele *Violaceae, Resedaceae, Polygalaceae,* teiselt poolt sugukondade *Loasaceae, Capparidaceae* ja *Cruciferae* juurde. Peale nende on mitmeid teisi arenemissuundasid. Vaatleme lähemalt praegunimetatud sugukondi.



Joon. 15. *Meconopsis cambrica* Vig. A — õis (*kl* — kroonlehed); B — tolmukkond ja emakas; C — emakas. 2 × suur.

Sarraceniaceae. — Ameerika putukasööjad sootaimed kanjate lehtedega, mille abil toimub putukate püük nagu *Nepenthes*'e liikidel (lk. 198). Õieosad asetsevad osalt spiraalselt (tupp). Üldine õievalem on: $\ast K_{9-5}\, C_{5-0}\, A_{\infty}\, G_{\underline{\ddot{u}}(6-3)}$. Emakakael on sageli õige tugevasti arenenud, eriti *Sarracenia* liikidel, kus ta ülemises osas katusjalt laieneb, sarnanedes kujult vihmavarjuga

ning kattes tolmukaid ja sigimikku. Emakasuudmeid on viis, need on emakakaela laienenud osa alumisel pinnal, väikeste, üksteisest täiesti eraldunud väljakasvudena. *Sarracenia. S. purpurea* L. (lk. 266) jt. — *Darlingtonia. D. californica* Torr. et Gray*.



Joon. 16. *Papaver orientale* L. (A) ja *Meconopsis cambrica* Vig. (B) viljad (kuprad). Esimene 2 ×, teine 2,5 × suurendatud.

Papaveraceae. — Enamikus rohtjad taimed, sageli piimmahlaga. õied aktinomorfsed või sügomorfsed. Üldine õievalem: ✳ või ·|· $K_2C_{2+2}A_{4-\infty}G_{ü(2-\infty)}$. Iseloomulik on tupplehtede varajane varisemine. Vili ühepesane, kas kupar, kukkurvili või pähklike. Seemned õlirikka endospermiga.

Hypecoideae. Hypecoum: ✳ $K_2\,C_{2+2}\,A_{2+2}\,G_{ü(2)}$.

Papaveroideae. Meconopsis, joon. 15 ja 16, lk. 34 ja 35. — *Papaver.* ✳ $K_2\,C_{2+2}\,A_{\infty}\,G_{ü(4-20)}$. *P. orientale* L., mitmeaastane, *P. somniferum* L., *P. rhoeas* L., mõlemad üheaastased. — *Chelidonium.* ✳ $K_2\,C_{2+2}\,A_{\infty}\,G_{ü(2)}$. *Chelidonium majus* L., kollase piimmahlaga, mürgine. Vili kõdrasarnane kupar. — *Glaucium. G. flavum* Crantz, pika kaunasarnase kupraga. — *Bocconia. B. cordata* Willd., Hiinast, õievalem: ✳ $K_2\,C_0\,A_{\infty}\,G_{ü(2)}$. — *Eschscholtzia. E. californica* Cham., tupplehed kokku kasvanud: $K_{(2)}$.

Fumarioideae [käsiteldud sageli eri sugukonnana (*Fumariaceae*)]. Üks või kaks kroonlehte kannusega, tolmukad erilised, näivalt 2, tegelikult neljale tolmukale vastavad (*Hypecoum*'ist tuletatavad!), milledest kaks tolmukat on jagunenud

pooleks ning pooled ühinenud vastavate lateraalsete tolmukatega. *Dicentra spectabilis* (L.) DC., kahe kannusega, Hiinast. — *Corydalis.* õievalem: $\cdot|\cdot\ K_2\ C_{2+2}\ A_{2(1/2+1+1/2)}\ G_{ü(2)}$. Aias mitmed liigid: *C. nobilis* Pers. ja *C. bracteata* Pers., mõlemad Altaist, *C. lutea* (L.) DC., *C. bulbosa* DC. [e. *C. solida* (L.) Sw., päris lõokannus, euraasia liik, ka Eestis]. — *Fumaria officinalis* L., põldudel, aedades, harilik.

Capparidaceae. — Rohttaimed või põõsad ilma piimmahlata, liht- või liitlehtedega, sageli abilehtedega. Üldine õievalem: $*$ või $\cdot|\cdot\ K_{2+2}\ C_4\ A_{4-\infty}\ G_{(2-\infty)}$. Selles sugukonnas on eriti tolmukkond üksikutes perekondades õige mitmesugune. *Cleome.* $*\ K_{2+2}\ C_4\ A_{4-6}\ G_{ü(2)}$. Vili kõdrasarnane kupar. Huvitav on siin üleminek neljast tolmukast kuuele, mis toimub mediaansete tolmukate algmete kahekordistumise kaudu (nn. dédoublement). Siit üleminek järgmisele suurele sugukonnale — ristõielistele. *Capparis spinosa* L., Vahemeremais pärismaine, kultuurtaimena („kappar"), ka Lõuna-Euroopas, abilehtedele homoloogsete asteldega.

Cruciferae. — Rohttaimed või poolpõõsad, vahelduvate lehtedega, abilehtedeta. Harilik õievalem: $*\ K_{2+2}\ C_4\ A_{2+4}\ G_{ü(2)}$. Kaks külgmist tolmukat on harilikult lühemad, mediaansed tolmukad pikemad. Viimased on tekkinud kahekordistumise tagajärjel. Viljalehtede servadelt ulatub piki läbi vilja eriline õhuke ebavahesein (pole tekkinud viljalehtedest, nagu tõelised vaheseinad mitmepesastel viljadel). Vili kõder (kui pikkus ületab laiuse vähimalt kolm korda) või kõdrake. Esinevad ka ühepesased sulgviljad. Ristõieliste süstemaatikas on tähtsad eriti 1) õites esinevad nektaariumid, mis kujult võivad olla õige mitmekesised; nad on õiepõhja moodustised, mis kas ümbritsevad tolmukaniitide aluseid või on nende kõrval; 2) idujuure paigutus seemnes. Eraldatakse 4 juhust: 1. *Notorrhizae,* idulehed lamedad, üks neist puutub kokku idujuurega. 2. *Pleurorrhizae,* idulehed lamedad, mõlemad puutuvad servalt kokku idujuurega. 3. *Orthoploceae.* Idulehed kokku käändunud, idujuur on idulehtede vaos, puutub kokku ainult ühega neist. 4. *Spirolobeae.* Idulehed seemnes mitmekordselt kokku käändunud. Kõnesolevat ehitust selgitavad eriti seemne ristilõigud. Ka on viljad ristõieliste süstemaatikas olulise tähtsusega. H a y e k'i fülogeneetilises ristõieliste süsteemis on see sugukond jagatud rühmadesse. Tähtsamad on: *Arabideae, Alysseae, Brassiceae* ja *Lepidieae.*

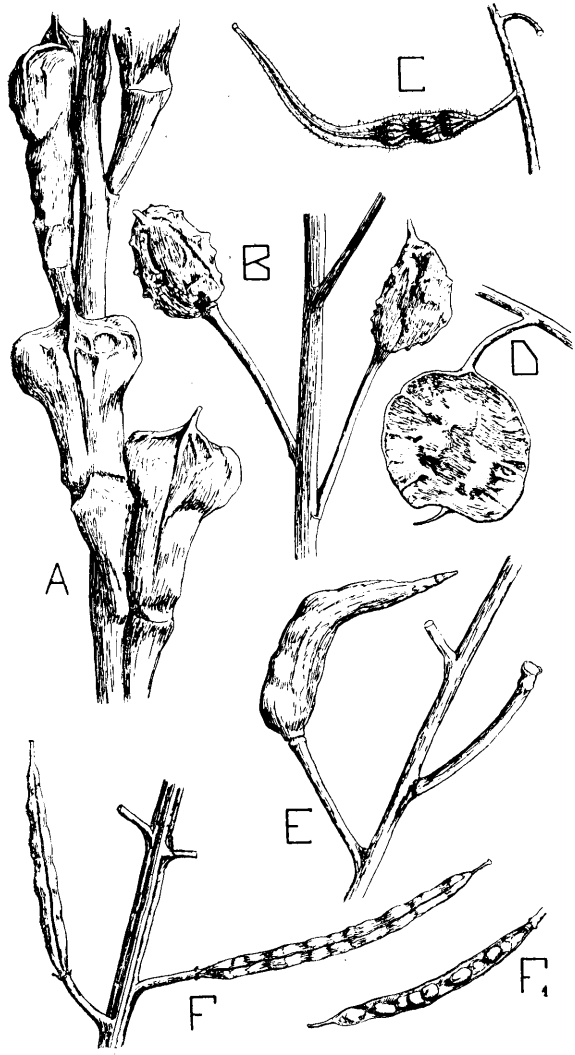
A r a b i d e a e. Vili kõder, mõningatel juhtumeil ka kõdrake või üheseemnene sulgvili (esimesest tuletatavad viljad!). Karvad kas lihtsad või harulised (näit. *Erysimum*). Meenäärmed nii mediaansed kui ka lateraalsed. — *Sisymbrium.* — *Erysimum.* — *Barbarea. B. arcuata* Rchb., *B. vulgaris* R. Br. jt. — *Armoracia. A. lapathifolia* Gilib. (e. *Cochlearia armoracia* L., mädarõigas). — *Nasturtium* (kersid). — *Cardamine* (jürililled). — *Turritis. T. glabra* L. (lehmakapsas). — *Arabis* (hanerohud). *A. caucasica* Willd., ilutaim Kaukaasiast. — *Aubrietia. A. deltoidea* (L.) DC., ilutaim, Lõuna-Euroopast. — *Alliaria. A. officinalis* Andrz., küüs-unilauk (lõhn!).

Senini nimetatud perekondades on vili peaaegu eranditult kõder. Järgnevatel perekondadel on toimunud kaugeleulatuv muudatus: vili on üheseemnene sulgvili (vastab kaheseemnesele kõdrakesele, milles üks pesa koos vastava seemnepungaga on kängunud). *Isatis. I. tinctoria* L. (sinerõigas), Eestis peamiselt rannikuil. — *Myagrum. M. perfoliatum* L., mediterraanne liik. — *Bunias. B. orientalis* L. (tõlkjas e. rakvere raibe).

A l y s s e a e. Vili kõder või laia ebavaheseinaga kõdrake. Ainult lateraalsed meenäärmed. Karvad enamasti harulised. — *Cheiranthus. C. cheiri* L., kuldlakk, lk. 267. — *Hesperis. H. matronalis* L., öökannike. — *Matthiola. M. incana* R. Br., levkoi, mediterraanne liik. — *Malcolmia. M. maritima* Ait. — *Braya.* — *Lunaria. L. rediviva* L., mitmeaastane kuukress, euroopa montaanne liik, Eestis eriti põhjarannikul. *L. annua* L., eelmisega sarnane, kuid üheaastane. — *Berteroa. B. incana* (L.) DC., kogelejarohi. — *Alyssum. A. calycinum* L., tuppkilbirohi. — *Vesicaria. V. utriculata* Lam. et DC., mediterraanne liik. — *Draba. D. tomentosa* Whlnb. jt.

B r a s s i c e a e. Vili nokaga, viljapoolmed ei ulatu tipuni. Peale lateraalsete meenäärmete sageli ka mediaansed. Lihtkarvadega või paljad. *Brassica. B. napus* L., kaalikas; *B. oleracea* L., kapsas; *B. rapa* L., naeris; *B. nigra* (L.) Koch, must sinep. — *Sinapis. S. alba* L., pärissinep; *S. arvensis* L., põldsinep (eemalseisvate tupplehtedega!). — *Succowia. S. balearica* (L.) Med., mediterraanne liik. — *Cakile. C. maritima* Scop.*, merisinep. — *Crambe. C. maritima* L., merikapsas. — *Raphanus. R. raphanistrum* L., rõigashein (püstiste tupplehtedega, sarnaneb põldsinepiga); *R. sativus* L. var. *major* (aedrõigas) ja var. *radicula*

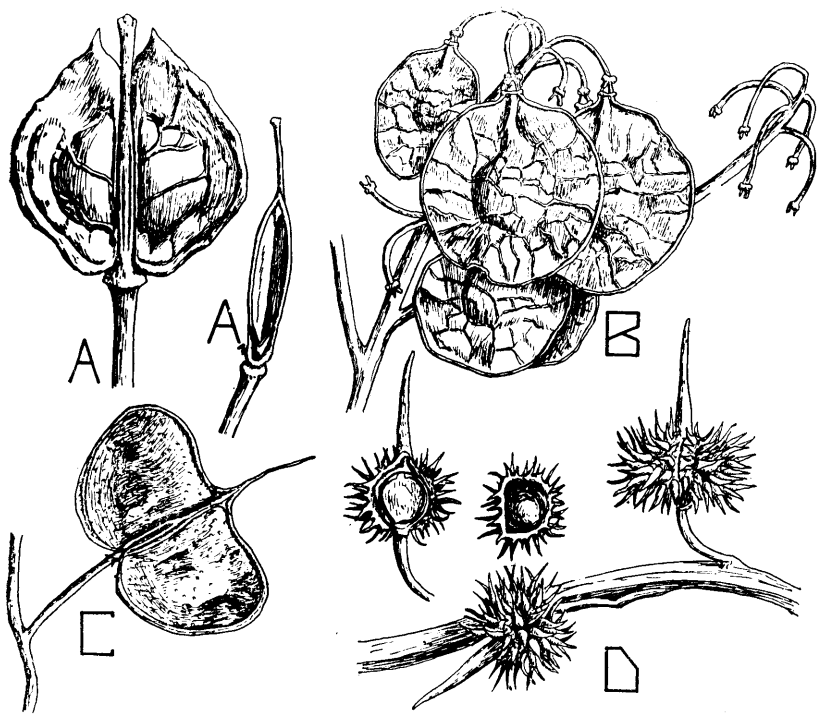
(redis). *Cakile, Crambe* ja *Raphanus*'e viljad on risti jagunenud erinevateks osadeks: basaalne, nn. valvaarlüli, haril. seemneid ei moodusta ja ülemine, stülaarlüli, mis kas üldse ei avane või aga laguneb üheseemnesteks osadeks (laguvili!).



Joon. 17. Ristõieliste vilju. A — *Myagrum perfoliatum* L.; B — *Bunais orientalis* L.; C — *Sinapis alba* L.; D — *Lunaria annua* L.; E — *Raphanus sativus* L.; F — *Barbarea arcuata* Rchb.; F_1 — vili eemaldatud viljalehega, näha ebavahesein ning seemned. Suur.: A — 4 ×, B ja F — 2 ×, C, D ja E — $^4/_5$ loom. suur.

L e p i d i e a e. Vili kitsa vaheseinaga (v a h e s e i n a l e r i s t i kokku surutud). — *Lepidium. L. ruderale* (haisev kress). — *Coronopus procumbens* Gilib. (teekress). — *Biscutella. B. auriculata* L. — *Hutchinsia petraea* (L.) R. Br., kaljukress. — *Iberis. I. amara* L., nagu eelminegi mediterraanne liik. — *Cochlearia. C. officinalis* L., *C. danica* L. (taani merisalat). — *Kernera. K. saxatilis.* (L.) Rchb., Lõuna-Euroopa mäestikes. — *Thalspi. T. arvense* L., põldlitrihein. — *Peltaria. P. alliacea* Jacq., Ida-Euroopast, *P. turcmena* Lipski, Kesk-Aasiast. — *Capsella. C. bursa pastoris* (L.) Mnch., hiirekõrv. — *Subularia. S. aquatica* L.*, väike veetaim, ka Eestis. Vilja ehituselt eriti diferentseerunud vormid on siin

Biscutella, Peltaria. Subularia on väheseid veetaimi ristõieliste hulgas, valitsevad täielikult maismaa vormid, paljud neist poolkõrve- ja kõrvetaimed (üheaastased). Kui ühe arenemissuuna lõppsugukonda iseloomustab ristõielisi nende eri-



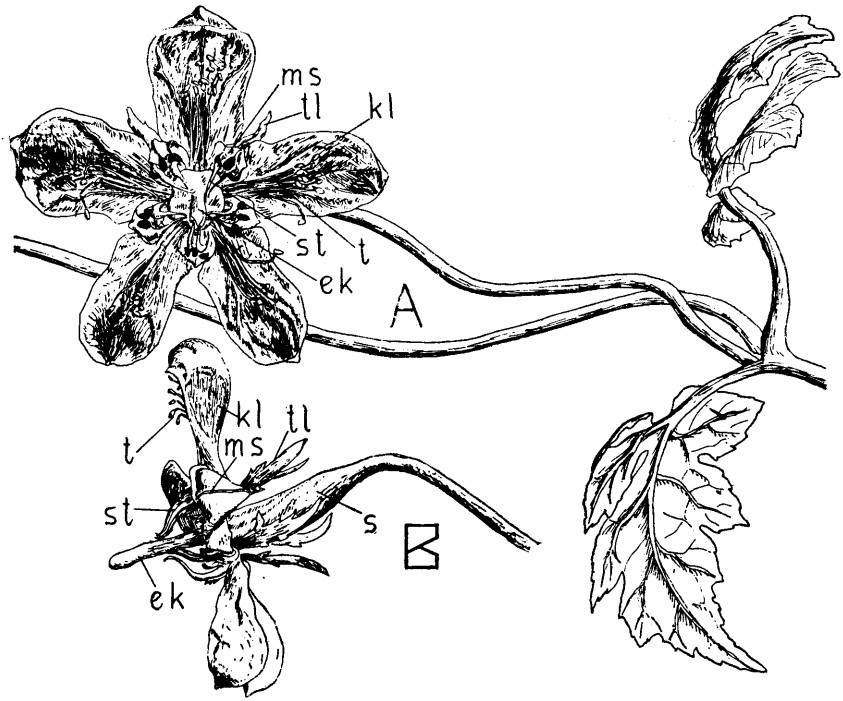
Joon. 18. Ristõieliste vilju. A — *Iberis amara* L. (A_1 — vilja keskosa peale poolmete eemaldamist, näha ebavahesein); B — *Peltaria alliacea* Jacq.; C — *Biscutella auriculata* L.; D — *Succowia balearica* Medic. C ja D — 2×, B — 2,5×, D — 5× suur.

line vili, samuti üheaastaste taimede rohkus, sest üheaastased on fülogeneetiliselt nooremad mitmeaastastest.

Real *Polycarpicae — Papaveraceae — Capparidaceae — Cruciferae* on külgharu — sugukond *Loasaceae.* Teine külgharu viib sugukondadele *Violaceae, Resedaceae, Polygalaceae.*

Loasaceae. Rohttaimed või puitunud varrega väänkasvud, vahelduvate või vastakute lehtedega. Sageli esinevad kõrvekarvad, samuti konksjad karvad. Üldine õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5-\infty} S_{0-\infty} G_{a(3-5)}$. Iseloomulik on, et tolmukaist on osa muutunud väga mitmesuguse kujuga staminoodideks (nektaariu-

mid). Sigimik (ühepesane) on alumine, vili kuprataoline. Leiame rea tunnuseid, mis iseloomustavad *Loasaceae* sugukonda kui ühe arenemisharu tipul seisvat sugukonda (vastakud lehed, kõrvekarvad, iseärasused andrötseumi ehituses, alumine sigimik). — *Blumenbachia insignis* Schr., *Loasa papaverifolia* H. B. Kth., *Cajo-*

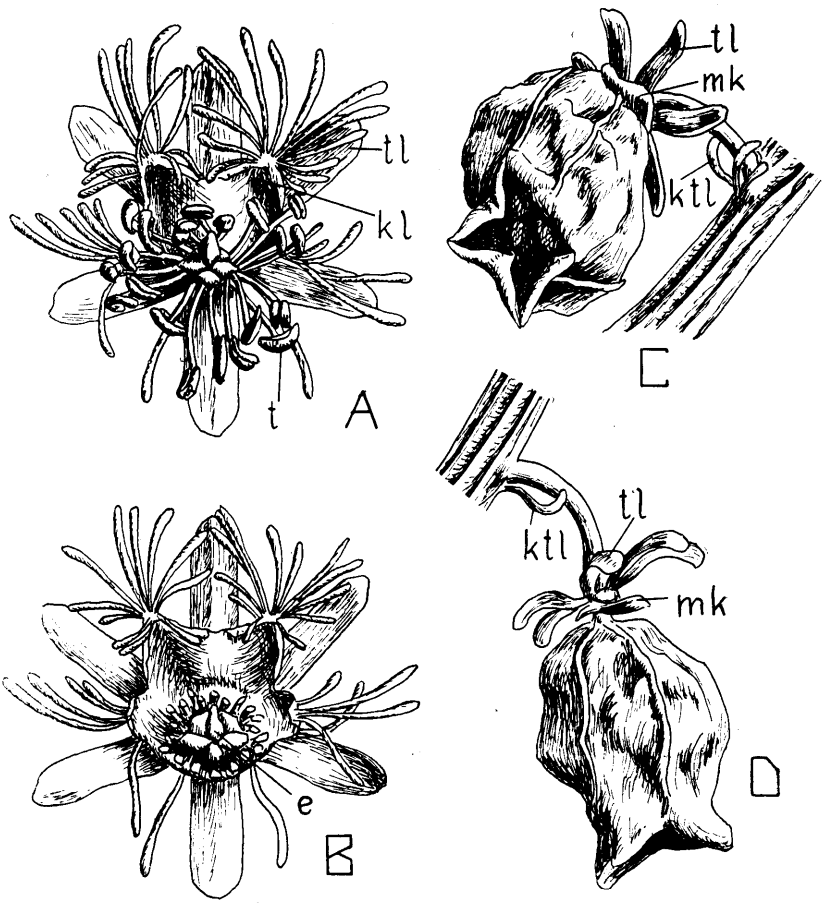


Joon. 19. *Cajophora lateritia* Klotzsch. A — varre osa lehtede ja õiega, B — õis küljelt, *tl* — tupplehed, *kl* — kroonlehed, *t* — tolmukad, *ms* — staminodiaalsed meesoomused, *st* — staminoodid, *ek* — emakakael, *s* — sigimik. Loomul. suur.

phora lateritia (Hook.) Klotzsch. Kõik Lõuna-Ameerika taimi, nagu kogu sugukondki.

Violaceae. Kannikesed on rohtjad või puistaimed vahelduvate või vastakute lehtedega, harilikult abilehtedega. Õied kahe alglehega õievarrel. Üldine õievalem: ·|· või ✳ $K_5\,C_5\,A_5\,G_{ü(2-5)}$. Tolmukad on õites episepaalsed, nahkjate konnektiivilisemetega. Alumine mediaanne kroonleht sageli kannusega, nektaariumi moodustavad erilised tolmukate (kahe t.) lisemed, mis ulatuvad kannusesse. Vili harilikult kupar. — *Viola. V. cornuta* L. Püre-

needest; *V. tricolor* L., eurosiberi liik; *V. mirabilis* L., euraasia metsataim; *V. odorata* L., mediterraanne liik, Eestis ainult kohati aedadest; *V. elatior* Fr., eurosiberi liik; *V. pinnata* L., Altais ja Lõuna-Euroopa mäestikes. Eestis üle 10 pärismaise liigi.



Joon. 20. *Reseda odorata* L. A ja B — õis (B's on eemaldatud tolmukad); C ja D — vili (kupar), *tl* — tupplehed, *kl* — kroonlehed, *t* — tolmukad, *e* — emakas, *mk* — meeketas e. -diskus, *ktl* — õie kateleht. A ja B — 7×, C ja D — 3,5 × suurendatud.

Resedaceae. Rohttaimed, harvemini põõsad, vahelduvate lehtedega, need abilehtedega. Üldine õievalem: $\cdot|\cdot K_{4-8} C_{8-0} A_{3-\infty} G_{\underline{ü}2-6}$. Kroonlehed on sageli ± jagused. Emakkonda iseloomustab primitiivne tunnus: see on sageli apokarpne (näit. *Astrocarpus* *); kui sünkarpne, nagu *Reseda*'l, siis on sigimik

ülemises osas lahtine. Õites esinevad sageli androgünofoor (tolmukaid ja emakat kandev õiepõhja varresarnane pikend) ja günofoor (emakakandja). Vili kupar. *Reseda odorata* L., *R. lutea* L., *R. alba* L. jt., enamasti mediterraansed liigid.

Polygalaceae. Roht- või puistaimed; lehed vahelduvad või vastakud, sageli abilehtedega. Üldine õievalem: $\cdot|\cdot\, K_5\, C_{3-5}\, A_{(8)}\, G_{ü(2)}$. Tupplehtedest on kaks lehte kroonjad. Kroonlehtedest on alumine mediaanne leht sageli erilise narmastunud lisemega. Vili kas kupar, pähkel või luuvili. Sugukonna asetus süsteemis on alles õige vaieldav. Teda on asetatud sageli *Meliaceae* lähedusse. *Polygala.* Eestis *P. vulgaris* L., *P. comosa* Schk., *P. amarella* Crantz.

Berberidaceae. Roht- ja puistaimed. õied mitmesuguse ehit. (vt. allpool).

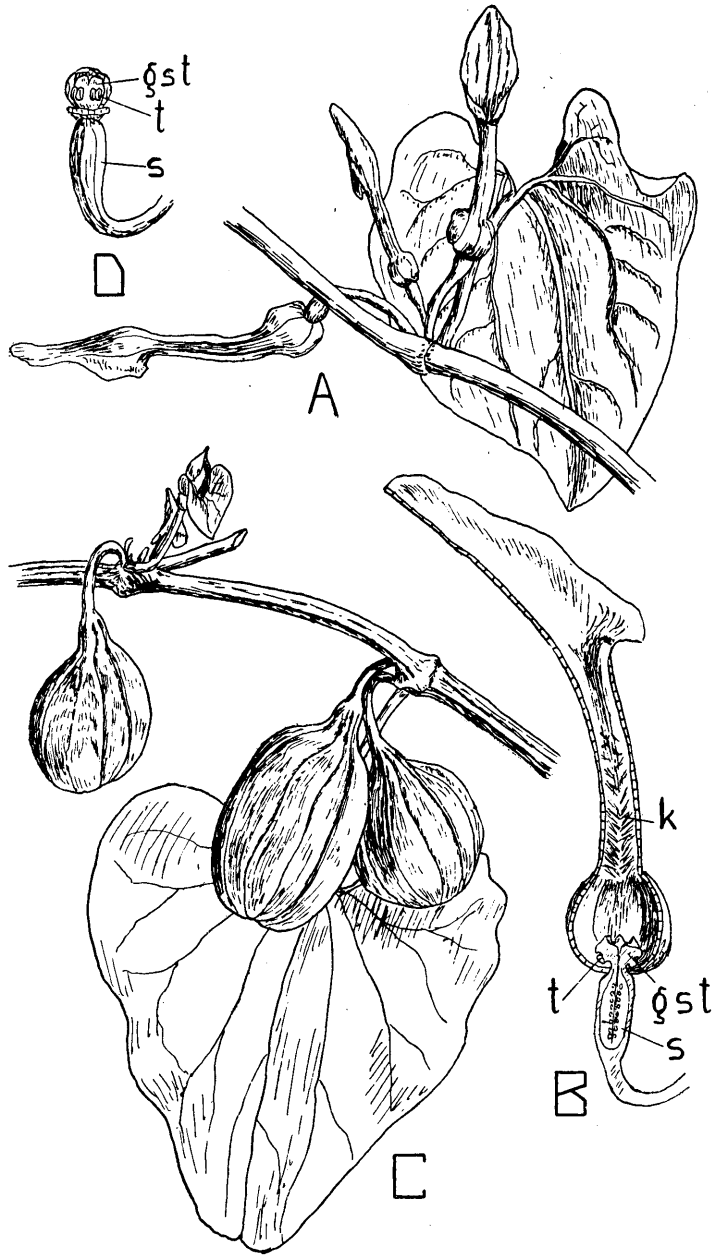
Podophylloideae. $\ast\, P_{\infty-0}\, A_{6-\infty}\, G_{ü1}$. õiekate vastab *Polycarpicae* lihtsale õiekattele, periandile; õiekatte lehed on 2—3 kaupa männastes, neid on sageli 9 või 12. *Podophyllum. P. peltatum* L., Põhja-Ameerikast, *P. Emodii* Wall., Himaalajast, suurte punaste viljadega (mari).

Berberidoideae. Berberis. õievalem: $\ast\, K_{3+3+3}\, C_{3+3}\, A_{3+3}\, G_{ü1}$. Tupp vastab siin eelmise alasugukonna lihtõiekattele, periandile. Kroon (C) on tekkinud tolmukaist, koosneb seega staminodiaalseist moodustisist, igal kroonlehe alusel kaks nektaariumi, vili mari. *Berberis* vt. lk. 146 ja 165. — *Epimedium. E. alpinum* L. Alpides. — *Leontice.*

Sugukond *Berberidaceae* on ilmses suguluses suguk. *Ranunculaceae*'ga. Skeemis lk. 23 järgneb neile suguk. *Aristolochiaceae.*

Aristolochiaceae. Roht- või puistaimed, sageli vääduva varre või tüvega. Lehed ilma abilehtedeta. õieehitus mitmesugune (vt. allpool). Sigimik alumine. õied on alati proterogüünsed; õietolmu edasikandjaiks on kärbsed, kes eriliste karvakeste tõttu, mis seest katavad õiekatte putkeosa ning võimaldavad putukatele küll sissepääsu õitesse, mitte aga väljapääsu, on seal vangis kuni tolmukate avanemiseni ning sellega ühteaegu toimuva karvakeste kuivamiseni. — *Asarum europaeum* L., metspipar. õievalem: $\ast\, P_3\, A_{6+6}\, G_{a(6)}$. *Aristolochia:* $\cdot|\cdot\, P_{(6)}\, A_6\, G_{a(6)}$. *A. sipho* L., *A. macrophylla*, Põhja-Ameerikas ja Hiinas jt. (vt. lk. 43).

Rafflesiaceae. Eelmisele lähedane, kuid palju kaugemale ulatuvalt spetsialiseerunud (haru lõppsugukond!). Siia kuuluvad



Joon. 21. *Aristolochia clematitis* L. A — varre osa lehe ja õitega. B — õie pikilõik, värvilise õiekatte (perigooni) putkeosas karvad (*k*), mis takistavad putukate enneaegset väljapääsu õieputke laienenud osast; *gst* — günosteemium, *s* — sigimik, *t* — tolmukad. C — varre osa poolvalminud viljadega. A ja D $^4/_3$ loom. suur., B ja C 3 × suurend.

parasiittaimed, milledel on vegetatiivsed organid muutunud mütseeliumisarnaseks, kus juure, varre ja lehe — õistaimede põhiorganite — eraldamine on raske või pole üldse võimalik. Elavad nugilistena troopika puuliikidel. Peremeestaimest välja tungival õie (või õisiku) varrel on soomusjaid kõrglehti. Õied ühe- või kahesugulised. Tolmukaniidid on liitunud nn. sambaks *(columna)*. *Rafflesia,* Sunda saartel ja Filipiinidel *Cissus*'e liikide juurtel. Õievalem: $P_{4-\infty}\, A_{(\infty)}\, G_{a(\infty)}$. Sumatra saarel kasvava *Rafflesia Arnoldi* R. Br.* õie läbimõõt on ligikaudu 90 cm. — *Pilostyles Hausknechtii* Boiss.* *Astragalus*'e liikidel.

Nepenthaceae (vt. lk. 198).

Cannabaceae, Urticaceae, Ulmaceae ja *Moraceae* on eespool-käsiteldud arenemisrea viimaseid sugukondi, mis mitmeti erinevad eelmistest. Tuleb tähendada, et nende sugukondade koht taimesüsteemis pole veel kaugeltki lõplikult selgitatud.

Urticaceae. Roht-, harva puistaimed, sageli kõrvekarvadega, lehed vahelduvad või vastakud. Õied ebasarikais, harilikult ühesugulised. *Urtica* liikide õievalem: ♂ õis: $\ast\, P_{2+2}\, A_{2+2}\, G_0$; ♀ õis: $\ast\, P_{2+2}\, A_0\, G_{ü2}$. Vili pähklike. *U. dioeca* L.; *U. cannabina* L. Siberist; *U. pilulifera* L.; *U. Dodartii* L. jt. (Teiste *Urticaceae* kohta vt. lk. 193.)

Ulmaceae (lk. 149).

Moraceae. Peamiselt troopilised ja subtroopilised puud ja põõsad, harvemini rohttaimed. Lehed külgmiste või aksillaarsete abilehtedega. Õied ühesugulised, sageli väga omapärastes õisikutes (nn. retseptaaklid, näit. *Dorstenia*'l), milledes õied asetsevad lihakas, laienenud õisikuteljes. Harilik õievalem: ♂ õied — $P_{2+2}\, A_{2+2}\, G_0$, ♀ õied — $P_{2+2}\, A_0\, G_{(2)}$, kuid õieosade arv võib olla ka väiksem [A_1; A_2 *(Dorstenia);* G_1] või suurem [$P_{3-6}\, A_{3-6}\, G_0$ *Ficus*'e liikidel]. Sigimik on kas ülemine, alumine või keskmine. Esinevad sageli ebaviljad, kuna väikesed üheseemnelised sulgviljad on lihaka õisikutelje (retseptaakli) sees (näit.: viigipuu „mari", lk. 337). Siia kuuluvatel taimedel leidub alati piimmahla, tsüstoliidid on tavalised.

Alasug. *M o r o i d e a e.* Abilehed külgmised, tolmukad pungas kõverdunud tolmukaniitidega. — *Morus* (lk. 149 ja 152). — *Broussonetia* (lk. 341). — *Dorstenia. D. contrajerva* L., ruutjate varreliste retseptaaklitega; Lõuna-Ameerikas, nagu enamik teisigi *Dorstenia* liike (lk. 175).

Alasug. *Artocarpoideae.* Abilehed har. aksillaarsed, abilehe varisedes jääb oksale rõngakujuline arm. — *Artocarpus** (leivapuud). — *Castilloa. C. elastica* Cerv*. Mehhikos, kautšukitootja. — *Brosimum* (lk. 194). — *Ficus* (lk. 187). — *Cecropia* (lk. 194).

Cannabaceae. Rohttaimed vahelduvate või vastakute lehtedega, abilehed olemas, õied ühesugulised, kahekojased. ♂ õis: $P_5 A_5 G_0$. ♂ õis: $P A_0 G_{ü1}$. Emasõiel pole võimalik kindlaks teha perigooni lehtede arvu, sest need on ühte kasvanud pidevaks hõlmadeta katteks. Emakakael kaheharuline. *Humulus. H. lupulus* L., humal. — *Cannabis sativa* L., kanep.

Eriharuna tuletuvad seltsist *Polycarpicae* sugukonnad ***Piperaceae*** ja ***Saururaceae,*** millede õied on väga redutseerunud (lk. 195, 196).

Paljude kaheiduleheste sugukondade fülogeenia seisukohalt on olulise tähtsusega selts *Saxifragales,* kuhu kuuluvad sugukonnad *Crassulaceae* ja *Saxifragaceae,* sest siit lähtub mitu eri arenemissuunda.

Crassulaceae [1]). Rohtjad taimed, harvemini puitunud tüvega, lihakate lehtedega, milledel pole abilehti. Leheseis vahelduv või vastak. Üldine õievalem: $* K_{4-5} C_{4-\infty} A_{4-\infty} G_{ü3-\infty}$.

1. *Sempervivoideae.* $* K_{5-32} C_{5-32} A_{2(5-32)} G_{ü5-32}$. Lehed vahelduvad, sageli rosettides. *Sempervivum. S. soboliferum* Sims, kellukjate, kollakate õitega; *S. Gaudinii* Christ, tähtjalt laiuvate kollakate õitega, Lõuna-Euroopast; punakate õitega on *S. tectorum* L. (lehed paljad), *S. montanum* L. (lehed pealt näärmekarvased) ning *S. arachnoideum* L. (lehekodarikus lehed ämblikuvõrgutaoliste karvadega). Kõik 3 liiki Lõuna-Euroopa mäestikes. — *Aeonium.* — *Aichryson.* — *Monanthes.* — *Greenovia* (lk. 326, 327).

2. *Sedoideae.* $* K_{3-12} C_{3-12} A_{2(3-12)} G_{ü3-\infty}$. Lehed vahelduvad või männaselised. *Sedum.* Suur perekond, milles eraldatakse mitu rühma: 1) *Seda genuina. S. spurium* Bieb., Kaukasusest; *S. acre* L., euroopa l., Eestis harilik, nn. kukehari; S. *mite* Gilib., eelmise sarnane, ilma terava maiguta; *S. rupestre* L., Lääne-Euroopast; *S. album* L., ka Eestis, lubjalembene liik;

[1]) Peale süstem. osakonna erilises *Crassulaceae* kogus Kaukaasia osak. läheduses ning kasvuhooneis (külmhoone, sukulentidehoone).

S. cepaea L. (üheaastane talvitaja, mediterraanne liik); *S. hispanicum* L. (kaheaastane mediterraanne liik). 2) *Aizoon. S. aizoon* L., aasia liik; *S. Maximowiczii* Regel, eelmisele väga lähedane; *S. Middendorfianum* Maxim., Põhja-Aasiast; *S. Ellacombianum* Praeg., Jaapanist. 3) *Dendrosedum. S. compressum* Rose, Mehhikost. 4) *Pachysedum. S. pachyphyllum* Rose, Lõuna-Mehhikost. 5) *Telephium. S. telephium* L., euraasia-boreo-ameerika polümorfne liik; *S. maximum* (L.) Hoffm., eurosiberi l.; *S. Eversii* Led., Kesk-Aasiast; *S. Sieboldii* Sweet, Jaapanist. 6) *Rhodiola. S. roseum* (L.) Scop., euraasia-boreoameerika liik; *S. Semenowii* Mast., Turkestanist. Selles rühmas on primaarselt kahesuguline õis muutunud ühesuguliseks (isasõied kängunud emakate rudimentidega). — *Sinocrassula*, lk. 327. — *Orostachys*, lk. 303. — *Rosularia*, lk. 327. — *Sempervivella*, lk. 327.

3. *Echeverioideae.* $\ast K_5\, C_5\, A_{5+5}\, G_{\underline{u}(5)}$. Lehed vahelduvad, sageli rosettidena. *Echeveria* (lk. 330). — *Pachyphytum* (lk. 330). — *Lenophyllum.*

4. *Cotyledonoideae.* $\ast K_5\, C_{(5)}\, A_{5+5}\, G_{\underline{u}5}$. Lehed vastakud või vahelduvad. *Cotyledon.* — *Umbilicus* (lk. 326). — *Chiastophyllum oppositifolium* (Ledeb.) Berger, Kaukaasiast (lk. 297).

5. *Kalanchoideae.* $\ast K_4\, C_{(4)}\, A_{4+4}\, G_{\underline{u}4}$. Lehed vastakud. *Kalanchoë* (lk. 229). — *Bryophyllum* (lk. 229).

6. *Crassuloideae.* Harilik õievalem: $\ast K_5\, C_5\, A_{5+0}\, G_{\underline{u}5}$. Lehed vastakud. *Crassula* (lk. 229).

Ka *Crassulaceae* sugukonnas näeme õieosade üldise arvu vähenemisega käsikäes käivaid teisi tuletatud vormide tunnuseid viimastes sugukonna rühmades, nagu vastak leheseis, kahe tolmukateringi redutseerumine ühele *Crassuloideae* rühmas jt. Paksuleheste õisik on harilikult di- või pleiohaasium või aga võnkõisik. Viljalehed on alusel harilikult enam-vähem ühte kasvanud, emakasuudmed alati vabad. Iga viljalehe alusel, välisküljel on väikese lisemena nektarit eritav soomus. *Monanthes'e* liikidel on need soomused kroonjad. Meesoomuste kuju on õige varieeruv ning liikide eraldamisel sageli väga oluline.

Saxifragaceae. Roht- ja puistaimed vahelduvate või vastakute lehtedega. Õied harilikult aktinomorfsed, harva sügomorf-

sed. Sage õievalem on: $\ast K_5\ C_5\ A_{5+5}\ G_{ü(2)}$, kuid õieosade arv kõigub üldiselt 4 ja 12 vahel (vt. lk. 147 ja 264). Vili kupar või mari.

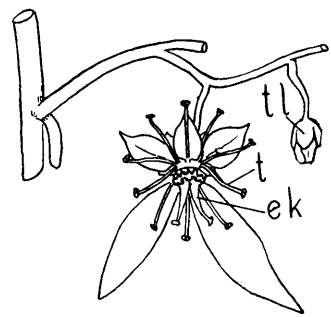
Saxifragoideae. Astilbe (abilehtedega!). *A. japonica* A. Gr.; *A. chinensis* Fr. et S. — *Rodgersia* — suurelehised püsikud Hiinas ja Jaapanis (lk. 312). — *Saxifraga. S. pennsylvanica* L., Põhja-Ameerikas, *S. rotundifolia* L. Lõuna-Euroopa mäestikes, Kaukasuses jt. (lk. 286 jt.). — *Bergenia,* Kesk-Aasias. — *Heuchera. H. sanguinea* Engelm., *H. americana* L., mõlemad Põhja-Ameerikas. — *Tellima. T. grandiflora* (Pursh) R. Br., P.-Ameerikas (lk. 264). — *Mitella. M. diphylla* L., P.-Ameerikas. — *Chrysosplenium. C. alternifolium* L., lepiklill, euraasia-boreoameerika liik, ka Eestis.

Ribesioideae (vt. lk. 147 ja 166).

Parnassioideae. Parnassia. P. palustris L. ädal-lill, euraasia-boreoameerika liik.

Brexioideae. Brexia (lk. 188).

Hydrangeoideae. Philadelphus, Deutzia, Hydrangea vt. lk. 48, 147, 166 ja 264.



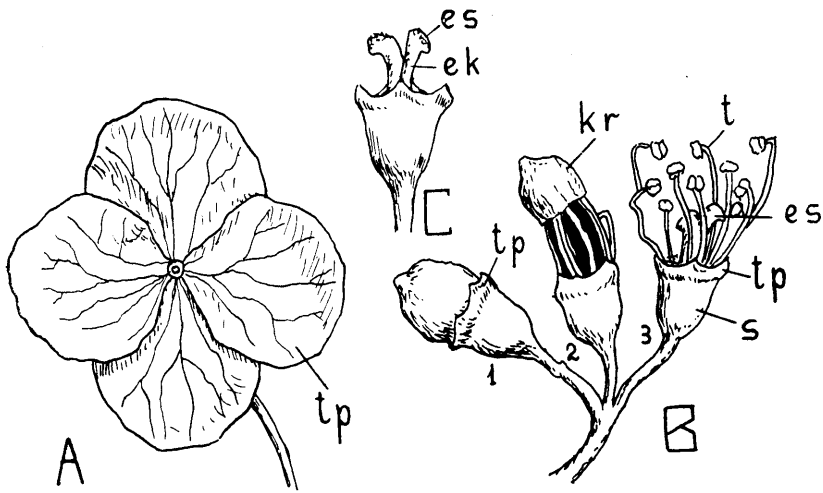
Joon. 22. *Saxifraga sarmentosa* L. Õied sügomorfsed, kroonlehed üksteisest erinevad. *ek* — emakakael, *t* — tolmukas, *tl* — tupp-leht. 2 × suur.

Seltsiga *Saxifragales* (lk. 45) otseses suguluses on sugukond *Podostemonaceae.* Eriharuna lähtuvad siit väga spetsialiseerunud sugukond *Droseraceae* ning sugukonnad *Cunoniaceae, Pittosporaceae, Hamamelidaceae* ja *Platanaceae.* Kõik need harud on teatavate arenemisteede lõpptulemused. Seltsist *Saxifragales* põlvnev selts *Caryophyllales (Caryophyllaceae, Aizoaceae, Portulacaceae)* on säilitanud hulga primitiivseid tunnuseid. Siit viib rida harusid õige mitmesugustele kaheiduleheste sugukondadele.

Podostemonaceae. Troopikamaade jugades ja koskedes kividele kinnituvad taimed sageli rakisesarnase tüvega, millel leidub vaid rudimentaarseid lehti, mis on harulised. Õied üksikult või õisikuis, $\ast$ või $\cdot|\cdot$. Üldine õievalem on: $P_{\infty-0}\ A_{\infty-1}\ G_{ü(3-1)}$. Kaugeleulatuva kohanemise tõttu jõuliselt voolavates voogudes sarnanevad paljud *Podostemonaceae* üldiselt rohkem vetikate ja sammaldega kui õistaimedega. Huvitavaks anatoomiliseks ise-

ärasuseks on õhulõhede puudumine. Õitsemine ning viljumine toimub vee madalseisudel. Piiritusepreparaate Botaanikamuuseumis.

Cunoniaceae. Puud ja põõsad vastakute e. männaseliste lehtedega, lõunapoolkera taimi. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5+5} G_{\underline{ü}(2)}$. Karakteersed on tupplehtedest vähemad kroonlehed, emakkond võib olla ka lahkviljalehtne (siis kukkurvili); mõnel juhul esinevad teised õieosade arvud (näit. A_∞).



Joon. 23. *Hydrangea altissima* Wall. A — steriilne õis nelja kroonja tupplehega. B — õisiku osa kolme kahesugulise õiega, neist esimene alles õiepunga olekus, teisel liitlehine tanujas kroon (*kr*) parajasti mahalangev, kolmas õis valminud tolmukate (*t*) ja emakasuudmetega (*es*). *ek* — emakakael, *s* — sigimik. C — õis, millelt on eemaldatud tolmukad. A — loom. suur., B ja C 4 × suur.

Pittosporaceae. Puud ja põõsad, sageli igihaljaste, vahelduvate lehtedega, peamiselt Austraalias (erand perek. *Pittosporum*, mis on suure levikuga ka troopilises ja subtroopilises Aafrikas ja Aasias). *Pittosporum. P. tobira* (Thunb.) Ait., lk. 341. Õievalem: $\ast K_{(5)} C_5 A_5 G_{\underline{ü}(2)}$. Vili kupar.

Hamamelidaceae. Subtroopilised puud ja põõsad, vahelduvate lehtedega; abilehed on olemas. Õied väikesed, aktinomorfsed või sügomorfsed, sageli peades või nuttides. Õiekate lihtne või kaheli, samuti on kõikuv õieosade arv (põhiarv 4—5). Viljalehti 2. Viljad (kuprad) on karakteersed, nimelt selle poolest, et neil valmides eraldub puitunud — nahkjas eksokarp sarvjast või

krõmpsluud meenutavast endokarpist. *Liquidambar,* ühekojaste õitega puud. *L. styraciflua* L., Põhja-Ameerikas. — *Hamamelis.* õied: $\ast K_{2+2} C_4 A_{4+0} S_{0+4} G_{ü(2)}$, neli sisemist tolmukat on muutunud lintjateks staminoodideks. *H. virginiana* L. Põhja-Ameerikas jt.

Platanaceae. Enamikus kõrgekasvulised puud. Lehed vahelduvad, hõlmised, suurte rohtjate, vart ümbritsevate abilehtedega. õied tihedates kerajates nuttides, ühekojased. Tüved sageli kirjud soomuskorba laikude mitmeaegse mahalangemise tõttu. õied ühesugulised. *Platanus* (sugukonna ainus perekond). *P. occidentalis* L., Põhja-Ameerikas (lk. 343). ♂ õied: $\ast K_{2+2} C_{2+2} A_{2+2} G$ rudim.; ♀ õied: $\ast K_{2+2} C_{2+2} A_0 G_{ü4}$.

Eriharuna tuletub seltsist *Saxifragales* sugukond *Droseraceae.*

Droseraceae. Väikesed putukasööjad rohttaimed sageli kodarikus asetsevate lehtedega. Üldine õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5-\infty} G_{ü(2-5)}$. Vili kupar. Seemned väikesed, endospermiga. *Dionaea. D. muscipula* Ell.*, Ühendriikide kaguosa endeem, tuntud oma äärmiselt tundlikkude, putuka puudutamisel otsekohe sulguvate lehtede tõttu. — *Aldrovanda. A. vesiculosa* L.*, väike veetaim, eelmisega sarnaneva loomade püüdmise seadeldisega. — *Drosophyllum. D. lusitanicum* L.*, Hispaanias, Portugalis ja Marokos. — *Drosera,* ligi 100-liigine perekond. Eestis *D. rotundifolia* L., *D. anglica* Huds.* ja *D. intermedia*; D. spathulata* Labil., Aasias, Austraalias ja Uus-Meremaal (vt. lk. 266). — *Drosera* (huulheina) liigid on harilikult rabade taimed, kus nad kasvavad turbasambla *(Sphagnum)* kattes.

Caryophyllaceae, nelkõielised, on rohtjad taimed, harva poolpõõsad, haril. vastakute, jagunematute lehtedega. Abilehed teatavates perekondades. Üldine õievalem on: $\ast K_{4-5} C_{4-5} A_{5-10} G_{ü(2-5)}$.

1. alasuguk. *Paronychioideae.* Abilehtedega, lahklehise tupega väikesekasvulised taimed. Kroonlehed tekkinud staminoodidest. *Spergula arvensis* L., nälghein. *Spergularia. S. rubra* Pers., punane sõlmhein, õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5+5} G_{ü(5)}$. *Herniaria. H. glabra* L., söötreiarohi, üheseemnese sulgviljaga, õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5+0} G_{ü(2)}$.

2. alasuguk. *Alsinoideae.* Abilehtedeta, lahklehise tupega rohttaimed. Kroonlehed tekkinud staminoodidest. *Alsine.* — *Arenaria.* — *Stellaria,* tähtheinad: $\ast K_5 C_5 A_{5+5} G_{ü(3)}$. *S.*

holostea L., *S. media* (L.) Cyrill. (kosmopoliit). — *Cerastium*, kadakkaerad. — *Scleranthus* (kaderohud, meie liikidel $\ast K_5 C_0 A_{5+5} G_{k(2)}$, vili 1- kuni 2-seemnene sulgvili).

3. alasuguk. *Silenoideae*. Abilehtedeta, liitlehise tupega taimed. Kroon sageli lisakrooniga. *Agrostemma*. *A. githago* L., äiakas e. nisulill, õievalem: $\ast K_{(5)} C_5 A_{5+5} G_{ü(5)}$. *Lychnis*. *L. chalcedonica* L., Siberist; *L. flos jovis* (L.) Desr., Lõuna-Euroopast. — *Melandryum*, pusurohud. *M. album* (Mill.) Garcke, *M. rubrum* (Weig.) Garcke. — *Viscaria*. *V. vulgaris* (L.) Roehl., tõrvalill. —



Joon. 24. *Phytolacca acinosa* Roxb. A — lihtsa õiekattega õis. B — poolvalminud vili tolmukaniitide ja õiekattega. Suur. 3,5 ×.

Silene, põisrohud. *S. inflata* Sm., *S. otites* (L.) Wiebel, *S. tatarica* (L.) Pers. Eestis peale nimetatud liikide veel *S. nutans* L. jt. — *Cucubalus baccifer* L., euraasia liik, mustade marjadega. — *Gypsophila*. *G. acutifolia* Fisch., Kagu-Venes ja Kaukasuses. — *Tunica saxifraga* (L.) Scop., Lõuna-Euroopas. — *Dianthus*, nelgid, tolmlemine toimub päevaliblikate abil, õied protandrilised. *D. superbus* L., tore nelk, euraasia liik, ka Eestis; *D. plumarius* L. jt. Nelgid on ühe- kuni mitmeaastased, vahakihiga, vastakute, lineaalsete, alusel ühtekasvanud lehtedega. Tupp on ümbritsetud 2—3 kõrglehtede paarist. Kroonlehtedel selgelt eraldatavad naast ja pinnuke, nende piiril sageli lisakroon. — *Saponaria*. *S. officinalis* L., seebilill.

Aizoaceae (vt. lk. 223—225).

Portulacaceae. Roht- ja puistaimed lihakate lehtede (neil nahkjad abilehed) ning aktinomorfsete õitega. Õiekattelehed

kroonjad, neist allpool kaks kõrglehte. Üldine õievalem: $\ast P_{4-5} A_{8-10-\infty} G_{ü(2-8)}$. Sigimik on ühepesane tsentraalse platsentaga (nagu eelmiseski sugukonnas!). *Portulaca. P. grandiflora* Hook., Argentiinast. — *Calandrina grandiflora* Lindl., Lõuna-Ameerikast. — *Anacampseros* (lk. 230). — *Claytonia* (lk. 305). — *Montia. M. lamprosperma* Cham., euroopa liik, esineb ka Eestis (rabasalat).

Selts *Caryophyllales* (sugukonnad *Caryophyllaceae, Aizoaceae* ja *Portulacaceae*) on tähtis „sõlmpunkt" kaheiduleheste fülogeenias. Siit viivad harud mitmele poole. Teistest eraldatud on sugukond *Polygonaceae.* Edasi järgnevad eriharuna *Phytolaccaceae, Nyctaginaceae, Chenopodiaceae, Amarantaceae, Basellaceae,* siis sugukondadega *Halorrhagidaceae, Oenotheraceae* ja *Lythraceae* lõppev haru ning haru, mis viib üle *Linaceae, Geraniaceae* jt. sugukondadele *Aceraceae* ja *Malpighiaceae.* Peaharu lõpeb paljude ning liikiderikaste sugukondadega, mida iseloomustab üldiselt viietine liitlehine kroon ning üks tolmukate ring. Neist harudest on algul nimetatud arenenud tuulelembuse suunas, millega käsikäes käib õiekatte reduktsioon. Vaatleme enne neid sugukondi, mis on sugukondadele *Portulacaceae* ja *Aizoaceae* eriti lähedased.

Phytolaccaceae. Roht- ja puistaimed vähe silmapaistvate õitega. *Phytolacca decandra* L. $\ast P_5 A_{10} G_{ü(10)}$, vili mari, Põhja-Ameerikast. Teistel liikidel esinevad osalt teised arvud. Ka võib günetseum olla apokarpne. — *Rivina* (lk. 200). — *Petiveria* (lk. 200).

Nyctaginaceae. Roht- ja puistaimed eriti troopilises ning subtroopilises Ameerikas, lehed harilikult vastakud. õied ebasarikõisikuis, alusel peaaegu alati ümbritsetud kõrglehtedest, õiekate sageli kroonjas. $\ast P_{3-7} A_{1-\infty} G_{ü1}$. Vili üheseemnene sulgvili, mida harilikult tihedalt ümbritseb perigoon või selle alumine, püsima jäänud osa (nn. antokarp). *Mirabilis. M. longiflora* L. ja *M. jalapa* L. ($\ast P_5 A_5 G_{ü1}$), Mehhikost. — *Bougainvillea.* õied kolmetisis osaõisikuis, iga õis kattelehe keskroole kinnituv. *B. spectabilis* Willd.*, *B. glabra* Choisy (lk. 190).

Chenopodiaceae. Rohttaimed, harva puud, vahelduvate lehtedega, abilehti pole. õied mitmesuguse ehitusega. Enamik on stepi, poolkõrbede ja kõrbede või mereranniku taimi, eelistavad soolast aluspinda. U l b r i c h'i järgi võib eraldada järgmisi alasugukondi: *Polycnemoideae, Betoideae, Chenopodioideae, Cori-*

spermoideae (neis alasugukondades on embrüo kõverdunud: *Cyclolobeae*), *Salicornioideae, Sarcobatoideae, Suaedoideae* ja *Salsoloideae* (neljas viimases on idu spiraalselt keerdus: *Spirolobeae*).

Betoideae. Hablitzia. H. thamnoides Bieb., Kaukasuses, väänkasv. — *Beta. B. vulgaris* L. (peet).

Chenopodioideae. Chenopodium. Sage õievalem on: $\ast P_5 A_5 G_{ü(2)}$; siiski kõigub õieosade arv osalt kogunisti ühel ja samal taimel. Perigooni lehtede arv 3—5, tolmukaid võib olla vähem, viljalehtede arv tõuseb mõnel juhul viieni. *C. album* L., levinud arvatavasti Himaalajast üle kogu maakera; eelmisega väga sarnane *C. quinoa* Willd., Lõuna-Ameerika Andides kultuurtaimena kuni 4000 m; kosmopoliit, nagu *C. album,* on ka *C. vulvaria* L. (sisaldab trimetüülamiini!); *C. hybridum* L.; *C. polyspermum* L., Euraasias. — *Obione.* — *Atriplex.* Ühesuguliste õitega (ühe- või kahekojased). *A. hastata* L., *A. hortensis* L. ♂ õied ilma alglehtedeta, $\ast P_{5-3} A_{5-3} G_0$. ♁ õied kahe, viljade juures suureneva alglehega $P_0 A_0 G_{ü(2)}$. — *Kochia. K. scoparia* (L.) Schrad., Euraasia steppide karaktertaim.



Joon. 25. *Hablitzia thamnoides* Bieb. Viietised õied lihtsa õiekattega (perigoon). Loom. suur.

Corispermoideae. Corispermum. C. hyssopifolium L.

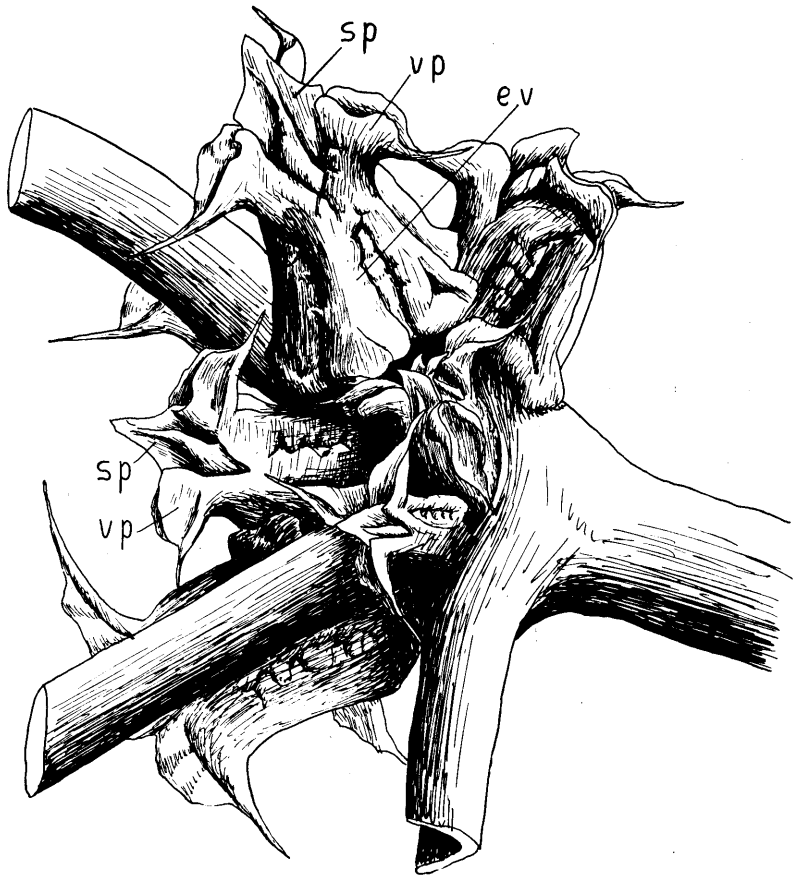
Salicornioideae. — *Halocnemum*.* — *Salicornia. S. herbacea* L., soolarohi. Õievalem: $P_{(3-4)} A_2 G_{ü(2)}$. Õied lihaka varre sees, õiekate kettakujuline, avausega keskel, millest välja ulatuvad tolmukad ja emakakael. Näivalt lehtedeta sukulent-taim, merede ja ookeanide rannikuil, ka Eestis.

Suaedoideae. Suaeda, S. maritima (L.) Dumort. (soodahein), ka Eestis.

Salsoloideae. Salsola. S. kali L., okasmalts. — *Haloxylon. H. ammodendron* (C. A. Mey.) Bunge *. Omapärase välimusega puu Turkestani soolakõrbedes. — *Fredolia. F. aretioides* Coss. et Durieu*, karakteerne polstertaim Põhja-Saha-

rast (Botaanikamuuseumis 1 kuivatatud eksemplar!), mille kivikõvad polstrid on läbimõõdus kuni 1 m.

Amarantaceae. Roht-, harva puistaimed, peamiselt subtroopilised ning troopilised. õied väikesed, rohelised või värvilised. Üldine õievalem: $P_{5-0}\,A_{5-0}\,G_{\underline{ü}(3-1)}$, sarnaneb seega eelmise sugu-



Joon. 26. *Emex spinosa* Campd. Lehtede kaenlas (need eemaldatud!) pähklisarnased üheseemnesed ebaviljad (*ev*), mille väliskate koosneb suurenenud, vilja tihedalt katvast perigoonist. P-i sisemised hõlmad (*sp*) on püstised, välimised (*vp*) on laiuvad, ogajad. Suurendatud 5 ×.

konna õievalemiga. õied on harilikult aktinomorfsed; tolmukate niidid vabad või alusel kokku kasvanud nahkjaks toruks, mille ülemine serv iga tolmukatepaari vahel moodustab tippe (pseudostaminood). Vili kas karp, sulgvili või mari. Seemnes ümbritseb idu rõngana endospermi. — *Celosia. C. cristata* L., ilutaim,

troopilise päritoluga. — *Amarantus*, rebasesabad, peamiselt üheaastased taimed, tugevate külgroodudega lehe alumisel pinnal. Õied sageli liitõisikuis, mis koosnevad ebasarikaist. *A. caudatus* L. ♂ õis: $\ast P_5 A_5 G_0$; ♀ õis: $\ast P_5 A_0 G_{ü(4)}$, arvatavasti Lõuna-Ameerikast; *A. paniculatus* L.; *A. patulus* L., troop. Ameerikas; *A. spinosus* L., lehtede kaenlas astlad (kängunud osaõisikute moondunud katelehed). — *Alternanthera*, Ameerika liigid. —*Iresine* (vt. lk. 257).

Basellaceae. Väike, 20-liigine eelmistele lähedane sugukond, peamiselt Lõuna-Ameerika taimi. *Basella. B. rubra* L. (veetaimede kasvuhoones). Õite alusel kõrglehed (involucrum). Õievalem: $\ast K_{(2)} C_{(5)} A_5 G_{ü(3)}$. Ebavili: lihakaks muutunud õiekate ümbritseb üheseemnest sulgvilja. — *Boussingaultia. B. baselloides* H. B. et Kth., väänkasv Ameerikast (aias kasvuhoone välisseina ääres).

Polygonaceae. Rohttaimed, harva puud ja põõsad, harilikult vahelduvate lehtedega, mille alusel on vart ümbritsev abilehtedest tekkinud tõri. Lehed terved või hõlmised. Õied väikesed, õisikuis, mis koosnevad ebasarikjaist üksikõisikuist. Õied $\ast$, kahe- või ühesugulised. Üldiselt on õieosade arv järgmine: $P_{6-3} A_{6-9} G_{ü(3)}$, kuid tolmukaid võib olla ka vähem; samuti on kõikuv viljalehtede arv: 2—4. Vili pähklike, seemned endospermiga, idu asub sageli enam-vähem ekstsentriliselt või koguni perifeerselt *(Emex)*. Peamiselt põhjapoolse paraja vöötme taimi.

Polygonoideae. *Polygonum* (kirburohud). $\ast P_{(5)} A_{5-8} G_{ü(2-3)}$. *P. divaricatum* L., Siberist, valgete õitega nagu järgminegi; *P. alpinum* L., *P. bistorta* L., mõlemad euraasia-boreoameerika mäestiku karaktertaimi, viimane esineb ka Eestis (ussitatar); *P. viviparum* L., arktoalpiinne liik, ka Eestis (pungkirburohi); *P. aviculare* L., linnurohi, taluõuedel, teedel jne., kosmopoliit. — *Fagopyrum* (tatar). $\ast P_{(5)} A_{5+3} G_{ü(3)}$, vili pähklike. *F. esculentum* Moench, *F. tataricum* Gaertn. (vähemate õitega).

Rumicoideae. *Rheum* (rabarbrid). $\ast P_{(3+3)} A_{6+3} G_{ü(3)}$. Sageli suurte lehtedega püsikud, õied kahe- või ühesugulised. *R. palmatum* L., sügavalt hõlmiste lehtedega; *R. undulatum* L., *R. rhaponticum* L., tervete lehtedega, *R. nobile* Hook*. Rabarbrid on Kesk-Aasia liigid, esinevad Siberist Himaalaja ja Palestiinani. — *Oxyria. O. digyna* (L.) Hill, arktoalpiinne liik, Euroopas, Aasias ja Ameerikas. — *Rumex*, oblikad. Harilik õievalem:

$\ast P_{(3+3)} A_{6+0} G_{ü(3)}$. Iseloomulik on sisemiste perigoonihõlmade püsimine viljadel (pähklike) kolmelehese kattena. Perigoonihõlmade kuju, serva ehitus jt. on liikide eraldamisel oluline. *R. acetosa* L. (hapu o.), *R. acetosella* L. (väike o.) euraasia-boreoameerika liike, ka Eestis. *R. confertus* Willd., Kagu-Venes ja Siberis.; *R. salicifolius* Weinm., Põhja-Ameerika soodes. — *Emex,* ühekojaste õitega (tolmlemine tuule abil), vili ümbritsetud õiekattest. *E. spinosa* Campd., mitmel pool lõunamaades. — *Koenigia,* ühe liigiga: *K. islandica* L.*, arktiline liik, ka Himaalajas, üheaastane. Õievalem: $\ast P_3 A_3 G_{ü(3)}$.

Coccoloboideae. Coccoloba (lk. 255). — *Muehlenbeckia* (lk. 255 ja 331).

Thymelaeaceae. Puud ja põõsad, harva rohttaimed, lehed vahelduvad, harva vastakud, abilehti pole. Õied harilikult kahesugulised, aktinomorfsed, tugevasti arenenud õiepõhjaga (silindriline, kroonjas retseptaakulum, mille ülemisele servale kinnitub kroonjas tupp). Käsikäes õiepõhja muutumisega kroonjaks on toimunud kroonlehtede kaugeleulatuv reduktsioon. Heterostüülia (di- ja trimorfsed õied). *Daphne. D. mezereum* L., näsiniin $\ast K_4 C_0 A_{4+4} G_{k1}$. Vili luuvili, mürgine.

Elaeagnaceae, lk. 150.

Rhizophoraceae. Troopilised puistaimed, lehed abilehtedega, leheseis vastak. Õievalem (üld.): $\ast K_{4-8} C_{4-8} A_{8-\infty} G_{(2-5)}$, sigimik ülemine, keskmine või alumine. Vili mari, seemnetes idu klorofülli sisaldav. Mangroovisoodes kasvavad *Rhizophoraceae* on vivipaarsed, s. o. seemned idanevad viljades puu otsas, kusjuures areneb tugevasti hüpokotüül (ulatub kuni 1 m, on haril. 20—40 cm); lõpuks langeb valminud idu vilja seest välja ning juurdub soisel pinnal juba mõne tunniga. — *Rhizophora** (manglipuud). — *Bruguiera**.

Lecythidaceae. Troopilised puistaimed, abilehtedeta. Õievalem: $\ast K_{4-6} C_{4-6} A_{(\infty)} G_{a(2-6)}$. *Lecythis,* omapäraste, kaane abil avanevate puitunud, suurte kuparviljadega. — *Bertholletia. B. excelsa* Humb. et Bpl.*, seemned on nn. parápähklid.

Myrtaceae. Suur puistaimede sugukond, levinud peamiselt Austraalias (seal kuivaviljalised *Leptospermoideae*) ning Lõuna-Ameerikas (lihakate viljadega *Myrtoideae*). Õied: $\ast K_{4-5} C_{4-5} A_{\infty} G_{a(\infty-1)}$, kuid võivad esineda osalt ka teised

arvud. Iseloomulikud on kerajad õlimahutid (eetrilised õlid!) lehtedes, vartes jt.; juhtkimbud on bikollateraalsed.

Myrtoideae. Viljad lihakad, marjataolised. *Myrtus* (lk. 334). *M. communis* L. õievalem: $\ast\ K_{(5)}\ C_5\ A_\infty\ G_{a(3)}$. — *Psidium* (lk. 175). — *Eugenia* (lk. 331), suur troopiline perekond, eriti Lõuna-Ameerikas. — *Jambosa. J. caryophyllus* (Spreng.) Ndz.*, õiepungad on „nelkidena" tuntud maitseaine.

Leptospermoideae. Kuivviljad. *Eucalyptus* (lk. 332) $\ast\ K_0\ C_{(5)}\ A_\infty\ G_{a(3)}$. Kroon langeb *Eucalyptus'e* liikidel tanuna maha, vili on kupar. — *Callistemon* (lk. 332). — *Melaleuca* (lk. 332).

Lythraceae. Rohttaimed, puud ja põõsad, peamiselt troopikamail, mõned ka parajas vöötmes. Lehed harilikult vastakud, terved, terveservased; abilehed väikesed, vaevalt märgatavad. Tupplehtede vahel sageli väikesed lisemed. õied harilikult 4—5—6-tised. Tolmukaid harilikult kaks korda niipalju, kuid nende arv kõikuv ($A_{1-\infty}$, ligi 200); sigimik ülemine. — *Peplis. P. portula* L. ojakapsas, niiskete kohtade taim, euroopa liik, ka Eestis. — *Lythrum. L. salicaria* L., kukesaba, boreotroopiline sootaim. õievalem: $\ast\ K_{(6)}\ C_6\ A_{6+6}\ G_{ü(2)}$; vili kupar. — *Nesaea* (e.*Heimia*). *N. salicifolia* Link., Lõuna-Ameerikas, kollaste õitega (vt. lk. 343).

Onagraceae. Roht-, harvemini puistaimed, leheseis mitmesugune, lehed terved või jagused, terve või saagja servaga. õied suured, värvilised. Harilik õievalem: $\ast$ või $\cdot|\cdot\ K_4\ C_4\ A_{4+4}\ G_{a(4)}$. Vili pesa-avanev kupar, sulgvili või mari.

Jussieueae. Jussieua, soo- ja veetaimed, tugevasti arenenud aerenhüümiga, mõningatel liikidel kahesugused juured, ühed harilikud toitejuured, teised hingamisjuured. Valem: $\ast\ K_5\ C_5\ A_{5+5}\ G_{a(5)}$ (vt. lk. 242). — *Ludwigia* $\ast\ K_4\ C_{4-0}\ A_{4+0}\ G_{a(4)}$.

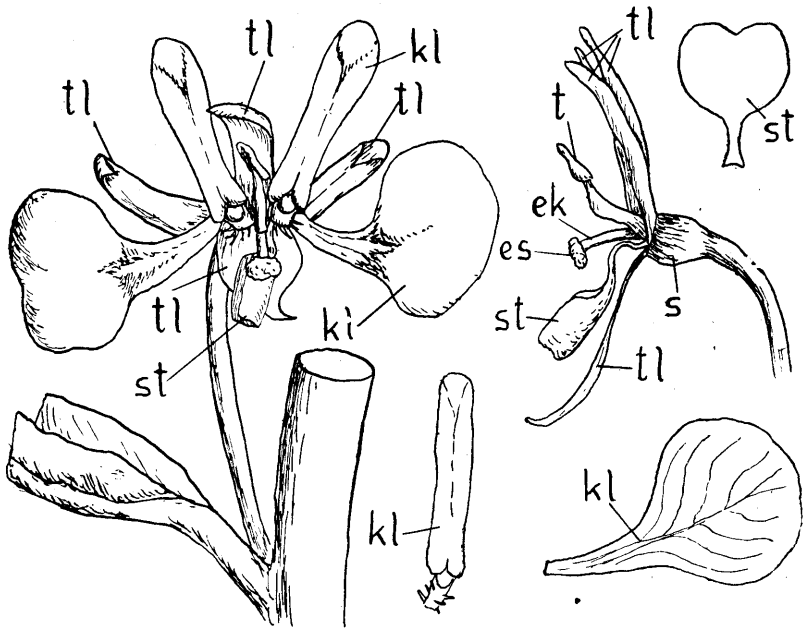
Epilobieae. Epilobium. $\ast\ K_4\ C_4\ A_{4+4}\ G_{a(4)}$. *Epilobium hirsutum* L., karvane pajulill. — *Chamaenerium. C. angustifolium* (L.) Scop., põdrakanep, liivalembene euraasia-boreoameerika liik.

Onagreae. Clarkia. õievalem: $\cdot|\cdot\ K_4\ C_4\ A_{4+4}\ G_{a(4)}$. *C. pulchella* Pursh, *C. elegans* Lindl. Vaikse ookeani poolsest Põhja-Ameerikast. — *Oenothera. O. biennis* L., *O. fruticosa* L., *O. pumila* L., kõik kollaste õitega.

Gaureae. Gaura. G. biennis L., Põhja-Ameerikas.

Fuchsieae. Vili mari. õievalem nagu *Epilobium*'il. õiepõhi ulatub enam-vähem kõrgele üle sigimiku värvilise putkja moodustisena. õied harilikult rippuvad, värvilise tupe ja krooniga. *Fuchsia* (lk. 265).

Lopezieae. õievalem: $\cdot|\cdot\ K_4\ C_4\ A_{1+0}\ S_{1+0}\ G_{a(4)}$. *Lopezia coronata* Andr.



Joon. 27. *Lopezia coronata* Andr. *tl* — tupplehed, *kl* — kroonlehed, *st* — staminood, *t* — tolmukas, *es* — emakasuue, *ek* — emakakael, *s* — sigimik. 4 × suur.

Circaeae. õievalem: $\cdot|\cdot\ K_2\ C_2\ A_{2+0}\ G_{a(2)}$. *Circaea alpina* L., euraasia-boreoameerika väike metsataim. *C. intermedia* Ehrh., eelmisele lähedane.

Sugukonnas *Onagraceae* võib hästi jälgida üleminekut pentameersest õiest tetrameersele, siis dimeersele *(Circaea)*. Ka tolmukate osas on toimunud huvitav evolutsioon, mis on jõudnud haripunktini perekonnas *Lopezia*, kus on saavutatud orhideesid meenutav õieehitus (joon. 27).

Hydrocaryeae. Trapa natans L., üheaastane veetaim karakteersete viljade ning omapärase idanemisviisiga. Lehed

kahesugused (veesisesed jagused, vee pinnal arenevad ujulehed). Õievalem: $\ast K_4 C_4 A_{4+0} G_{k(2)}$.

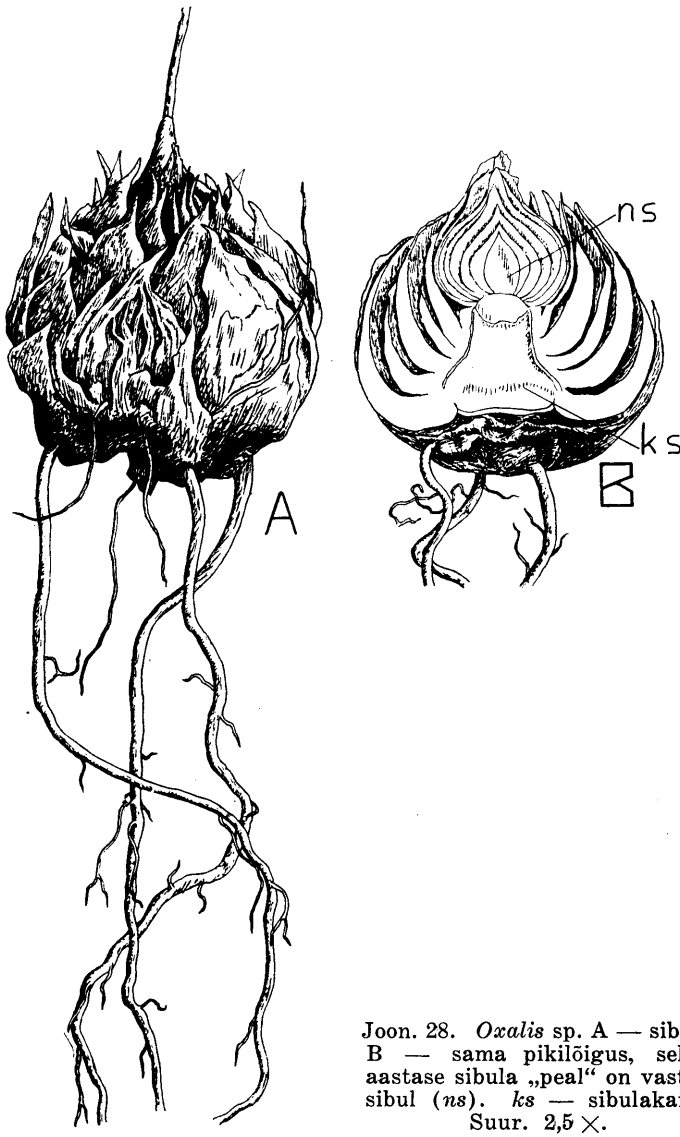
Halorrhagidaceae. Rohttaimed mitmesuguse välimusega. Lehed terved või sulgjagused, asetus mitmesugune. Õietolmu edasikandmine toimub tuule abil. — *Halorrhagis. H. alata* (Jacq.) Forst.*, $\ast K_4 C_4 A_{4+4} G_{a(4)}$. — *Myriophyllum.* Ühekojased veetaimed (ka üleminekuid kahekojasusele, ka kahesugulisi õisi). *M. spicatum* L., boreotroopiline liik, ka Eestis. Kahesugulise õie valem $\ast K_4 C_4 A_{4+4} G_{a(4)}$. ♂ õied on rudimentaarse emakakaelaga; ♀ õites puuduvad tolmukad täielikult. — *Gunnera. G. chilensis* Lam.*, hiigellehtedega püsiktaim. — *Hippuris*, harilik kuuskhein, boreotroopiline liik, meil ka merevees. $\cdot|\cdot P A_1 G_{a1}$. Pole selge, mitmest lehest on tekkinud perigoon, mis pideva äärisena asub emakakaelast ja tolmukast allpool sigimiku ülemisel serval.

Alljärgnevad 6 sugukonda on lähedases suguluses ning kuuluvad seltsi *Geraniales.* Neis valitsevad suureõiesed vormid, mis kohanenud tolmlemisele putukate abil. Eriharuna tuletuvad nad seltsist *Caryophyllales.*

Linaceae. Puud, põõsad, püsikud ning üheaastased taimed. Lehed harilikult vahelduvad, sageli terveservased. Üldine õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{(5-10)} G_{ü(2-5)}$. *Linum.* $\ast K_5 C_5 A_{(5+0)} G_{ü(5)}$, vili kupar. *L. grandiflorum* Desf., punaste õitega; *L. perenne* L.; *L. usitatissimum* L. (lina). — *Radiola.* $\ast K_4 C_4 A_{(4+0)} G_{ü(4)}$. *R. linoides* Roth*, pseudoatlantiline liik, Eestis ainult üks leiukoht — Hiiumaal.

Geraniaceae. Rohttaimed, sageli üheaastased, poolpõõsad, harva puud. Lehed harilikult vahelduvad, kahe abilehega, sageli sõrmhõlmised või sõrmjagused. Õied $\ast$, harvemini $\cdot|\cdot$. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{(5+5)} G_{ü(3-5)}$. Kuid tupplehti võib olla ka vähem või rohkem (4—8), samuti kroonlehti. Tolmukate arv võib langeda kaheni või olla 10—15. Ka viljalehtede arv on teatavates piirides (2—8) kõikuv. Vili septifraagne kupar, avanemisel rulluvad viljaseina osad, seemneid laiali paisates (igas pesas haril. üks seeme). — *Geranium,* kurerehad. $\ast K_5 C_5 A_{5+5} G_{ü(5)}$. *G. pratense* L., *G. lucidum* L., *G. sanguineum* L. jt. ka Eestis; *G. phaeum* L., Lõuna-Euroopa mäestikes; *G. macrorrhizum* L., Lõuna-Euroopa liik. — *Erodium. E. cicutarium* (L.) L'Hérit., kurekael, umbrohi; *E. gruinum* L'Hérit. — *Pelargonium,* lk. 264.

Limnanthaceae. Eelmisele sugukonnale väga lähedased taimed, kuid lehed abilehtedeta, sulgjagused, Põhja-Ameerikast.



Joon. 28. *Oxalis* sp. A — sibul, B — sama pikilõigus, selle-aastase sibula „peal" on vastne sibul (*ns*). *ks* — sibulakand. Suur. 2,5 ×.

õievalem: $\ast K_{2-5} C_{2-5} A_{4-10} G_{\underline{u}(2-5)}$; alumises osas täitsa vabad viljalehed on ühinenud keskel ühiseks emakakaelaks (nagu sugukonnas *Geraniaceae*) ning harunevad üleval suudmeteks vastavalt viljalehtede arvule. — *Limnanthes.*

Oxalidaceae. Rohttaimed, väga harva puud, osalt mugulate ja sibulatega, leheseis vahelduv, lehed sageli liitlehed 1—∞ lehekesega. õied üksikult või ebasarikjais õisikuis. õievalem: $\ast$ K_5 C_5 A_{5+5} $G_{ü(5)}$. Harva esinevad kõrvalekaldumised [A_{15}, $G_{(3)}$]. Kupar pesa-avanev. — *Oxalis.* Eluvormide seisukohalt väga mitmekesine perekond, sest liigid esinevad maapealsete lehti kandvate vartega (*O. stricta* L., *O. valdiviensis* Barn., viimane trimorfselt heterostüülsete õitega), horisontaalsete risoomidega (juurikatega) nagu *O. acetosella* L. (jänesekapsas, harilikkude ja kleistogaamsete õitega) või tõeliste sibulatega. Viimasel juhul on sibula soomused kas kõik ühesugused (*O. Deppei* Lodd., Mehhikost) või aga leidub peale säilitussoomuste veel erilisi väliseid kaitsesoomuseid. Leidub puitunud varrega liikisid. Neist on huvitav *O. bupleurifolia* St. Hil. (lk. 231), sest sellel liigil esinevad fülloodid. Tundlikke lehti omab *Biophytum* (lk. 200).

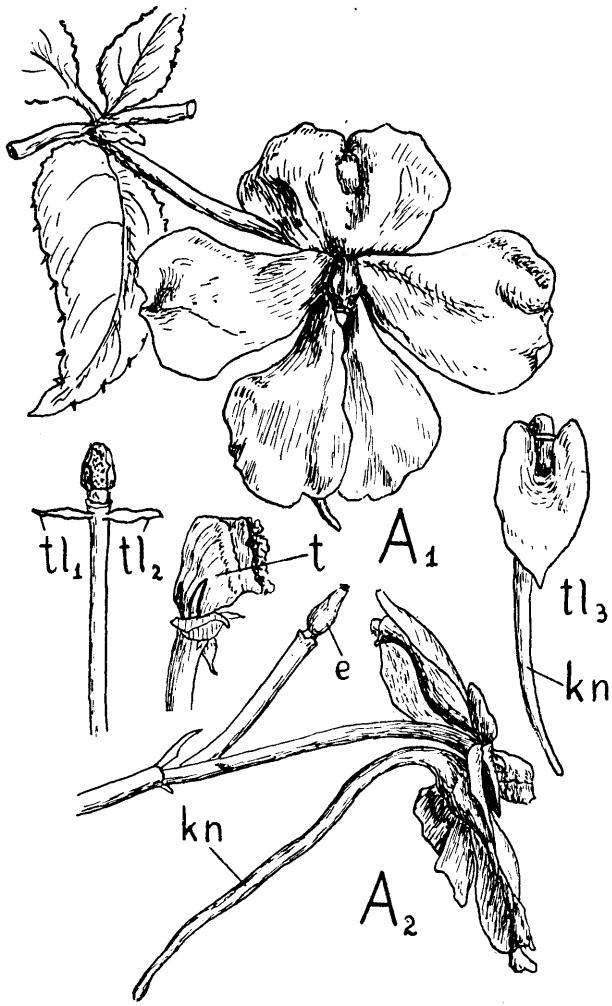
Tropaeolaceae. Valdavas enamikus mahlased rohtjad ronitaimed, vahelduvate kilpjate või sõrmjaguste lehtedega. õied üksikult lehtede kaenlas. õied: $\cdot|\cdot$ K_5 C_5 A_8 $G_{ü(3)}$. Vili jaguneb valmides 3 pähklikeseks (jaguvili). Seemned suured, ilma endospermita. Peamiselt Lõuna-Ameerika taimed. *Tropaeolum. T. majus* L., *T. minus* L. jt.

Balsaminaceae. Mahlased rohttaimed, mitmeti asetsevate lehtedega, need ilma abilehtedeta. õied silmapaistvad, värvilised. õievalem: $\cdot|\cdot$ K_{3-5} C_{3-5} $A_{(5)}$ $G_{ü(5)}$. Karakteerne on tolmukkond, sest tolmukaniidid on ülemises osas laienenud, ühtinud tolmukapeadega ning katavad tanujalt emakasuuet. Vili mahlakas kupar, mis *Impatiens*'i liikidel avanedes laiali paiskab seemneid. *Impatiens. I. nolitangere* L., lemmalts, Eestis eriti lodumetsades, kraavide kaldail jt.; *I. parviflora* DC., Kesk-Aasia liik, mitmel pool parkides, ka Eestis; *I. Roylei* Walp., Himaalajas jt.

Seltsist *Geraniales* tuletub kaks eriarenemisteed: üks neist, pikem, viib sugukondade *Rutaceae, Simarubaceae, Burseraceae, Meliaceae* kaudu sugukondadele *Sapindaceae, Aceraceae* ja *Anacardiaceae*; teisel, lühemal harul esinevad sugukonnad *Malpighiaceae* ja *Erythroxylaceae.* On huvitav, et kõigis neis sugukondades valitsevad ilmselt puud ja põõsad, kuigi mõnes *(Rutaceae, Meliaceae)* ei puudu ka rohttaimed.

Rutaceae. Puud ja põõsad, harva rohttaimed, lüsigeensete õlimahutitega, sageli meeldiva lõhnaga; leheseis harilikult vahel-

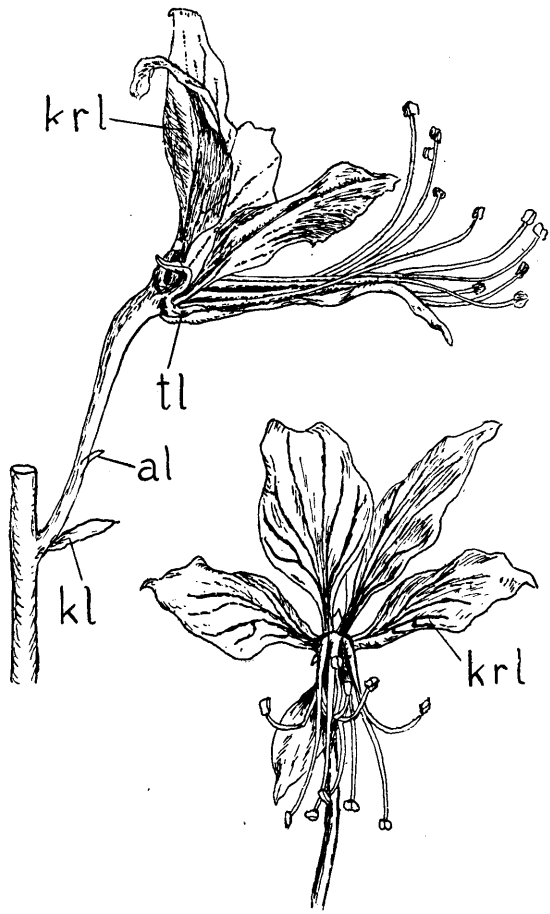
duv. õied harilikult ✳, harva ·|·, enamasti kahesugulised. Üldine õievalem: $K_{2-5}\ C_{2-5}\ A_{4-10-\infty}\ G_{ü4-5-\infty}$. Õieosade arvud on muutlikud (vt. valem), tolmukad on kahes sõõris. Viljalehed



Joon. 29. *Impatiens sultani* Hook. f. A_1 — õis eestvaates, A_2 — õis külgvaates; *kn* — kroonja tupplehe kannus, tl_1, tl_2 ja tl_3 — tupplehed (1 ja 2 rohelised, 3 — kroonjas), *t* — kokkukasvanud tolmukad, *e* — emakas. t — 4 × suur., teis. 2 ×.

sageli ainult suudmetega ühinenud või aga täielikult kokku kasvanud, mille tagajärjel leidub mitmesuguseid üleminekuid apokarpsest günetseumist sünkarpsele. Tolmukate ja emakate vahel on meeketas, mis kujult küllalt mitmekesine. *Ruta*. Õievalem:

$\ast$ K_5 C_5 A_{5+5} $G_{ü(5)}$ — otsmine õis; külgmised on neljatised. Vili kupar. *R. graveolens* L., Lõuna- ja Kesk-Euroopas. — *Dictamnus*, nõrgalt sügomorfse õiega. *D. albus* L. (e. *D. fraxinella* Pers.), euraasia liik. — *Pilocarpus*. — *Erythrochiton*, lk. 194. — *Ptelea*, lk. 150. ja 371. — *Phellodendron*, lk. 150, 155 jt. — *Citrus*. Kahe- või ühesuguliste (sekundaarne ühesugulisus) õitega. $\ast$ $K_{(3-5)}$ C_{4-8} $A_{5-\infty}G_{ü(5-\infty)}$. Vili mari. Eksokarp näärmekas, õlirikas; endokarp valge, kobe; mahlane „pulpa" on tekkinud sigimiku vaheseinte emergentsidest ning sisaldab võrdlemisi vähe seemneid (lk. 174, 175). Lehevars liigestunult eraldunud lehelabast. On põhjust väita, et siin tegemist on kolmetise või sulgja liitlehe reduktsiooniga evolutsiooni jooksul lehele, mis omab vaid ühte lehekest. *Citrus*'e liigid omavad astlaid, mis on metamorfoseerunud lehed.



Joon. 30. *Dictamnus albus* L. Õis katelehe (*kl*) ja alglehtedega (*al*). *krl* — kroonlehed; *tl* — tupplehed. 1,5 × suur.

Simarubaceae. Troopilised (eriti Lõuna-Ameerika) puud ja põõsad, lihtsate või sulgjate lehtedega. Õied aktinomorfsed, kolmetised kuni seitsmetised. Tolmukad alusel sageli soomusjate lisemetega. C_{4-5} või vähem, viljalehed ühinenud vaid kaelaosadega või suudmetega või aga emakkond on liitviljalehtne. — *Quassia*. — *Ailanthus* (vt. lk. 150), ühe- ja kahesuguliste õitega.

Burseraceae. Troopilised puud ja põõsad, vaigukäikudega koores, vahelduvate, harilikult sulgjate lehtedega. õied väikesed, pööristes. — *Bursera,* Kesk-Ameerikas.

Meliaceae. Troopilised puud ja põõsad, harva rohttaimed, lehed ilma abilehtedeta, vahelduvad. Sekreedirakud lehtedes väga sagedad. Üldine õievalem: $\ast K_{(4-5)} C_{4-5} A_{(8-10)} G_{ü(2-5)}$. õieosade arv võib aga nii tolmukate kui ka emaka osas olla suurem. Väga iseloomulik on tolmukaniitide ühtekasvamine, „tolmukputkeks". Vili kas kupar, luuvili või mari. — *Melia. M. azedarach* L. (lk. 194). $\ast K_{5-6} C_{5-6} A_{10-12} G_{ü(3-6)}$.

Anacardiaceae. Peamiselt troopilised puud ja põõsad, vaigukäikudega; lehed vahelduvad, abilehtedeta. Üldine õievalem: $\ast K_5 C_5 A_5 G_{ü(1-5)}$, kuid osade arv võib olla ka 3—4, mõnel juhul on tolmukate arv kahekordne võrreldes tupplehtede arvuga. Viljalehed vabad või ühinenud, igaüks 1 seemnepungaga. *Anacardium* *. Vili kinnitub suureks kasvanud ja lihakale, pärisvilja suuruselt tunduvalt ületavale õievarrele (ebavili!). — *Pistacia,* õlirikaste seemnetega. *P. lentiscus* L., *P. atlantica* Desf. jt. (lk. 389). — *Cotinus. C. coggygria* Scop., Vahemeremail ja Aasias kuni Hiinani, karakteerse vilikonnaga, mis tekib sel teel, et peale õitsemist õievarred pikenevad ning kattuvad pikkade, eemalseisvate karvadega (anemofiilne liik). — *Rhus. R. typina* L., äädikapuu, Põhja-Ameerikas. *R. toxicodendron* L.*, mürgine, samuti Põhja-Ameerikas, jt. Vili luuvili (eksokarp paljas või karvane, mesokarp vaigurikas, endokarp luusarnane).

Sapindaceae. Troopilised ja subtroopilised puud, põõsad ja puitunud tüvega ronitaimed, piimmahlaga või vaikusisaldavad. õied ühesugulised, kuid sisaldavad enam-vähem kängunud vastassugupoole organeid, mille tagajärjel näivad kahesugulistena. *Serjania,* köitraagudega varustatud ronitaimed. — *Koelreuteria. K. paniculata* Laxm., Hiinast.

Aceraceae (lk. 150 ja 164).

Erythroxylaceae. Troopilised põõsad ja väikesed puud, vahelduvate lehtedega, abilehtedega. õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{(5+5)} G_{ü(3-4)}$. Tolmukaniidid on alusel sageli ühinenud lühikeseks tolmukputkeks. Luuviljad, 1—2 seemnega. *Erythroxylon,* lk. 194.

Malpighiaceae. Troopiliste liaanide, puude ja põõsaste sugukond. Lehed harilikult vastakud, abilehtedega, sageli näärmetega lehelaba alusel või leherootsul. õievalem: $\cdot|\cdot K_5 C_5 A_{(5+5)} G_{ü(3)}$. Nagu

eelmises sugukonnas, on siingi tolmukaniidid alusel liitunud tolmukputkeks. Vili jaguvili, jaguneb harilikult kolmeks tiibviljaks.

Seltsist *Caryophyllales (Portulacaceae, Aizoaceae* ja *Caryophyllaceae)* tuletuvad peamise haruna (vt. lk. 23) paljud sugukonnad, mis sel või teisel viisil on üksteisega suguluses. Need sugukonnad on: — *Primulaceae, Plumbaginaceae* —, — *Plantaginaceae* —, — *Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Borraginaceae* —, ning edasi üle sugukondade *Convolvulaceae* ja *Solanaceae* järgmised sugukonnad: *Scrophulariaceae, Orobanchaceae, Lentibulariaceae, Gesneriaceae, Bignoniaceae, Acanthaceae, Globulariaceae, Verbenaceae, Labiatae* ning eriharuna *Loganiaceae, Oleaceae, Gentianaceae, Apocyanaceae* ja *Asclepiadaceae.* Kõigile nimetatud sugukondadele on ühine: harilikult liitlehine kroon; üks tolmukate ring; väike viljalehtede arv (sageli kaks). — Üks haru viib üle sugukonna *Campanulaceae* suurele sugukonnale *Compositae.*

Primulaceae. Rohttaimed, lehed abilehtedeta. õied sarikais, kobarjais õisikuis või üksikud. õievalem harilikult järgmine: $\ast K_{(5)} C_{(5)} A_{0+5} G_{\underline{u}(5)}$. õied alglehtedeta. Tolmukad epipetaalsed (mõnel juhul peale selle episepaalsete tolmukate rudimendid, näit. *Samolus, Naumburgia*). Platsenta on tsentraalne, seemned kahe integumendiga, vili kupar, väheste või paljude seemnetega.

Primuleae. Primula, nurmenukud. *P. cortusoides* L., siberi l.; *P. sinensis* Lindl., Hiinast, „täispuhutud" tupega; *P. acaulis* (L.) Jacq., juurmiste õitega; *P. officinalis* (L.) Jacq., nurmenukk e. kikkapüks, euraasia niidutaim; *P. denticulata* Sm., Himaalajast; *P. farinosa* L. pääsusilm, arktoalpiinne liik. Esineb Eestis rohkesti soistel turvas-aluspinnaga niitudel; *P. auricula* L. Alpides; *P. pubescens* Jacq. (eelmise värd); *P. Juliae* Kusnez. Kaukasusest jt. (lk. 265). — *Douglasia* (lk. 325, 329). — *Androsace. A. septentrionalis* L., *A. maxima* L. — *Cortusa* (lk. 324). — *Soldanella* (lk. 328). — *Hottonia. H. palustris* L., vesisulg, sulgjaguste lehtedega euroopa veetaim, ka Eestis.

Samoleae. Samolus. S. Valerandi L.* kosmopoliit, Eestis haruldane saarte taim.

Lysimachieae. Lysimachia. L. vulgaris L., metsvits; *L. barystachys* Bunge, Siberis; *L. nummularia* L., euroopa liik, ka Eestis; *L. punctata* L., mediterraanne liik. — *Trientalis euro-*

paea L., laanelill. — *Glaux. G. maritima* L., rannikas; õievalem: ✳ K_4 C_0 A_{0+4} $G_{\underline{ü}(4)}$. — *Anagallis. A. arvensis* L., vili karp.

Cyclamineae. Cyclamen. Ühe arenenud idulehega, teine rudimentaarne. Hüpokotüül areneb mugulaks, millele kinnituvad lehed ning õie (või õisiku) varred. *C. europaeum* L., *C. neapolitanum* Ten., jt. (lk. 265). Esimene neist on subalpiinse liigina levinud Euroopa mäestikes. — *Dodecatheon.* Tolmukad alusel ühinenud putkjaks tolmuktoruks. *D. meadia* L., Põhja-Ameerikas.



Joon. 31. *Dodecatheon meadia* L. 28. V 1934.

Corideae. — *Coris. C. monspeliensis* L.*, ┼ õitega.

Myrsinaceae. Väike troopiliste ja subtroopiliste puude ja põõsaste sugukond. *Ardisia.* — *Hymenandra* (lk. 194).

Plumbaginaceae. Poolpõõsad ja rohttaimed, harvemini põõsad, liht- või liitlehtede ja peajate või pöörisjate õisikutega. Õied alglehtedega. Õievalem: ✳ $K_{(5)}$ $C_{(5)}$ A_{0+5} $G_{\underline{ü}(5)}$. Tupp nahkjas, püsib viljal; tolmukad epipetaalsed (sisemine tolmukate ring; välisring on aborteerunud, nagu eelmiseski sugukonnas). Viljad kas sulg- või avaviljad, ühepesased, ühe seemnepungaga. Seemnepungad anatroopsed, kahe integumendiga. *Plumbago. P. zeylanica* L., troopilisest Aasiast; *P. capensis* Thunb., Kapimaalt (lk. 265). — *Armeria. A. vulgaris* Willd., euraasia-boreoameerika liik, ka Eestis (merikann). *A. alpina* Wallr., Kesk- ja Lõuna-Euroopa mäestikes. — *Statice,* mereranniku ja poolkõrve taimi. *S. latifolia* Sm., Kagu-Euroopas ja Kaukasuses.

Campanulaceae. Rohttaimed, põõsad, harva puud, piimmahlaga; lehed vahelduvad, abilehtedeta. õied ✳ või ·|·, viietised. õievars alglehtedega. Tolmukad on introrssed. Vili kuprataoline, avaneb sageli avauste või pragude abil või aga kupra tipul, nagu nelkõielistel. Esinevad ka karp (harva, *Sphenoclea* *) ja mari *(Pratia)*.

Campanuloideae. õievalem: ✳ $K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_5\ G_{a(2-5)}$. *Campanula*, kellukas, õied aktinomorfsed, sigimik koosneb 5—3 viljalehest. *C. medium* L., Lõuna-Euroopast; *C. alliariaefolia* Willd., Kaukasusest, nagu eelmiselgi väikesed lisemed tupplehtede vahel. *C. latifolia* L., *C. trachelium* L., *C. rapunculoides* L., *C. persicifolia* L., kõik euroopa liigid, esinevad ka Eestis. *C. rotundifolia*, euraasia-boreoameerika liik; *C. thyrsoides* L., tiheda otsmise õisikuga. — *Adenophora*, epigüünse toruja meekettaga; *A. liliifolia* L., eurosiberi liik. — *Specularia. S. speculum* A. DC., Kesk- ja Lõuna-Euroopas. — *Michauxia.* — *Phyteuma*, enamikus mediterraansed püsikud, enam-vähem kuni aluseni jaguse krooniga, Eestis *P. spicatum* L., mitmed liigid Alpides, lk. 287. — *Codonopsis* (lk. 306). — *Jasione. J. montana* L., sininukk, siniseõieline euroopa liivataim, ka Eestis.— *Platycodon. P. grandiflorum* (Jacq.) A. DC. Ida-Aasias (vt. joon. 32). — *Musschia* (lk. 265), karakteerse kupraga, mis avaneb paljude põikpragude kaudu.

Lobelioideae. ·|· $K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_{(5)}\ G_{a(2)}$. Vili mari või kupar. Peamiselt troopika ning paraja vöötme soojema osa taimi. *Lobelia. L. cardinalis* L., Põhja-Ameerikast; *L. dortmanna* L., oligotroofsete järvede karaktertaim, ka Eestis. — *Isotoma* (lk. 256).

Compositae. Rohttaimed ühe-, kahe- või mitmeaastased, harva puud. õied nuttides, mis ümbritsetud erilisest ühisest kattest — nn. üldkattest. õisikupõhi lame või kumer, kaetud kattelehtedega (nn. sõkalsoomused) või paljas. õied kahe- või ühesugulised, ühes õisikus sageli mõlemaid õisi, ent harva esineb ka kahekojasus. Tupp asendatud nn. pappusega, mis koosneb arvukaist karvakesist või esineb kitsa nahkja äärisena sigimiku ülemisel serval. Kroon liitlehine, kas korrapärane, enam-vähem putkjas või lehterjas (putkõied) või aga lühikese putkeosaga ning ühe tugevasti arenenud huulega (keelõied). Putkõie valem: ✳ $K\ C_{(5)}\ A_{(5)}\ G_{a(2)}$; keelõie valem: ·|· $K\ C_{(5)}\ A_{(5)}\ G_{a(2)}$. Leidub ka õisi, mille ehitus on vahepealne, kahe huulega $C_{(2-3)}$ ja $C_{(1-4)}$.

Keelõied on sageli ühes õisikus koos kahesuguliste putkõitega. Neil juhtudel on nad kas emasõied ·|· K $C_{(5)}$ A_0 $G_{a(2)}$ või aga täitsa steriilsed. Sigimik ühe ainsa anatroopse seemnepungaga. Emaka-



Joon. 32. *Platycodon grandiflorum* A. DC. A — varre osa õie ja õiepungadega; B — õis peale krooni eemaldamist; *t* — tolmukad, *e* — emakas; C — tolmukas alusel laienenud tolmukaniidiga. $^4/_3$ loom. suur.

suudmed algul püstised, kokkuhoiduvad, kasvades läbi tolmukapeadest koosneva toru (tolmukotid alati kokku kleepunud, tolmukaniidid vabad) tõstavad välja õietolmu (selleks sageli erilised karvakesed emakasuudme alusel), muutes selle seega putukatele

kättesaadavaks. Alles hiljemini kõverduvad emakasuudme harud väljapoole, paljastades pinda, mis vastuvõtlik õietolmule (protandria!). Vili seemnis, üheseemneline sulgvili, tekkinud alumisest sigimikust. Seeme ilma endospermita. Seemnis sageli varustatud lendkarvadega, nn. pappusega, mille abil tuul vilju laiali kannab. Pappus areneb tupe asemele. õie arenemise käigu uurimine on selgitanud, et tupplehe algmeid on 5 (K_5), kuid need ei arene, nende asemel tekib kas soomustest või karvadest (lihtsaist või sulgjaist) koosnev pappus.

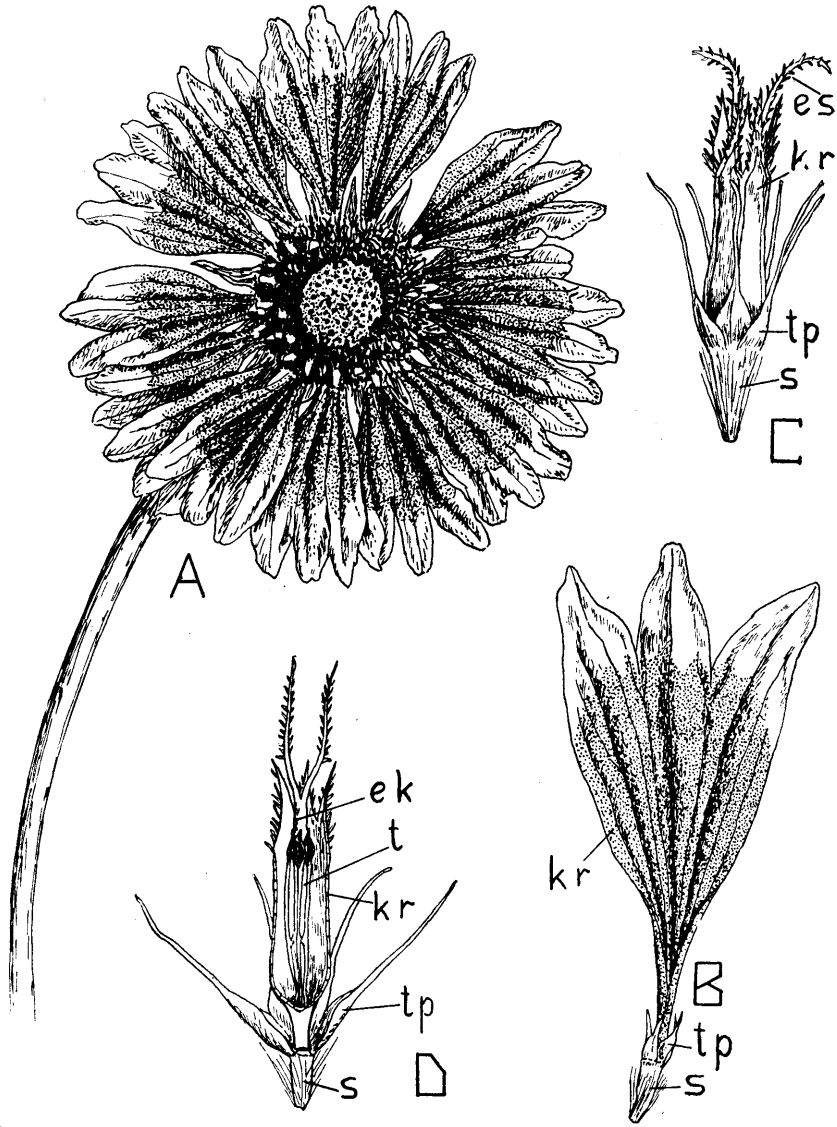
Alljärgnev sugukonna liigestus on Hoffmann'i järgi: Alasugukond ***Tubuliflorae.*** Ilma piimmahlata. Kõik või osa õisi putkõied.

Eupatorieae. Kõik õied kahesugulised putkõied. *Ageratum. A. mexicanum* Sims. — *Eupatorium* L. *E. purpureum* L., Põhja-Ameerikast; *E. cannabinum* L., vesikanep, euraasia l., vt. lk. 278. — *Adenostyles*, lk. 285.

Astereae. Solidago. S. serotina Ait., Põhja-Ameerikas; *S. virgaurea* L., kuldvits, euraasia-boreoameerika liik, Eestis harilik. — *Aplopappus. A. croceus* A. Gray, Põhja-Ameerikas. — *Bellis.* — *Aster. A. acer* L., euraasia liik, *A. incisus* Fisch., Siberis; *A. puniceus* L., *A. paniculatus* Lam., *A. macrophyllus* L., on kõik Põhja-Ameerika liigid. — *Erigeron.*

Inuleae. Filago. — *Antennaria. A. dioeca* Gaertn., kassikäpp. — *Leontopodium. L. alpinum* Cass. ning sellele lähedased liigid Euroopa ja Kesk-Aasia mägedes („Edelweiss"). — *Gnaphalium.* — *Helichrysum. H. arenarium* (L.) Mnch., käokuld; *H. bracteatum* L., Lõuna-Aafrikast, tunduvalt suuremate mitmevärviliste õisikutega. — *Inula. I. salicina* L., pajuvaak, euraasia l., Eestis kohati harilik; *I. helenium* L., euraasia l. — *Odontospermum.*

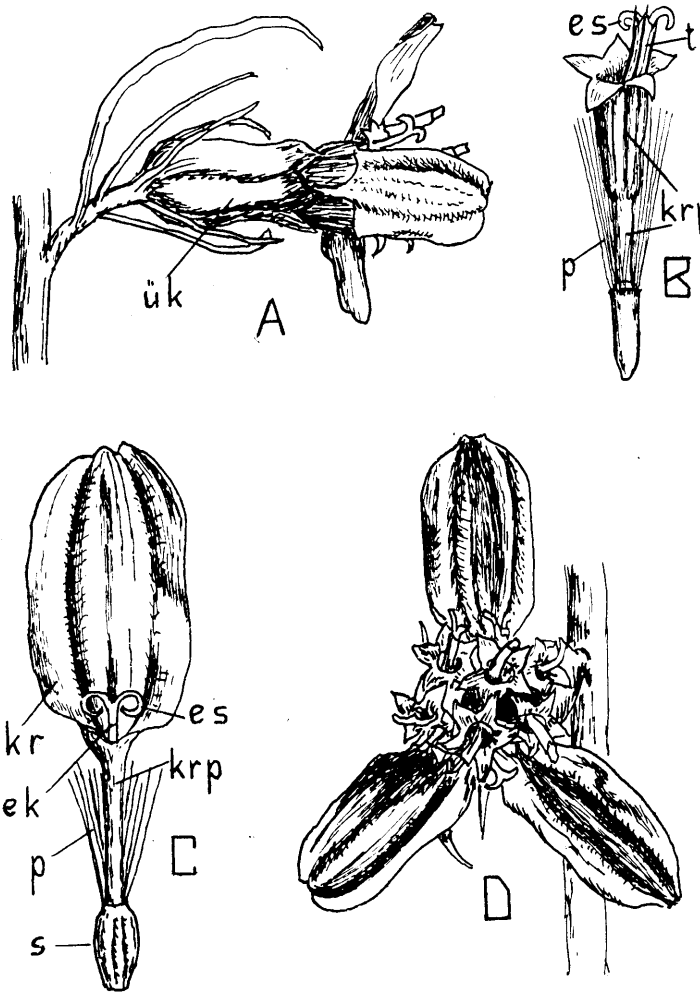
Helianthеae. Silphium. S. perfoliatum L., Põhja-Ameerikast, läbistunud, alusel ühtekasvanud lehtedega. — *Xanthium. X. macrocarpum* DC., *X. spinosum* L., Lõuna-Ameerikast, konksjate üldkatelehtedega. — *Zinna. Z. elegans* Jacq., tipul narmastunud üldkatelehtedega, ilutaim P.-Ameerikast nagu *Z. pauciflora* L. — *Rudbeckia. R. laciniata* L., P.-Ameerikast. — *Helianthus. H. annuus* L., päevalill; *H. tuberosus* L., *H. Maximiliani* Schrad., kõik Põhja-Ameerikast. — *Guizotia abyssinica* (L.) Cass., õlitaim. — *Dahlia.* — *Bidens*, ruskmed. — *Cosmos. C. bipinnatus* Cav., Mehhikost.



Joon. 33. *Gaillardia pulchella* Foug. hybr. A — korvõisik putk- ja keelõitega. B — keelõis kolmehõlmase krooni (*kr*) ja tupega (*tp*). C — putkõis, D — selle pikilõik: *ek* — emakakael, *es* — emakasuudmed, *s* — sigimik, *t* — tolmukad, *kr* — kroon, *tp* — tupplehed. A — loom. suur., B — 1,5 ×, C ja D 3 × suurendatud.

H e l e n i e a e. Gaillardia. G. pulchella Foug., P.-Ameerikast. — *Tagetes. T. erectus* L., *T. patulus* L., üheaastased Mehhiko taimed.

Anthemideae. Lonas. L. inodora L., mediterraanne liik. — *Anthemis. A. tinctoria* L., karikakar. — *Achillea. A. millefo-*



Joon. 34. *Ligularia macrophylla* DC. A — kolme keelõiega õisik küljelt, D — sama pealt, *ük* — üldkate. C — keelõis, B — putkõis (*kr* — kroon, *krp* — krooniputk, *p* — pappus, *s* — sigimik, *es* — emakasuue, *ek* — emakakael, *t* — tolmukad. A ja D — 3 ×, B ja C — 5 × suurend.

lium L., raudrohi; *A. ptarmica* L., *A. tanacetifolia* All. — *Matricaria. — Chrysanthemum. C. leucanthemum* L., härjasilm; *C. corymbosum* L., Euroopas ja Väike-Aasias; *C. coronarium* L.,

Vahemeremail; *C. carinatum* Schousb., Põhja-Aafrikas; *C. maximum* Ram., kõik suurte keelõitega ning teisevärviliste putkõitega; *C. indicum* L., krüsanteem, Hiina-Jaapani päritoluga ilutaim; *C. vulgare* Bernh. e. *Tanacetum vulgare* L., keelõiteta. *Artemisia* (pujud). *A. absinthium* L., koirohi jt.

Senecioneae. Tussilago. T. farfara L., paiseleht. — *Petasites. P. officinalis* Moench, katkujuur. — *Arnica.* — *Doronicum. D. austriacum* Jacq., Kesk- ja Lõuna-Euroopa mäestikes; *D. pardalianches* L., Lääne-Euroopa liik. — *Cacalia.* — *Senecio,* ristirohud, suur perekond (kaugelt üle 1000 liigi), peamiselt kuivamaataimi, kuid ka helofüüte; ühe-, kahe- ja mitmeaastasi, ka puid (suured *Senecio*-puud troopilise Aafrika mägedes, *S. Johnstoni* Oliv. * Kilimandžaarol), Eestis mitmed ühe- kuni mitmeaastased liigid. — *Ligularia. L. sibirica* (L.) Cass., *L. macrophylla* DC. Siberist; *L. tangutica* Maxim., Hiinas, jt., püsikud suurte lehtedega ning õisikutega.



Joon. 35. *Echinops sphaerocephalus* L. Kerajad nutid koosnevad üheõielistest korvõisikutest.

Calenduleae. Calendula, saialilled. *C. officinalis* L., *C. arvensis* L., mediterraansed liigid (viljade polümorfsus!). — *Dimorphotheca. D. fluviatilis* Moench, Lõuna-Aafrikas.

Arctotideae. Ursinia. U. anthemoides (L.) Benth. et Hook., Lõuna-Aafrikas. — *Arctotis,* samuti Lõuna-Aafrikas.

Cynareae. Echinops. E. sphaerocephalus L., korvõisikud väikesed, üheõiesed, hulgana kerajais liitõisikuis. — *Carlina.* —

Arctium e. *Lappa*, takjad. — *Saussurea. S. alpina* (L.) DC., arktoalpiinne liik, ka Eestis; Euraasias ja Põhja-Ameerikas rohkesti liike mäestikes. — *Carduus. C. acanthoides* L., euroopa liik. — *Alfredia cernua* Cass., Siberist, kollaste õitega. — *Cirsium. C. heterophyllum* Hill. jt. ka Eestis. — *Cynara. C. scolymus* L., artišokk, suurte korvõisikutega mediterraanne liik. — *Silybum. S. marianum* (L.) Gaertn., samuti mediterraanne liik, ogajate valgelaiguliste lehtedega. — *Onopordon. O. acanthium* L., Euroopas ja Hommikumail, vars laskuvatest ogajatest lehtedest tiivuline. — *Serratula. S. radiata* Bieb., Kaukasuses. *S. tinctoria* L. ka Eestis. — *Centaurea*, jumikad; üldkatelehed väga mitmesuguste lisemetega. Välised putkõied (♂ õied) suurenenud krooniga. *C. jacea* L., euroopa liik, Eestis harilik; *C. phrygia* L., euroopa montaane liik, Eestis kohati rohkesti; *C. montana* L., Lõuna- ja Kesk-Euroopa mäestikes; *C. dealbata* Willd., Kaukasuses ja Väike-Aasias. — *Carthamus. C. tinctorius* L. (saflor). — *Cnicus. C. benedictus* L.



Joon. 36. *Onopordon acanthium* L. 23. VIII 1934.

Mutisieae. Nassauvia, näit. *N. spicata* Remy*, Lõuna-Ameerikas, kahehuulse krooniga: $C_{(3-2)}$.

Alasugukond ***Liguliflorae.*** Piimmahlaga. Ainult keelõied. On huvitav, et keelõite kroon areneb alul aktinomorfsena, viietipmelisena. Sisemisel küljel asuv juhtkimp haruneb kaheks.

Nende harude vahel lõheneb kroon ning kasvab edasi, tõstes kõik 5 tipet kõrgele. Siit järgneb, et *Liguliflorae* on õieehituselt rohkem eemaldunud õie põhitüübist kui *Tubiflorae*.

Cichorieae. Cichorium. C. intybus L., sigur. — *Lapsana.* — *Hypochoeris.* — *Leontodon.* — *Picris.* — *Tragopogon. T. pratensis* L., kollaste õitega, antropohoorse liigina ka Eestis; *T. porrifolius* L., violetsete õitega, Vahemeremail. — *Scorzonera,* mustjuur. — *Taraxacum. T. officinale* (With.) Wigg., võilill, väga polümorfne liik paljude alaliikidega. — *Mulgedium. M. alpinum* (L.) Less. e. *Cicerbita alpina* Wallr. — *Sonchus.* — *Lactuca.* — *Crepis. C. paludosa* (L.) Moench, soo-koertubakas, euroopa liik, Eestis eriti lodumetsades, kraavikaldail jt.; *C. sibirica* L. — *Hieracium,* hunditubakad, enamasti kollaste õitega, väga vormirohke, paljude üksteisest vähe erinevate liikidega perekond. *H. aurantiacum* L., punaste keelõitega.

Plantaginaceae. Ühe- kuni mitmeaastased taimed, vähejaguste või tervete lehtedega, milledes lehelaba pole selgelt eraldunud leherootsust. Harilik õievalem: $\ast\ K_{(4)}\ C_{(4)}\ A_4\ G_{ü(2)}$. Karakteerne on alglehtede puudumine õitel ning pikad painduvad tolmukaniidid. Vili on karp, seemned kinnituvad tsentraalsele platsentale. *Plantago,* teelehed. *P. major* L., euraasia liik, nüüd kõigis maailma osades; *P. media* L., samuti euraasia liik; *P. alpina* L., *P. maritima* L., *P. coronopus* L., *P. lanceolata* L.; *P. cynops* L., vastakute lehtedega nagu kogu alaperekond *Psylium,* kuhu kuulub ka *P. arborescens* Poir. (Kanaari saartel). — *Litorella.* õied ühesugulised, isasõied rudimentaarse emakaga, vili pähklike. Eestis Kuusnõmme läheduses „silmades" *L. uniflora* (L.) Asch.*, Euroopa ja P.-Ameerika atlantiline liik.

Plantaginaceae on nagu sugukond *Borraginaceae*'gi teatava arenemissuuna lõpptulemus kaugeleulatuva eristumisega (neljatised õied jt.).

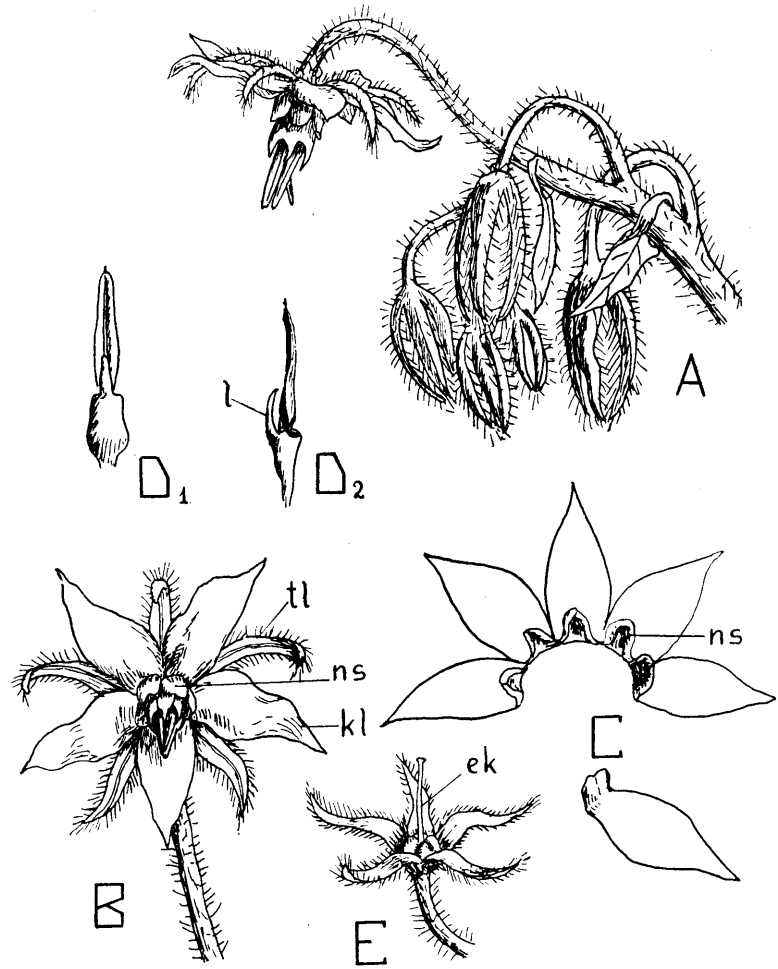
Polemoniaceae. Rohttaimed, harva poolpõõsad ja põõsad, veel harvemini liaanid *(Cobaea),* sageli näärmekarvased, lehed vahelduvad, ilma abilehtedeta. Õievalem: $\ast\ K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_5\ G_{ü(3)}$. Harva on viljalehtede arv teine, 2 kuni 5. Vili kupar väheste või paljude seemnetega. *Polemonium. P. coeruleum* L., sinilatv, Euraasias, eriti mäestikes. — *Gilia,* ühe- kuni kaheaastased rohttaimed, ameerika liigid, näit. *G. tricolor* Benth. — *Phlox,* pea eran-

ditult Põhja-Ameerikas (üks liik — *P. sibirica* L. Siberis). *P. paniculata* L.; *P. divaricata* L. — *Cobaea. C. scandens* Cav., Mehhikost, lehed köitraagudega.

Hydrophyllaceae. Ühe- kuni mitmeaastased rohttaimed või poolpõõsad. Lehed lihtsad või sulgjagused, ilma abilehtedeta. õievalem harilikult: $\ast K_5 C_{(5)} A_5 G_{ü(2)}$. Vili kupar. Esinevad peamiselt Ameerikas. *Phacelia. P. tanacetifolia* Benth., keerispea. — *Nemophila.* Tupp eriliste lisemetega (tupplehtede abilehed!). — *Hydrophyllum. H. virginicum* L.

Borraginaceae. Harilikult rohttaimed, harvemini põõsad karekarvaste, vahelduvate, abilehtedeta lehtedega. õied võnkõisikuis, need viljade puhul enam-vähem sirged, õitsemisel keerdus. õievalem (alasuguk. *Borraginoideae*): $\ast$ või $\uparrow K_{(5)} C_{(5)} A_5 G_{ü(2/2)}$. Sigimik koosneb kahest viljalehest, esialgu kahepesane, jaguneb varsti ristiasetseva ebavaheseina abil neljaks üheseemneseks osaks — pähklikeseks (nucula). Sugukond jaguneb neljaks alasugukonnaks: *Cordioideae, Ehretioideae, Heliotropioideae* ja *Borraginoideae.* On huvitav, et kolmes esimeses on emakas hariliku ehitusega, otsmise emakakaelaga. Alles *Heliotropioideae*'l osaliselt, täielikult aga ainult viimases alasugukonnas, on välja kujunenud iseloomulik emaka ehitus, kus emakakael on keskel, sigimiku nelja osa vahel. *Heliotropium. H. europaeum* L., *H. peruvianum* L., esimene mediterraanne, teine Peruus ja Ecuadoris. — *Cynoglossum. C. officinale* L., pähklikesed kaetud kisujate ogadega. — *Lindelofia. L. longiflora* Benth., Himaalajas 3000—5000 m kõrgusel. — *Lappula.* — *Eritrichium.* — *Asperugo.* — *Symphytum. S. officinale* L., varemerohi. *S. asperrimum* Sims, *S. peregrinum* Ldb., *S. cordatum* W. et K., viimane Kesk-Euroopa (Doonaumaade) liik. — *Borrago. B. officinalis* L., kurgirohi. — *Anchusa. A. officinalis* L., imikas. — *Nonnea.* — *Pulmonaria. P. officinalis* L., kopsurohi; *P. saccharata* Mill., Lõuna-Euroopas. — *Myosotis,* lõosilmad. *M. alpestris* Schm. — *Mertensia* (vt. lk. 303). — *Lithospermum.* — *Macrotomia. M. echioides* (L.) Boiss. — *Onosma. O. tauricum* Willd. — *Cerinthe,* paljaste lehtedega. — *Echium. E. vulgare* L., ussikeel, *E. rubrum* Jacq. Kareleheliste pealevimisalaks on Vahemeremaad, siit tungivad nad kiirelt vähenedes nii lõuna kui põhja poole. Subarktilisis mais on vaid mõni üksik liik. Ameerikas on neid eriti rohkesti Kalifornias.

Nolanaceae. Eelmisele sugukonnale lähedane väike sugukond. Viljad sarnanevad *Borraginaceae* viljadega, sigimik jaguneb aga



Joon. 37. *Borrago officinalis* L. A — õisiku osa; B — õis (*tl* — tuppleht, *kl* — kroonleht, *ns* — kroonlehe neelusoomus); C — kroon neelusoomustega; D — tolmukas väljastpoolt (1) ja küljelt (2), *l* — tolmuka lise; E — tupp nelja poolvalminud pähklikesega, nende vahel emakakael (*ek*). A, B, C, E 1,5 ×, D — 3 × suur.

3—30 osaks, mis on osalt ülekuti. *Nolana*. *N. atriplicifolia* Don, *N. prostrata* L. õievalem: $\ast\ K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_5\ G_{\underline{u}5\ :\ n}$.

Solanaceae. Rohttaimed, väänkasvud, põõsad ja väikesed puud, harilikult tervete lehtedega. Õied otsmised, pea- ja külg-

harudel. Lehtedel ja õisikuil ilmneb sageli tendents „nihkuda" varrel kõrgemale, kui oli nende esialgne tekkekoht. õied ·|·, sageli näivalt ⚹. õievalem: ·|· $K_{(5)}$ $C_{(5)}$ A_5 $G_{ü(2)}$. Tolmukad on episepaalsed; karakteerne on, et sigimiku vahesein pole ei mediaanne ega transversaalne (nagu mujal tavaline), vaid viltu asetatud. Sigimikus

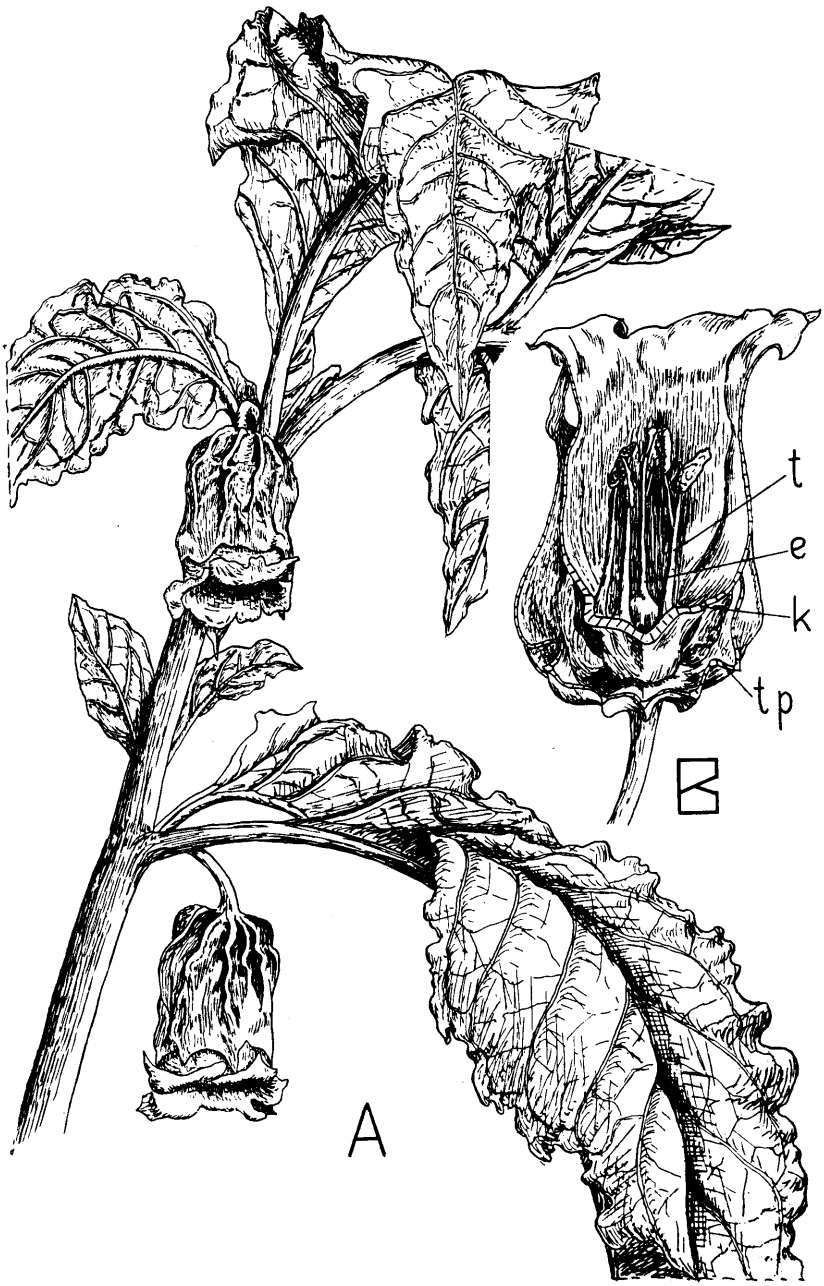


Joon. 38. *Nicandra physaloides* Gaertn. *tp* — tupp, suureneb peale õitsemist; *k* — kroon (alumisel joonisel on tupp poolitatud, *m* — mari). Loom. suur.

tekivad hiljemini mõnel juhul vaheseinad, nii et see võib olla 3- kuni 5-pesane.

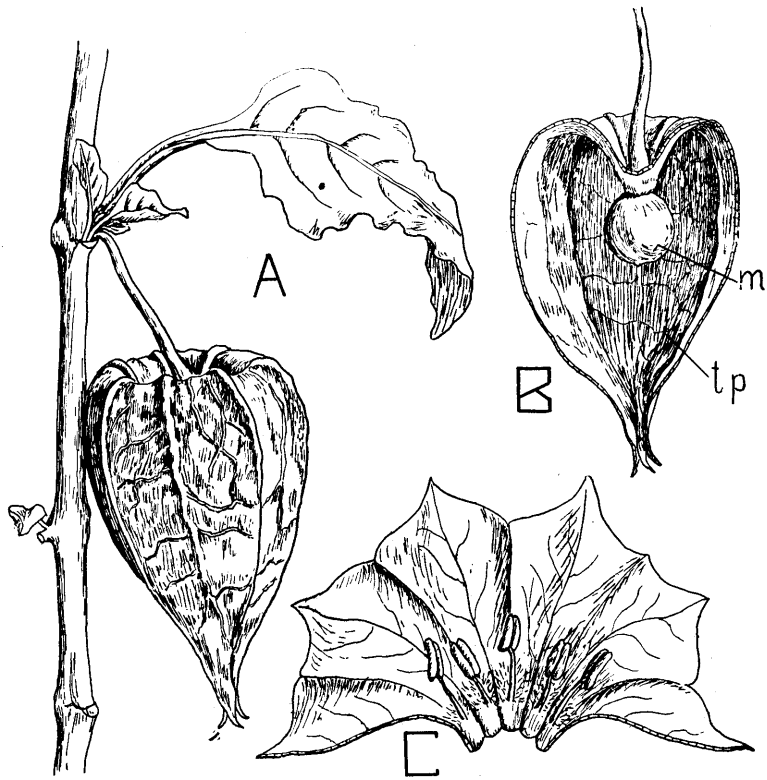
Nicandreae. Sigimik 3- kuni 5-pesane. *Nicandra. N. physaloides* (L.) Gaertn., Peruust. õievalem: ⚹ $K_{(5)}$ $C_{(5)}$ A_5 $G_{ü(5)}$.

Solaneae. Sigimik 2-pesane. *Lycium. L. vulgare* L. e. *L. halimifolium* Mill., väike põõsas, Lõuna-Euroopas, Aasias ja Aafrikas. — *Atropa. A. belladonna* L., väga mürgine. — *Scopolia. S. lurida* (Link et Otto) Dun., Himaalajas; *S. carniolica*



Joon. 39. *Scopolia lurida* Dun. A — varre osa lehtede ja õitega. B — õis; tupp (*tp*) ja kroon (*k*) osalt kõrvaldatud, näha tolmukaid (*t*) ja emakat (*e*). A — $^{3}/_{5}$, B — $^{6}/_{5}$ loom. suur.

Jacq., Ida-Alpides ja Karpaatides. — *Physochlaena. P. physaloides* (L.) Don, paljaste lehtedega; *P. orientalis* (M. B.) Don, karvaste lehtedega. — *Hyoscyamus. H. niger* L., koerapöörirohi, mürgine. — *Physalis. P. alkekengi* L., vili valmib käsikäes suureneva tupega, mille värv muutub ühtlasi rohelisest punakasoranžiks. — *Capsicum. C. annuum* L. ja *C. longum* DC., paprika. — *Solanum*



Joon. 40. *Physalis alkekengi* L. A — varre osa lehe ja viljaga; viimane on ümbritsetud suurenenud värvilisest tupest. B — suurenenud tupe pikilõik, näha vili (mari), C — tasapinda laotatud kroon kroonitipmetega vahelduvate tolmukatega. A ja B — loom. suur., C — 2,5 × suurend.

(lk. 266). *S. tuberosum* L., kartul, *S. lycopersicum* L., tomat; *S. melongena* L., baklažaan, jt. söödavad *Solanum*'i liigid. Eestis kasvab metsades ja põõsastikes päris maavits (*S. dulcamara* L.).

Datureae. Sigimik 4-pesane. *Datura. D. stramonium* L., okasõun, mürgine.

Cestrinae. Cestrum. — *Nicotiana. N. rustica* L., tubakas, Lõuna-Ameerikas ja Mehhikos pärismaine. *N. tabacum* L., vir-

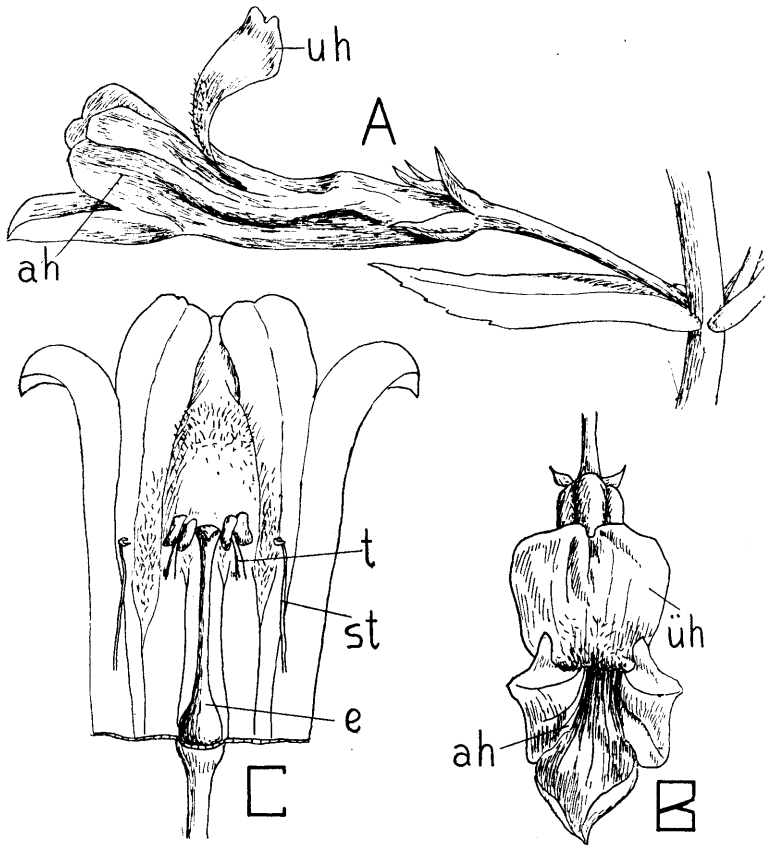
giinia tubakas. — *Petunia. P. nyctaginiflora* Juss., *P. violacea* Lindl., mõlemad Lõuna-Ameerikast.

Salpiglossideae. Fertiilseid tolmukaid 4 kuni 2. *Schizanthus.* — *Brunfelsia.* õievalem: $\cdot|\cdot\ K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_4\ G_{ü(2)}$. *B. americana* Sw. * jt.

Convolvulaceae. Roht- või puistaimed, mitmesuguse välimusega; leheseis vahelduv; lehed terved või sõrmhõlmised. Harilik õievalem on: $\ast\ K_5\ C_{(5)}\ A_5\ G_{ü(2)}$. Siiski on ka teised arvud võimalikud [A_4; $G_{(3-5)}$]. õied on harilikult kahe alglehega, suhteliselt suured, kroon enam-vähem lehterjas, sageli voldiline. Vili harilikult kahepesane kupar, esinevad ka üheseemnesed sulgviljad (kuprast tekkinud!) või sigimik jaguneb valmides mitmeks pähklikeseks nagu karelehelistel. *Quamoclit. Q. coccinea* Moench, väänkasv troopilises Ameerikas. — *Ipomoea. I. purpurea* Lam., Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, väänkasv; *I. pes caprae* Sw., troopiline luitetaim Ameerikas, ka Tseilonil. — *Jacquemontia.* — *Convolvulus. C. arvensis* L., kassitapp, kosmopoliitse levikuga liik, Eestis põldudel; C. *tricolor* L. — *Calystegia. C. sepium* (L.) R. Br., valgete õitega (seatapp), põõsastikes, uhtlamm-metsades, ka Eestis; *C. dahurica* Choisy, Siberis, roosakate õitega vääntaim, eelmisele lähedane. — *Cuscuta,* võrmid, lehtedeta, ilma leherohelisetа, juurteta väänkasvud, toituvad peremeestaimedest (nõges, lina, ristikhein, paju liigid jne.) haustorite abil. õied viietised (harva neljatised). *C. europaea* L., *C. epithymum* Murr., *C. epilinum* Weihe jt.

Scrophulariaceae. Rohttaimed, põõsad ja puud, leheseis mitmesugune, abilehti pole. õied kobar- või ebasarikõisikuis. õieosade arv kaunis kõikuv. Üldine õievalem: $\cdot|\cdot\ K_{(5-4)}\ C_{(5-4)}\ A_{5-2}\ G_{ü(2)}$. õites hüpogüünne meeketas; platsenta on tsentraalne. Vili kupar või mari. Seemnete arv viljas mitmesugune, seemned endospermiga. *Verbascum,* vägiheinad. $\cdot|\cdot\ K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_5\ G_{ü(2)}$. õied on peaaegu $\ast$, tolmukad sageli mitmesugused, osalt paljad, osalt karvadega tolmukaniitidel. *V. thapsus* L., euraasia liik; *V. thapsiforme* Schrad., euroopa l.; *V. nigrum* L. euroopa liik, kõik kollaste õitega, neist esimene ja kolmas ka Eestis. *V. blattaria* L. valkjate, *V. phoeniceum* L. violetsete õitega. — *Celsia,* eelmise sarnane, kuid A_4. — *Calceolaria,* A_2. — *Linaria,* käokannused. Eestis *L. vulgaris* Mill., kollaste õitega liivataim; *L. dalmatica* Mill.; *L. cymbalaria* L. (sageli eraldatud eriperekonda *Cymbalaria).* —

Antirrhinum. A. majus L. — *Halleria. H. lucida* L., Lõuna-Aafrikas, puitunud tüvega. ·|· $K_{(3-5)}\ C_{(5)}\ A_4\ G_{ü(2)}$, vili mari (vt. lk. 331). — *Scrophularia* ·|· $K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_4\ S_1\ G_{ü(2)}$. Tolmukaist on viies moondunud kõlutolmukaks (staminood). Mõningatel liikidel puudub see täielikult (*S. vernalis* L.); *S. alata* Gilib. *, *S. no-*



Joon. 41. *Gratiola officinalis* L. A — õis küljelt, B — sama eestvaates, C — sama lahtilõigatud krooniga. *üh* — krooni ülemine huul, *ah* — krooni alumine huul, *t* — tolmukas, *st* — kõlutolmukas, *e* — emakas. 3 × suur.

dosa L., sealõuarohi, mõlemad eurosiberi taimi. — *Pentstemon*, peamiselt Põhja-Ameerika liigid, *P. digitalis* (Sweet) Nutt. jt. — *Tetranema. T. mexicanum* Benth. (lk. 256). — *Mimulus. M. luteus* L., pärdiklill, Põhja-Ameerikast. — *Gratiola, G. officinalis* L., euraasia-boreoameerika soo- ja veetaim, vt. joon. 41, ei esine Eestis. — *Bacopa* (lk. 244). — *Limosella. L. aquatica* L. *,

nõgililleke, kosmopoliit, kohati ka Eestis. — *Veronica*, mailased. *V. longifolia* L. (euraasia l.), *V. chamaedrys* L. (euroopa liik) jt. ka Eestis. $\cdot|\cdot K_{(4)} C_{(4)} A_2 G_{\underline{(2)}}$. — *Leptandra. L. virginica* (L.) Nutt. — *Rehmannia.* — *Digitalis. D. lanata* Ehrh., *D. ambigua* Murr., *D. purpurea* L., *D. lutea* L., kõik võrdlemisi suurte sügomorfsete õitega. — *Melampyrum** (härgheinad e. kuupäevarohud). — *Euphrasia**, silmarohud. — *Odontites**, kamarad. — *Pedicularis**, kuuskjalad, mäestiketaimed, esinevad Euroopa, Aasia ja Ameerika mäestikes, osalt ka Lõuna-Ameerika Andides. Eestis *P. palustris* L.*, *P. sceptrum carolinum* L.* — *Rhinanthus**, robiheinad. Nii robiheinad kui ka kuuskjalad, silmarohud ning härgheinad on poolparasiidid vähe arenenud juurtega. Juurtel haustorid, millede abil nad kinnituvad peremeestaimedele (kõrrelistel ning rohttaimedel näit. *Melampyrum arvense* L.*; puudel ja põõsastel — *M. pratense* L.*, *M. silvaticum* L.*, *M. nemorosum* L.*).



Joon. 42. Leheroheliseta nugitaim *Orobanche amethystea* Thuill. *Eryngium planum*'il. 31. VIII 1934.

Orobanchaceae. Ühe- kuni mitmeaastased rohtjad parasiittaimed vähese leherohelisega, kollased, pruunjad, punakad või violetsed, soomusjate lehtedega, otsmiste kobarõisikutega. Üldine õievalem: $\cdot|\cdot K_{(2-5)} C_{(5)} A_4 G_{\underline{(2)}}$. Vili on pesa-avanev kupar. Seemneis on idu alles differentseerumata, koosneb vähestest rakkudest. Peamiselt Vana-maailma parasvöötme soojema osa taimi. *Aeginetia. A. indica* L., troopil. Aasiast, tolmukail

ainult üks õietolmu moodustav teeka (vt. lk. 197). — *Orobanche. O. ramosa* L., mitmesugustel taimedel, ka kanepil; *O. amethystea* Thuill., *Eryngium*'il; *O. hederae* Duby, luuderohul (vt. lk. 16 ja 337) jt. — *Lathraea. L. squamaria* L. *, käopäkk, sarapuu jt. puude ja põõsaste juurtel, ka Eestis.



Joon. 43. Leheroheliseta nugitaim *Orobanche ramosa* L. kanepil.

Lentibulariaceae. Mitmeaastased rohtjad putukasööjad soo- ja veetaimed. Õievalem: ·|· $K_5\ C_{5}\ A_2\ G_{(2)}$. Vili kupar; tsentraalsele platsentale kinnituvad arvukad seemned, need endospermita. *Pinguicula*. Õis kannusega, lehed juurmises kodarikus kaetud seedimissekreeti eraldavate karvadega. *P. vulgaris* L. (võipätakas), *P. alpina* L. (alpi võipätakas), mõlemad ka Eestis. — *Utricularia*. Väga mitmesuguse välimusega juurteta taimed, tervete kuni peenjaguste lehtedega, leidub ka kilpjaid lehti (*U. peltata* Oliv.*); lehtedel erilised põied, millede abil toimub väikeste veeloomade (*Daphnia, Cyclops* jt.) püüdmine. Eestis: *U. vulgaris* L.*, *U. intermedia* Hayne *, *U. minor* L *.

Gesneriaceae (vt. lk. 245).

Bignoniaceae. Uue- ja Vana-maailma troopilised puistaimed, enamikus liaanid, harva püsikud *(Incarvillea)*. Üldine õievalem: ·|· $K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_4\ S_1\ G_{(2)}$. Vili kupar; iseloomulikud on bignoonialiste tiivulised seemned.

Martyniaceae. Väike, eelmistele lähedane sugukond. Siia kuulub *Martynia proboscidea* Glox., Põhja-Ameerikast, karakteersete konksjate viljadega.

Acanthaceae. Roht- ja puistaimed vastakute lehtedega. Varte ja lehtede epidermises tsüstoliidid. Õied vt. lk. 196. *Acanthus. A. mollis* L., *A. spinosus* L., mõlemad Vahemeremail.

Globulariaceae. Rohttaimed ja põõsad, lihtsate, abilehtedeta lehtedega. Õied nuttides või peades. Õievalem: $\cdot|\cdot\, K_{(5)}\, C_5\, A_4\, G_{ü(1)}$. Vili pähklike, õhukese seinaga, ümbritsetud tupest. *Globularia. G. cordifolia* L., Lõuna-Euroopas.

Verbenaceae. Rohttaimed, põõsad ja puud, harilikult vastakute, tervete või jaguste lehtedega, abilehtedeta. Õied $\cdot|\cdot$, harva $\ast$. Üldine õievalem: $\cdot|\cdot\, K_{(4-5)}\, C_{(4-5)}\, A_4\, G_{ü(2)}$. Siiski varieerub õieosade arv: tupp võib olla paljude hõlmadega, samuti kroon; tolmukate arv võib langeda kaheni, viljalehtede arv olla 4 või 5. Vili harilikult sulgvili, harvemini kupar või aga laguneb üheseemnesteks osadeks. Peaaegu eranditult troopilised ning subtroopilised liigid (lk. 256 ja 343).

Labiatae. Lõhnavad rohttaimed ja poolpõõsad, harva puud ja ronitaimed, neljakandilise varrega, vastakute või männaseliste lehtedega, abilehtedeta. Õisikud koosnevad ebasarikjaist osaõisikuist, asetsevad sageli kõrglehtede kaenlais ebamännastena. Üldine õievalem: $\cdot|\cdot\, K_{(5)}\, C_{(5)}\, A_{4-2}\, G_{ü(2/2)}$. Kroon enamasti kahehuulne. Tolmukad osalt redutseerunud kahele. Sigimik alul kahepesane, hiljemini, nagu karelehelistelgi (konvergents!), ebavaheseina abil neljaks jagunev; vilja valmides eralduvad üksikosadpähklikesed. Ligi 3000 liiki, eriti rohkesti Vahemeremail ja Hommikumail ning subtroopilistel aladel. Briquet' järgi jaguneb sugukond mitmeks alasugukonnaks.

Ajugoideae. Ajuga, akakapsad, õied ilma ülemise huuleta, viietipmelise alumise huulega. *A. reptans* L., võsunditega, euroopa liik, ka Eestis; *A. pyramidalis* L., euroopa-montaanne liik, Eestis Sõrve poolsaarel; *A. genevensis* L. — *Teucrium.* — *Rosmarinus,* lk. 339. —

Scutellarioideae, kahehuulse tupega, *Scutellaria* liikidel tupp soomusja väljakasvuga. *S. galericulata* L., euraasia-boreoameerika liik, ka Eestis; *S. altissima* L., Lõuna-Euroopas ja Kaukasuses.

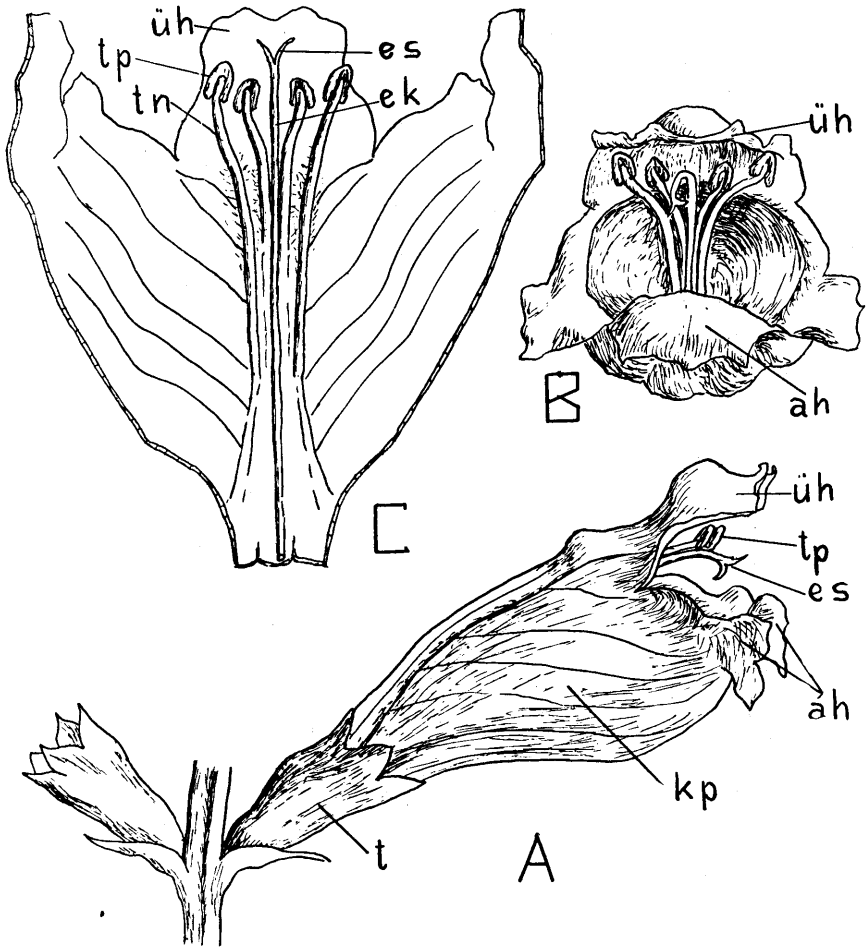
Lavanduloideae. Lavandula. L. stoechas L., Vahemeremail sage väike põõsas; *L. spica* L. jt.

Stachyoideae. Marrubium. — *Sideritis. S. hyssopifolia* L., Edela-Euroopa mäestikes. — *Cedronella. C. canariensis* (L.) Willd., Kanaari saaril. — *Nepeta. N. grandiflora* Bieb., Krimmi ja Kaukasuse metsataim jt. (lk. 302). — *Glechoma. G. hederacea* L., maajalg. — *Dracocephalum,* selgelt kahehuulse tupega. *D. nutans* L., Siberis; *D. ruyschiana* L., euraasia liik; *D. moldavica* L., Aasiast. — *Brunella. B. vulgaris* L., käbihein; *B. grandiflora* Jacq., euroopa montaanne liik. — *Physostegia. P. virginiana* Benth., Põhja-Ameerikast. — *Phlomis. P. tuberosa* L., euraasia stepitaim. — *Galeopsis.* — *Lamium. L. album* L., emanõges. — *Leonurus. L. tataricus* L., *L. cardiaca* L. — *Stachys. S. betonica* Benth., *S. germanica* L., tihedalt pehmekarvane taim, väga vormirikas Vahemeremail; *S. grandiflora* Benth., Kaukasusest. — *Salvia.* Väga karakteersete tolmukatega (joon. 46 ja 47). Õies esinevail kahel tolmukal on mõlemal arenenud ainult üks tolmukapealpool *(theca).* Et teekasid ühendav konnektiiv on ebatavaliselt pikk ning tolmukapea kinnitub tolmukaniidile liikuvalt, funktsioneerib tolmukas aparaadina, mis tegelikult raputab õietolmu putukate seljale, kui need puudutavad valminud tolmukaid. *S. verticillata* L., *S. argentea* L., *S. officinalis* L., *S. pratensis* L., *S. hor-*



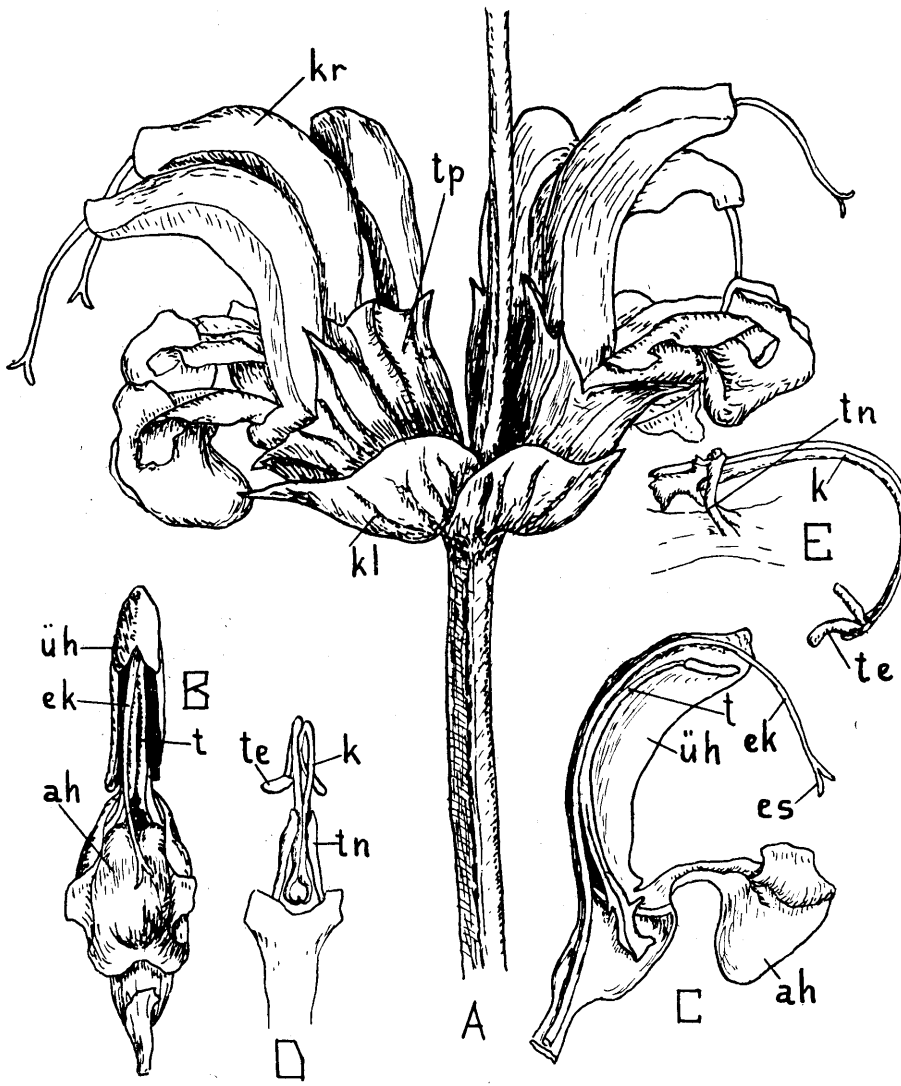
Joon. 44. *Ajuga pyramidalis* L. 12. V 1934.

minum L., *S. coccinea* L. Viimased kaks liiki, samuti kui *S. argentea,* on üheaastased. Värvilised kõrglehed on *S. horminum*'il ja *S. coccinea*'l. *S. argentea* on karakteerse karvkattega. —



Joon. 45. *Physostegia virginiana* Benth. A — õis küljelt, B — eestvaates; C — kroon lahtilõigatud alumise huule ja putkega. *üh* — ülemine huul, *ah* — alumine huul, *kp* — krooni putk, *t* — liitlehine tupp, *tp* — tolmukapea, *tn* — tolmukaniit, *es* — emakasuue, *ek* — emakakael. A ja B — 4 ×, C — 3 × suurend.

Monarda, kahe tolmukaga, õied peasarnaseis õisikuis, Põhja-Ameerika liigid. *M. didyma* L. (õied punased), *M. fistulosa* L. (õievärv mitmesugune). — *Satureja.* — *Majorana.* — *Origanum. O. vulgare* L., euraasia metsataim. — *Thymus. T. serpyllum* L., polü-

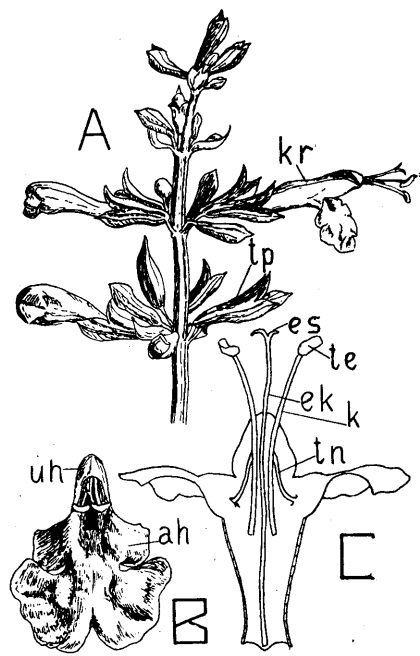


Joon. 46. *Salvia argentea* L. A — kaks kolmeõiest ebasarikat *Salvia argentea* liitõisikust (*kr* — kroon, *tp* — tupp, *kl* — kõrgleht). B — õis eest, C — krooni pikilõik; D — tolmukkond eestvaates, E — sama küljelt. *üh* — ülemine huul, *ah* — alumine huul, *t* — tolmukad, *tn* — tolmukaniit, *k* — niitjas konnektiiv, *te* — teeka [tolmukapea poole, teine poole on moondunud steriilseks laiendiks, mille puudutamisel putukas endale õietolmu seljale raputab, et seda hiljemini kanda emakasuudmele, mis valmib tolmukast hiljemini (protandria)], *es* — emakasuue, *ek* — emakakael. 2 × suur.

morfne euraasia liik, jaguneb paljudeks alaliikideks. — *Lycopus.* — *Mentha. M. spicata* (L.) Huds. jt. (lk. 347). — *Elsholtzia. E. cristata* Willd., Ida-Euroopas ja Aasias.

Ocimoideae. Plectranthus Oertendahlii Th. Fr. jun., troopilises Aafrikas (lk. 257). — *Coleus,* Aafrikas ja troopilises Aasias.

Loganiaceae. Peamiselt troopilised roht- ja puistaimed vastakute lehtedega; abilehed mitmesugused. Õied (harilikult): $\ast$ $K_{(4-5)}$ $C_{(4-5)}$ A_{4-5} $G_{ü(2)}$. Vili kupar, seemneid viljas üks kuni palju, need endospermiga. *Strychnos,* õievalem nagu suguk., vili mari. *S. nux vomica* L.*, väga mürgiste (strühniin!) seemnetega. — *Buddleia* (lk. 151).



Joon. 47. *Salvia coccinea* L. A — õisiku osa (*tp* — tupp, *kr* — kroon). B — õis eest, C — kroon lahtilõigatud putke ja alumise huulega (vt. joon. 46). A — loom. suur., B — 2 ×, C — 1,5 × suur.

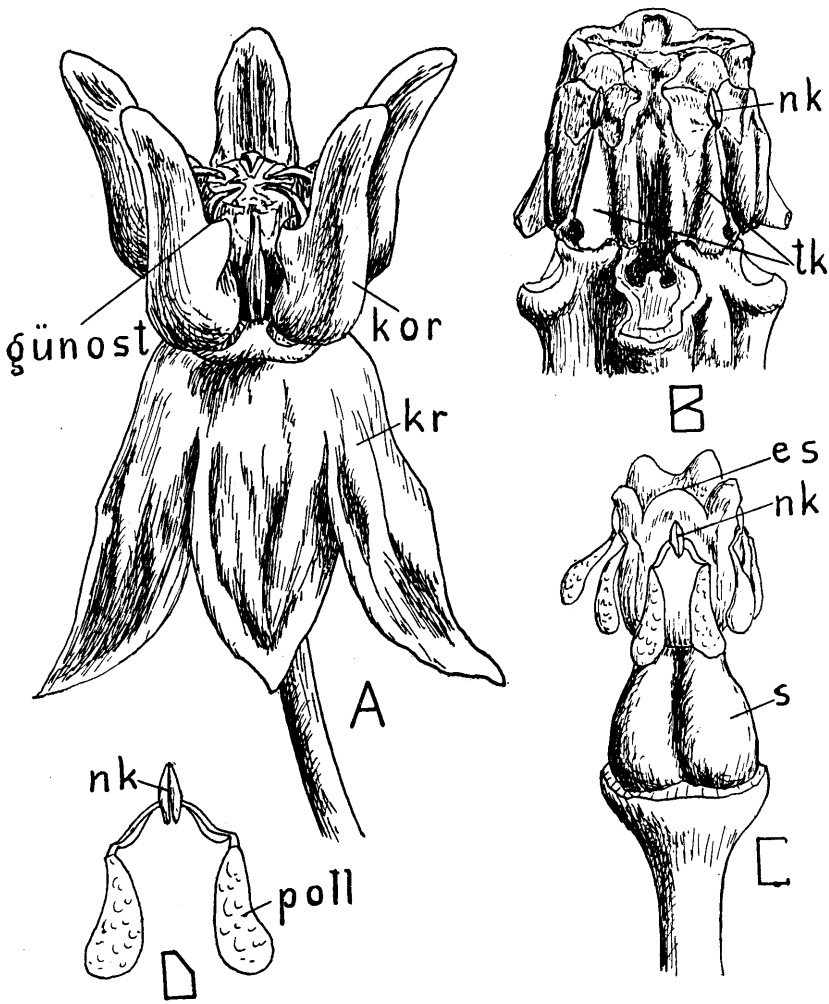
Oleaceae. Paraja kuni troopilise vöötme puud ja põõsad vastakute lehtedega (harva vahelduvad või männaselised, ilma abilehtedeta). Harilik õievalem: $\ast$ $K_{(2+2)}$ $C_{(4)}$ A_2 $G_{ü(2)}$, kuid õieosade arv (K ja C) ulatub mõningatel juhtudel 15. Vili mari, luuvili, kupar või jaguvili 1—∞ seemnetega. *Fraxinus,* saared (lk. 151). — *Syringa,* sirelid (lk. 151). — *Forsythia* (lk. 151 ja 317). — *Phillyrea,* igihaljad mediterraansed põõsad. $\ast$ $K_{(2+2)}$ $C_{(4)}$ A_2 $G_{ü(2)}$; luuviljad mustad, ühe seemnega (lk. 335). — *Osmanthus* (lk. 340). — *Olea,* õlipuu, luuviljade mahlakas mesokarp on õlirikas, lk. 336. — *Ligustrum,* lk. 163. — *Jasminum,* harilikult kollaste (ka valgete ja punaste) õitega väikesed põõsad ja väänkasvud. Vili mari (lk. 311, 328 jt.).

Gentianaceae. Roht-, harva puistaimed, harilikult vastakute terveservaste lehtedega, abilehtedeta. Juhtkimbud bikollateraalsed. Üldine õievalem: $\ast$ $K_{(4-5)}$ $C_{(4-5)}$ A_{4-5} $G_{ü(2)}$. Vili kupar,

seemned endospermiga. *Centaurium* e. *Erythraea,* maasapid, roosaõielised (haril.) üheaastased või püsikud, Eestis mereranni-kuil *C. erythraea* Rafn. ja *C. pulchellum* (Sw.) Druce *. — *Chlora* *. — *Gentiana,* emajuured, Euraasia ja Põhja-Ameerika mäestike (ka Lõuna-Ameerika Andide) taimed. *G. lutea* L., kollaste õitega, Kesk- ja Lõuna-Euroopa ja Väike-Aasia mäestikes; *G. pneumonanthe* L., eurosiberi liik, ka Eestis; *G. tibetica* King, Tiibetis ja Himaalajas, valkjas-kollaste õitega; *G. cruciata* L., eurosiberi liik, ka Eestis; *G. altaica* L. *; *G. axillaris* F. W. Schm. jt., enamik siniste õitega väga mitmesuguseis värviteisendeis. — *Swertia,* sannikas. — *Menyanthes. M. trifoliata* L., ubaleht. — *Limnanthemum* *, osalt välimuselt *Nymphaeaceae* sugukonna liikidega üllatavalt sarnased vee- ja sootaimed. *L. nymphaeoides* Lk. *.

Apocynaceae. Enamuses troopilised piimmahlaga ja bikollateraalsete juhtkimpudega taimed; püsikud (mitmeaastased rohttaimed) või liaanid, harvemini põõsad ja puud, lehed hariliikult ristivastakud, terveservased. Harilik õievalem: $\ast K_{(5)} C_{(5)} A_5 G_{\underline{u}(2)}$. Tolmukad kinnituvad kroonile nagu eelmisteski sugukondades, aga tolmukaniidid on kõverdunud sissepoole, nii et tolmukapead puutuvad enam-vähem kokku krooni putke keskosas. Vili kupar, kahe- või ühepesane, seemned lendkarvadega. *Vinca. V. minor* L., Euroopas ja Väike-Aasias, igihaljaste lehtedega. — *Cerbera. C. manghas* L. (*C. odollam* Gaertn.) soolakutaim troopilisil rannikuil Madagaskarist Austraalia ja Vaikse ookeani saarteni. — *Kickxia,* troopilised puud. — *Nerium.* (lk. 336). — *Strophanthus,* enamikus ronitaimed, Aasias ja Aafrikas.

Asclepiadaceae. Peamiselt troopilised püsikud, põõsad, sageli liaanid, harva puud, piimmahlaga, juhtkimbud bikollateraalsed. Leidub ka sukulente. Lehed ristivastakud, harva teisiti, terveservased ja terved, abilehtedeta. Õied aktinomorfsed. Üldine õievalem on: $\ast K_5 C_{(5)} [A_5 G_{\underline{u}2}]$. Tolmukapead ja laienenud emakasuudmed on ühinenud kehaks, mida nimetatakse günosteegiumiks. Selle osaks tuleb pidada ka staminodiaalseid väljakasvusid — koroonat. Koroona osad näivad olevat *Asclepias*'e liikidel esimesel pilgul erilised torujad, sarvja lisemega kroonlehed, sest et tõeline kroon on tagasi käändunud ning katab täielikult tuppe. Tegelikult on koroona osad tolmukate väljakasvud, mis lihtsamal juhul on *Asclepiadaceae* sugukonnas soomusekujulised. Steriil-



Joon. 48. *Asclepias cornuti* Decne. A — õis (*kr* — kroon, selle all tupp; *kor* — koroona; *günost* — günosteemium). B — õis peale tupe, krooni ja koroona kõrvaldamist. Näha tolmukaist (*tk* — tolmukas) ja emakast koosnev günosteegium; *nk* — näpitskeha. C — nagu B, aga ka tolmukad on eemaldatud; näha sigimikud, günosteegiumi ülemine osa ning näpitskehadele kinnituvad polliiniumid, milledest üks kuulub näpitskehast paremal, teine pahemal asetsevale tolmukale. D — pollinaarium kahe polliiniumi (*poll*), õlgade ja näpitskehaga.
A — 3 ×, B ja C — 5 ×, D — 7,5 × suur.

sete koroonaväljakasvudega kohakuti asetsevad tolmukad, milledel puuduvad tolmukaniidid. Tolmukapeade välisseinad on nahkjad, tiivulised, puutuvad omavahel kokku, jättes vahele kitsa pilu. Tolmukad on kahepesased; õietolm on sageli kokku kleepunud

polliiniumideks, mida on igas tolmukapesas üks. Eespool-nimetatud pilus kahe tolmuka vahel on günosteegiumil pilu ülemises osas erilised näpitskehad — translaatorid, mis on nn. jäsemetega igaüks ühenduses kahe naabruses oleva tolmuka polliiniumiga. Putukate puudutamisel kinnituvad translaatorid nende jalgadele, millele järgneb translaatoriga ühenduses olevate polliiniumide väljamine (vt. joon. 48). Teraja õietolmuga liikidel (*Periploca* jt.) on translaatorid sageli lusikjad. Emakakaelad (2) laienevad enam-vähem viienurgeliseks kehaks (günosteegiumi ülemine osa), mille välisserval on viis üksteisest eraldatud emakasuuet. Vili on kukkurvili, seemned sageli lendkarvadega või tiivulised. *Periploca. P. graeca* L., Vahemeremail. — *Asclepias. A. curassavica* L., troopilises Ameerikas; *A. cornuti* Dcne. (e. *A. syriaca* L.). — *Cynanchum* e. *Vincetoxicum. C. vincetoxicum* (L.) Pers., eurosiberi liik, ka Eestis, jt. — *Ceropegia* (lk. 254). — *Caralluma* (lk. 225). — *Stapelia* (lk. 225). — *Heurnia* (lk. 225).

Kaheiduleheste teises harus (vt. lk. 22), mis samuti lähtub seltsist *Polycarpicae,* valitsevad sugukonnad, milledes valdavaks eluvormiks on puud, põõsad ja poolpõõsad. Selle tõttu on oletatud (Hutchinson), et *Polycarpicae* hulgas neile eriti lähedal seisavad *Magnoliaceae.* Et aga enamikus taimesugukondadest, ka sellistes, mis vägagi loomulikud, leidub kõrvuti nii puid kui ka rohttaimi, on mainitud oletus küll vaevalt põhjendatud. Tuleb üldse tähendada, et meie ees on praegu „arenemispuu" isoleeritud ladvad, kus küll veel sageli mõnigi haru on koos ning sugulus vastuvaieldamatult tõestatud, mujal aga on see õige hüpoteetiline (vt. skeemil lk. 22 ja 23 katkendilisi jooni!).

Anonaceae. Troopilised puistaimed, sageli liaanid, magnoolialiste sugukonnale lähedased. Õievalem: $\ast P_{3+3+3} A_{\infty} G_{\bar{u}\infty}$. On iseloomulik, et tolmukad paigutuvad spiraalselt. Perigooni lehtede arv võib olla ka vähem, ka esineb sigimikkude ühtekasvamist, nagu näit. *Anona* liikidel (lk. 175).

Sapotaceae. Peamiselt troopilised loorberisarnase välimusega puud, harvemini põõsad. Õied aktinomorfsed, õieosade arv kõigub 4—∞. Tolmukad on sageli osalt moondunud staminoodideks. Vili mari, piimmahla sisaldavate rakkudega, söödav. — *Illipe* * (õlitaimed). — *Butyrospermum.* * *B. Parkii*'st (G. Don) Kotschy saadakse taimevõid („shea" või).

Ebenaceae. Troopilised ja subtroopilised (eriti Indias ja Malai saarestikul!) puud ja põõsad väga kõva lülipuiduga. *Diospyros* (eebenipuud), *Royena* jt.

Styracaceae. Ameerika ja Ida-Aasia puud ja põõsad, harilikult kaetud tähtkarvadega, lehed vahelduvad, abilehtedeta. Harilik õievalem: $\ast K_{(5)} C_{(5)} A_{(10)} G_{\underline{u}(3-5)}$. Kroonlehed ja tolmukad on sageli ainult alusel kokku kasvanud. Vili luu- või sulgvili. *Styrax* *, *Halesia* * jt.

Eriharu moodustavad sugukonnad *Myristicaceae* ja *Lauraceae*. Nad on *Polycarpicae* seltsi kuuluvatele sugukondadele kahtlemata lähedased (vt. lk. 22).

Myristicaceae. Väike troopiline sugukond ühe perekonnaga: *Myristica*. õied kahekojased, lihtsa õiekattega. Tolmukad ühtekasvanud tolmukaniitidega. õievalemid: ♂ õied — $P_{(3)} A_{(3-18)} G_0$; ♁ õied — $P_{(3)} A_0 G_{\underline{u}1}$. *M. fragrans* Houtt., muskaat. Seeme alul kaetud arillusega, vili pooleks pakatav mari.

Lauraceae. Peamiselt troopilised ja subtroopilised puud ja põõsad, nahkjate, vahelduvate lehtedega, ilma abilehtedeta. Lima- ja õlirakud esinevad sageli. õied kahesugulised; kui ühesugulised, siis teise sugupoole organite kängumise tagajärjel. $\ast P_{3+3} A_{3+3+3} G_{\underline{u}1}$. Tolmukad on introrssed (või osalt ka ekstrorssed), avanevad klapikeste abil. Vili mari, harvemini luuvili. Seeme ilma endospermita. *Cinnamomum*, igihaljad puud ja põõsad har. kolmeroodsete lehtedega. *C. zeylanicum* Breyn. (lk. 190), *C. camphora* (L.) Nees et Eberm. (lk. 175). — *Laurus. L. nobilis* L., loorber, mediterraanne liik, lõhnavate lehtede ja viljadega. — *Cassytha.* Välimuselt *Cuscuta*'ga (võrm) täiesti sarnanev parasiittaim, soomusjate lehtede ja väikeste õitega. *C. filiformis* L.*, on troopikamail harilik mitmesugustel peremeestaimedel. Vaatamata välimusele on ta õite järgi otsustades tüüpiline *Lauraceae* liik. õievalem nagu eespool antud. Neljas tolmukate ring (esineb mõningatel teistel loorberilistel) on kängunud.

Dilleniaceae. Peaaegu eranditult troopilised Vana- ja Uuemaailma puud ja puitunud tüvega liaanid või põõsad vahelduvate lehtedega. õied ebasarikõisikuis, tavaliselt kahesugulised. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_5 A_\infty G_{\underline{u}(\infty-1)}$. Kuid õieosade arv võib olla suurem või vähem ($K_{3-\infty}$), tolmukaid võib olla ka alla 10,

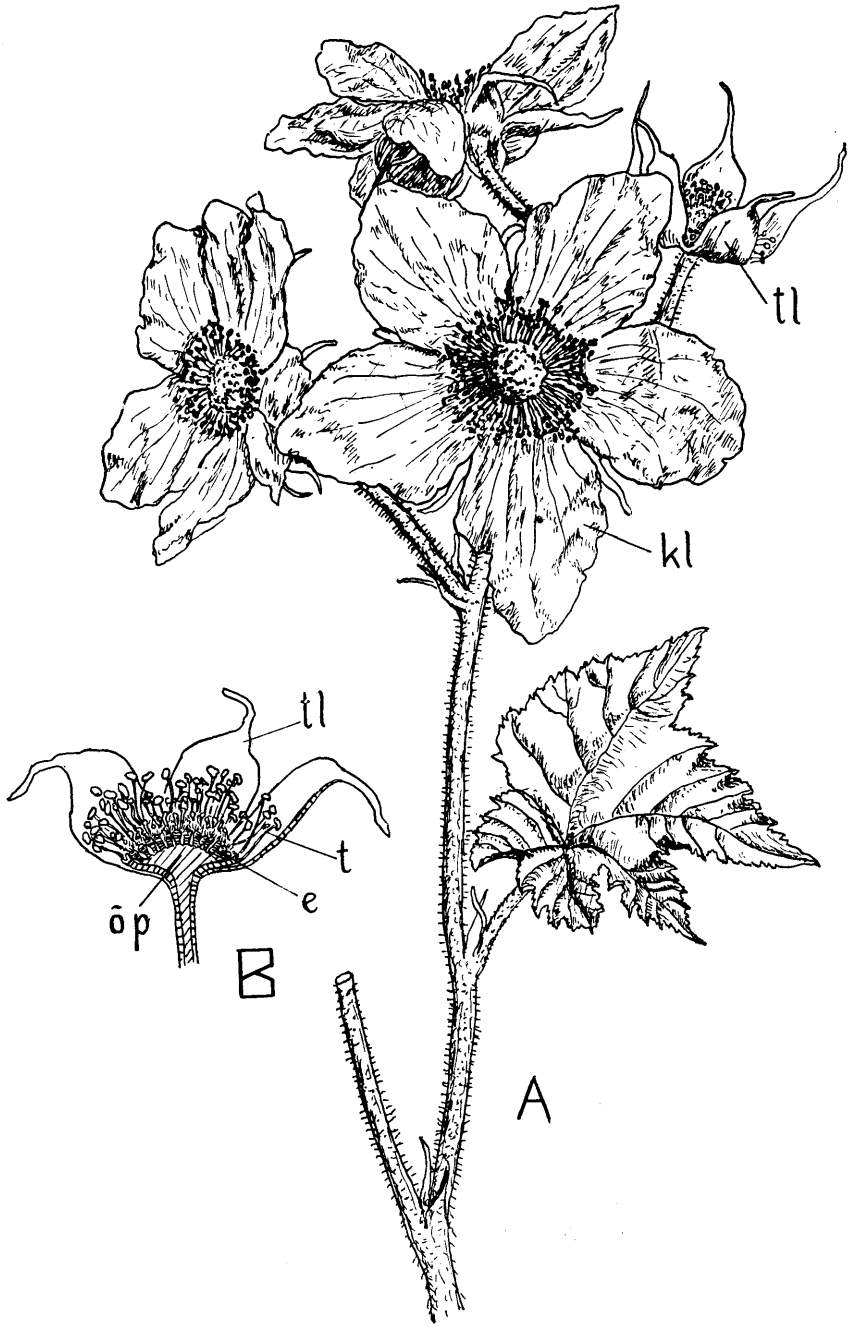
emakkond on mõningates perekondades liitviljalehtne, ka esinevad sügomorfsed õied. Vili kupar, seemneid ∞ kuni 1, endospermi ja arillusega. Taimeosades leidub rohkesti rafiide ja parkaineid. *Actinidia,* liaanid, Hiinas ja Jaapanis. Õievalem: $\ast$ K_{4-5} C_{4-5} A_∞ $G_{ü(\infty)}$. *A. kolomikta* (Rupr.) Maxim. — *Dillenia,* sageli suurte õitega, näit. *D. indica* L.*.

Rosaceae. Roosõielised on levinud enam-vähem üle kogu maakera, kuigi muidugi ebaühtlaselt. Mõned rühmad on troopilised *(Chrysobalanoideae),* paljud on paraja ja ka külma vöötme taimed. Suvehaljad, harvemini igihaljad puud, põõsad või püsikud (mitmeaastased rohttaimed), harva üheaastased. Õievalem mitmesugustes rühmades (vt. allpool) mitmesugune. Tupplehed sageli abilehtedega. Viljalehti palju kuni 1. Vili mitmesugune: kupar, pähklike, luuvili, esinevad ka ebaviljad (näit. *Fragaria*'l) ja koguviljad (näit. *Rubus*'el).

Spiraeoideae. Physocarpus, Sibiraea, Spiraea, Aruncus, Sorbaria, vt. lk. 147, 159 ja 161.

Pomoideae. Cotoneaster (lk. 148 ja 161). — *Cydonia* (lk. 148). — *Pyrus* (lk. 148 ja 165). — *Eriobotrya* (lk. 339). — *Photinia. P. serrulata* Ldl. Hiinas, lk. 340. — *Mespilus.*

Rosoideae. Rhodotypus, lk. 147 ja 161. — *Kerria,* lk. 147 ja 340. — *Rubus,* lk. 147, 277 jt. — *Fragaria,* maasikas. *F. moschata* Duch., *F. vesca* L. (metsmaasikas), *F. viridis* Duch. (muulukas), Eestis (peale esimese) harilikud. *F. moschata* Duch. on üks aedmaasika algvormidest. Viljad (pähklike) kinnituvad suurenevale ning lihakaks muutuvale õiepõhjale (ebavili, ühtlasi ka koguvili). — *Potentilla.* Rohttaimed kollaste (harvemini valgete või punaste) õitega. Õievalem: $\ast$ K_5 C_5 A_∞ $G_{ü\infty}$. *P. atrosanguinea* Lodd., Himaalajas, punaste õitega; *P. bifurca* L., sulgjaguste lehtedega, Aasias ja Kagu-Euroopas; *P. norvegica* L.; *P. rupestris* L., valgeõiene euraasia-boreoameerika liik; *P. intermedia* (L.) Fries jt. Eestis rida liikisid; harilikumad on *P. argentea* L. (hõbemaran), *P. anserina* L. (hanijalg). Võrdlemisi kitsal alal esineb Eestis *P. fruticosa* L. (põõsasmaran). — *Comarum* (lk. 277). — *Waldsteinia* (lk. 305). — *Coluria* (lk. 303). — *Geum. G. rivale* L., ojamõõl, *G. japonicum* Thunb. — *Dryas* (lk. 287 jt.). — *Filipendula. F. ulmaria* (L.) Maxim., angervaks, euraasia liik. — *Alchemilla,* kortslehed. Õievalem: $\ast$ K_4 C_0 A_4 G_{k1}. Tolmukate arv on mõningatel liikidel ka vähem (2), ka emakate arv on kõi-



Joon. 49. *Rubus parviflorus* Nutt. A — oks õitega (*kl* — kroonlehed, *tl* — tupplehed), B — õie pikilõik (kroonlehed kõrvaldatud); *õp* — õiepõhi, *e* — emakad, *t* — tolmukad. A — $^4/_3 \times$ suurendatud, B — $2 \times$.

kuv (1—5). Polümorfne liik *A. vulgaris* L., mille alaliikidest on aias Dr. Zamels'i (Riia) kingitud kogu. Seal *A. Wichurae* Bus., *A. alpestris* Schm., *A. cymatophylla* Juzc., *A. oxyodonta* Bus., *A. heptagona* Juzc. ja teised. Alpides *A. alpina* L., *A. Hoppeana* (Rchb.) Dalla-Torre jt. — *Agrimonia* (maarjalepad). *A. eupatoria* L., *A. pilosa* Led., mõlemad ka Eestis. — *Sanguisorba.* $\ast$ K_4 C_0 $A_{4-\infty}$ $G_{ü1-2}$. *S. officinalis* L., punaste õitega; *S. alpina* Bunge jt. — *Rosa,* lk. 147 ja 156.

Prunoideae. Prunus (lk. 147, 154 jt.).

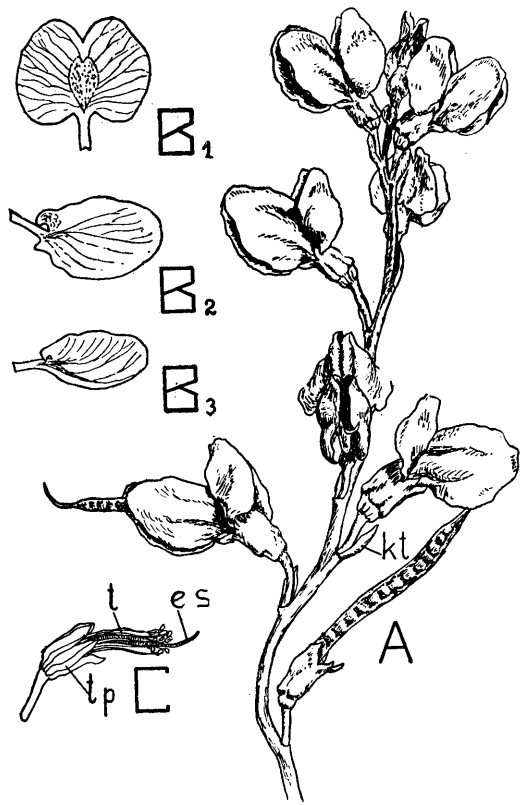
Chrysobalanoideae. Hirtella, karvaste lehtedega puud ja põõsad, Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, sügomorfsete õitega. *H. hirsuta* Lam., õievalem: $\cdot|\cdot$ K_5 C_5 A_6 $G_{ü1}$.

Leguminosae. Puud, põõsad, mitmesuguse ehitusega ronitaimed, poolpõõsad ja ühe- kuni mitmeaastased rohttaimed. Liitlehed abilehtedega. Õisik otsmine või lehe kaenlas, kobarjas; õied kate- ja alglehtedega. Õied aktinomorfsed või sügomorfsed (vt. allpool). Emakaid õies harilikult üks, tekkinud ühest viljalehest. Vili sageli kaun (avaneb mõhu- ja seljaõmbluse kaudu), kuid esinevad veel: pähklike, luuvili. Seemned kas vähese endospermiga või ilma.

Mimosoideae. Õied aktinomorfsed. Üldine õievalem: $\ast$ $K_{(5)}$ C_5 $A_{5-\infty}$ $G_{ü1}$. Kuid õieosade arv võib olla ka vähem (3) või suurem (6). Peamiselt puud ja põõsad, harilikult kahelisulgjate lehtedega ning väikeste peadena või nuttidena asetsevate õitega. *Albizzia. A. Julibrissin* Boiv., lk. 187. — *Acacia,* sageli ogade või asteldega; õied $\ast$, A_∞. Paljudel liikidel lehed redutseerunud fülloodideks (on homoloogsed leherootsudega). *A. melanoxylon* R. Br., hiigelpuu Kagu-Austraalias; *A. verticillata* Willd., samuti Austraalias (vt. lk. 331). Abilehtedega homoloogseid seest õõnsaid astlaid leidub näit. sipelgataimel *Acacia spadicigera*'l (vt. lk. 193). — *Mimosa. M. pudica* L. õievalem: $\ast$ K_4 C_4 A_4 $G_{ü1}$. Lehed tundlikud (lk. 193).

Caesalpinioideae. õied sügomorfsed, mitte aga „liblikõie" tüüpi. Õievalem harilikult: $\cdot|\cdot$ $K_{(5)}$ C_5 A_{10} $G_{ü1}$ (kuid esinevad ka teised arvud). *Caesalpinia.* Puud ning kõrgeleronivad liaanid; õied nagu põhivalemis antud, sageli alusel karvaste või näärmekate tolmukatega. — *Tamarindus.* $\cdot|\cdot$ $K_{(4)}$ C_5 A_3 S_6 $G_{ü1}$ (õies kaks kroonlehte rudimentaarsed, samuti leidub staminoode). *T. indica* L., lk. 193. *Cercis. C. siliquastrum* L., Lõuna-Euroopas

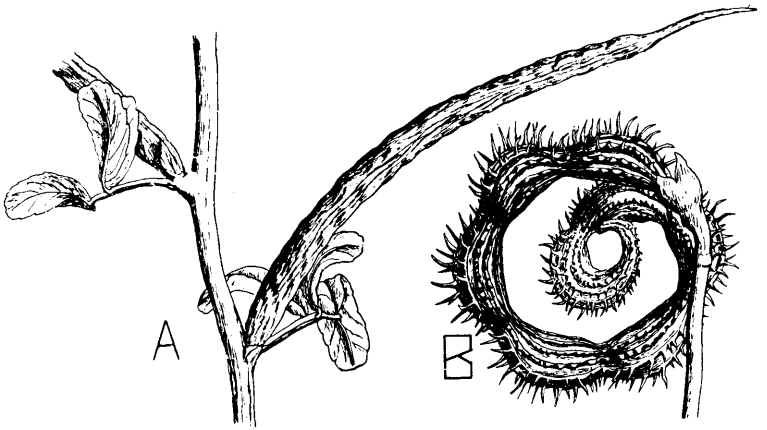
ja Väike-Aasias, nn. juudapuu (kaulifloorsus!). — *Bauhinia,* puud ja troopilised ronitaimed, lehed lihtsad või 2 lehekesega. — *Ceratonia,* õied ühe- ja kahesugulised, viie tolmukaga, tugevasti arenenud meekettaga ning ilma kroonlehtedeta. *C. siliqua* L., lk. 389. — *Cassia.* Omapäraste, mitte avanevate kauntega, kus seemned on üksteisest eraldatud eriliste ebavaheseinte abil. *Cassia fistula* L. — *Gleditschia.* Oksad ja tüved sageli lihtsate või haruliste asteldega (metamorfoseerunud lisavõsud). *G. triacanthos* L., Põhja-Ameerikas (lk. 322). — *Haematoxylon. H. campecheanum* L.*.



Joon. 50. *Thermopsis fabacea* DC. A — oks õite ja poolvalminud viljadega (kaunad). B_1 — puri, B_2 — tiib, B_3 — üks laevukese lehtedest. C — õis (kroon eemaldatud; *tp* — tupp, *t* — tolmukad, *es* — emakasuue, *kt* — kateleht). Loomul. suur.

Papilionatae. „Liblikõied" purje *(vexillum),* tiibade *(alae)* ja laevukesega *(carina).* Peamiselt rohttaimed, poolpõõsad ja põõsad, harva puud. Sage õievalem: $\cdot|\cdot K_{(5)} C_{(5)} A_{(9-1)} G_{ü1}$. Leidub liikisid ka üheksa või koguni viie tolmukaga. *Sophora,* kõik kümme tolmukat vabad (lk. 332). — *Thermopsis,* tolmukad nagu eelmisel. *T. fabacea* DC. Ida-Aasias ja Põhja-Ameerikas. — *Lupinus. L. polyphyllus* Lindl. Kalifornias, nagu enamik teisigi liblikõielisi *Bacillus radicicola* tekitatud juuremügaratega (sümbioos). — *Spartium* (lk. 338). — *Genista* (lk. 148 ja 160). — *Laburnum* (lk. 148, 163). — *Ulex* (lk. 339). — *Cytisus* (lk. 148 ja

161). — *Trigonella,* karakteersete viljadega. *T. coerulea* Ser., Lõuna-Euroopas, *T. foenum graecum* L. jt. — *Medicago. M. falcata* (L.) Döll., *M. sativa* L., head heintaimed. — *Melilotus. M. officinalis* Lam., viljad 1- kuni 3-seemnesed, ei avane (kaunast tekkinud sulgvili). — *Trifolium,* ristikheinad. *T. lupinaster* L., aasia liik, esineb ka Venes; *T. rubens* L., euroopa liik, ei esine Eestis; *T. incarnatum* L., *T. alpestre* L., *T. repens* L., ka Eestis, viimane väga harilik. — *Anthyllis. A. vulneraria* L., koldrohi. — *Lotus. L. corniculatus* L., nõiahammas. — *Indigofera.* — *Robinia* (lk. 162). — *Carmichaelia* (lk. 332). — *Colutea* (lk. 148). — *Halimodendron* (lk. 148, 162). — *Caragana* (lk. 148, 163). — *Astraga-*



Joon. 51. A — *Trigonella foenum graecum* L., B — *Scorpiurus vermiculatus* L. kaunad. A — ¾ loom. suur., B — 2 × suurend.

lus, suur perekond, rohkesti esindatud Aasia steppides. *A. cicer* L., pontiline liik; *A. glycyphyllus* L., euroopa liik, ka Eestis. — *Oxytropis,* eelmisele väga lähedane. — *Glycyrrhiza. G. glabra* L., lagrits. — *Scorpiurus. S. vermiculatus* L., kaun teokarbi sarnaselt keerdus. — *Hedysarum.* Vili laguneb valmides üheseemnesteks osadeks (laguvili). *H. obscurum* L., euraasia-boreoameerika montaanne liik; *H. sibiricum* L.; *H. americanum* (Michx.) Britt. — *Onobrychis.* Kaun ühe-, harva kaheseemnene. *O. viciaefolia* Scop., esparsett. — *Arachis. A. hypogaea* L., maapähkel e. hiina pähkel, kaheseemnene kaun valmib maa all. — *Desmodium. D. gyrans* DC., troop. Aasias. — *Pterocarpus* *. Üheseemnesed tiibviljad (pähklike), troopilised puud. — *Vicia,* hiireherned. — *Lens. L. esculenta* Mnch., lääts. — *Lathyrus,* seaherned. *L. odoratus* L.

(„lillhernes"). — *Pisum,* hernes. Kõik neli viimasena nimetatud perekonda, on peamiselt rohtjad köitraagudega varustatud ronitaimed. — *Abrus. A. precatorius* L.*, kirjude, väga mürgiste seemnetega. — *Glycine. G. hispida* Max., sojauba. — *Erythrina,* lk. 193. — *Rhynchosia,* lk. 193. — *Phaseolus.* Laevukese otsmine osa spiraalselt keerdus, õis seetõttu ebasümmeetriline. *P. multiflorus* Willd., türgi uba; *P. vulgaris* L., harilik uba, kodumaaks Lõuna-Ameerika. — *Dolichos. D. lablab* L., troopilises Aafrikas.

Sugukonnaga *Dilleniaceae* (lk. 91) ilmses suguluses on *Theaceae, Ochnaceae, Dipterocarpaceae* ja ka *Guttiferae.*

Theaceae. Peamiselt troopilised ja subtroopilised puud ja põõsad, lihtsate enam-vähem nahkjate, vahelduvate lehtedega. õied üksikult või 2- kuni 3-kaupa, harva pööristes. Üldine õievalem $\ast K_{5-7} C_5 A_{\infty} G_{ü(2-3)}$. õieosade arv on varieeruv ($C_{4-\infty}$), ka tolmukate arv võib olla teine (näit. A_5), samuti võib olla viljalehtede arv suurem. Vili pesa-avanev kupar või sulgvili. Endospermi leidub seemneis vähe või ta puudub täielikult. *Thea* (e. *Camellia*). *T. sinensis* L.*, teepõõsas, esineb metsikult Assam'is. *T. japonica* (L.) Nois. e. *Camellia japonica* L., kameelia, lk. 341.

Ochnaceae. Troopilised puud, põõsad, väga harva rohttaimed, mitte kunagi väänkasvud. Lehed vahelduvad, abilehtedega, harilikult lihtlehed. õied $\ast$, harva $\cdot|\cdot$. Üldine õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5-\infty} G_{ü(2-5)}$. Viljad õige mitmesugused, sageli esineb mitu paisunud üksteise lähedal asuvat luuvilja (viljalehed olid ühenduses vaid ühise emakakaela abil) või aga kupar. *Ochna* liigid troopilises Aasias ja Aafrikas.

Dipterocarpaceae. Troopilised puud, harva põõsad tervete, sageli nahkjate lehtedega; esinevad abilehed. Taimeosad sageli kaetud tähtjalt asetsevate karvakestega; karakteersed on ka koores leiduvad juhtkimbud ning säsile omased vaigukäigud. õied peades, kobarates või pööristes. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5-\infty} G_{k(3)}$. Vili pähkel. Iseloomulik on tupe püsimine viljal, kusjuures tupp harilikult tunduvalt muutub nii kujult kui ka anatoomiliselt ehituselt. Nii tekib kas 5 pikka tiiba *(Parashorea*)* või pikeneb vaid 3 või 2 tupplehte (*Shorea* *, *Dipterocarpus* * jt.). Nimetatud tiibu läbivad tugevad rood, mis annavad neile iseloomuliku väli-

muse. Kuigi sigimik on kolmepesane ning iga pesa sisaldab 2 seemnepunga, areneb neist ainult üks seemneks. — On iseloomulik, et mitmed *Dipterocarpaceae* sugukonna liigid moodustavad troopikamail ulatuslikke puhtaid ühe liigi kogumikke. *Dipterocarpus*, Indiast kuni Filipiinideni. — *Shorea*, levimine sama nagu perekonnal *Dipterocarpus*.

Guttiferae (e. ***Hypericaceae***). Välja arvatud perekond *Hypericum*, peamiselt troopiline sugukond, valitsevad puud ja põõsad. Lehed terveservased, vastakud, õlimahutitega. Tolmukad sageli kimpudes. *Hypericum*. Õievalem: $\ast K_{(5)} C_5 A_\infty G_{\underline{u}(3-5)}$. Tolmukad alusel 3—5 kimbuks kokku kasvanud; kroonlehed on sageli enam-vähem ebasümmeetrilised, seega õis õieti mitte täpselt aktinomorfne. *H. quadrangulum* L. (e. *H. maculatum* Crantz), eurosiberi liik; *H. perforatum* L., euraasia liik, mõlemad ka Eestis (vt. lk. 272). Vili on viinalilledel e. naistepunadel kupar. — *Clusia**. Sageli kahekojaste õitega. Isasõites esineb sageli emakate rudimente, ka ümberpöördult leidub ♂ õites tolmukate rudimente (sekundaarne kahekojasus). Need staminoodid katavad emakaid omapärase kattena (näit. *Clusiella elegans* Planch. et Triana*).

Teistest sugukondadest eraldatud, kuid loomuliku rühma moodustavad sugukonnad *Ericaceae, Epacridaceae* ja *Diapensiaceae* (vt. lk. 22).

Ericaceae. Arktilisist ja antarktilisist maist kuni troopikamaadeni, seal peamiselt mäestikes [1]) esinevad kääbuspõõsad, põõsad ja väikesed puud, mitmeti asetsevate, sageli väikeste, igihaljaste või suvehaljaste lehtedega. Õied harilikult viietised, kuid ka neljatised, liitlehise aktinomorfse krooniga. Tolmukad avanevad tipul avauste abil, teekad on alusel sageli eriliste sarvjate lisemetega, mis olulised tolmlemisel putukate abil. Emakkond liitviljalehtne, viljalehti 4—5, platsenta tsentraalne. Vili kupar või mari. Kanarbikuliste seemned on väga väikesed, kerged, arenenud idu ning endospermiga.

Rhododendroideae. Kuprad sein-avanevad. *Ledum. L. palustre* L.*, sookail. Õievalem: $\ast K_{(5)} C_5 A_{5+5} G_{\underline{u}(5)}$. — *Rhodo-*

[1]) Puuduvad kuivadel aladel, samuti vihmametsades (D r u d e).

dendron (lk. 151, 387 jt.). — *Loiseleuria. L. procumbens* Desv.*, tsirkumpolaarne liik. — *Phyllodoce coerulea* Bab.*, samuti tsirkumpolaarne liik.

Arbutoideae. Sigimik ülemine, vili pesa-avanev kupar või mari. *Cassiope. C. tetragona* Don *, tsirkumpolaarne liik. — *Andromeda. A. polifolia* L.*, küüvits, euraasia-boreoameerika liik., Eestis eriti rabadel. — *Lyonia. L. calyculata* Rchb. (e. *Cassandra c.*, e. *Chamaedaphne c.*), hanevits. — *Arbutus. A. unedo* L. (vt. lk. 266). — *Arctostaphylos. A. uva ursi* Spr., leesikas.

Vaccinioideae. Sigimik alumine, vili mari. *Gaylussacia* *, Ameerikas. — *Vaccinium. V. vitis idaea* L., pohl, õievalem: $\ast K_{(5)} C_{(5)} A_{5+5} G_{a(5)}$; *V. myrtillus* L., mustikas; *V. uliginosum* L.*, sinikas. — *Oxycoccus. O. palustris* Pers.*, kuremari.

Ericoideae. Pesa-avanev kupar. Kroon nahkjas, püsib peale õitsemise lõppu. *Calluna. C. vulgaris* (L.) Salisb., euroopa liik; õievalem: $\ast K_{(4)} C_{(4)} A_{4+4} G_{ü(4)}$. — *Erica* (lk. 266). *E. tetralix* L.*, *E. arborea* L. jt.

Epacridaceae. Peamiselt Austraalia põõsad ja poolpõõsad kangete, varretute enam-vähem terveservaste vahelduvate lehtedega. õied sageli otsmistes kobarõisikutes. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_{(5)} A_5 G_{ü(5)}$. Sigimik tsentraalse platsentaga. Vili kupar või marjataoline, ühe seemnega igas pesas. — *Epacris.*

Diapensiaceae. Väike sugukond arktoalpiinseid taimi (Põhja-Ameerikas, Gröönimaal, Skandinaavias, Himaalajas ja Jaapanis). Tuntud on karakteerne tsirkumpolaarne arktiline polstertaim *Diapensia lapponica* L.* õievalem: $\ast K_5 C_{(5)} A_5 G_{ü(3)}$. Vili kupar. Taim Botaanikamuuseumis olemas.

Skeemis lk. 22 leiame seltsi *Polycarpicae* peaharul pealpool sugukonda *Dilleniaceae* lähedaste sugukondade rühma — *Tiliaceae, Malvaceae, Bombacaceae, Sterculiaceae* —, millest üks haru arvatavasti viib isoleeritult seisvale sugukonnale *Euphorbiaceae,* teine aga sugukondade *Bixaceae* ja *Cistaceae* kaudu sugukondadele *Passifloraceae* (eriharu), *Cucurbitaceae, Begoniaceae, Caricaceae* ning *Cactaceae* (viimase sugukonna paigutus on alles õige küsitav).

Tiliaceae. Peale perekonna *Tilia* on pärnalised peamiselt troopiline sugukond peakeskustega Kagu-Aasias *(Grewia)* ja

Brasiilias *(Lühea, Mollia)*. Siia kuuluvad suuremalt osalt puud ja põõsad, limakäikudega koores ja säsis ning tähekujuliste karvadega; lehed on alati abilehtedega, vahelduvad. Harilik õievalem: $\ast K_{(5)} C_5 A_{\infty} G_{\ddot{u}(2-\infty)}$. Esinevad ka teised arvud, näit. K_4; C_0; C_4; A_{10} jt. Vili mitmesugune, harilikud on kuivviljad (pesa-avanevad või sulgviljad), mis mõnedes perekondades jagunevad osadeks vastavalt pesade arvule. *Corchorus. C. olitorius* L., kiudtaim (džuut) kaunasarnaste viljadega. — *Sparmannia* [K_4, C_4]. *S. africana* L. fil., Lõuna-Aafrikas. — *Tilia*, pärnad, lk. 147, 156 jt. — *Grewia* (lk. 99 ja 265).

Malvaceae. Tervel maakeral, välja arvatud külmad vöötmed, levinud taimeperekond, mis eriti liikiderohkelt esindatud troopikamais; rohttaimed, puud ja põõsad, lehed abilehtedega, tähtkarvad väga sagedad. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{(\infty)} G_{\ddot{u}(\infty)}$. Tolmukad kahes sõõris; tolmuterad on suured, kaetud ogadega. Kuivviljad; jagunevad harilikult osadeks vastavalt pesade arvule. Karakteerne on välistupe esinemine (tekkinud kõrglehtedest). Selle ehitus on *Malvaceae* süstemaatikas suure tähtsusega. On huvitav, et välistupp esineb ka mõningatel *Bombacaceae* sugukonda kuuluvatel perekondadel samuti, kuigi harva, pärnaliste sugukonnas. *Malope*, jaguvilja osad (karpiidid) ülekuti mitmes reas, välistupp kolmelehene. *M. trifida* Cav., Vahemeremail. — *Kitaibelia*, karpiidide paigutus nagu eelmiselgi, välistupp mitmelehene. *K. vitifolia* W., Doonaumaades. — *Abutilon*, karpiidid mitmeseemnesed, välistuppe pole (vt. lk. 395). — *Lavatera*, välistupp 3- kuni 6-jagune, karpiidid ühes reas (ringis). *L. trimestris* L., mediterraanne liik. — *Althaea*, välistupp 6- kuni 9-jagune. *A. rosea* (L.) Cav., esineb pärismaisena Kreekas ja Türgimaal; *A. ficifolia* Cav., Lõuna-Venes ja Siberis. — *Malva*, välistupp koosneb kolmest lehest. *M. alcea* L., *M. silvestris* L., mõlemad on euroopa liigid, pole Eestis pärismaised. — *Sida*, peamiselt Ameerikas. — *Pavonia*, lk. 194. — *Hibiscus. H. rosa sinensis* L. (lk. 194), Malai saarestikus, harilikult seitsmelehese välistupega. $\ast K_5 C_5 A_{(\infty)} G_{\ddot{u}(5)}$, vili kupar. — *Gossypium*, puuvill, välistupp kolmelehene, lk. 175.

Bombacaceae. Troopilised, eriti troopilise Ameerika puud, liht- või sõrmjate liitlehtedega, sageli väikeste tähtkarvadega või soomuskarvadega. Üldine õievalem: $K_{(5)} C_5 A_{5-\infty} G_{\ddot{u}(2-5)}$. Kroonlehed ebasümmeetrilised; tolmukad on alumises osas sageli ühinenud tolmukputkeks; tolmuterade välispind sile. Vili kupar.



Joon. 52. *Kitaibelia vitifolia* W. A — varre osa õite ja kõrglehtedega. B — õis, millest eemaldatud kroonlehed. *tp* — tupp, *vtp* — välistupp. Loom. suur.

Adansonia. A. digitata L., ahvileivapuu (lk. 190). — *Bombax.* — *Cavanillesia. C. arborea* (W.) K. Sch.*, Bahias. Mitmed *Bombacaceae* liigid on võimsate tüvedega, nagu näit. ahvileivapuu. Karakteerse, keskelt tugevasti paisunud, tüvealuse ning ladva poole aheneva tüvega on *Cavanillesia arborea* (W.) K. Sch.

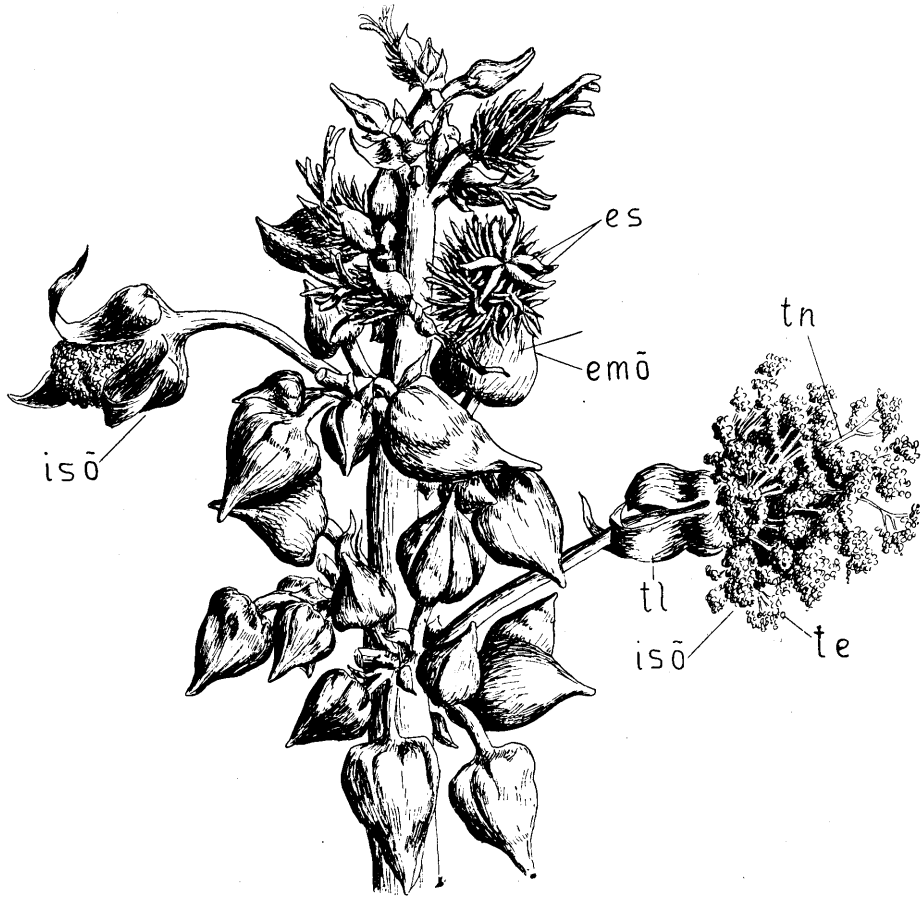
Sterculiaceae. Peamiselt troopilised puud ja põõsad, osalt rohttaimed ja liaanid liht- või sõrmjate liitlehtedega, abilehtedega. Tähtkarvad esinevad sageli. Üldine õievalem: ✳ või ⊹ $K_{(5)}\ C_{5-0}\ A_{(5-\infty)}\ G_{ü(5-10)}$. Tolmukad on primaarselt kahes ringis, välimine neist kas puudub või on staminodiaalne; harilikult esineb tolmuktoru. Sage on androgünofoor (tolmukkonna ja emakkonna kandja), välistuppe pole. *Dombeya* (lk. 187). — *Theobroma* (lk. 256). — *Sterculia* (lk. 187), ühesuguliste õitega (teise sugupoole organite rudimentidega!), kroonlehtedeta.

Euphorbiaceae. Suur sugukond, mis, välja arvatud arktilised maad ja kõrgmäestikud, on levinud üle kogu maakera (perekond *Euphorbia*), eriti rohkesti esindatud on kõnesolev sugukond Indo-Malai alal ning Brasiilias. Eluvormide poolest väga mitmekesine sugukond: alates üheaastastest taimedest kuni puude, väänkasvude (harva) ning sukulenttaimedeni kõiksugused vormid olemas. Lehed vahelduvad, enamasti abilehtedega; taimeosad sageli piimmahlaga. õied üldiselt väga redutseerunud, ühesugulised. õiekate (koosneb tupest ja kroonist) puudub sageli täielikult. Tolmukaid õies ∞—1. Sigimik harilikult kolmepesane, vili kupar, mis harilikult avaneb nii, et püsima jääb vilja keskosa ning eraldub kolm avanevat osa („cocci"), mis sisaldavad 1—2 seemet, seemned karunkuliga.

Phyllanthoideae. Ilma piimmahlata taimed. *Andrachne.* ♂ õied: ✳ $K_{(5-6)}\ C_{5-6}\ A_{5-6}\ G_0$; ♁ õied: ✳ $K_{(5-6)}\ C_0\ A_0\ G_{ü(3)}$. *A. colchica* Fisch. et Mey. (lk. 295). — *Securinega,* õied ilma kroonita (lk. 318). — *Phyllanthus,* lk. 187, 188.

Crotonoideae. Piimmahlaga taimed. *Croton,* puud ja põõsad täht- või soomuskarvadega. — *Mercurialis. M. perennis* L., seljarohi, euroopa liik, on Eestis iseloomulik metsataim. ♂ õied: $P_{3-4}\ A_{9-12}\ G_0$; ♁ õied: $P_{3-4}\ A_0\ S_{2-3}\ G_{ü(2)}$. — *Acalypha,* lk. 189. — *Daleschampsia,* lk. 192. — *Ricinus. R. communis* L., perekonna ainus liik. Ühekojane taim. ♂ õied: $K_{(3-5)}\ C_0\ A_\infty\ G_0$, ♁ õied: $K_5\ C_0\ A_0\ G_{ü(3)}$. Kodumaa arvatavasti Aafrika. — *Jatropha* (lk. 188). — *Hevea. H. guyanensis* Aubl. ja *H. brasiliensis*

(H. B. K.) Müll. Arg. kautšukipuud, peamised kummitootjad. — *Manihot* (lk. 188). — *Codiaeum* (lk. 189). — *Baliospermum*, lk. 190. — *Homalanthus*, lk. 188. — *Sapium*, lk. 188. — *Hura*, lk. 188. — *Euphorbia*. Õieehitus vt. lk. 191. Aias: *E. polychroma*



Joon. 53. *Ricinus communis* L. Õisiku osa; *emõ* — emasõis, *isõ* — isasõis, *tl* — tuppleht, *tn* — tolmukaniit, *te* — teeka, *es* — emakasuudme harud. 2 × suurend.

Kern., Lõuna- ja Kagu-Euroopas; *E. cyparissias* L., eurosiberi liik, Eestis kohati metsistunult; *E. esula* L., euraasia liik; *E. helioscopia* L., umbrohuna kosmopoliitse levikuga jt.

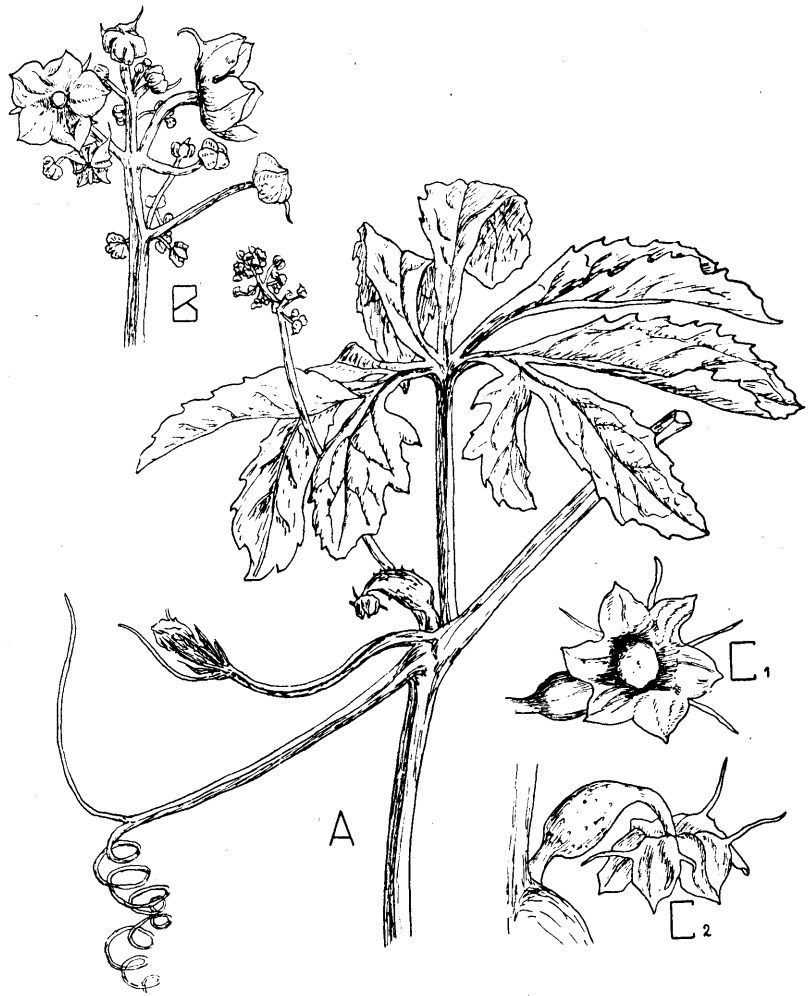
Bixaceae. Väike troopiliste puude ja põõsaste sugukond. Üldine õievalem: $\ast K_{4-5} C_{4-5} A_{\infty} G_{\ddot{u}(2-5)}$. *Bixa orellana* L., lk. 255. Õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{\infty} G_{\ddot{u}(2)}$; vili kupar.

Cistaceae. Väike, omapärase levikuga sugukond, koondunud peamiselt 1) Vahemeremaadesse, kus sageli esinevad hulgi, ning 2) Põhja- ja Lõuna-Ameerikasse. Rohttaimed ja põõsad harilikult vastakute lehtedega, need enamasti abilehtedega. Üldine õievalem: $\ast K_5 C_{5-0} A_\infty G_{ü(3-10)}$. Vili kupar, seemned endospermiga. *Cistus.* $\ast K_5 C_5 A_\infty G_{ü(5)}$. *C. albidus* L., lk. 334. — *Helianthemum.* $\ast K_5 C_5 A_\infty G_{ü(3)}$. *H. nummularium* (L.) Mill., ka Eestis; *H. apenninum* (L.) Mill., mediterraanne liik.

Passifloraceae. Peamiselt troopilised, harunemata köitraagudega varustatud ronitaimed vahelduvate, varreliste, hõlmiste lehtedega. Abilehed esinevad. Köitraod on siin metamorfoseerunud külgvõsud, asuvad seetõttu lehekaenlais. Neile kinnitub õis (õied). Õied harilikult kahesugulised, tugevasti arenenud retseptaakulumiga (õiepõhja osa). Üldine õievalem: $\ast K_{3-5} C_{3-5} A_{3-5-10} G_{ü(3)}$. Vili kupar või mari; seemned arillusega, idu ümbritsetud endospermist. Sugukonda iseloomustavad eriti 1) koroona, 2) androgünofoori harukordselt tugev arenemine. „Koroonaks" on siin krooni ja tolmukate vahelised õiepõhja (retseptaakulumi) väljakasvud. Androgünofoor on samuti õiepõhja osa, mis erilülina kannab tolmukaid ja emakat (vt. joon. 99). *Passiflora,* lk. 199.

Cucurbitaceae. Eriti liikiderohkelt troopikamais esindatud sugukond, levinud ka paraja vöötme soojemas osas. Valitsevad üheaastased rohttaimed, kuid leidub ka põõsaid; ronivad köitraagude abil. Õied harilikult ühesugulised, ühe- või kahekojased. ♂ õis: $K_{(5)} C_{(5)} A_{(5)} G_0$; ♁ õis: $K_{(5)} C_{(5)} A_0 G_{a(3)}$. Sageli leidub õites staminoode või pistilloode (s. o. emakate rudimente). Vili harilikult marjataoline. Seemned ilma endospermita. *Cucurbitaceae* omapärased, sageli spiraalselt rullunud väga elastsed köitraod vastavad oma alumises, mitte väänduvas osas ehituselt varrele, ülemine osa on metamorfoseerunud leht, millel on püsima jäänud (ning mitmeti muutunud) leherood, kuna lehelaba on täielikult kadunud. Juhtkimbud on bikollateraalsed. Iseloomulikud on ka tolmukad, mille tolmukapead on pikad, sageli mitmeti voldilised ning need (s. o. voldid) omavahel kokku kasvanud. *Thladiantha. T. dubia* Bunge, Hiinast (väänkasvude kogus kasvuhoone välisseina läheduses). Isasõied näärmeka pistilloodiga, emasõied 5 staminoodiga. Tolmukad vabad. — *Acanthosicyos,* Lõuna-Aafrikas. *A. horrida* Welw.*, väga tugevate, kuni 15 m pikkade

juurtega, varreasteldega, luitetaim. — *Momordica* (lk. 254). — *Luffa* (lk. 255). — *Bryonia. B. alba* L., koeranaeris, mustade marjadega; *B. dioeca* Jacq., marjad punased. — *Ecballium. E. elaterium* (L.) A. Rich., mediterraanne liik, vabanedes taime küljest pritsivad viljad (marjad) välja mahla ühes seemnetega (seemnete levitamine loomade abil!). — *Citrullus. C. colocynthis* (L.) Schrad., Vahemeremail, ka Lõuna-Aasias ja Aafrikas (lk. 347).



Joon. 54. *Cyclanthera pedata* Schrad. A — taim (ühekojane) emasõie ja isasõitest koosneva õisikuga; B — isasõisik suurendatult; C_1 — emasõis pealt, C_2 — emasõis küljelt. A — $^3/_5$ loom suur., B ja C — 3 × suur.

— *Cucumis. C. melo* L., melon; *C. sativus* L., kurk. — *Lagenaria* (lk. 255). — *Cucurbita. C. pepo* L., kõrvits. — *Cyclanthera.* Erineb kõigist teistest kõrvitsalistest (ja ka kõigist teistest õistaimedest) ainulaadsete tolmukate poolest; nimelt on tolmukas kilpjas ning tolmupesad (neid 2) ringikujulised. Avaneb ringprao abil. *C. pedata* Schrad., Mehhikos ja Kesk-Ameerikas. *Cyclanthera* tolmukas on nähtavasti tekkinud viie tolmuka ühtekasvamisel (joon. 54).

Caricaceae. Väikesearvuline sugukond peamiselt troopilise Ameerika piimmahla sisaldavaid väikesi puid. Tüvi harunemata, võra koosneb pikarootsulistest lehtedest. õied kängumise tagajärjel ühesugulised, viietised. ♂ õied: $K_{(5)}\,C_{(5)}\,A_{5+5}\,G_0$; ♀ õied: $K_{(5)}\,C_{(5)}\,A_0\,G_{ü(5)}$. Lihakad viljad (marjad) suhteliselt suured, paljude seemnetega. — *Carica. C. papaya* L. (lk. 175).

Begoniaceae, lk. 249—251.

Cactaceae, lk. 218, 230.

Sugukonnad *Celastraceae, Buxaceae, Empetraceae, Aquifoliaceae* kujundavad enam-vähem loomuliku rühma, mida (peale sugukonna *Empetraceae*) sageli ühendatakse seltsi *Celastrales.* Et sugukond *Empetraceae* seisab P a x'i järgi kõige lähemal sugukondadele *Celastraceae* ja *Buxaceae,* on see sugukond skeemis (lk. 22) eespool-nimetatud sugukondadega koos.

Aquifoliaceae. Väike sugukond levimiskeskusega Kesk- ja Lõuna-Ameerikas, kust mõned liigid ulatuvad teistesse maailmaosadesse. Puud ja põõsad sageli neljakandiliste okstega ning nahkjate, vahelduvate lehtedega. õied kahekojased, teise sugupoole rudimentidega, kõikides ringides neljatised. Vili 4- kuni 8-seemnene mari. *Ilex* (lk. 339). õied ühesugulised. Haril. õievalemid: ♂ õied — $\ast\, K_{(4)}\,C_4\,A_4$ Grud.; ♀ õied — $\ast\, K_{(4)}\,C_4\,S_4\,G_{ü(4)}$.

Empetraceae. Väike sugukond erikoidseid kääbuspõõsaid vahelduvate lehtedega, abilehtedeta. õied ühesugulised, sageli kängunud tolmukate või emakate rudimentidega. *Empetrum. E. nigrum* L.* ja *E. hermaphroditum* Hager.*, tsirkumpolaarsed taimed, esimene kahekojaste, teine kahesuguliste õitega, õitsevad vara kevadel. *E. hermaphroditum*'i õievalem: $\ast\, K_3\,C_3\,A_3\,G_{ü(6-9)}$. Vili väheste seemnetega, marjataoline luuvili. Antarktilises Ameerikas esineb *E. rubrum* Willd.*, punaste viljadega.

Buxaceae. Väike sugukond igihaljaid rohttaimi, põõsaid ja puid, enamasti vastakute, terveservaste lehtedega. Õied ühesugulised, harilikult ühekojased. — *Buxus.* ♂ õis: $P_4 A_4 G_0$; ♁ õis: $P_{4-8} A_0 G_{ü(3)}$. Õied väikesed, kerajais õisikuis, mis koosnevad ühest emasõiest ning paljudest isasõitest. Isasõites pistillood (kängunud emakas) enam-vähem selge. *B. sempervirens* L., Lõuna- ja Kesk-Euroopas, Põhja-Ameerikas, Himaalajas ja Ida-Aasias; *B. balearica* Willd., Baleaaridel. — *Pachysandra,* samuti ühekojane. Õievalem nagu *Buxus*'el. *P. terminalis* Sieb. et Zucc., Jaapanis.

Celastraceae. Levinud, kuigi õige ebaühtlaselt, üle kogu maakera, välja arvatud arktilised alad ja kõrgmäestikud. Puud ja põõsad (sageli astelpõõsad), harilikult paljad, väikeste abilehtedega ning tervete lehtedega, kahe- või kängumise tagajärjel ühesuguliste neljatiste või viietiste õitega. Meeketas õites hästi arenenud. Sigimik 2- kuni 5- (harva 1-) pesane. Vili pesa-avanev kupar, tiibvili, luuvili või mari. Endospermi sisaldavad seemned harilikult värvilise (punase, kollase jt.) arillusega; idu roheline. Kupra seinas leidub sageli nn. Rosanow'i kristalle (kaltsiumoksalaadi kristallid ümbritsetud orgaanilisest kilest). *Evonymus,* lk. 149. — *Celastrus,* lk. 149.

Seltsist *Celastrales* viib rida arenemissuundi õige mitmesugustele kaheiduleheste sugukondadele. Üks haru lõpeb sugukondadega *Rhamnaceae* ja *Vitaceae.* Üle sugukonna *Olacaceae* (pole skeemis tähendatud) jõuame sugukondadeni *Santalaceae, Loranthaceae* ja *Balanophoraceae;* sugukondade *Araliaceae* ja *Cornaceae* kaudu ühelt poolt sugukonnale *Umbelliferae,* teiselt poolt sugukondadele *Rubiaceae, Caprifoliaceae, Valerianaceae* ja *Dipsacaceae.*

Rhamnaceae. Enamikus puud ja põõsad, sageli asteldega, levinud kogu maakera troopilises, subtroopilises ja parasvöötmes. Lehed terved, abilehtedega, sageli leidub limarakke. Õied kahesugulised, harva ühesugulised. Üldine õievalem: $\ast K_{4-5} C_{4-5} A_{4-5} G_{a(2-4)}$. Sigimik alumine või ka ülemine. Intrastaminaalne meeketas selgelt välja kujunenud. Kuivad ava- või sulgviljad, ka luuviljad. Seemneis endospermi vähe, idu suur, kollane või roheline, väga väikese idujuurega. *Paliurus.* Torkavad põõsad stipulaarasteldega. Vili lame, ümmargune, laia pideva tiibja ääri-

sega. *P. aculeatus* Lam., lk. 339. — *Zizyphus.* Vili kerajas, tiivata. Samuti stipulaarasteldega nagu *Paliurus* (lk. 339). — *Rhamnus,* lk. 150, 153 jt. — *Colletia. C. cruciata* Gill. et Hook., põõsas Lõuna-Brasiilias ja Uruguays, vähe aega püsivate lehtedega, lamedate assimileerivate vartega ning lamedate varreasteldega; *C. spinosa* Lam., samuti Lõuna-Ameerikas, lk. 330.

Vitaceae. Peamiselt troopiline ja subtroopiline perekond, liaaniderohke (lk. 150), kuid leidub ka tüüpilisi stepi ja poolkõrve taimi (näit. Lõuna-Ameerika pampa t.) lihakate varte või juurtega. Lehed õige mitmesugused, kahe abilehega, mõnel liigil rudimentaarsed, nagu näiteks Aafrika savannides liaanina kasvaval *Vitis quadrangularis*'el (sukulentide-hoones). Õied kahe- või ühesugulised, meekettaga. Üldine õievalem on: $K_{(4-5)}$ C_{4-5} A_{4-5} $G_{ü(2)}$. Aga õieosade arvud võivad ka teised olla (3—7); esineb ka liitlehine kroon *(Vitis).* Vili kahe- või kängumise tagajärjel ühe- (harva 3- kuni 8-) pesane mari. Seemneid igas pesas 1—2. *Vitaceae* sugukonna liaanid ronivad köitraagude abil. Viimased on varremoodustised; nad on homoloogsed *Vitaceae* õisikutega. Köitraod kinnituvad toele, end selle ümber mässides, aga ka eriliste haardketaste abil, mis on köitraoharude tipus. Need haardkettad ei esine kaugeltki aga kõigil köitraagudega *Vitaceae* sugukonna esindajail; nad tekivad alles peale kontakti toega ja nende areng algab pinnal, kus kokkupuude olemas. *Vitaceae* varred on sümpoodiumid. *Vitis,* lk. 150 ja 264. — *Pterisanthes**, troopilises Aasias, väga omapäraste lamedate lehesarnaste, tiivuliste õisikutega. — *Parthenocissus,* lk. 150 ja 264. — *Cissus,* lk. 255. *C. gongylodes* (Burch.) Planch., tiivulise, neljakandilise varrega, Brasiilias jt.

Santalaceae. Troopikamaade ja parajate vöötmete väikesed puud, põõsad ning rohttaimed, paljud neist poolparasiidid. Lehed vahelduvad või vastakud, parasiitidel soomusjad, abilehtedeta. Õied kahesugulised või tolmukate või emaka kängumise tagajärjel ühesugulised, aktinomorfsed. *Osyris. O. alba* L.*, Vahemeremail harilik poolparasiit. — *Thesium. T. ebracteatum* L.*, linalehik, Kagu-Euroopa liik, Lääne-Eestis, poolparasiit, kinnitub peremeestaimede juurtele haustorite abil. Õievalem: $\ast$ $P_{(5)}$ A_5 $G_{a(3)}$.

Loranthaceae. Peamiselt troopilised ning subtroopilised puude võras kasvavad poolparasiidid, harilikult arenenud lehtedega. Lehed terved, terveservased, rohelised või kollakasrohe-

lised, igihaljad, nahkjad. Peremeestaimedele kinnituvad *Loranthaceae*'d eriliste, mitmesuguse ehitusega organite abil, mis morfoloogiliselt on sageli juured. Õied kahe- või ühesugulised, õiekattega (P_{4-6}). Tolmukate arv võrdub õiekatelehtede arvuga. $G_{a(2)}$. Lihakas marjataoline vili on varustatud väga kleepuva vistsiinkihiga (levimine lindude abil!). — *Loranthus**. — *Viscum*. *V. album* L.*, Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Lääne-Aasias. ♂ õis: $P_{(4-6)}\, A_{4-6}\, G_0$; ♁ õis: $P_{(4)}\, A_0\, G_{a(2)}$. Marjataolised, rohekasvalged viljad.

Balanophoraceae. Eriti troopilistes metsades ja savannides puude ja põõsaste juurtel parasiitidena. Lihakad, paljad või soomusjate leherudimentidega kaetud, klorofüllita, kollaka või punase värvusega taimed mugulja risoomiga, mille abil kinnituvad peremeestaimedele. Õisikud tekivad juurika sees, tungivad sellest välja, on peajad või tõlvikutaolised. Õied väikesed, harilikult ühesugulised, ühe- või kahekojased; harilikud õievalemid: ♂ õis — $\ast\, P_{(3-4)}\, A_{3-4}\, G_0$ (leidub ka õisi emaka rudimentidega); ♁ õied — $P_0\, A_0\, G_{a(1-3)}$. Vili pähklisarnane, 1 seemnega. Seeme (erand: *Cynomorium*) ilma integumendita, idul puuduvad idulehed. *Cynomorium*. Ka emasõied õiekattega, *C. coccineum* L.*, Vahemeremail, eriti Põhja-Aafrikas, soolakutaimede juuril.

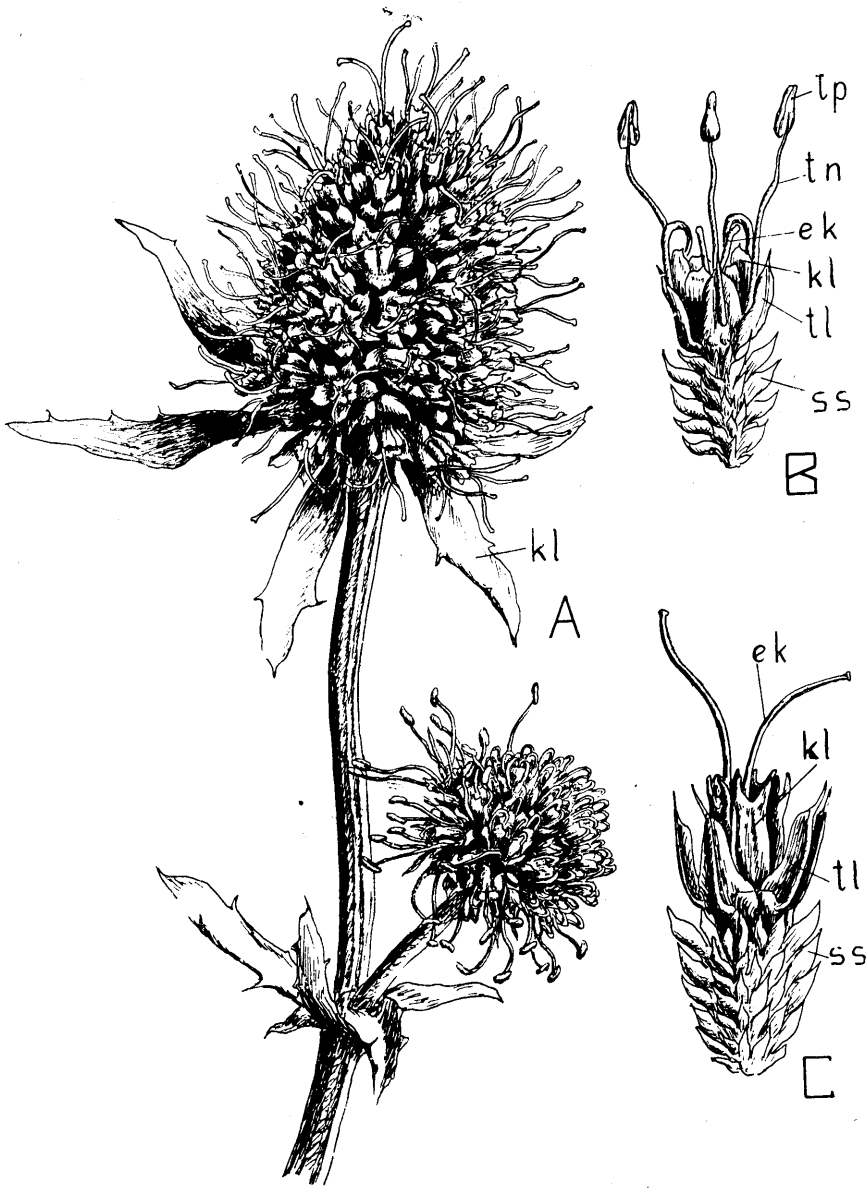
Araliaceae. Peamiselt troopiline sugukond, eriti liikiderohke Indo-Malai alal ning troopilises Ameerikas. Peale puude ja põõsaste esineb harva ka rohttaimi; harilikult vahelduvate, sageli suurte liht- või liitlehtedega. Õied väikesed, sarikõisikuis, nuttides, peades või kobarais. Haril. õievalem: $\ast\, K_{(5)}\, C_5\, A_5\, G_{a(5)}$. Esinevad ka teised arvud ($A_{3-\infty}$; $G_{(2-4)}$). Vilja väliskiht enam-vähem lihakas, endokarp puitunud, viljapesad üheseemnesed. Vili jaguneb üksikosadeks vastavalt pesade arvule (sugulus sugukonnaga *Umbelliferae*!) või aga püsib tervena. Mõningates perekondades leidub viljaseintes kerajaid või elliptilisi õlimahuteid. Meeketas õites olemas. Paljude puukujuliste *Araliaceae* tüvi on enam-vähem harunemata (palmi välimus!), ka on seal, kus harunemine olemas, sageli märgatav lehtede kuhjumine okste tippu. Tähtkarvad esinevad võrdlemisi sageli. *Fatsia*. *F. japonica* (Thunb.) Decne., Jaapanis. — *Hedera* (lk. 337). — *Acanthopanax* (lk. 151 ja 313). — *Panax*. *P. trifolius* L.*, geofüüt *Corydalis*'e sarnase välimusega, Põhja-Ameerikas; *P. ginseng* C. A. Mey.*, Mandžuurias ja Koreas.

Cornaceae. Väike sugukond, mis ebaühtlaselt on levinud kõigis maailmajagudes, peakeskusega Aasias. Peamiselt puud ja põõsad, väga harva rohttaimed; lehed terved, vahelduvad või vastakud. Õied on sarikjates pööristes, kahe- või ühesugulised. Tupp, samuti nagu sugukondades *Araliaceae* ja *Umbelliferae,* redutseerunud, sageli vaid kitsa äärisena märgatav; meeketas hästi arenenud. Üldine õievalem: $\ast K_{3-5} C_{3-5} A_{3-5} G_{a(1-5)}$, aga leidub ka perekondi, kus kroonlehtede arv on suurem, kuni 10 ning A_{∞}. Harilikult on igas pesas üks seemnepung, harva 2. Vili mari või luuvili 1—3 seemnega (väga harva rohkem). Seemned endospermiga. *Cornus* (lk. 151 ja 168). — *Aucuba.* Õied kahekojased. ♂ õis: $\ast K_4 C_4 A_4 G_0$; ♀ õis: $\ast K_4 C_4 A_0 G_{a1}$. Tupp on üsna rudimentaarne. Vili punane mari. *A. japonica* Thunb., Jaapanis ja Koreas, õitseb kevadel (lk. 340).

Umbelliferae. Rohttaimed, harva põõsad vahelduvate, sageli jaguste lehtedega, hästi arenenud lehetupega. Õisik on liht- või liitsarikas. Õied kas $\ast$ või $\cdot|\cdot$. Õievalem: $K_5 C_5 A_5 G_{a(2)}$. Meeketas õites hästi arenenud. Sigimik kahepesane, nelja seemnepungaga, millest arenemisvõimelised on kaks. Vili jaguneb valmides pikuti kaheks üheseemneseks sulgviljaks (jaguvili!), mis püsivad esialgu erilisel kandjal — karpofooril. Sugukonna süstemaatilisel jaotusel on suure tähtsusega vilja ehitus. Viljad on harva üsna tasase välispinnaga. Harilikult esinevad kõrgemad jooned (nn. roided) ning vaod *(valleculae)* nende vahel. Selle järele kas roideid läbib juhtkimp või mitte, eraldatakse esiroideid *(juga primaria)* teisroietest *(juga secundaria).* Viljaseinas leidub õlikäikusid, mis on kas vagude *(vittae valleculales)* või roiete kohal *(vittae jugales).* Kommissuuriks nimetatakse jaguviljade eraldamispinnaga ühtelangevat enam-vähem tasast vilja välispinna osa.

1. alasuguk. *Hydrocotyloideae.* Vilja sisemised kihid puitunud. Karpofoor puudub. *Hydrocotyle,* lk. 266. — *Azorella*,* antarktilis-andiinne sugukond, mitmed polstertaimed.

2. alasuguk. *Saniculoideae.* Viljasein parenhümaatiline. Emakakael ümbritsetud sõõrjast väljakasvust. *Sanicula.* — *Astrantia. A. major* L. jt. — *Eryngium. E. planum* L.; *E. maritimum* L., kohati Eestis mererannal; *E. agavifolium* Griseb., Lõuna-Ameerikas, lk. 331, jt.



Joon. 55. *Eryngium planum* L. A — liitõisiku osa kahe nutiga, *kl* — kõrglehed nuti alusel. B ja C üksikõied, esimene „isasõie", teine „emasõie" olekus (protandria!). *tl* — tupplehed, *kl* — kroonlehed, *ss* — sigimikusoomused, *ek* — emakakael, *tn* — tolmukaniit, *tp* — tolmukapea. A — 3 ×, B ja C — 6 × suur.

3. alasuguk. *A p i o i d e a e.* Viljasein parenhümaatiline või sklerenhüümiga väliskihtides. Emakakaelad kinnituvad koonilisele väljakasvule. *Chaerophyllum. C. bulbosum* L., eurosiberi l. — *Chaerefolium* (e. *Anthriscus*). *C. silvestre* (L.) Sch. et Thell., mets-harakputk., sellest liigist ka alaliik *nemorosum* (Bieb.) Thell., Lõuna-Euroopas ja Siberis. — *Scandix. S. pecten veneris* L., üheaastane mediterraanne liik karakteersete viljadega. — *Myrrhis. M. odorata* (L.) Scop. Lõuna- ja Kesk-Euroopa mäestikes, viljadel hästi arenenud esirood, teisrood puuduvad. — *Torilis.* — *Coriandrum. C. sativum* L., koriander. — *Conium. C. maculatum* L., surmaputk. — *Bupleurum* (kollaste õitega, lehed jagumatud). *B. falcatum* L., euraasia liik; *B. longifolium* L., Euraasia mäestikes. — *Petroselinum. P. sativum* Hoffm., petersell. — *Cicuta. C. virosa* L., mürk. — *Falcaria,* lk. 292. — *Carum. C. carvi* L., köömen. — *Pimpinella.* — *Aegopodium. A. podagraria* L., naat. — *Sium. S. latifolium* L., jõeputk, *S. sisarum* L., lk. 347. — *Oenanthe.* — *Foeniculum. F. officinale* All., apteegitill. — *Anethum. A. graveolens* L., till. — *Meum. M. athamanticum* Jacq., lk. 286. — *Cnidium.* — *Selinum.* — *Ligusticum. L. scoticum* L., Atlandi ja Vaikse ookeani rannikuil, soolalembene liik; *L. lucidum* Mill., Lõuna-Euroopa montaanne liik. — *Angelica. A. silvestris* L., heinputk, eurosiberi liik, *A. archangelica* L., kikkaputk. — *Levisticum. L. officinale* Koch, leeskputk. — *Ferula.* — *Peucedanum.* — *Pastinaca. P. sativa* L., moorputk. — *Heracleum. H. sibiricum* L., siberi karuputk, *H. dissectum* Ledeb., Põhja-Aasia liik, *H. speciosum* Weinm., Krimmis ja Kaukasuses, *H. pubescens* Bieb. jt. — *Laserpitium.* — *Daucus. D. carota* L., porgand.

Rubiaceae. Suur sugukond, kuhu kuuluvad perekonnad on enamuses troopilised; mõned perekonnad — eriti *Galium* — ulatuvad kõrgele mäestikes, samuti põhjasuunas esinedes ka arktilisis mais. Madaralised on rohttaimed, põõsad ja puud ristivastakute, terveservaste lehtedega, tervete või jaguste, mõnikord lehekujuliste interpetiolaarsete või aksillaarsete abilehtedega. Õisikud on pöörised või ebasarikad. Õied harilikult kahesugulised. Üldine õievalem (arvestamata mõningaid erandeid) on: $\ast K_{(4-5)} C_{(4-5)} A_{4-5} G_{a(2)}$. Emaka pesade arv on mitmesugune: $G_{a(1-\infty)}$. Vili kupar, jaguvili (jaguneb pähklikesteks, nn. kokkideks), marja- või luuvilja-taoline. Teatava määrani iseloomulik madaralistele on rafiidide sage esinemine. *Pentas,* karakteersete, harjasjalt jaguste interpetiolaarsete abilehtedega. *P. carnea* Benth., troo-

pilises Aafrikas, lk. 200. — *Cinchona**, Lõuna-Ameerika Andides, kiniinipuud. — *Bouvardia. B. longiflora* H. B. K., Mehhikost Guatemalani, lõhnavate pikaputkeliste valgete õitega (Ladina-Ameerika „Flor de S. Juan"). — *Coffea* ✳ $K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_5\ G_{a(2)}$, lk. 175. — *Hydnophytum*, Ida-Aasias, Uus-Guineas, Fidži saartel, epifüütsed poolpõõsad muguljalt paisunud varreosaga, mida läbivad



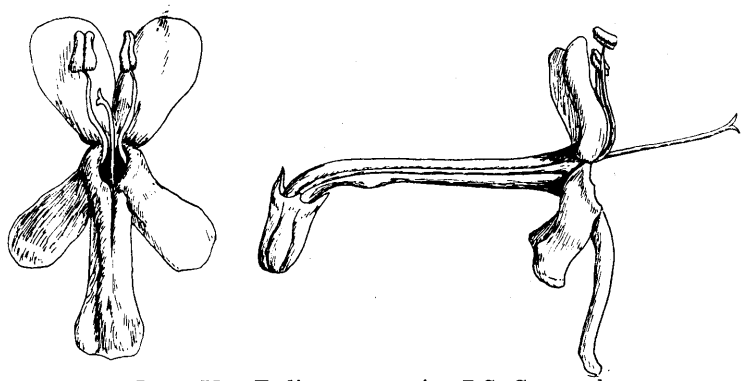
Joon. 56. *Heracleum pubescens* Bieb.

labürindisarnaselt käigud, mille seinad on kaetud tiheda „korktapetiga". Neis käikudes elavad sipelgad („sipelgataim"), lk. 200. — *Myrmecodia**, eelmisele lähedane, Ida-Aasia sipelgataimi. — *Sherardia.* ✳ $K_{(6)}\ C_{(4)}\ A_4\ G_{a(2)}$. *S. arvensis* L., üheaastane põlluumbrohi, Euroopas, Põhja-Aafrikas jt. — *Asperula. A. odorata* L., lõhnav varjulill, euraasia metsataim, ka Eestis; *A. tinctoria* L., värv-varjulill, kuivuslembene stepi ja kuivade nõlvade taim, Eestis eriti loodudel; *A. cynanchica* L., Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Armee-

nias veel 2600 m kõrgusel. — *Galium. G. mollugo* L., pehme madar, valgeõieline euroopa liik; *G. boreale* L., värv-madar, euraasia-boreoameerika liik, ka Eestis; *G. palustre* L., *G. uliginosum* L. jt. *G. rubioides* L., suhteliselt suurte lehtedega, Ida-Euroopas, Siberis ja Põhja-Ameerikas. — *Rubia,* marjataolise viljaga. *R. tinctoria* L., Lõuna-Euroopast.

Caprifoliaceae, lk. 152, 167.

Valerianaceae. Ühe- kuni mitmeaastased rohttaimed ja poolpõõsad, kahe suure pealevilaga (Vahemeremaad, Lõuna-Ameerika Andid), puuduvad Austraalias. õied ebasarikõisikuis; need ots-

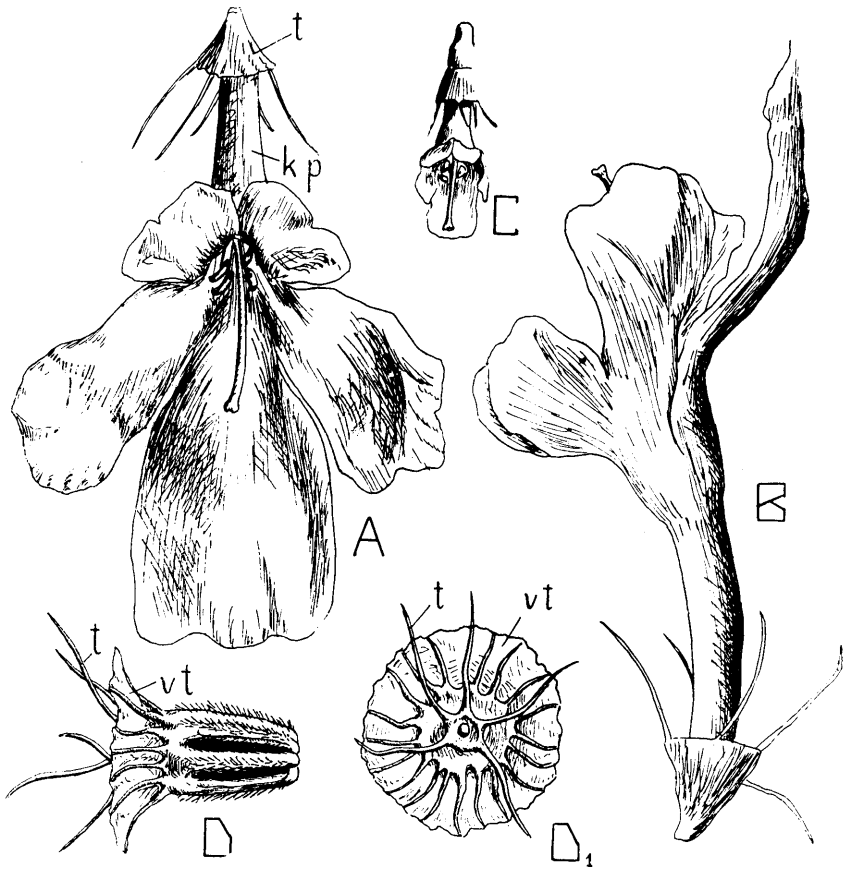


Joon. 57. *Fedia cornucopiae* DC. Suurend.

miste õite kängumise puhul näivalt dihhotoomiliselt harunenud. Tupp suureneb üldiselt peale õitsemist, sageli muutub pappuseks nagu korvõielistel (vt. lk. 68). õied ebasümmeetrilised; kroon liitlehine, viietipmene (haril.), tolmukaid 4—1, $G_{a(3)}$, kuid kolmest pesast kängub kaks, mille tagajärjel vili on üheseemnene, pähkel. *Patrinia**, Siberist kuni Jaapanini, A_4, õied kollased. — *Valerianella,* A_3. *V. olitoria* Poll.*, salatkännak, euroopa liik, ka Eestis. — *Valeriana.* A_3. *Valeriana officinalis* L., palderjan, euraasia liik. Eriti rohkesti on *Valeriana* liike Lõuna-Ameerika Andides, kus neid leidub õige mitmesugustes eluvormides (padjandtaimed, rosett-taimed tugevasti arenenud juure- ja risoomiga jt.). — *Fedia,* A_2. *F. cornucopiae* DC., mediterraanne liik. — *Centranthus.* A_1. *C. calcitrapa* Desf., mediterraanne liik.

Dipsacaceae. Vana-maailma paraja ja sooja vöötme taimed, vähesed ulatuvad troopikamaadesse; ühe- kuni mitmeaastased rohttaimed, harva poolpõõsad vastakute, alusel sageli ühtekasva-

nud lehtedega. Õied kõrglehtedest ümbritsetud nuttides, üksikõite alusel välistupp. Tupplehti neli või viis. Kroon liitlehine, $C_{(4-5)}$. Tolmukaid 4 või osalise kängumise tagajärjel vähem. G_{a1}. Sigimik ühepesane, ühe seemnepungaga. Vili seemnis,



Joon. 58. *Scabiosa ochroleuca* L. A — nuti välimine õis eestvaates, B — sama küljelt (*kp* — krooni putk, *t* — tupp). C — nuti sisemine õis. D ja D_1 — poolvalminud viljad tupe (*t*) ja välistupega (*vt*). Kõik 6 × suur.

sageli püsivad viljadel tupp ja välistupp. Välistupp on karakteerne äärisetaoline kate, sageli neljatipmeline, on tekkinud alglehtedest (Eichler, Höck). *Cephalaria.* Välistupp neljatipmene, samuti kroon. *C. tatarica* Schr., kõrge püsik helekollaste õitega, Ukrainas, Kaukasuses ja Pärsias. — *Dipsacus. D. silvester* Huds.*, Kesk-Euroopas. — *Succisa. S. pratensis* Mnch., Peetri

piibeleht, eurosiberi liik. — *Succisella. S. inflexa* G. Beck, Kesk-Euroopas. — *Knautia. K. arvensis* (L.) Coult., äiatar, euroopa liik. — *Scabiosa. S. ochroleuca* L., pontiline liik, ka Lõuna-Siberis; *S. atropurpurea* L., ilutaim, väga lähedane mediterraansele *S. maritima* L.

Mõningate kaheiduleheste sugukondade sugulus teiste praegu maakeral esinevate sugukondadega on väga küsitav, nagu seda nägime osalt ka eespool, mis ju ka arusaadav, sest meie ees on tegelikult taimeriigi „arenemispuu" isoleeritud ladvad, kuna selle „oksad" siin-seal veel harudena koos püsivad, mujal aga on üsna isoleeritud, sest evolutsioon pidi paratamatult põhjustama „arenemispuu tüve ja peaharude" hävimise. On endastmõistetav, et ühegi praegu olemasoleva sugukonna kohta ei saa seetõttu väita, et ta on tekkinud teisest praegu elavast sugukonnast, küll aga võib otsida s u g u l u s t praegu eksisteerivate sugukondade vahel ning püüda selgitada nimetatud suguluse ulatust (vt. lk. 22). Seesuguste, väga isoleeritult seisvate sugukondade hulka kuuluvad eriti järgmised: *Proteaceae; Tamaricaceae* ja *Salicaceae; Juglandaceae* ja *Myricaceae; Fagaceae* ja *Betulaceae; Casuarinaceae.*

Proteaceae. Enamikus subtroopiliste korrapärase kuiva ajaga maade taimi, eriti rohkesti Austraalias ja Kapimaal (ka Kagu-Aasias, Lõuna-Ameerikas ja mujal). Puud ja põõsad, harva püsikud, millede lehed on vahelduvad, paljad või 1- kuni 2-rakuste karvadega kaetud. Õied kahesugulised, harva kängumise tagajärjel ühesugulised, aktinomorfsed või sügomorfsed. Harilik õievalem: $\ast P_{(4)} A_4 G_{\underline{1}}$. Vili kukkurvili, kupar, luuvili või pähkel. Seemneid üks kuni mitu, endospermita. Sigimiku alusel on sageli meeketta väljakasve (effiguratsioone), mis on eri liikidel erisugused, ka esineb mitmel puhul günofoor (emaka kandja). Õietolmu edasikandmine toimub putukate abil (protandria!). *Protea**, enamik Kapimaal. — *Leucadendron**, nagu eelminegi. *L. argenteum* R. Br.*, hõbehalli karvkattega. — *Hakea**, Austraalias, üle 100 liigi. — *Banksia**. Õied tihedais peasarnaseis õisikuis, kahekaupa. Iga õiepaar katelehe ja kahe alglehega, mis koos õiekattega püsivad ka vilikonnas (koguviljas); viimane on omapärase välimusega arvukate avanenud kukkurviljade tõttu. Austraalias, puid ja põõsaid. — *Grevillea,* lk. 332.

Tamaricaceae. Väike, Vahemeremaades ja Kesk-Aasias levinud stepi- ja kõrvetaimede sugukond. *Tamaricaceae* on puistaimed või püsikud vahelduvate erikoidsete või soomusjate lehtedega. Õievalem: $\ast K_{5-4} C_{5-4} A_{5-\infty} G_{ü(3-5)}$. Õites esineb meeketas (discus), sigimik ühepesane. Vili aluseni avanev kupar. Seemned varustatud lendkarvadega. *Tamarix**, puud ja põõsad, väikeste soomusjate lehtedega. *T. gallica* L.*, läänepoolseil Vahemeremail; *T. africana* L.* jt. — *Myricaria**. *M. germanica* (L.) Desv.*, Kaukasuses ja Euroopa mäestikes.

Salicaceae, lk. 148.

Myricaceae. Väike sugukond ühe perekonnaga: *Myrica.* õied ühesugulised, väikestes urvataolistes peades, õiekatteta. *M. gale* L., porss, ♂ õied kahe alglehega, mis sigimikuga [$G_{(2)}$] ühte kasvades moodustavad tiivulise üheseemnese pähklitaolise ebavilja. ♂ õis: $P_0 A_4 G_0$. Ka Eestis rabadel ja soorabadel esinev porss on kahekojane, vara kevadel õitsev väike põõsas.

Juglandaceae, lk. 150.

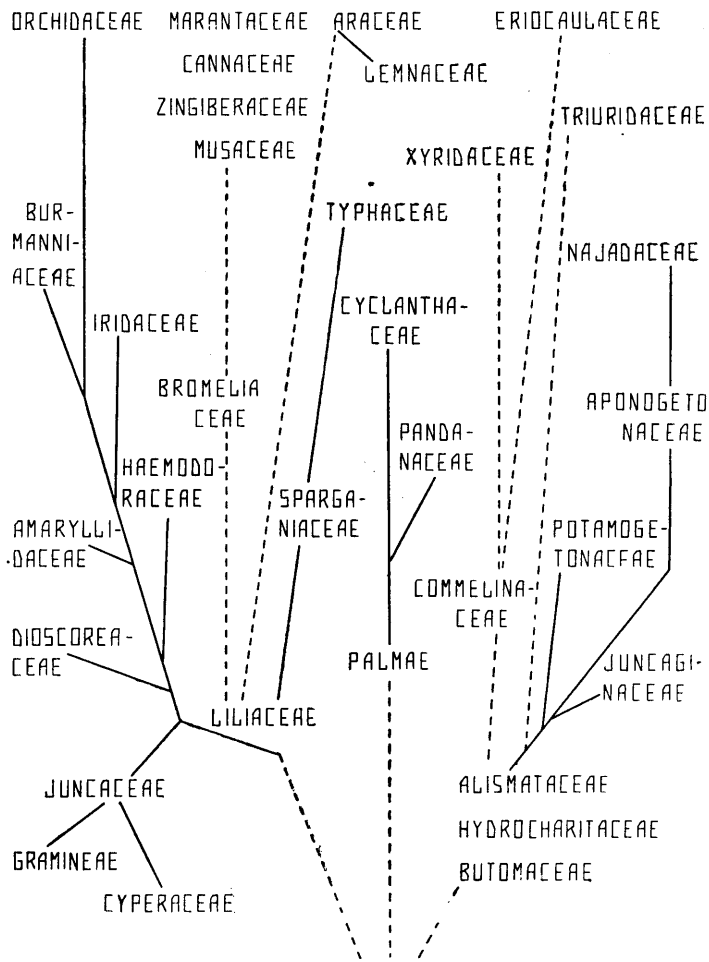
Betulaceae, lk. 149.

Fagaceae, lk. 149.

Casuarinaceae. Malai saarestikus, Austraalias ja Vaikse ookeani saaril levinud väike, osjasid ja *Ephedra* liikisid meenutavate puistaimede sugukond. Lehed on väikesed, soomusjad, asuvad männastes rohelistel assimileerivatel vartel, mille õhulõhed on peidetud varre peentesse pikivagudesse (siin sageli tihe karvkate). Õied ühesugulised, teise sugupoole rudimentideta (primaarne ühesugulus!). Isasõitel koosneb õiekate kahest väikesest lehest ning kahest alglehest. Valem: $P_2 A_1$. Tolmukas on õies tsentraalne, nelja tolmupesaga. Isasõied on peasarnaseis õite männaseist koosnevais õisikuis, kusjuures iga õitemännas on ümbritsetud erilisest ühtekasvanud kõrglehtede kattest. Emasõied on kerajais õisikuis, õiekatteta, katelehe ja kahe alglehega. Valem: $P_0 G_{ü(2)}$. Vili on 2- kuni 4-seemnene sulgvili, ümbritsetud puitunud alglehtedest. Ainus perekond: *Casuarina,* lk. 381.

II. Üheidulehesed (Monocotyledoneae).

Üheidulehesed on kahtlemata väga vana taimerühm maakeral, nagu seda tõendab ka asjaolu, et väga differentseerunud vegetatiivsete organite ja õitega üheiduleheste sugukond *Orchidaceae*



Joon. 59. Üheiduleheste sugukondade arvatav sugulus.

on suurim õistaimede sugukond, sest siia kuulub üle 20 000 liigi. Mitmed autorid (Wettstein, Hutchinson jt.) tuletavad üheiduleheseid taimi kaheidulehestest, nimelt seltsist *Polycarpicae*, kuhu kuuluvad sugukonnad *Ranunculaceae, Cabombaceae, Ceratophyllaceae, Nymphaeaceae* jt. (vt. lk. 22). Kahtlemata lähenevad nimetatud taimed mitmesugustes tunnustes üheidulehestele. Siiski on üheiduleheste teke tänapäeval alles selgitamata. On põhjendatult oletatud (Campbell, Calestani jt.), et see igivana taimeklass on tekkinud paljasseemnestest otseselt,

seega mitte üle seltsi *Polycarpicae*. Ka on võimalik, et üheidulehesed on tekkelt polüfüleetilised (vt. joon. 59).

Butomaceae. õievalem: $\ast K_3 C_3 A_{9-\infty} G_{ü6-\infty}$. Üldiselt on õiekate differentseerunud tupeks (K) ja krooniks (C), kuid näit. *Butomus*'el erinevad need omavahel vähe. Vili on kukkurvili, seemneid palju, need endospermita. Siia kuuluvad mitmeaastased vee- ja sootaimed harilikult juurmiste lehtedega; õied üksikult või sarikais. Tüübiks on *Butomus umbellatus* L. (luigelill). Õievalem: $\ast K_3 C_3 A_{6+3} G_{ü6}$. Apokarpne (lahkviljalehtne) emakkond ning suhteliselt suur kroonjas õiekate lähendavad *Butomaceae* sugukonna teatavatele tulikõielistele *(Helleboroideae)*.

Hydrocharitaceae. Samuti vee- ja sootaimed, kas ujulehtedega või veesisesed, osalt soolases vees. Võrreldes eelmise sugukonnaga on nende iseärasuseks sünkarpne alumine sigimik. Tähtsamad perekonnad: *Elodea* (*E. canadensis*, ♀ ja ♂ õitega, kahekojane), *Vallisneria*, lk. 242, *Stratiotes* [*S. aloides* L., vesikarikas, kahekojane. ♀ õied: $\ast K_3 C_3 A_{6+3+3} G_0$; ♂ õied: $\ast K_3 C_3 A_0 G_{ü(6)}$], *Hydrocharis* (*H. morsus ranae* L., vesikilbukas).

Alismataceae. Sugukonna tüübiks on *Alisma plantago aquatica* L. (süstemaatilise osakonna basseinis). Õievalem: $\ast K_3 C_3 A_{6+0} G_{ü\infty}$. Iseloomulik on suur viljalehtede arv ning apokarpne günetseum (vili pähklike), nagu see kaheidulehestest omane tulikõielistele. *Alismataceae* on vee- ja sootaimed (lk. 241).

Triuridaceae*. Väikesed troopilised kollakad kuni punased saprofüüdid, soomusjate lehtedega. Õied väikesed, ühesugulised, ühe- või kahekojased. P_{3-8}, alumises osas enam-vähem liitunud, A_{2-6}, tolmukatel puuduvad haril. tolmukaniidid, $G_{ü\infty}$. Vili pähklike.

Potamogetonaceae*. Veesisesed mageda ja soolase vee taimed kahes reas asetsevate lehtedega, viimastel arenenud tupp ning abileht (-lehed). Õied vähe silmapaistvad, harilikult ilma õiekatteta (erand *Zannichellia* liigid). *Zostera*. *Z. marina* L., merihein e. heinmuda, kosmopoliitse levikuga meretaim, ka Eesti rannikuvetes, niitjate õietolmu „teradega", mida merevesi edasi kannab. — *Posidonia*. *P. oceanica* (L.) Del., peamiselt Vahemeres. — *Potamogeton*, penikeeled. $\ast P_0 A_{2+2} G_{ü4}$, tolmuterad kerajad, õietolmu edasikandmine toimub tuule abil. Eestis mitmed liigid (*P. natans* L., *P. perfoliatus* L., *P. gramineus* L. jt.). — *Ruppia*. — *Zannichellia*.

Juncaginaceae.* Mitmeaastased niiskete asukohtade rohttaimed juurmiste lineaalsete lehtedega. õied otsmises kobaras, väikesed, ✳ $P_{3+3}\ A_{3+3}\ G_{ü3+3}$. Apokarpse emakkonna kolm viljalehte känguvad, mille tagajärjel lõpuks tekib kolm pähklikest. *Triglochin. T. palustris* L., *T. maritima* L., mõlemad ka Eestis. — *Scheuchzeria. S. palustris* L., rabakas, Eestis sage.

Aponogetonaceae.* Vana-maailma troopilisi veetaimi mugulja varrega ning juurmiste lehtedega (need mõningatel liikidel tihedalt auklikud). $P_{3-1}\ A_{3+3}\ G_{ü3}$, kuid esinevad ka teised arvud (A_{12}, $G_{ü6}$ jt.). Sugukonna ainus perekond: *Aponogeton.*

Najadaceae.* Väikesed üheaastased veesisesed taimed, vastakute lehtedega. õied ü h e s u g u l i s e d, ♂ õied ühe tolmukaga, ♁ õied ühe seemnepungaga sigimikus. *Najas. N. marina* L., kosmopoliit, ka Eesti vetes.

Commelinaceae. Siia kuuluvad mitmeaastased rohttaimed (püsikud), millede lehed on kinnise tupega. Põhivalem: ✳ $K_3\ C_3\ A_{3+3}\ G_{ü(3)}$. Ent sellest põhivalemist võivad esineda mitmed kõrvalekaldumised õite muutudes sügomorfseiks, ka võib tolmukate arv olla väikesem, samuti viljalehtede arv väheneda kahele. Esindajad: *Tradescantia virginiana* L., varieeruv liik Põhja-Ameerikast, karvaste tolmukaniitidega; *T. reflexa* Rafin., samuti Põhja-Ameerikast jt. Mitmed selle sugukonna perekonnad *(Rhoeo, Commelina, Tradescantia, Zebrina)* on esindatud orhideede-hoones (lk. 197). Sugukonnast *Commelinaceae* on tuletatud sugukondi *Xyridaceae* ja *Eriocaulaceae.*

Xyridaceae.* Troopilise Ameerika, osalt ka Aafrika, kahekuni mitmeaastased lineaalsete juurmiste lehtedega sootaimed. õievalem: ·|· $K_3\ C_3\ A_{0+3}\ G_{ü(3)}$. Vili kupar.

Eriocaulaceae.* Troopiliste mäestikkude (eriti Lõuna-Ameerika) hügrofüüdid karakteersete pikavarreliste nutitaoliste õisikutega („üheidulehesed korvõielised"), mis ümbritsetud soomusjatest katelehtedest. õied väikesed, õievalem: ♂ õied — $P_{3+3}\ A_{3+3}$ Grud. või $P_{3+3}\ A_{2+2}\ G_0$; ♁ õied — $P_{3+3}\ A_0\ G_{ü(3-2)}$. *Eriocaulon* jt. õied kas ✳ või ·|·.

Palmae, lk. 181—183.

Pandanaceae, lk. 181.

Cyclanthaceae. Palmidega sarnanevad troopilise Lõuna-Ameerika rohtjad püsikud või lühikese puitunud tüvega taimed,

voldiliste, sageli kahehõlmaste lehtedega. õied ühesugulised, ♂ ja ♀ õied ainulaadse korrapärasusega kogu tõlvikus. Tähtsamad perekonnad: *Carludovica* (lk. 173) ja *Cyclanthus**.

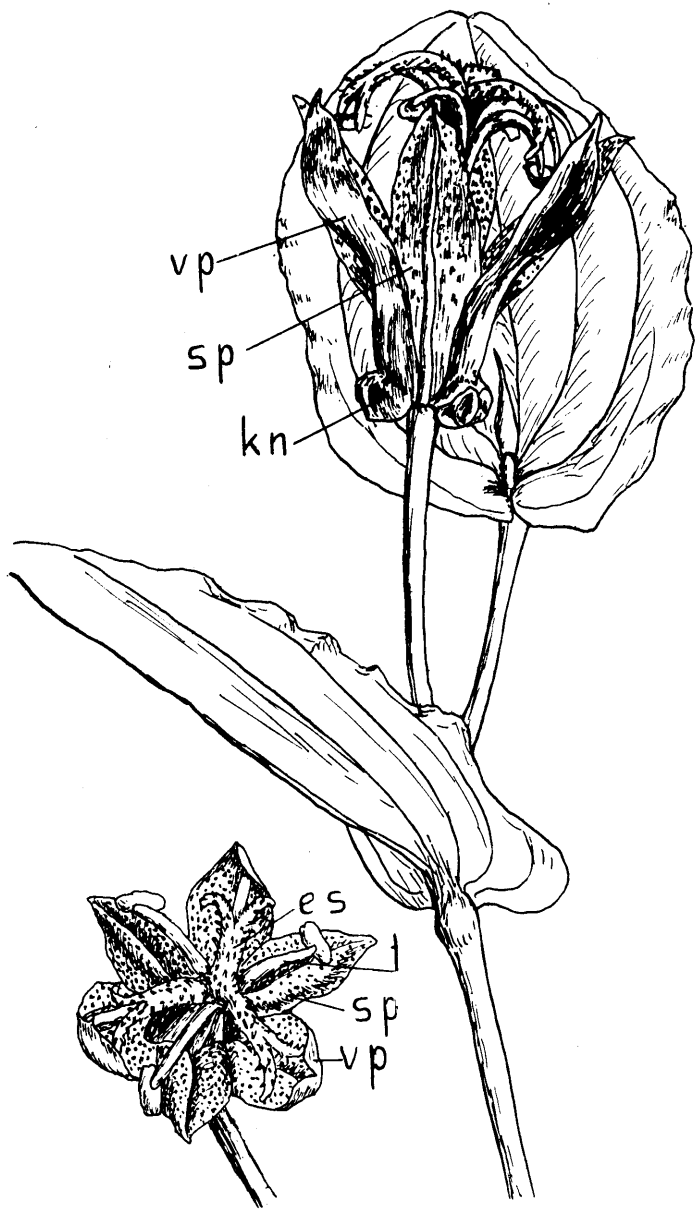
Liliaceae. Kogu maakeral levinud sugukond, peamiselt püsikud juurikate või sibulatega, kuid ka üheaastased, poolpõõsad, põõsad ja tuttvõrapuud, ligi 2800 l. õied harilikult kahesugulised, kolmetiste õiemännastega, sageli suured ning silmapaistvad. õievalem: $\ast P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$. Viljad väga mitmesugused, osalt



Joon. 60. *Uvularia grandiflora* Sm. 21. V 1936.

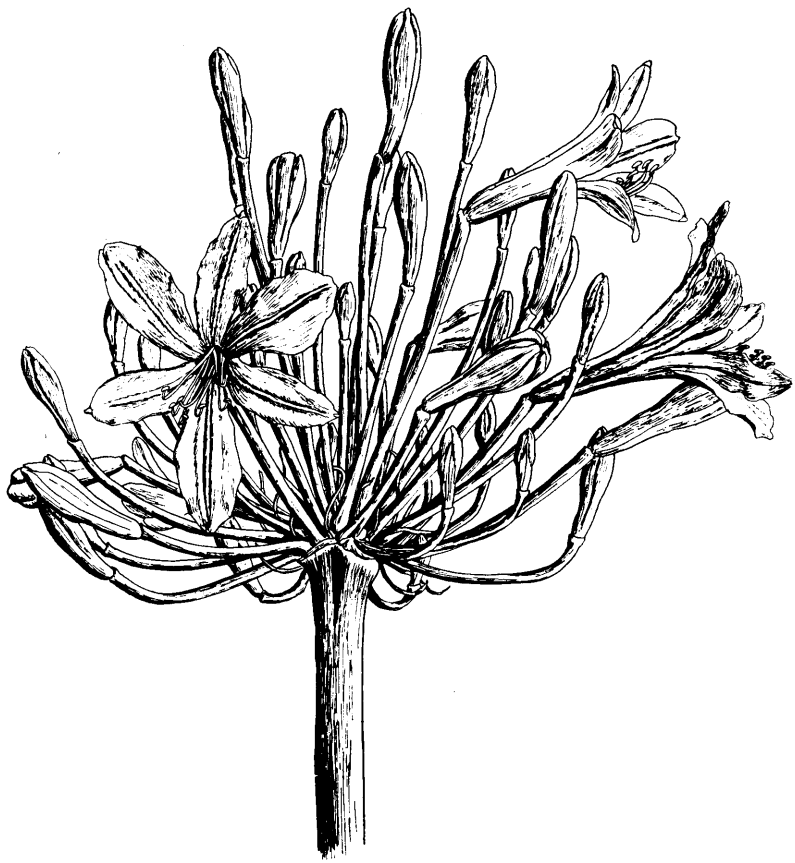
kuivviljad (kupar), osalt lihakad (mari). Seemned lihaka või krõmpsja endospermiga. E n g l e r'i järgi jaguneb liilialiste sugukond järgmisteks alasugukondadeks:

1. *M e l a n t h o i d e a e.* Esinevad risoomid, osalt ka sibulad. Kuprad harilikult pesa-avanevad (lokulitsiidsed), harvemini sein-avanevad (septitsiidsed). Perekonnad: *Zygadenus, Veratrum, Tofieldia, Uvularia, Tricyrtis, Colchicum* jt. *Zygadenus elegans* Pursh, ameerika liik, südaja nektaariumiga õiekatelehtedel. — *Uvularia grandiflora* J. E. Smith, kollaseõieline, läbistunud lehtedega püsik Põhja-Ameerika metsades. — *Veratrum album* L., *V. nigrum* L., mõlemad suurelehised püsikud, esimene valkjate,



Joon. 61. *Tricyrtis pilosa* Wall. All vasemal õis pealtvaates. *vp* — välised perigoonilehed, *sp* — sisemised perigoonilehed, *kn* — kannus, *es* — emakasuudmed, *t* — tolmukad.

teine punaste õitega. Mürgised. — *Tofieldia calyculata* (L.) Whlb., väikeste kollaste õitega euraasia sootaim. — *Tricyrtis pilosa* Wall., Himaalajas, õitega, mis meenutavad mõningaid *Aquilegia* õite iseärasusi (vt. joon. 61). — *Colchicum autumnale* L., mugultaim, alusel pikaks toruks ühinenud õiekattega. Sigimik talvitub maa sees. Ilmub nähtavale kevadel koos lehtedega.



Joon. 62. *Agapanthus umbellatus* L'Hérit. Sarikõisik. $^4/_5$ loom. suur.

2. *Herrerioideae.* Mugulaga ning vänduva maapealse varrega. *Herreria** (Brasiilias).

3. *Asphodeloideae.* Risoomi või tüvega, mis kannab lehtvõra. Perekonnad: *Asphodelus, Asphodeline, Eremurus* (lk. 124), *Anthericum* (lk. 124), *Chlorophytum* (lk. 184), *Aloë* (lk. 227), *Kniphofia* (lk. 123), *Haworthia* (lk. 226), *Hosta*

(lk. 311), *Hemerocallis, Phormium* jt. — *Eremurus spectabilis* Bieb., kõrgpüsik (Kesk-Aasias, ka Krimmis) lihakate juuremugulate ning pika, kollakaid õisi kandva varbaga *(scapus)*. Kesk-Aasias rida teisi *Eremurus*'e liike. — *Kniphofia uvaria* Hook. Lõuna-Aafrikast. — *Hemerocallis flava* L., euraasia metsa- ja niidutaim suurte kollaste õitega. Õiekate on veel suurem, värvilt punakam *H. fulva*'l L., samuti euraasia liigil, mis kohati esineb mereäärsetel niitudel ning niisketel kohtadel. — *Anthericum ramosum* L., euroopa liik, kuivade kiviste nõlvade taim. — *Paradisia liliastrum* Bert., Lõuna-Euroopa mäestike taim 1700—2400 m kõrgusastmes. — *Hosta* liigid (lk. 311). — *Phormium tenax* Forst. (lk. 331).

4. *Allioideae.* Sibulate, osalt risoomidega või sibulaid kandvate risoomidega. Õisik sarikas, alusel kahe kõrglehega. Perekonnad: *Agapanthus, Gagea* (kuldtähed), *Allium.* — *Agapanthus umbellatus* L'Hérit., võrdlemisi suurte siniseõieliste sarikatega ja juurmiste rihmjate lehtedega, Lõuna-Aafrikast. — Perekond *Allium,* üle 300 liigi, euraasia-boreoameerika levikuga, liikiderohke eriti stepialadel, jaguneb 7 rühmaks (sektsiooniks), milledest on aias esindatud 5.

I rühm: *Porrum.* Sibulad risoomita, sisemiste tolmukate niidid laienenud, kahe hambaga. *Allium vineale* L., euraasia liik; *A. sativum* L., küüslauk; *A. scorodoprasum* L., metslauk, euroopa liik, vt. Eesti osak.

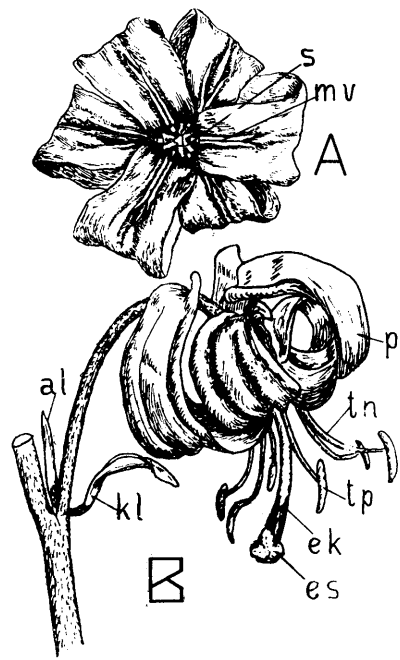
II rühm: *Schoenoprasum.* Sibulatel risoom vähe arenenud. Tolmukad harilikult hambutud. Lehed torujad, seest õõnsad. *A. schoenoprasum* L., murulauk, euraasia-boreoameerika liik, vt. Eesti osak.; *A. cepa* L., söögisibul; *A. fistulosum* L., võimsalt paisunud lehtede ja varrega, kultuurtaim.

III rühm: *Rhiziridium.* Nagu eelmine, kuid sibulad kinnituvad risoomile. *A. hymenorrhizum* Ledeb., Kesk-Aasiast, vt. Siberi osak.; *A. obliquum* L., eurosiberi liik; *A. senescens* L., siberi liik, millele õige lähedane (erineb kitsamate lehtede tõttu jt.) on euroopa l. *A. montanum* Schm.; *A. angulosum* L., eurosiberi liik; *A. victorialis* L., 2—3 elliptilise kuni süstja lehega, euraasia-boreoameerika liik.

IV rühm: *Macrospatha.* Nagu eelmine, kuid õisiku all olevad kõrglehed pikad, ületavad haril. õisikut mitmekordselt. *A. oleraceum* L., haril. rohulauk, euroopa liik, vt. Eesti osak., sigisibulatega õisikus; *A. carinatum* L., õitest välja ulatuvate tolmukatega, euroopa liik; *A. paniculatum* L., euroopa liik, õievarred pikkuselt õige erinevad samas õisikus.

V rühm: *Molium*. Sibulad ilma risoomita, lehed juurmised, laiad. *A. ursinum* L., euroopa liik, vt. Eesti osak., valgete õitega; *A. Moly* L., mediterraanne liik, kollaste õitega [1]).

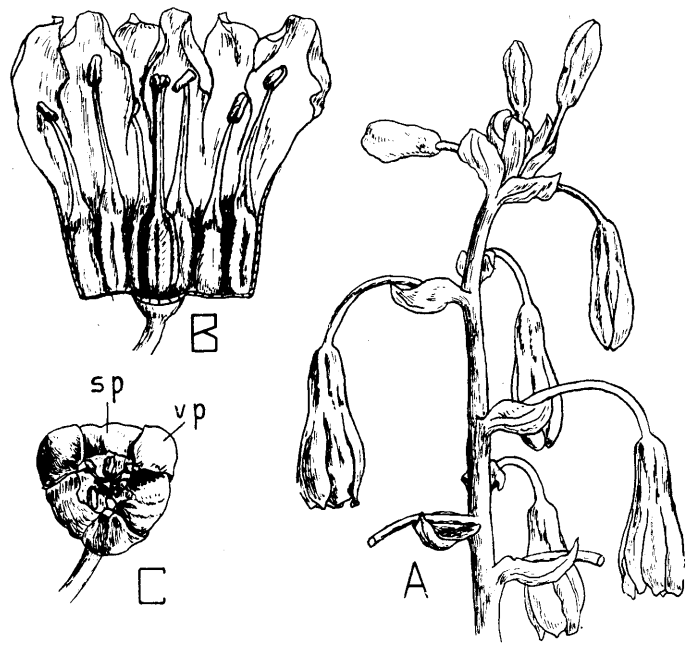
5. *Lilioideae*. Sibulad. õied kobarais või suured üksikõied. Pesa-avanevad kuprad. Perekonnad: *Lilium, Fritillaria, Tulipa, Erythronium, Scilla, Ornithogalum, Puschkinia, Hyacinthus, Muscari, Galtonia* jt. — *Lilium martagon* L., eurosiberi liik, Eestis metsistunud Puhtju laiul; *L. tigrinum* Ker-Gawl., vanimaid kultuurliiliaid, hiina-jaapani päritoluga; *L. longiflorum* Thbg., valgete õitega, hiina-jaapani liik; *L. testaceum* Lindl., aiavorm; *L. croceum* Chaix on *L. bulbiferum*'i L. lähedane, mõlemad Lõuna-Euroopast. Liiliate õielehtedel on sageli suur meevagu, mitmel liigil on sigipungad (*L. bulbiferum* jt.). — *Fritillaria imperialis* L., varre ladvas lehtede kimbuga, millest allapoole ripuvad suured õied, suurte rohkesti nektarit eritavate nektaariumidega, pärit Hommikumailt. — *Tulipa silvestris* L., kollaste õitega, euroopa liik; *T. Gesneriana* L., aedtulp, päritolu teadmata, arvatavasti Hommikumailt. — *Erythronium*, lk. 284 jt. — *Scilla Koenigii* Fomin, helesiniste õitega, Väike-Aasias ja Kaukasuses, kõrgniitudel; *S. sibirica* (vt. lk. 164). — *Ornithogalum umbellatum* L., Euroopa metsataim; *O. tenuifolium* Guss., Lõuna-Euroopa ja Lääne-Aasia stepitaim,



Joon. 63. *Lilium martagon* L. A — õis pealt peale tolmukate ja emakakaela eemaldamist; B — õis küljelt. *p* — perigoonileht, *tn* — tolmukaniit, *tp* — tolmukapea, *mv* — meevagu e. nektarivagu, *ek* — emakakael, *es* — emakasuue, *s* — sigimik, *kl* — kateleht, *al* — algleht. Loom. suur.

[1]) On kerkinud küsimus (Hutchinson), kas on põhjendatud alaperekonna *Allioideae* paigutamine liilialiste sugukonda, kuna selle alaperekonna liigid õisiku ehituselt vastavad kõigiti amarülliliste *(Amaryllidaceae)* sugukonna tunnustele. See muudatus näib olevat põhjendatud, kuigi teda esialgu küll pole mujal tunnustatud.

mõlemad valgete õitega; *O. flavescens* Lam., Lõuna-Euroopa liik, kollaste õitega. — *Hyacinthus. H. orientalis* L.., Balkanil ja Väike-Aasias päriskodune, aedhüatsindi algvorm. — *Muscari botryoides* L., metsataim Lõuna-Euroopas ja Taga-Kaukaasias. *Muscari* liikidel on iseloomulik õisiku otsmiste õite kängumine. õiekate liitlehine, ± kerajas. õievalem nagu teistelgi liilialistel, kuid $P_{(3+3)}$. — *Galtonia candicans* Decne., Lõuna-Aafrikast.



Joon. 64. *Galtonia candicans* Decne. A — osa õisikut; B — õis lahtilõigatud perigooniga, näha tolmukaid ja emakat; C — õis pealtvaates, *vp* — välised perigoonilehed, *sp* — sisemised perigoonilehed. A — $^3/_5$ loom. suur., B ja C — $^6/_5$.

6. *Dracaenoideae.* Enamuses lehtvõraga ja puitunud tüvega. Viljad mitmesugused. *Yucca* (lk. 328). — *Dasylirion,* lk. 328. — *Cordyline,* lk. 184. — *Dracaena,* lk. 184. — *Sansevieria,* lk. 173.

7. *Asparagoideae.* Risoomiga taimed, vili mari. Osalt hästi arenenud lehtedega (perek. *Majanthemum, Polygonatum, Convallaria, Paris, Trillium, Vagnera* jt.), osalt rudimentaarsete lehtedega ning assimileerivate vartega *(Asparagus).* — *Majanthemum bifolium* L., leseleht, väike euraasia metsataim, ka Ees-

tis. — *Polygonatum officinale* L., kandilise varrega, ja *P. multiflorum* (L.) All., ümmarguse varrega (kuutõverohud), samuti euraasia metsataimed. Marjad sinakas-mustad. Viimasega sarnanev *P. Maximowiczii* Schm. on Ida-Aasia liik. — *Convallaria majalis* L., piibeleht, euraasia boreo-ameerika liik, punaste marjadega, ka Eestis metsades. — *Paris quadrifolia* L., ussilakk, musta marjaga euraasia metsataim, ka Eestis. — *Trillium**, osalt aasia, osalt ameerika liigid, varrel lehed kolmetises männases, õis üksik, otsmine. Metsataimed. — *Vagnera* (e. *Tovaria*) *stellata* (L.) Morong, Põhja-Ameerikast. — *Asparagus*, ligi 300 liiki Vanamaailmas, kuivematel aladel. Eestis üks liik — *Asparagus officinalis* L. Üheiduleheste kogus veel: *Asparagus scaber* Brign., mediterraanne liik; *A. brachyphyllus* Turcz., aasia liik; *A. tenuifolius* Lam., mediterraanne liik. Teised *Asparagus*'e liigid vt. lk. 285. *Asparagus*'e liikide eraldamisel on olulised kladoodide kuju (ka ristilõik), suurus ja paigutus, soomusjate lehtede iseloom (kas kannusega või ilma) jne.; ka õied ja marjad annavad rea tunnuseid; õievars on alati liigestunud. — *Danaë racemosa* (L.) Moench, pärislehed soomusjad, nende kaenlas lehesarnased fülloklaadid e. kladoodid (need ei kanna õisi, õied otsmistes õisikutes: erinevus võrreldes *Ruscus*'e liikide fülloklaadidega), Taga-Kaukaasiast. — *Ruscus*, lk. 338.

8. *Smilacoideae*. Põõsad ja poolpõõsad võrksooneliste lehtedega; vili mari. — *Smilax*, lk. 200, 343 jt.

Sugukond *Liliaceae* omab suurt tähtsust paljude üheiduleheste sugukondade fülogeneesi seisukohalt (vt. joon. 59). Kui on võrdlemisi küsitav alles *Araceae* ning sellele sugukonnale kahtlemata lähedase *Lemnaceae* sugukonna tuletamine liilialistest, nagu seda teeb Hutchinson, vaadeldes perekonda *Aspidistra* ning selle lähedasi ühendavate lülidena, on teiste sugukondade omavaheline sugulus üldiselt ilmne. Ühelt poolt on arenemine toimunud tuulelembesuse suunas, millega käsikäes on käinud õieehituse „lihtsustumine" *(Sparganiaceae, Typhaceae, Juncaceae, Gramineae, Cyperaceae)*. Teisiti on mõjustanud õieehitust entomofiilsus. Haru, millel asuvad sugukonnad *Dioscoreaceae, Amaryllidaceae, Haemodoraceae* ning *Iridaceae*, on suhteliselt vähe eemaldunud liilialiste algtüübist. Sellevastu on ekstreemselt putukalembeste *Burmanniaceae* ja *Orchidaceae* sugukonnas õieehitus jõudnud mitmesuguste, sageli otse üllatavate iseärasuste tõttu, mis on ühenduses risttolmlemisega, võiks ütelda ületamatu kõrguseni. Ka harus *Li-*

liaceae — Bromeliaceae — Musaceae, Zingiberaceae, Cannaceae, Marantaceae ilmneb kaugeleulatuv liilialiste põhitüübi progressioon, mis samuti viib orhideesid meenutavale õieehitusele.

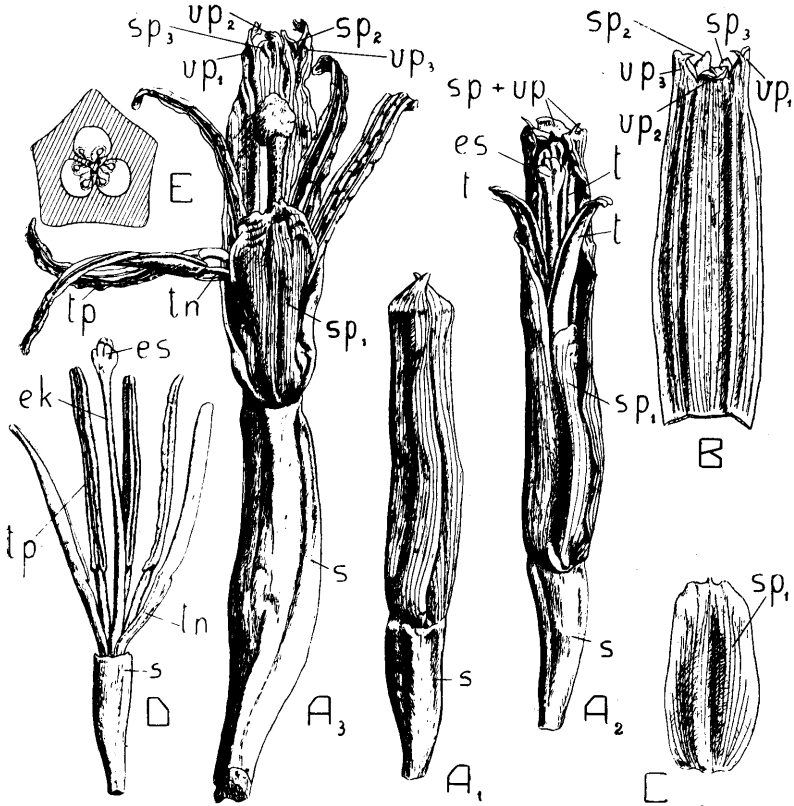
Sparganiaceae.* Paraja ja külma vöötme vee- ja soo-püsiktaimed, ka Austraalias ja Uus-Meremaal. Õied ühesugulised 3-kuni 6-lehese nahkja õiekattega, kerajais osaõisikuis. Alumised osaõisikud koosnevad emasõitest, ülemised isasõitest. Üldine õievalem: $P_{6-3}\,A_{6-3}\,G_0$; $P_{6-3}\,A_0\,G_{(1-2)}$. Vili pähklike. Eestis mitmed *Sparganium*'i (jõetakja) liigid, näit. *S. minimum* Fr., *S. ramosum* Huds., *S. simplex* Huds. jt.

Typhaceae. Soo- ja järvetaimed roomavate risoomidega, vars harunemata. Õied ühesugulised, koondunud otsmisse õisikusse eraldi; alumine õisiku osa koosneb emasõitest (harilik valem: $P_0\,A_0\,G_1$), ülemine isasõitest (haril. valem: $P_0\,A_{3-2}\,G_0$). Õiekatet asendavad karvad, mis ümbritsevad iga õit nii õisiku isaskui ka emasosas. Need karvad ei ole homoloogsed õiekattega; nad funktsioneerivad alul kaitse-, hiljemini lendkarvadena (Engler). *Typha latifolia* L., *T. angustifolia* (hundinuiad, boreotroopilised taimed, ka Eestis), Botaanikaaias basseinis ja saarel. *Sparganiaceae* ja *Typhaceae* „lihtne" õieehitus pole primitiivne tunnus. Nad põlvnevad liikidest, milledel oli õiekate hästi arenenud ning mis kahtlemata olid liilialiste tüüpi, nagu seda näha eriti *Sparganiaceae* sugukonna üldisest õievalemist. *Typhaceae* sugukonnas on õiekate täitsa kadunud, ka on siin tolmukate, samuti kui viljalehtede arvus toimunud kaugeleulatuv reduktsioon, mispärast neid tuleb vaadelda rohkem spetsialiseerunutena (põhitüübist kaugemal seisvatena), kui seda on *Sparganiaceae.*

Araceae, lk. 213. Süstemaatika-osakonnas esindatud kahe liigiga: *Zantedeschia albomaculata* Baill., Lõuna-Aafrikast, ja *Arisaema ringens* Schott, Jaapanist. Enamik Botaanikaaia võhalisi on orhideede-hoones (lk. 213—218). Perekonnad *Acorus* (lk. 217, 345) ja *Calla* on Eestis esindatud (*A. calamus* L. — kalmus, *Calla palustris* L. — soovõhk).

Lemnaceae. Omapärasemaid õistaimede sugukondi. Enamikus kosmopoliitsed taimed, rakisesarnase kehaga, millel puuduvad täiesti lehed, sageli enam-vähem läätsakujulised, ujuvad veepinnal või elavad submersselt, s. o. vee sees. Paljunevad vegetatiivselt. Tütarvõsud tekivad emavõsu nn. taskuis. *Lemnaceae*

on vähimaid õistaimi. Osalt juurtega. Eestis *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid. (vesilääts) ja 3 lemleliiki (*Lemna trisulca* L., *L. gibba* L.* ja *L. minor* L.). *L. minor* on enam-vähem seisvates vetes väga tavaline (rohkesti ka Botaanikaaia tiigis). Juurteta on *Wolffia arrhiza* (L.) Wimm. (ei esine Eestis, vt. lk. 241).



Joon. 65. *Musa paradisiaca* L. A_1, A_2 ja A_3 — õis mitmesuguses vanuses, A_3 poolvalminud viljaga; B — perigooni alumine huul, C — perigooni ülemine huul, D — õis peale perigooni eemaldamist, E — sigimiku ristilõik. *es* — emakasuue, *ek* — emakakael, *s* — sigimik; *vp*1, *vp*2, *vp*3 — perigooni välimine lehtede sõõr, *sp*1, *sp*2, *sp*3 — perigooni sisemine lehtede sõõr, selles ülemine mediaanne leht (*sp*1) vaba; *t* — tolmukas, *tp* — tolmukapea, *tn* — tolmukaniit. A_3, B, C, D — loom. suur., A_1, A_2, E — $^4/_3\times$ suurendatud.

Ühenduses väga intensiivse vegetatiivse paljunemisega on suguorganite tagasiminek, mille tagajärjel õisi leidub võrdl. harva. *Lemnaceae* õied on ühesugulised. Õievalemid: ♂ õis: $P_0\,A_1\,G_0$; ♁ õis: $P_0\,A_0\,G_1$. *Lemnaceae* „lihtne" õie ja vegetatiivsete organite ehitus on kindlasti sekundaarne. Nad on seega väga spetsialiseerunud haru üheiduleheste klassis.

Bromeliaceae, lk. 201—204.

Musaceae. Lehtvõrapuud või rohttaimed, viimased osalt varretud hiigelpüsikud (näit. banaan), levinud nii Vana- kui ka Uue-maailma troopilises ja subtroopilises vöötmes. Harilik õievalem: ·|· P_{3+3} A_{2+3} S_{1+0} $G_{a(3)}$. Vili kuiv või lihakas (marjataoline) kupar, seemned sageli arillusega. *Ravenala,* lk. 177. — *Strelitzia,* lk. 177. — *Musa,* lk. 176, õievalem: ·|· $P_{(3+3)}$ A_{3+2} $G_{a(3)}$.

Zingiberaceae. Troopilised, Ida-Aasias osalt ka subtroopilised, Vana- ja Uue-maailma püsikud sageli muguljate juurikate või muguljalt paksenenud juurtega. Lehed tupega; õied ·|· või asümmeetrilised. Õievalem: ·|· $K_{(3)}$ $C_{(3)}$ A_{0+1} $S_{2+(2)}$ $G_{a(3)}$. Staminoodid (s) on kroonjad, üks neist suurem, nn. huul *(labellum)* vastab kahele liitunud staminoodile. Niitjas emakakael on tolmuka vaos. Vili kupar, seemned hästi arenenud jahuse, endospermi ümbritseva perispermiga.

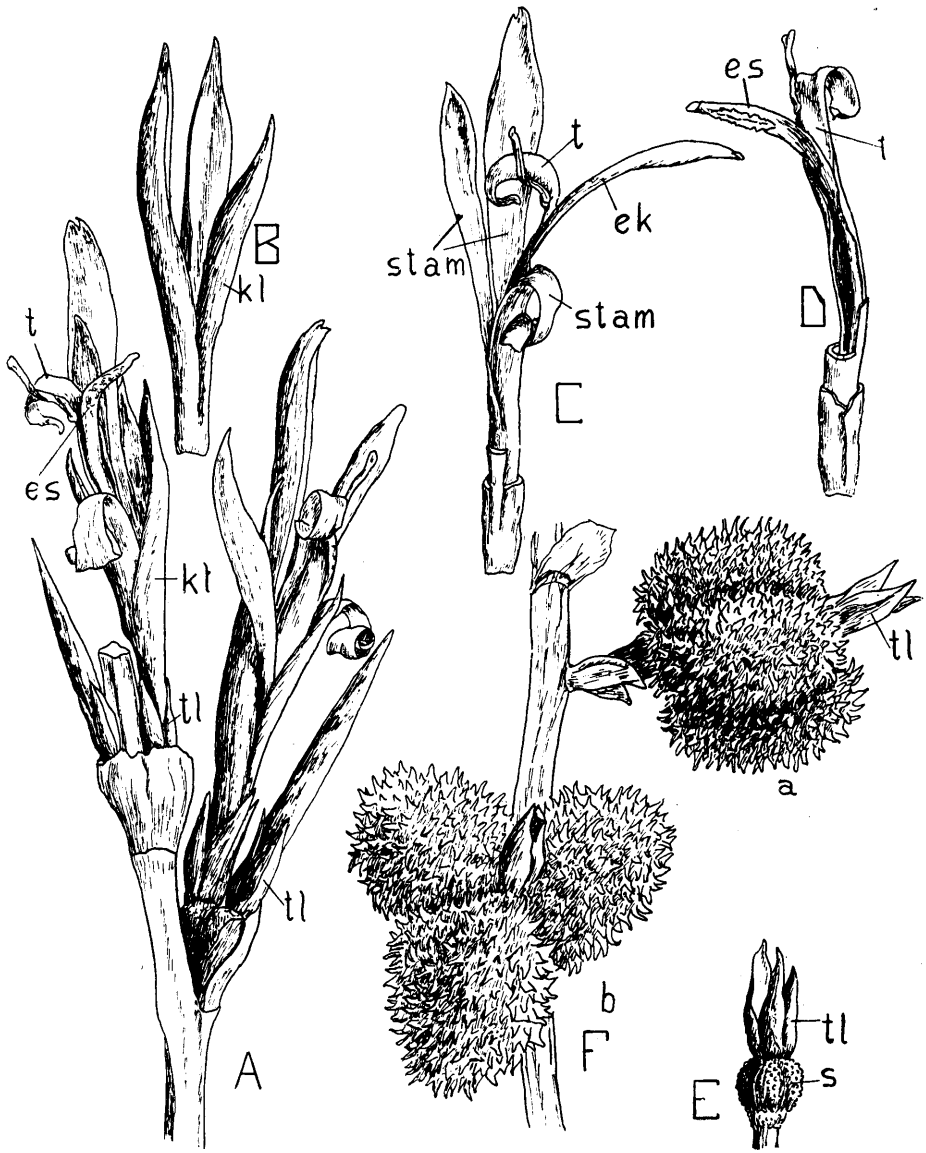
1. alasuguk. *Zingiberoideae.* Leheseis distihne. *Hedychium. — Brachychilus,* lk. 250. — *Kaempferia. — Curcuma. — Zingiber. Z. officinale* Roscoe, ingver (juurikad). — *Elettaria. E. cardamomum* Maton*, kardamom (viljad).

2. alasuguk. *Costoideae.* Leheseis spiraalne. *Costus,* lk. 253.

Cannaceae. Peamiselt troopilise Ameerika kuni 4 m kõrged püsiktaimed. Lehtedel puudub keeleke, ka ei leidu leherootsu liigest, mis on iseloomulik mõningatele lähedastele sugukondadele. Õieehitus õige omapärane kaugeleulatuva andrötseumi reduktsiooni tõttu, sest õites on vaid üks tolmukas fertiilne ning seegi ainult ühes teekas. Teised tolmukad on moondunud kroonjateks staminoodideks; ka lame emakakael, samuti fertiilse tolmuka steriilne osa on kroonjad. Õievalem (*Canna*): K_3 $C_{(3)}$ A_{0+1} S_{2+1} $G_{a(3)}$. Õitel puudub sümmeetriapind, nad on seega asümmeetrilised. Vili kupar, seemned perispermi- ja õhukese endospermikihiga. Sugukonna ainus perekond on *Canna. C. indica* L., sageli kultuuris ilutaimena.

Marantaceae, lk. 197.

Dioscoreaceae. Rohttaimed (püsikud) juuremugulatega (need osalt õige suured) või juurikatega. Esinevad ka maapealsed varrepaksendid (tüü). Lehed rootsuga, sageli enam-vähem südaja alusega, võrkja soonestisega. Õied vähe silmapaistvad, harilikult



Joon. 66. *Canna indica* L. A — õisiku osa, B — kroon, C — õis, millel kõrvaldatud tupp ja kroon, D — nagu eelmine, kuid eemaldatud on ka staminoodid, E — sigimik tupplehtedega, F — poolvalminud kolmepesane vili (*a* — küljelt, *b* — pealt). *tl* — tuppleht, *kl* — kroonleht, *t* — tolmukas, *stam* — kroonjad staminoodid, *ek* — emakakael, *es* — emakasuue. Kõik $^5/_4$ loom. suur.

ühesugulised, ♂ õied: ♀ $P_{3+3}A_{3+3}G_0$; ♂ õied: ♀ $P_{3+3}A_0G_{0+3}$. Paljudel liikidel on andrötseum A_3S_3, ka leidub ♂ õites emaka rudimente. Siia kuuluvatel taimedel on rida primitiivseid tunnuseid. Nende vartes (paljud on liaanid) on juhtkimbud alul ühes ringis; ka on juhtkimpude kulg erinev tüüpilisest üheiduleheste juhtkimpude käigust. *Dioscorea* liigid (lk. 183), süstemaatika-



Joon. 67. *Narcissus pseudonarcissus* L. 15. V 1934.

osakonnas *Dioscorea caucasica* Lipski, Taga-Kaukaasia endeemne liik. — *Testudinaria*, lk. 230. — *Tamus*, lk. 334.

Haemodoraceae. Väike, peamiselt troopiline sugukond (Aafrikas, Aasias ja Ameerikas) püsiktaimi kahereallselt asetsevate lineaalsete lehtedega. Õied haril.: ♀ $P_{3+3}A_{0+3}G_{(3)}$. Sigimik kas ülemine või alumine. Vastandina sugukonnale *Iridaceae* on siin kängunud v ä l i m i n e tolmukate sõõr, vili on kolmepesane pesa-avanev kupar. *Haemodorum**, Austraalias.

Amaryllidaceae. Liilialiste sugukonnale väga lähedane. Erineb sellest peamiselt alumise sigimiku tõttu, üldine õievalem

on: $\ast P_{3+3} A_{3+3} G_{a(3)}$. Jaguneb alasugukondadeks *Amaryllidoideae, Agavoideae, Hypoxidoideae.*

1. alasuguk. *A m a r y l l i d o i d e a e.* Sibultaimed, õied lehtedeta varva otsas. *Haemanthus,* lk. 185, *Galanthus, Leucojum, Zephyranthes, Crinum,* lk. 341, *Ixiolirion*, Eucharis,* lk. 185, *Hymenocallis,* lk. 185, *Hippeastrum, Narcissus. — Galanthus nivalis* L., sisemised õiekatelehed rohelise täpiga tipul, varakevadel õitsev Euroopa ja Kaukasuse metsataim. Eestis metsikult ei esine. — *Leucojum vernum* L., Kesk- ja Lõuna-Euroopa metsataim, õied valged, vara kevadel. — *Narcissus poëticus* L., metsikult Lõuna-Euroopas, õiekattel punane lisakroon *(paracorolla).* Eriti tugevasti arenenud on lisakroon kollaseõielisel *Narcissus pseudonarcissus*'el L., atlantilis-mediterraanse levikuga liigil, esineb ka Taga-Kaukaasias.

2. alasuguk. *A g a v o i d e a e.* Taimed risoomidega, lehed sageli lihakad, juurmised. *Agave,* lk. 328. — *Fourcroya,* lk. 330.

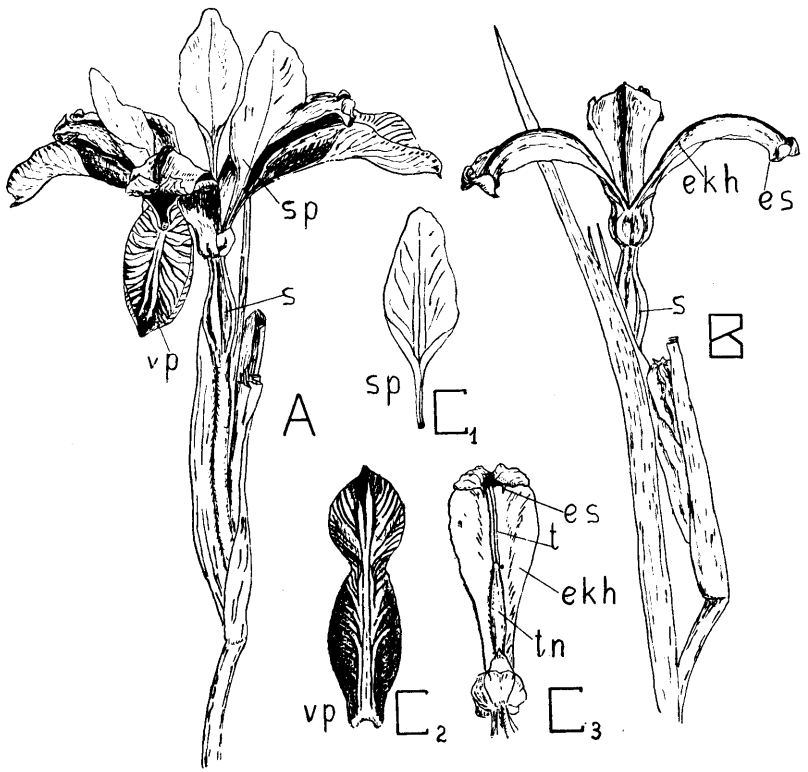
3. alasuguk. *H y p o x i d o i d e a e. Alstroemeria*,* mugultaimed Lõuna-Ameerikas.

Iridaceae. Püsikud, juurikate, mugulate või sibulatega. Lehed sageli tupe ja vertikaalselt seisva lehelabaga, mis nähtavasti on tekkinud sel teel, et lehelaba morfoloogiliselt ülemine pind kokkukasvamise tõttu on kadunud. Õievalem: $\ast P_{3+3} A_{3+0} G_{a(3)}$. Õiekatte välimise ringi lehed erinevad harilikult suuruselt ja kujult sisemise ringi lehtedest. Karakteerne on ka tolmukate sisemise sõõri täielik kadu. Progressiooni tähendab samuti emakasuudmete muutumine kroonjaiks, mille tõttu iirise üks õis ehituselt vastab bioloogiliselt kolmele huulõielise õiele, sest siin on emakasuudmete tolmukaist üle kasvamise tagajärjel tekkinud kolm „õit", milledest igaüks funktsioneerib sugutamisel ja tolmu edasikandmisel täitsa iseseisvalt. Nimetatud iseärasused õieehituses (osa *Iridaceae* sugukonnast omab pealegi sügomorfseid õisi, näit. *Gladiolus*) ühes lehtede erilise ehitusega õigustavad kõigiti *Iridaceae* sugukonna asetamist *Liliaceae — Amaryllidaceae — Iridaceae* joone tipule, *Amaryllidaceae* sugukonnast kõrgemale. Alasuguk.: *C r o c o i d e a e, I r i d o i d e a e, I x i o i d e a e.*

1. *C r o c o i d e a e.* Üksikõied. *Crocus* (safran). *Crocus vernus* L., Kesk- ja Lõuna-Euroopa mägedes Püreneedest Balkanini, kus ta tõuseb kohati kuni 2400 m kõrgusele. Õitseb kohe peale lume kadumist. Emakasuudmed harulised.

2. *Iridoideae.* õied lehvikõisikuis, aktinomorfsed. Perekonnad *Iris* ja *Marica.* Perek. *Iris* on euraasia-boreoameerika levikuga. Siia kuulub üle 200 liigi, mis jagunevad mitmesse rühma. Aias on esindatud järgmised rühmad.

A. *Apogon.* õiekatte hõlmad karvadeta, *Iris sibirica* L., eurosiberi liik, esineb metsikult ka Eestis; *I. ruthenica* Ker,



Joon. 68. *Iris graminea* L. A — õisiku osa ühe õiega (*vp* — välised perigoonilehed, *sp* — sisemised perigoonilehed), B — nagu eelminegi, kuid perigoon on eemaldatud, samuti õie kolm tolmukat; näha kroonjad emakakaela harud (*ekh*), *es* — emakasuue, *s* — sigimik. C_1 ja C_2 — sisemine ja väline perigoonileht ning (C_3) kroonjas emakakaela haru alt, selle all oleva tolmuka ning emakasuudmega (*es*). Kõik loom. suur.

Kesk- ja Ida-Aasia liik; *I. graminea* L., Lõuna-Euroopas ja Kaukasuses; *I. pseudacorus* L., eurosiberi kollaseõieline sootaim, ka Eestis; *I. versicolor* L., violetset värvi õitega, atlantilises Põhja-Ameerikas.

B. *Pogoniris.* õiekatte välishõlmad mitmerakuliste karvadega. *Iris pumila* L., Kesk- ja Kagu-Euroopas, ka Kaukasuses ja Väike-Aasias; *Iris pallida* L., kõrglehed (nn. spaatad) täiesti nahkjad, õied helelillad, kultuurtaim.

3. *Ixioideae.* õied sügomorfsed. *Gladiolus imbricatus* L., euroopa liik, Eestis kohati; *Gladiolus psittacinus* Hook., Lõuna-Aafrikas, kollase-punase kirjude õitega; *G. cardinalis* Curt., Lõuna-Aafrikas, õied punased, kolm alumist õiekatelehte punakas-violetsed, seest valkja täpiga; *G. primulinus* Baker, troopilise Aafrika vihmametsades, kollaste õitega.

Sugukond *Amaryllidaceae* erineb liilialistest, nagu nägime eespool, kõige pealt alumise sigimiku tõttu, on seega süsteemis kõrgemal asetsev sugukond kui viimane. Sellest sugukonnast tuletuvad *Iridaceae* on alal hoidnud sigimiku osas eespool-nimetatud progressiooni ning kaugeleulatuvalt spetsialiseerunud ka õie ehituses, kuna tolmukaist on püsima jäänud vaid välimine tolmukate sõõr. Veel tunduvalt kaugemale ulatub progressioon järgnevates sugukondades — *Burmanniaceae* ja *Orchidaceae.*

Burmanniaceae.* Troopilised ja subtroopilised taimed, sageli saprofüüdid, välimuselt orhideedega sarnanevad ning samasuguste eostesarnaste seemnetega nagu viimasedki, kuid seemned siin endospermiga. Sigimik koosneb 1—3 viljalehest, on alumine. Erinevad orhideedest enamikus aktinomorfsete õite poolest. õied sageli omapärase välimusega (näit. *Thismia Neptuni*'l kolm kroonlehte pikkade püstiste nõeljate lisemetega). Harilik õievalem: $\ast K_3 C_3 A_{0+3} G_{a(3)}$.

Orchidaceae, lk. 204. Väljas aias kasvavad peamiselt mõned *Orchis*'e liigid (*O. maculata* L., *O. incarnata* L., *O. militaris* L., jt.), *Gymnadenia conopea* Gren., *Epipactis palustris* (L.) Crantz jt. (vt. Eesti osakond, arstitaimede osakond). Enamik Botaanikaaia orhideedest on orhideede-hoones. Et orhideede õied on eranditult sügomorfsed ning tolmukate arv on kas 1 või 2, siis on neil üheiduleheste taimede õie põhiskeem õige oluliselt muutunud, kuigi neid kergesti võib tuletada õiest, mis ehituselt vastas praegustele liilialistele. Eestis esinevaid orhideesid (käpalisi) on arvult üle 30. Enamikul neist on õied suhteliselt väikesed. On eranditult püsiktaimed, varustatud kas juuremugulatega *(Orchis)* või aga juurikatega (risoomidega).

Skeemil lk. 118 on liilialistest laskuva haruna antud joon *Liliaceae — Juncaceae — Gramineae* ja *Cyperaceae;* viimased ei ole, välisele sarnasusele vaatamata, mitte otseses suguluses. Nagu selgub järgnevast sugukondade kirjeldisest, on siin evolutsioon

toimunud õie lihtsustamise suunas. Tunduvalt vähenenud pole mitte ainult õie osade arv — asjaolu, mida võisime konstateerida kõigil üheiduleheste harude tippudel —, vaid siin on ka õiekate järjest väheneva tähtsusega. See reduktsioon on jõudnud eriti kaugele lõikheinalistel *(Cyperaceae)*.

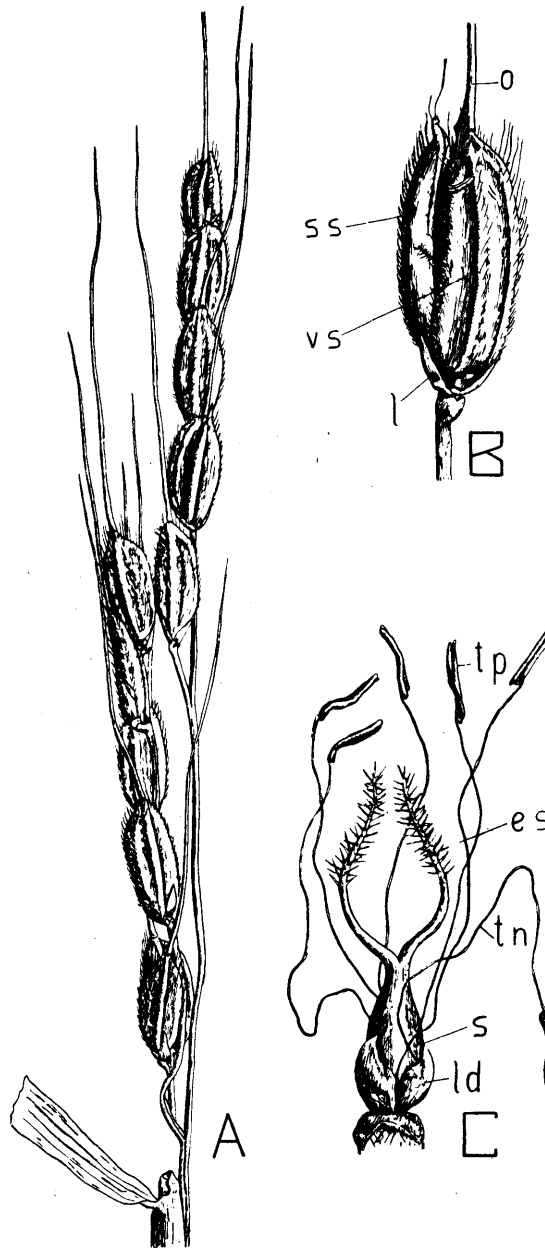
Juncaceae. Rohtjad, kõrreliste sarnaste lehtedega taimed. õied vähe silmapaistva (harilikult roheka või pruunika) õiekattega. õietolmu edasikandmine toimub tuule abil. õievalem (üldine): $\ast P_{3+3} A_{3+3} G_{\underline{\underline{3}}}$. Sugukondadest on tähtsamad *Juncus* ja *Luzula*. *Juncus*'e liikidest on Eestis paljud pärismaised, näit. *Juncus compressus* Jacq.*, tee äärtel jne., *J. Gerardi* Loisl.*, mererannal, tähtis halofiilsete niitude taim (tuderluga), *Juncus bufonius* L.*, väike üheaastane taim teedel jne. — *Luzula*, piipheinad. *L. campestris* DC. (põld-piiphein), euraasia-boreoameerika liik, kuivadel niitudel, loodudel jt., Eestis harilik; *L. spicata* (L.) DC., kaljudel ja kivistel kohtadel arktilisis mais ja alpiinses kõrgusastmes Euraasias ja Põhja-Ameerikas, ka Himaalajas; *L. nivea* DC., perigoon valge, silmapaistev, Lõuna-Euroopa mägedes, sageli koos *Pinus montana* ja *Rhododendron*'itega.

Erinevus perekondade *Juncus* ja *Luzula* vahel ilmneb viljades (*Juncus*'tel viljas seemneid palju, *Luzula*'tel 3), lehtedes (*Juncus*'tel paljad, *Luzula*'tel ± karvased) jt.

Gramineae, kõrrelised. Enamikus rohtjad taimed, aga ka põõsad ja puud lülilise sõlmedest ning õõnsatest sõlmevahedest koosneva, ristilõigul harilikult ümmarguse varre e. tüvega. Lehed rööproodsed, suhteliselt pikad, leherootsuta, hästi arenenud lehetupega, mis ümbritseb tihedalt vart ning mille servad on kas lahtised või (harvemini) kokku kasvanud. Tupe ja lehe piiril on nahkjas ääris — keeleke (*ligula*), abilehtedega homoloogne moodustis. õied on vähe silmapaistvad, väikesed. Nad on kattelehe [välissõkal *(palea inferior)*] kaenlas. õiekate on väga redutseerunud; see koosneb ainsast lehekesest [sisesõkal *(palea superior)*], mis on tekkinud õiekatte välisringi kahe lehekese kokkukasvamisel, kolmas puudub enamikul kõrrelisist. Sisemine õiekatelehtede ring on väga muutunud, sest kaks selle ringi õiekatelehte on arenenud paislajudeks *(lodiculae)*, kolmas puudub. õied on harilikult kahesugulised, harilikult kolme tolmukaga, millede tolmukapead on painduvatel, allarippuvatel tolmukaniitidel; emakas õies esineb üksikuna, kahe enam-vähem karvase

suudmega, 2—3 viljalehest tekkinud, ühepesane. Tavaline õievalem on: $\cdot|\cdot P_{(2)+2} A_{3+0} G_{\underline{(2)}}$. Sellest õieehitusest on ka kõrvalekaldumisi. Õied võivad olla ühesugulised; tolmukate arv kõigub ühest kuni paljudeni. Kõrreliste vili on teris (*caryopsis*), see on üheseemnene sulgvili, mille seemne- ja viljakate on ühte kasvanud. Seemnes asub idu kõrvuti suure tärklisrikka endospermiga, millega ta on ühenduses nn. kilbi (*scutellum*) abil.

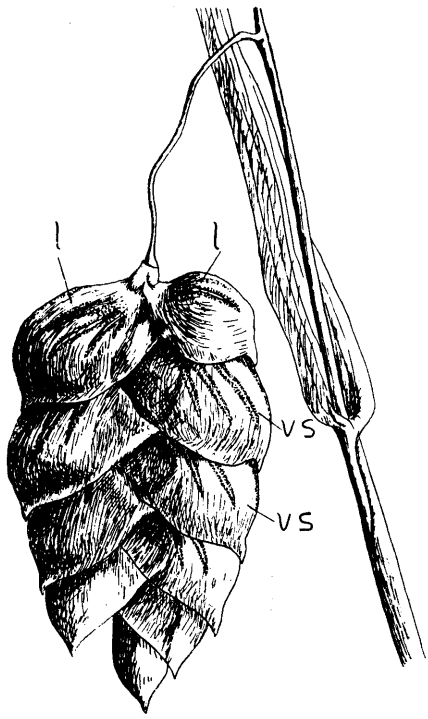
Õied koos neid ümbritsevate väikeste nahkjate lehekestega (libled, *glumae*), mida on harilikult arvult kaks, moodustavad väikese osaõisiku, nn. pähiku (*spicula*). Pähikud on kas ühe-, kahe- jne. kuni mitmeõiesed. Libled on pähiku välimised lehekesed. Nad võivad ka puududa, ka võib nende arv olla kahest suurem. Mõnel juhul (näit. kaeral) ümbritsevad nad valminud terist.



Joon. 69. *Oryza sativa* L. A — osa pöörisest, näha pikaohtelisi välissõklaid. B — pähik; *l* — lible, *ss* — sisesõkal, vs — välissõkal, *o* — ohe. C — õis peale sõkalde kõrvaldamist; *ld* — *lodiculae*, *s* — sigimik, *es* — emakasuue, *tn* — tolmukaniit, *tp* — tolmukapea. A — 2 ×, B — 5 × ja C — 10 × suurendatud.

Pähikud (väikesed osaõisikud) on koondunud kõrrelistel liitõisikuiks, mis on kas liitpead (pähikud varretud) või pöörised (pähikud pikavarrelised) või nende äärmuste vahepealsed — pöörispead (pähikud lühikestel, hargnenud vartel)[1]).

Suures kõrreliste sugukonnas võib eraldada rea rühmi. Tähtsamad on: *Bambuseae, Oryzeae, Festuceae, Chlorideae, Hordeeae, Aveneae, Agrostideae, Phalarideae, Paniceae, Andropogoneae, Maydeae.*



Joon. 70 *Briza maxima* L. Kaheksaõiene pähik (õite arv pähikus kõikuv, 5—20) kahe liblega (*l*). *vs* — välissõkal. 5 × suurendatud.

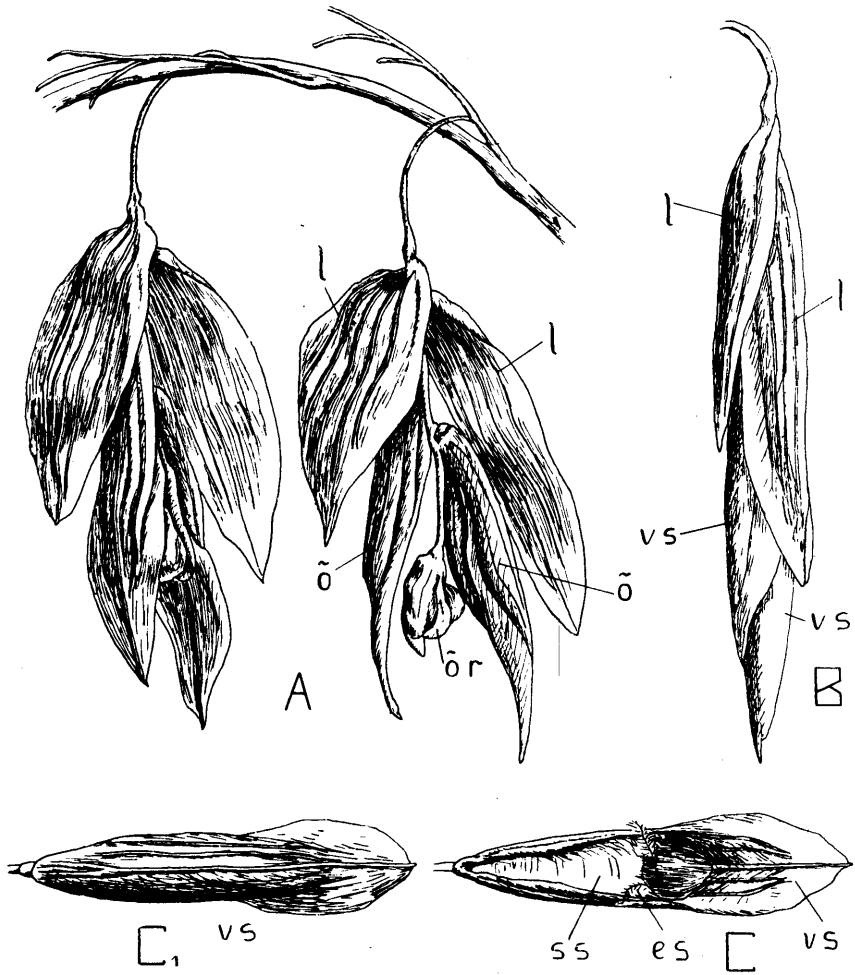
B a m b u s e a e. Enam-vähem harunenud, sageli pikkade puitunud varte või tüvedega. Pähikud kahe- kuni mitme-õiesed. $A_{3-\infty}$. Peamiselt troopilised ja subtroopilised kõrrelised, osalt üle 30 m kõrged. Perekonnad: *Arundinaria, Bambusa, Sasa* jt. (lk. 341). *Arundinaria nitida* Mitf., Põhja-Hiinas.

O r y z e a e. Pähikud üheõiesed. A_{3+3}. *Oryza sativa* L., riis (lk. 173).

F e s t u c e a e. Pähikud 2-kuni ∞-õiesed, pööristes või pööris peades. Välissõkal ohteta või otsmise ohtega, liblest harilikult pikem. A_3. Liittärklisterad. *Bromus* (lusted; pähik mitmeõiene). *B. inermis* Leyss., euraasia liik; *B. secalinus* L., rukkiluste jt. — *Lolium* (raiheinad; pähikud serviti vastu peatelge, mitmeõiesed). *Lolium perenne* L., inglise raihein, euraasia liik; *L. temulentum* L., uimastav raihein, mürgine. — *Festuca,* aruheinad; pähikud mitmeõiesed. *F. ovina* L., lamba-aruhein; *F. rubra* L., punane aruhein, mõlemad euraasia boreo-ameerika liigid. *F. pratensis* Huds. jt. — *Glyceria,* partheinad. *G. fluitans* (L.) R. Br., euraasia-boreoameerika liik, harilik kraavides, vee-

[1]) Vt. E. L e p i k, Kodumaa kõrreliste ja liblikõieliste määraja, Tartus 1935.

kogude kallastel jne. — *Scolochloa festucacea* Link, lk. 268. — *Poa,* nurmikad, pähikud 2- kuni ∞-õiesed, ohtetud, lapikud. *Poa alpina* L., alpi nurmikas, arkto-alpiinne liik, relikttaimena ka



Joon. 71. *Melica altissima* L. A — õisiku osa kahe pähikuga; B — pähik; C ja C_1 — õied. *õ* — õis, *l* — lible, *õr* — kängunud õite rudiment, *vs* — välissõkal, *ss* — sisesõkal, *es* — emakasuudmed. 6 × suurendatud.

Eestis; *P. nemoralis* L., salunurmikas; *P. pratensis* L., aasnurmikas jt. — *Cynosurus cristatus* L., sugapea. — *Dactylis glomerata* L., kerahein. — *Briza,* värihein, pähikud suhteliselt laiad, lapikud, mitmeõiesed. *Briza media,* keskmine värihein, harilik niidu ja

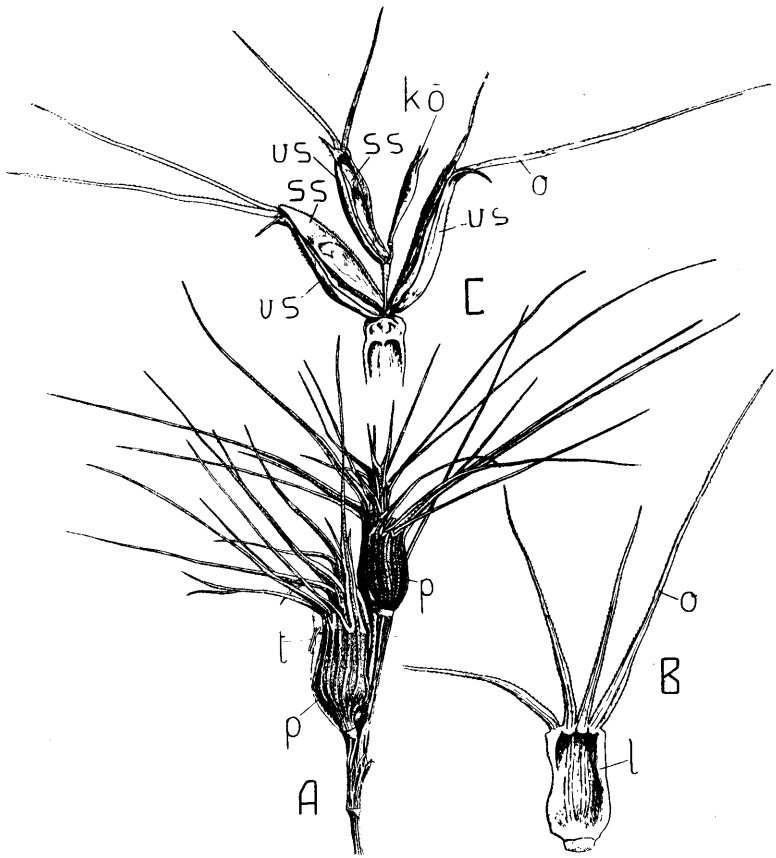
aasataim; üheaastased: *B. minor* L., *B. maxima* L. — *Melica* (helmikad, pähikud mitmeõiesed, kängunud õiterudimendiga). *M. nutans* L., longus helmikas, ka Eestis; *M. altissima* L., euraasia liik; *M. ciliata* L., ripsjate välissõkaldega, euroopa liik. — *Koeleria,* haguheinad, 2- kuni 5-õieste pähikutega pöörispeades, sageli enam-vähem hallikas-rohelised kõrrelised. *K. pyramidata* (Lam.) DC., Kesk-Euroopa liik. — *Molinia coerulea* (L.) Moench, sinihelmikas. — *Phragmites,* roog, 3- kuni 7-õiesed pähikud, tugevakasvulised kõrrelised. *P. communis* Trin., pilliroog. — *Arundo donax* L.*, mediterraanne liik, eelmisega sarnane. — *Sesleria,* lubikad. *S. coerulea* Ard., harilik lubikas; *S. autumnalis* (Scop.) F. Schultz, mediterraanne liik, jt.

Chlorideae. Pähikud 1- kuni 2- või ∞-õiesed, õisikud dorsiventraalsed, sageli sõrmjalt liitunud. *Eleusine indica* Gaertn., aasia liik, seemned söödavad. — *Beckmannia eruciformis* (L.) Host. — *Cynodon dactylon* (L.) Pers. — *Bouteloua curtipendula* (Michx.) Torr., Põhja-Ameerikast.

Hordeeae. Õisik liitpea või peasarnane, pähikud ühekuni mitmeõiesed, liblesid 2, välissõklad sageli pika ohtega, A_3, liittärklisteradega. *Hordeum,* odrad; pähikud üheõiesed, kolmeti pähikutelje järkmeil. *Hordeum vulgare* L., harilik oder; *H. distichum* L., kahetahune oder; *H. tetrastichum* L., neljatahune oder; *H. hexastichum* L., kuuetahune oder; *H. jubatum* L., Põhja-Ameerika liik, tulnukana prügikohtadel jne., ka Vana-maailmas. — *Elymus arenarius* L., lk. 269. — *Triticum,* nisu, haril. mitmeõieste pähikutega. *Triticum vulgare* Vill., harilik nisu; *T. polonicum* L., poola nisu; *T. monococcum* L., üheterane nisu; *T. spelta* L., hõredapeane nisu; *T. dicoccum* Schz., kaheterane nisu. Eestis kasvatatakse esimest nimetatuist. — *Aegilops ovata* L., mediterraanne liik. — *Secale,* rukkid. *S. cereale* L., rukis, kaheõieste pähikutega. — *Agropyrum repens* (L.) P. B., orashein; *A. caninum* (L.) P. B., koeranisu. — *Brachypodium,* arulusted, pikkade ümmarikkude paljuõieste pähikutega. *B. pinnatum* P. B., sulg-a.

Aveneae. Kahe- kuni mitmeõiesed, varrelised pähikud pööristes, harvemini pöörispeades. Libled ületavad sageli sõklaid, need ohtelised. *Arrhenatherum elatius* (L.) M. et K., prantsuse raihein, euroopa liik, pähikud ühe ohtega; *A. bulbosum* Schldl., kõrred alusel korduvalt muguljalt paksenenud, ilutaim. — *Avena* (kaerad, pähikud 2- kuni 5-õiesed, välissõkal põlvja ohtega). *A.*

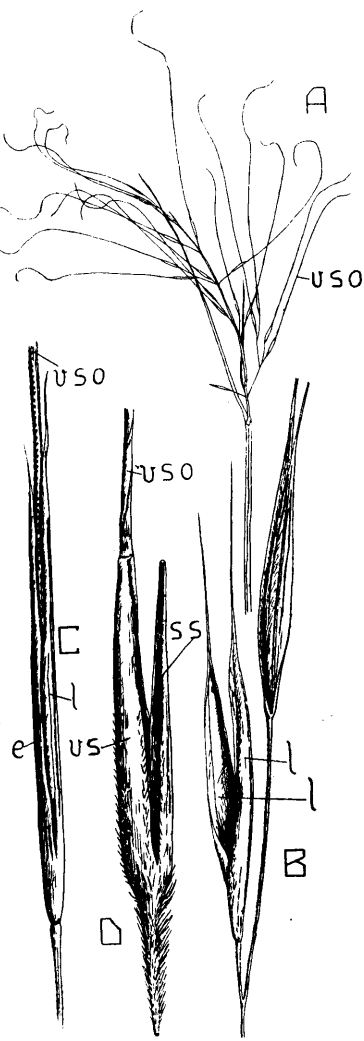
pubescens Huds., aaskaer, Eestis sage eriti loodudel, aasadel, püsik; üheaastased on: *Avena sativa* L., harilik kaer; *A. orientalis* Schr., lipukaer; *A. fatua* L., tuulekaer jt. — *Trisetum flavescens* (L.) P. B., euroopa niidutaim, pähikud vähemad kui lähedasel *T. sibiricum* Rupr. — *Deschampsia*, kastevarred, pähikud sageli



Joon. 72. *Aegilops ovata* L. A — õisiku osa pähikutega (*p*), B — üks libledest (*l*) pähiku alusel; C — kolmeõiene pähik peale liblede eemaldamist (*kõ* — kängunud õis, *vs* — välissõkal, *ss* — sisesõkal, *t* — tolmukas). A — 2 ×, B ja C — 2,5 × suurendatud.

kaheõiesed, välissõklad ohtega. *D. caespitosa* (L.) P. B., luhakastevars, kõige tavalisem kõrreline Eestis, euraasia-boreoameerika liik. — *Holcus lanatus* L., vill-mesihein, lehed ja lehetuped pehmekarvased.

Agrostideae. Üheõiesed varrelised pähikud pööristes või pöörispeades. Liittärklisterad. *Apera spica venti* (L.) P. B.,



Joon. 73. *Stipa capillata* L. A — õisik, B — õisiku osa kahe pähikuga, milledest eemaldatud õied, C — pähik, D — õis, *l* — lible, *vs* — välissõkal, *ss* — sisesõkal, *vso* — välissõkla ohe. A — 0,3 ×, B ja C — 3 ×, D — 6 × suurendatud.

rukki-kastehein, välissõkal õige pika ohtega. — *Ammophila arenaria* (L.) Link, luitekaer, Euroopa ja Põhja-Ameerika tähtis luitekõrreline. — *Calamagrostis,* kastikud; pähiku telg pikkade karvadega. *C. epigeios* Roth, jänesekastik jt. — *Agrostis,* kasteheinad. *A. vulgaris* With. [harilik kastehein, peale õitsemist laiuvate õisikuharudega, vastandina valgele k. (*A. alba* L.), mille õisik on kitsas, püstine]. — *Cinna latifolia* Griseb.*, Eestis harva metsades, euraasia-boreoameerika liik, õied 1 tolmukaga. — *Alopecurus,* rebasesabad; õisik pöörispea. *A. pratensis* L.; *A. antarcticus* — sinaka vahakihiga, Tšiilist. — *Phleum,* oravasaba. *P. pratense* L., aas-oravasaba, *P. Boehmeri* Wib., loo-oravasaba, mõlemad ka Eestis. *P. alpinum* L. jt. — *Muehlenbergia mexicana* (L.) Trin., Põhja-Ameerikast, seal mitmed teised selle perekonna liigid. — *Milium effusum* L., mets-kukeleib. — *Stipa* (vene: kovõl). *Stipa capillata* L., *S. pennata* L. — euraasia rohtlakõrrelisi. Välissõkal väga pika ohtega. See on mõningatel liikidel (näit. *S. capillata*'l) põlvjas.

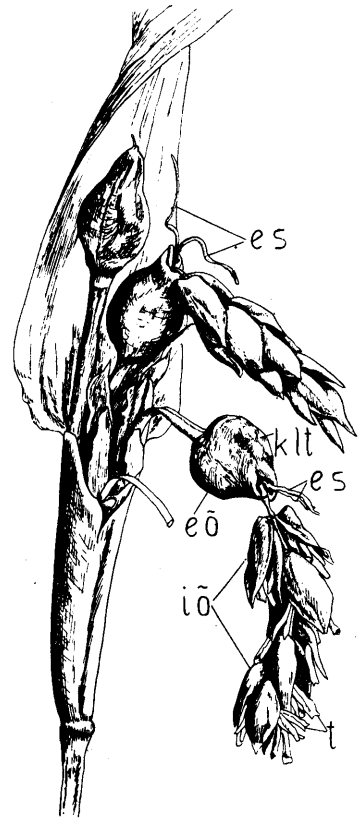
P h a l a r i d e a e. Pähik üheõiene, nelja liblega. *Phalaris arundinacea* L., roog-paelrohi, selle kirjulehine teisend on var. *picta* L., euraasia-boreoameerika liik. — *Anthoxanthum,* maarjaheinad, õites A_2. *A. odoratum* L., maarjahein, taime lõhn oleneb kumariinist. — *Hie-*

rochloë, lõhnheinad, sisaldavad kumariini, pähikus peale kahe tolmukaga kahesugulise õie kaks isasõit, need kolme tolmukaga. *H. odorata* Wahlnb.; *H. australis* R. et S.

P a n i c e a e. Pähikud ühe- (kahe-) õiesed, liblesid kolm. Sõklad erinevad tunduvalt värvilt ja kujult nahkjatest libledest. *Pennisetum.* — *Setaria,* õied ümbritsetud harjastest. *S. glauca* (L.) P. B.; *S. viridis* (L.) P. B. — *Oplismenus,* lk. 197. — *Panicum,* hirsid, sõklad krõmpsjad. *P. miliaceum* L.; *P. crus galli* L. jt. — *Paspalum.*

A n d r o p o g o n e a e. Pähikud üheõiesed, 3 liblega, sageli kahekaupa, üks neist varreline. õied ühe- või kahesugulised. *Sorghum vulgare* Pers.; *S. saccharatum* (L.) Pers. — *Saccharum officinarum* L., lk. 173. — *Miscanthus sinensis* Anders., ilutaim. — *Imperata.* — *Andropogon.*

M a y d e a e. õied ühesugulised, välis- ja sisesõkal õhukesed, õrnad, libled tugevad. Esinevad erilised isas- ja emasõisikud või aga selgelt eraldunud õisiku isas- ja emas-osad. Esimene juhtum maisil. *Zea mays* L., mais, kultuurtaim, mis võib-olla on Mehhikos kasvava *Euchlaena mexicana* Schrad.* mutant. õievalemid: ♂ õis: $P_{(2)+0}\ A_{3+0}\ G_0$; ♁ õis: $P_{(2)+0}\ A_0\ G_{ü(2)}$. Isasõied taime ladvas kaheõieseis pähikuis; õige pika niitja emakakaelaga emasõied taime alumises osas lehetuppedest ümbritsetud tõlvikus. Emaspähikud kahekaupa, üheõiesed, varretud, 3 liblega. — *Coix lacryma* L., ♂ pähikud õisiku harude ladvas, õied kolme tolmukaga; ♁ pähikud ♂ pähikuist allpool, täielikult suletud kattesse, mis luukõva ja valge ning vastab emasõisiku kattelehe



Joon. 74. *Coix lacryma* L. Taime liitõisik koosneb emasõisikutest (*eõ*, neis peale ühe arenenud emasõie 1—2 kängunud ♁ õit) ning isasõisikutest (*iõ*), viimastes on mitu pähikut. Emasõisikut ümbritseb luusarnane kateleht (*klt*). *es* — emakasuudmed, *t* — tolmukad.

tupeosale. Nimetatud kate sisaldab 1 arenenud ning 1—2 rudimentaarset ♂ pähikut, kasutatakse ehteesemete valmistamiseks troopikamail.

Kõiki nimetatud kõrreliste rühmi arvesse võttes tuleb esile tõsta asjaolu, et kuigi neil ühenduses tuultolmlemisega on toimunud võrreldes liilialistega väga tugev tagasiminek õiekatte osas, on nende õied üldiselt siiski püsinud kahesugulistena. Ainult mõnedel rohkem spetsialiseerunud tüüpidel, nagu neid esineb rühmades *Phalarideae, Andropogoneae* ja *Maydeae,* on kahesugulised õied muutunud ühesugulisteks õiteks. Vastupidine nähtus esineb järgmises üheiduleheste sugukonnas *Cyperaceae,* sest seal esinevad ühesugulised õied tunduvalt sagedamini. See asjaolu, samuti õiekatte veel kaugemaleulatuv reduktsioon (õiekate puudub osalt täielikult) põhjustavadki nimetatud sugukonna asendi skeemis lk. 118.

Cyperaceae. Rohtjad taimed sümpodiaalsete risoomidega ning kolmekandiliste vartega. Lehed sarnanevad kõrreliste lehtedega, on aga üldiselt kinnise lehetupega. Õied on peasarnaseis õisikuis, nn. pähikuis, kas kahesugulised või ühesugulised. Õiekatelehti 6—0, mõnel juhul nende asemel karvakesed. Tolmukaid harilikult 3 (puudub sisemine tolmukate ring). Sigimik ülemine, 2—3 viljalehest tekkinud. Vili pähkel.

Scirpoideae. Õied kahesugulised, 5- kuni ∞-õieseis pähikuis. *Cyperus* (lk. 240). — *Scirpus. S. radicans* Schk., juurduv kõrkjas, pikkade, tipul lisajuuri ja lisapungi moodustavate võsunditega (euraasia liik, ka Eestis, aias süstemaatika-osakonna basseinis); lähedane on Eestis väga tavaline *S. silvaticus* L., sämpsik; *S. lacustris* L. [e. *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla], järvekõrkjas jt. — *Eriophorum,* villpead. *E. vaginatum* L.*, tupeline villpea, rabadel; *E. latifolium* Hoppe*, soistel niitudel jt. Õiekatte asemel esinevad siin karvad, mis pikenevad vilja valmides, olles abiks selle levimisel. — *Kyllingia,* lk. 241.

Rhynchosporoideae. Õied kahe- või ühesugulised, pähikuid vähe. 1- kuni 5-õiesed. *Schoenus,* sepsikad. Eestis *S. ferrugineus* L., roostepruun s., ja *S. nigricans* L., mustjas s., vt. lk. 267, 275. — *Cladium mariscus* L., mõõkrohi, lubjarikkais sois, ka Eestis. — *Rhynchospora**, nokkheinad.

Caricoideae. Õied ühesugulised, õiekate puudub. ♂ õied katelehtede kaenlas pähikuis. Valem: $P_0\ A_{3+0}\ G_0$. Emasõied

[P_0 A_0 $G_{ü(2-3)}$] on katelehtede kaenlas, koosnevad ühest emakast, mis ümbritsetud nn. põidikust (*utriculus*, tekkelt vastab kahele ühtekasvanud alglehele). *Carex*. Suur perekond mitme alaperekonnaga, lk. 277.

Alaperekond *E u c a r e x*. Taimed ühe- või kahekojased; erilised isas- ja emaspähikud (nende vahel mõnikord nn. vahepealsed pähikud, mis koosnevad nii isas- kui emasõitest). Emakasuudmeid 3 (harva 2, näit. *C. Goodenowii* Gay, *C. gracilis* Curt., *C. elata* All., *C. caespitosa* L. jt.). *C. limosa* L., *C. digitata* L., *C. flava* L., *C. silvatica* Huds., *C. vesicaria* L., *C. Hirta* L., *C. pseudocyperus* L. jt.

Alaperekond *V i g n e a*. Ühekojased, harva kahekojased taimed. Pähikud sisaldavad harilikult nii isas- kui ka emasõisi. Emakasuudmeid 2. *C. disticha* Huds., *C. arenaria* L., *C. leporina* L., *C. elongata* L., *C. canescens* L., *C. dioeca* L., *C. Davalliana* Sm., *C. chordorrhiza* L., *C. pulicaris* L. jt.

Dendroloogiline kogu

(a i a p u u d j a p õ õ s a d).

P a l j a s s e e m n e s e d *(Gymnospermae)* on aias vabalt kasvavalt (mõned liigid talvel kaetud) esindatud sugukondadega: *Ginkgoaceae, Taxaceae, Pinaceae* ja *Cupressaceae*. Esimene nimetatuist erineb teistest lehtede poolest, mis on kahehõlmased, lehvikutaolised, suvehaljad. Siin nimetatud konifeeride *(Coniferae)* sugukondadest kasvavad aias *Taxus (T a x a c e a e), Pinus, Larix, Picea, Abies, Tsuga, Pseudotsuga* (kõik *P i n a c e a e*) ning *Thuja, Thujopsis, Juniperus* ja *Chamaecyparis* (viimased *C u p r e s s a c e a e*). Nende perekondade tunnused selguvad alljärgnevast ülevaatest.

\+ Lehed nõeljad või lineaalsed, nn. okkad.
× Okkad 2- kuni ∞-kaupa.
o Okkad kimpudes, suvehaljad . . . . . *Larix.*
o Okkad 2- kuni 5- kaupa . . . . . *Pinus.*
× Okkad üksikult.
! Okkad vastakud või kolmetistes männastes.
„ Okkad pealmisel küljel 1—2 valkja, õhulõhesid sisaldava joonega . . . . . *Juniperus.*
„ Okkad alumisel pinnal valkjate, õhulõhesid sisaldavate joontega . . . *Thuja, Cupressus*'e ja *Chamaecyparis*'e kadakasarnased noorusvormid.

! Okkad varrel pillatult (mõnel juhul näivalt vastakud).
= Okkad kinnituvad okstele polstrisarnaselt laienenud alusega, millega koos hiljemini maha langevad . . . . . *Abies.*
= Okkad kinnituvad lühikesele varretüükale, mis püsib varrel ka peale okka mahalangemist . . . . . *Picea.*
= Okkad alusel ± ahenenud.
§ Okkad kinnituvad okstele ahenenud osa (leherootsu) abil väikesele varrenäsale.
— Okkad kuni 25 mm pikad, pungad väikesed . . . . *Tsuga.*
— Okkad pikemad, pungad suured, koonusjad . . *Pseudotsuga.*
§ Okkad ei kinnitu varrenäsale, alt rohelised, ilma valkjate õhulõhejoonteta. Seemned kaetud lihaka punase arillusega . *Taxus.*
+ Lehed soomusjad. Anisofüllia ± selgelt välja kujunenud.
.. Harud 4—8 mm laiad, lamedad, alt sinakas-valged . . *Thujopsis.*
.. Harud kuni 3 mm laiad.
: Lehtede alumine pind valkjate joontega . . . . *Chamaecyparis.*
: Lehed alt rohekad või valkjad . . . . . *Thuja.*

Praegu elavate okaspuude arv (ligi 400 liiki, 46 perekonda) on suhteliselt väike. Ometi on nende tähtsus taimkattes väga suur, sest et nad sageli hulgi esinevad, moodustades ulatuslikke metsi (näit. Siberi „taiga") ning põõsastikke. Eriti suur on nende tähtsus Euroopa, Aasia ja Ameerika parasvöötmes, kust nad põhjasuunas enam-vähem kuni puukasvu piirini tungivad. Sellevastu puuduvad nad sootuks troopilises taimkattes või aga esinevad seal mägedes (näit. *Podocarpus, Araucaria*). Täielikult puuduvad okaspuud savannides, steppides ning kõrbedes. Eriti liikderohked on maad ookeanilise kliimaga (näit. Põhja-Ameerika läänepoolne rannikuosa, samuti ka Ida-Aasia). Mõned liigid (eriti perekondadest *Cupressus, Juniperus* ja *Pinus*) kasvavad siiski õige kuivadel kohtadel (Põhja-Sahara mägedes näit. *Juniperus oxycedrus*).

Kateseemnestest *(Angiospermae)* on eriti kaheiduleheste klass esindatud väga arvukate sugukondade ning perekondadega, milledes leidub puistaimi. Ilma et peatuksime üksikasjaliselt tunnustel, mis võimaldavad nende sugukondade eraldamist, vaatleme neid niivõrd, kui nad on esindatud aias.

Ranunculaceae. Clematis, väänkasvud, sage õievalem: $\ast K_4 C_0 A_\infty G_{\ddot{u}\infty}$ (tupplehed värvilised). Perekond *Clematis* sisaldab ligi 100 liiki, mis on levinud nii parajas kui ka soojas vöötmes.

Berberidaceae. Berberis, 160 liiki põhja-poolkeral ning Andides, ka Lõuna-Ameerikas. Karakteersed on *Berberis*'e liikide leht-astlad, s. o. asteldeks metamorfoseerunud lehed (ülemineküid!); õieehitus vt. lk. 42.

Aristolochiaceae (*Aristolochia,* 180 l. troopilises ning parajas vöötmes). Õieehitus vt. lk. 43.

Saxifragaceae. Kuigi enamikus rohtjad püsikud (lk. 46), kuuluvad alasugukondadesse *Hydrangeoideae* ja *Ribesioideae* ainult puistaimed, peamiselt põõsad. Tunnused:

× Lehed vahelduvad, ilma abilehtedeta, õied kobarais.
Õievalem: ⁎ $K_5\ C_5\ A_5\ G_{a(2)}$. Vili mari. . . . . *Ribes.*

× Lehed vastakud, ilma abilehtedeta.
O Õied kõik ühesugused, kroonlehed pungas keerdunud.
\+ Õievalem: ⁎ $K_{(4)}\ C_4\ A_\infty\ G_{a(4)}$. . . . . *Philadelphus.*
\+ Õievalem: ⁎ $K_5\ C_5\ A_{5+5}\ G_{a(3)}$. . . . . *Deutzia.*
O Õisikus välised õied sageli steriilsed, suuremad, värviliste tupplehtedega. ⁎ $K_{(4-5)}\ C_{4-5}\ A_{8-10}\ G_{k(2-5)}$ . . . . *Hydrangea.*

Ribes'ed (130 liiki) on põhja-parasvöötme, osalt ka andiinsed põõsad; perekond *Philadelphus* (50 l.) on levinud Kaukasusest Ida-Aasiani, esineb ka Põhja-Ameerikas ning Andides; *Deutzia*'id (20 l.) leidub Himaalajas, Ida-Aasias, Põhja-Ameerikas; *Hydrangea* — 40 Aasia ning Ameerika liiki. Neist perekondadest ei leidu ühtegi esindajat troopilises taimkattes.

Dilleniaceae. Actinidia, lk. 92.

Tiliaceae, lk. 99. *Tilia* (pärnad), 25 puuliiki, neist enamik Ida-Aasias, kust ulatuvad Põhja-Ameerikasse ning Siberi kaudu Euroopani. Õievalem: ⁎ $K_5\ C_5\ A_\infty\ G_{ü(5)}$. Sigimik viiepesane, kahe seemnepungaga igas pesas, neist areneb seemneks harilikult ainult üks. Vili pähklike. Lennuvahendiks on õisiku kandeleht.

Rosaceae, lk. 92. Puistaimi leidub paljudes perekondades. Tähtsamate seesuguste perekondade tunnuseid:

× Kuiv vili (kukkurvili) $G_{ü1-12}$.
O Seemnekest väga tugev, läikiv.
⁎ $K_5\ C_5\ A_\infty\ G_{ü1-5}$ . . . . . *Physocarpus* (3 l.).
O Seemnekest nahkjas.
\+ Viljalehed vabad; seemned ilma toitekoeta.
⁎ $K_{(5)}\ C_5\ A_\infty\ G_{ü5}$ . . . . . , *Spiraea* (60 l.).
\+ Viljalehed alusel liitunud; seemned toitekoega . *Sibiraea* (2 l.).

× Vili pähklitest või luuviljadest koosnev koguvili. Sigimik lahkviljalehtne.
OO Sigimik ülemine.
⁎ $K_4\ C_4\ A_\infty\ G_{ü4}$ . . . . . *Rhodotypus* (1 l.).
⁎ $K_5\ C_5\ A_\infty\ G_{ü5}$ . . . . . *Kerria* (1 l.).
⁎ $K_5\ C_5\ A_\infty\ G_{ü\infty}$ . . . . . *Rubus* (üle 200 l.).
OO Sigimik keskmine (õiepõhi küpselt värviline, sisaldab arvukaid ühepesaseid sigimikke).
⁎ $K_5\ C_5\ A_\infty\ G_{k\infty}$ . . . . . *Rosa* (ligi 70 l., Almquist't järgi ligik. 380 l.).

× Viljalehti õies üks, vili luuvili.
⁎ $K_{(5)}\ C_5\ A_\infty\ G_{k1}$ . . . . . *Prunus* (üle 150 liigi).

× Viljalehti 2—5, kasvavad kokku õiepõhjaga (sigimik alumine) moodustades lihakaid ebavilju. Üldine õievalem:

✳ $K_{(5)}\ C_5\ A_{\infty}\ G_{a(5)}$. Siia kuuluvad perekonnad:

Pyrus (50—60 liiki koos *Malus*'e ja *Sorbus*'e liikidega), *Cotoneaster* (20—30 l.), *Crataegus*, *Chaenomeles* (incl. *Cydonia*) jt.

Eespool-nimetatud roosõieliste perekonnad on levinud peamiselt maa-aladel, mis Aasias ja Ameerikas piiravad Vaikset ookeani, kust nad ulatuvad Aasias kuni Himaalajani ning Ameerikas kuni Tulemaani. Teine väga tähtis levimisala on Euroopa, Aasia ning Ameerika parasvöötme osa.

Leguminosae. õieehitus vt. lk. 95. Aias esindatud puistaimede perekondade erinevused selguvad järgmisest tabelist:

× Lehed sulgjad.
  O Leherood *(rachis)* torkav . . . . . *Halimodendron.*
  O Leherood pole terav.
    □ Lehed paarissulgjad, suvehaljad . . . . . *Caragana.*
    □ Lehed paaritusulgjad. Pungasoomused puuduvad.
      || Vili täispuhutud, suletud . . . . . *Colutea.*
      || Kaun hariliku ehitusega (avanev mõhu- ja seljaõmbluse kaudu). Abilehed sageli muutunud asteldeks . . . . . *Robinia.*

× Lehed lihtsad kuni kolmetised.
  OO Leherood ja oksad tipul sageli terava astlaga . . . . *Genista.*
  OO Leherood ja oksad ei lõpe astlaga.
    § Lehed kolmetised, lihtsad või puuduvad . . . . *Cytisus.*
    § Lehed kolmetised. Õied suured, kollased, rippuvais kobarais . . . . . *Laburnum.*

Nimetatud perekondade areaalid on küllalt mitmekesised. *Halimodendron argenteum*, perekonna ainus liik, on Lääne-Aasia soolakustepi taim; *Caragana* liigid (20 l.) on Aasia (Altai, Džungaaria) taimi; *Colutea* — 10 liiki, Lõuna-Euroopas ja Aasias; *Robinia* (ligik. 10 liiki), Põhja-Ameerikas kuni Mehhikoni (Euroopas ilutaimedena või metsistunult); *Genista* (100), *Cytisus*, 50 mediterraanset (osalt Euroopa ja Lääne-Aasia) liiki; *Laburnum*, 3 alpiinset kuni mediterraanset liiki.

Salicaceae. *Salix* ja *Populus* on ainsad pajuliste sugukonna perekonnad. Pajud *(Salix)* on kahekojased puud ja põõsad (170 l.) terveservaste katelehtede ning 1—2 meenäärmega õites. Õievalemid: ♂ õis — $P_0\ A_{2-5}\ G_0$ ja ♀ õis — $P_0\ A_0\ G_{ü(2)}$. Paplid *(Populus)*, samuti puistaimed (ligi 30 l.), omavad meenäärmete asemel peekritaolist õiekatet meenutavat moodustist (metamorfoseerunud meeketas — *discus*). Õievalemid: ♂ õis — $P_0\ A_{8-\infty}\ G_0$ ja ♀ õis — $P_0\ A_0\ G_{ü(2)}$. Peale mõninga troopilise ning subtroopilise liigi on pajulised valdavalt parasvöötme taimi. Eriti on nad levinud Beringi mere ümbruses, Kesk-Euroopas, Himaalajas ning patsiifilises Põhja-Ameerikas. Vili kupar. Seemned on varustatud lendkarvadega.

Betulaceae. Eranditult puud ja põõsad. Aias esindatud perekondade vahed selguvad alljärgnevaist õievalemeist:

Betula (40 l.): $P_4\ A_{\frac{2}{2}}\ G_0$; $P_0\ A_0\ G_{ü(2)}$.

Alnus (17 l.): $P_{(4)}\ A_4\ G_0$; $P_0\ A_0\ G_{ü(2)}$.

Corylus (8 l.): $P_0\ A_{\frac{4}{2}}\ G_0$; $P\ A_0\ G_{ü(2)}$.

Ostrya (2 l.): $P\ A_{\frac{4-10}{2}}\ G_0$; $P\ A_0\ G_{ü(2)}$.

Carpinus (18 l.): $P_0\ A_{\frac{4-12}{2}}\ G_0$; $P\ A_0\ G_{ü(2)}$.

Et *Betula, Corylus*'e, *Ostrya* ning *Carpinus*'e liikidel on tolmukapead ning enam-vähem sügavalt ka tolmukaniit jagunenud kaheks, siis on tolmukate arv näivalt kaks korda suurem, kui see on antud põhivalemites. On mainimisväärt, et tolmukapea kõnesolevates perekondades on harilikult paljas, *Corylus*'e ja *Ostrya* liikidel aga karvatutiga. Sageli on õitel peale katelehe veel enamvähem arenenud vabad või sellega kokkukasvanud alglehed (näit. *Betula* emasõisikuis). Õied sageli urbades; vili üheseemnene sulgvili (pähklike, pähkel). Kaseliste perekond on levinud põhjapoolkera parasvöötmes kõigis kolmes maailmajaos.

Fagaceae. Eranditult puistaimed, aias perekonnad *Fagus* ja *Quercus,* mis erinevad selle poolest, et *Fagus*'el on ♀ õied kahekaupa erilises, konksjate ogadega kaetud, lõpuks neljaks osaks pakatavas kuupulas, kuna viimane *Quercus*'e liikidel on kausjas, tihedalt kaetud väikeste või suuremate soomusjate väljakasvudega. Vili pähkel. Tähtsamad perekonnad: *Fagus, Quercus, Castanea, Nothofagus.*

Fagus (7 l.): $P_{(4-6)}\ A_{4-15}\ G_0$; $P_{(6)}\ A_0\ G_{a(3)}$ *(F. silvatica).*
Quercus (200 l.): $P_{(6-8)}\ A_{6-10}\ G_0$; $P_{(6)}\ A_0\ G_{a(3)}$ *(Q. robur).*

Levimiselt parasvöötme kuni troopika taimed. Puuduvad Aafrikas Saharast lõuna poole.

Ulmaceae. Ulmus, 26 liiki (tiivulise viljaga), *Zelkova,* 4 l. (luuvilja-sarnase viljaga), on Vana-maailma parasvöötme puuliigid. *Ulmus montana* With. e. *U. scabra* Mill.: $P_{(5-6)}\ A_{5-6}\ G_{ü(2)}$; tiibvili (lk. 160).

Moraceae, lk. 44. *Morus,* 10 liiki põhja-parasvöötmes. Õievalemid: $P_{(4)}\ A_4\ G_0$; $P_4\ A_0\ G_{ü(2)}$. Huvitavad lihakad ebaviljad (koguviljad), millede moodustamisest võtavad osa peale sigimikkude ka perigoonid.

Celastraceae, lk. 107. *Evonymus*'e liigid (70 parasvöötmes) on vastakute lehtedega puud ja põõsad. *E. europaea* L. õievalem: $\ast K_4\ C_4\ A_4\ G_{ü(3)}$. Seemned oranž värvi arillusega, vili kolmepesane, seintes rohkesti antotsüaniini sisaldav kupar. *Celastrus* (27 soojamaa liiki), vahelduva leheseisuga. *C. panicu-*

latus: $\ast K_5 C_5 A_5 G_{\underline{u}(3)}$. Õites on nektaariumi moodustav ketas (diskus).

Rhamnaceae, lk. 107. *Rhamnus* ja *Frangula* (kokku ligik. 100 liiki), esimene pungasoomustega, teine ilma.

Elaeagnaceae. Õied ilma kroonlehtedeta. Üldine õievalem: $K_{4-5} C_0 A_{4-10} G_{a1}$. *Hippophaë rhamnoides*'el õied ühesugulised: $K_2 C_0 A_4 G_0$; $K_{(2)} C_0 A_0 G_{a1}$. Karakteerne on sageli tihe tähtjatest soomuskarvadest koosnev kate lehtedel, okstel jm. Levinud Euroopa, Aasia ja Põhja-Ameerika parasvöötmes.

Vitaceae, lk. 108. Aias *Vitis* ning *Parthenocissus.* Esimesel kroonlehed „mütsiks" kokku kasvanud, teisel kroonlehed laiuvad, vabad. *Vitis*'e liigid (40) on peamiselt Põhja-Ameerika ja Ida-Aasia taimed; *Parthenocissus* (15 l.) — Aasia parasvöötmes ning Põhja-Ameerikas.

Rutaceae, lk. 60. Perekonnad *Phellodendron* ja *Ptelea* on teravalt erinevad viljade ehituselt, kuna *Phellodendron*'i vili on luuvili, *Ptelea*'l aga kuiv tiibvili; esimene perekond (4 l.) on omane Ida-Aasiale, teine (7 l.) Põhja-Ameerikale.

Simarubaceae (lk. 62). *Ailanthus,* 7 liiki Indias ning Ida-Aasias. *A. glandulosa* Desf., kahesuguste õitega: $\ast K_{(5)} C_5 A_{5+5} G_0$; $\ast K_{(5)} C_{(5)} A_{5+5} G_{\underline{u}(5)}$.

Hippocastanaceae[1]). *Aesculus* (hobukastan). Õievalem: $K_{(5)} C_5 A_{2+5} G_{\underline{u}(3)}$, õied suuris kobarjais õisikuis, vili ogadega kaetud, 1- kuni 3-pesane kupar suurte seemnetega. Seemnetel suur heledam nabatäpp *(hilum)* õige selge. 16 liiki Aasias ja Ameerikas; *A. hippocastanum* L. Põhja-Kreekamaa ja Kaukasuse mäestikes.

Aceraceae. Acer, ligi 120 liiki (vt. lk. 164), eriti mäestikes (Himaalajas kuni 3300 m, Hiinas, Jaapanis, ka Vahemeremail ja Põhja-Ameerikas jt.). Õievalem: $\ast K_5 C_5 A_{5+5} G_{\underline{u}(2)}$, kuid esineb ka põhiarv 4. *Acer negundo'l* õied ühesugulised (kahekojane taim). Tiibvili.

Juglandaceae. Eranditult puistaimed. Tunnuseid:

♂ ja ♀ õied õiekattega.
Alglehed (2) kinnituvad tiibadena viljale . . . . . *Pterocarya.*
Alglehed vilja valmides hääbunud . . . . . *Juglans.*
♂ ja ♀ õied ilma õiekatteta . . . . . *Carya.*

Juglans: $P_{4-1} A_{8-40} G_0$ ja $P_4 A_0 G_{a(2)}$. Vili on luuvili lihaka väliskihiga (epikarp), puitunud keskkihiga (mesokarp) ning õhukese pruunika sisekihiga (endokarp). Endosperm puudub, idulehed suured. *Pterocarya* liikidest (5) üks Taga-Kaukaasias, teised Ida-Aasias; *Juglans,* 15 liiki, Lõuna-Euroopas, Ida-Aasias, Põhja- ja Lõuna-Ameerikas; *Carya,* 12 l., kõik Põhja-Ameerikas.

[1]) Lähedane sugukonnale *Sapindaceae* (lk. 63).

C o r n a c e a e, lk. 122. *Cornus*, ligi 40 l. põhja-poolkeral, ka Andides. Õievalem: $\ast K_4 C_4 A_4 G_{a(2)}$. Luuviljad.

A r a l i a c e a e, lk. 110. *Aralia, Acanthopanax, Hedera.*

Ronitaimed enam-vähem hõlmiste lehtedega . . . . *Hedera* (2 l.).
Ogajad heitlehised põõsad sõrmjate liitlehtedega *Acanthopanax* (20 l.).
Sulgjate kuni kolmetiste lehtedega ogajad (või paljad) põõsad ning väikesed puud . . . . . *Aralia* (40 l.).

Araalialiste sugukond on lähedane putkeliste sugukonnale. Harilik õievalem: $\ast K_5 C_5 A_5 G_{a(5)}$. Vili marja- või luuvilja-taoline. Eriti liigirikas on araalialiste valdavalt troopiline sugukond Indo-Malai alal ning troopilises Ameerikas, mitmed liigid ka Ida-Aasias (näit. perekond *Acanthopanax*).

E r i c a c e a e, lk. 98. *Rhododendron*, ligi 200 liiki arktilisist maist kuni troopilisini, viimastes mägedes subalpiinses ning alpiinses kõrgusastmes (puuduvad täielikult Aafrikas). Sageli igihaljad põõsad, õied üksikult või sarikais. Õievalem: $\cdot|\cdot K_{(5)} C_{(5)} A_{5-10} G_{ü(5)}$. Alpides kasvavad *R. ferrugineum* L. ja *R. hirsutum* L., tuntud „alpirooside" nimetuse all.

L o g a n i a c e a e, lk. 87. *Buddleia*, ligi 70 liiki, troopilises ning subtroopilises Aasias ja Ameerikas, ka Lõuna-Aafrikas. Omapäraste neljaharuste tähtkarvadega (nn. „*Buddleia*-karvad"). Õievalem: $K_{(4)} C_{(4)} A_4 G_{ü(2)}$.

O l e a c e a e, lk. 87. *Fraxinus, Syringa, Ligustrum, Forsythia.*

× Kuivviljad (tiibvili või kupar).
.. Üheseemnene tiibvili . . . . . *Fraxinus.*
.. Pesa-avanev kupar.
o Krooni putk lühem krooni äärise hõlmadest, õied kollased . . . . . *Forsythia.*
o Krooni putk pikem, õied punased või violetsed, harvemini valged . . . . . *Syringa.*
× Vili 2—4 seemnega kahepesane mari . . . . . *Ligustrum*
× Luuvili . . . . . *Olea.*

Fraxinus excelsior: $K_{4-0} C_0 A_2 G_0$; $K_0 C_0 A_0 S_2 G_{ü(2)}$ ja $K_{4-0} C_0 A_2 G_{ü(2)}$.

Perekond *Fraxinus* (39 l.) on levinud peamiselt Põhja-Ameerikas, Ida-Aasias ning Vahemeremail. — *Forsythia* kolmest liigist on kaks (*F. suspensa* Vahl ja *F. viridissima* Lindl.) Hiina ning Jaapani liigid, *F. europaea* avastati alles hiljemini (1893, B a l d a c c i) — Albaanias. — *Syringa* liigid (ligi 30 l.) on eriti Kesk- ja Põhja-Hiina taimi, ulatuvad sealt ühelt poolt üle Mandžuuria kuni Korea ja Jaapanini, teiselt poolt üle Himaalaja, Afganistani ning Pärsia kuni Ida-Euroopani. Sirelid on suvehaljaste valgusrohkete metsade puid ja põõsaid. — *Ligustrum*'id (ligi 50 l.)

on levinud peamiselt Ida-Aasias Jaapanist ja Hiinast kuni Indiani; ulatuvad sealt kiiresti kahaneva liikide arvuga kuni Euroopani (siin ainsa liigina *Ligustrum vulgare* L.).

Caprifoliaceae. Puistaimed ristivastakute lehtedega, harilikult ilma abilehtedeta. Vili mari või luuvili, ühe või mitme luuga. *Lonicera, Sambucus, Viburnum, Symphoricarpus, Diervilla.*

× Lehed sulgjad, viljad lihakad marjataolised luuviljad . . *Sambucus.*
× Lehed terved või hõlmised.
o Valminud vili ühepesane (luuvili ühe luuga, sigimikus kolm pesa) *Viburnum.*
o Vili kahepesane (kupar) . . . . . *Diervilla.*
o Vili kahe- või kolmepesane (väheste seemnetega m a r i, mõningatel liikidel k a k s i k m a r i) . . . . . *Lonicera.*
o Sigimik neljapesane (kahe steriilse pesaga, mille tagajärjel on vili 2 seemnega), vili lihakas, marjataoline . . *Symphoricarpus.*

Õievalem: $K_{(5)}\ C_{(5)}\ A_5\ G_{a(2-5)}$. Õied aktinomorfsed *(Sambucus)* või enam-vähem sügomorfsed (näit. *Lonicera*).

Caprifoliaceae on peamiselt Euroopa, Aasia ja Põhja-Ameerika taimi. Troopikamais leidub neid vaid mägedel. Lõuna-poolkeral on esindatud kõnealuseist perekonnist *Sambucus* ja *Viburnum.* Väike lamav *Caprifoliaceae* sugukonda kuuluv kääbuspõõsas (kamefüüt) *Linnaea borealis* L.* (harakkuljus, ka Eestis) tungib Lapimaal kaugele üle metsapiiri.

Alustades ringkäiku Botaanikaaia puude ja põõsastega tutvumiseks leiame aĭa pea-sissekäigu läheduses hariliku sajakoorse — *Evonymus europaea* L. (Kesk-Euroopas, Krimmi poolsaarel, Kaukaasias ja Lääne-Siberi lõunapoolses osas; Eestis leidub kohati Koiva jõe kaldail). Sügisel punaste lehtede (antotsüaniin!) ning roosakate viljade tõttu väga silmapaistev. — *Pyrus baccata* L. [e. *Malus baccata* (L.) Borkh.], mariõunapuu, nimetatud nii väikeste hapukate ebaviljade tõttu. On Himaalaja, Ida-Siberi ning Põhja-Hiina liik. — *Morus alba* L. (valge siidiussipuu), pärit Aasiast (lk. 149). — *Pinus strobus* L. (veimuti mänd), Põhja-Ameerika idaosast, kus ta sageli suuri metsi moodustab. Kuni 70 m kõrgune, tüve läbimõõduga kuni 2 m, harilikult ligikaudu poole madalam. Puit kerge, väärtuslik. — *Larix dahurica* Turcz. (dahuuria lehtmänd). Kasvab Siberis Baikali järvest kuni Vaikse ookeanini. Selle liigi käbid on võrdlemisi väikesed, soomuseid ligi 30 (*L. sibirica*'l 25—50 soomust).

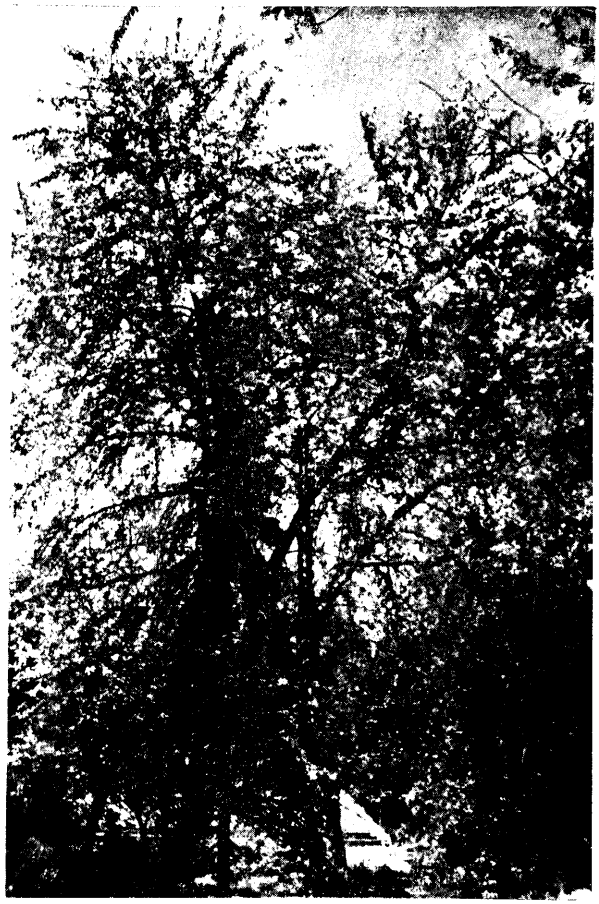
— *Larix sibirica* Ledeb. (siberi lehtmänd). Eelmisega võrreldes palju suurema areaaliga, sest peale Siberi esineb ta veel Euroopa Venemaal kuni Onega järveni. Ida-Euroopas ja Lääne-Siberis on ta ainsaks puukasvu piiril leiduvaks subarktiliseks puuliigiks. *L. sibirica* moodustab suuri metsi näit. Altais, kus ta esineb peal-pool männi kõrgusastet kuni *Pinus cembra* kõrgusastmeni. Neis valgusrohketes metsades on alustaimkattes (puud kuni 40 m kõrged) *Spiraea*'d, *Paeonia anomala*, *Trollius asiaticus* jt. liigid



Joon. 75. Sirelid aia peasissekäigul. Vasemal üheiduleheste osakond. Kevadel 1934.

mõõtuandvad. — *Corylus avellana* L. (harilik sarapuu). Areaal: Kesk- ja Lõuna-Euroopa, Kaukasus, Krimm, Põhja-Aafrika (mägedes), Väike-Aasia. — *Rhamnus cathartica* L. (harilik türnpuu), Euroopas kuni 61°, Põhja-Aafrikas, Siberis kuni Altaini. Kuulub Eestis hävitamisele 1932. a. seaduse järgi. — *Sorbus aucuparia* L. × *S. aria* (L.) Crantz (hübriid-pihlakas), lehed vahepealsed hariliku pihlaka (*S. aucuparia*) ja tuhkpihlaka (*S. aria*) vahel. — *Juglans mandshurica* Maxim. (mandžuuria pähklipuu), Mandžuurias, Amuurimaal, ka Koreas. Kooskõlas lehtede suurusega (kuni 1 m pikkused sulgjad liitlehed 13—15 lehekesega) on võra suhteliselt vähe harunenud (lk. 268). Eelmisele liigile väga lähedane on Ussuuri kallastelt päritolev *J. stenocarpa*

Maxim. (erineb eelmisest luuvilja tuuma — „pähkli" poolest, mille välispind on vähem terav kui *J. mandshurica*'l). On märkimisväärt, et *Juglans*'i liikidel puuduvad täielikult pungasoomused, nii et nende tuleva-aastaste lehtede algmed (tihedalt pruuni-



Joon. 76. Maacki toomingas (*Prunus Maackii* Rupr.). 17. V 1934.

kate karvadega kaetud!) talvituvad paljalt. — *Prunus Maackii* Rupr. (Maacki toomingas), Mandžuurias ja Amuurimaal päriskodune liik, silmapaistev kasekoorega sarnaneva koore tõttu, eriti tüvel ja vanematel okstel. Suurim *Prunus Maackii* puu Euroopa botaanikaaedades. — *Picea pungens* Engelm. (torkav kuusk), Põhja-Ameerikas (Kaljumägedes, Koloraados 2000—3000 m kõr-

guses) kuni 35 (45) m kõrge, Euroopas sageli parkides ilupuuna. — *Fraxinus excelsior* L. var. *globosa* Deegen, hariliku saare vorm keraja võraga. Liik esineb Euroopas kuni 63° (Norras), ida poole langeb põhjapiir (Kaasan). Vene steppides saar ei esine, küll aga Krimmis ja Kaukasuses. — *Thuja occidentalis* L. (harilik elupuu), kuni 15—20 m kõrgune puu (tüve läbimõõt ulatub kuni 1 m!). Kanadas ning Ühendriikide idapoolses osas moodustab ta (sageli koos *Larix americana*'ga) ulatuslikke metsi eriti niisketel ja soostunud aladel. — *Picea pungens* Engelm. f. *argentea* hort., ilupuuna parkides. — *Phellodendron amurense* Rupr. (amuuri korgipuu), Amuurimaa, Mandžuuria, Põhja-Mongoolia uhtlammmetsade puu. Korgikihti, kuigi õhukest, on kohati (näit. Venes) püütud kasutada korgitamme korgi aseainena. — *Parthenocissus quinquefolia* Planch. (metsviinapuu), idapoolsest Põhja-Ameerikast kuni Florida ja Mehhikoni. — *Betula humilis* Ehrh. (madal kask). Areaal tükeldatud, koosneb 4 osaareaalist: Kesk-Euroopa areaal Alpide põhjaserval; Saksa-Balti-Vene areaal (ulatub põhja poole kuni Soome laheni); Uurali areaal; Ida-Siberi areaal Altaist kuni Kamtšatka ja Aleuutideni. Ei esine Põhja-Ameerikas. Eestis eriti idaosas kohati

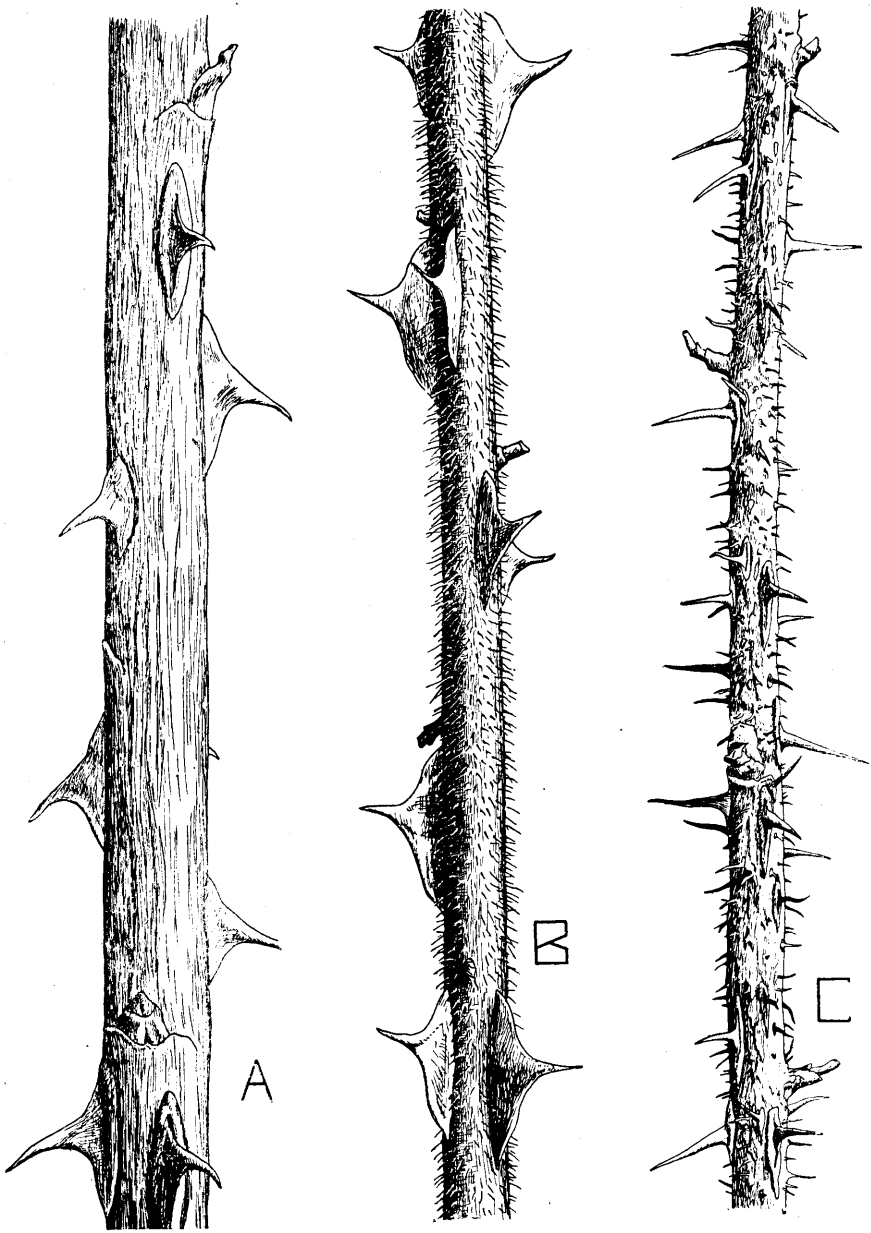


Joon. 77. Amuuri korgipuu (*Phellodendron amurense* Rupr.) vanimaid Euroopa eksemplare.

hulgi soorabadel. — *Betula pubescens* Ehrh. (sookask). Euroopas ja Põhja-Aasias kuni Kamtšatkani, ei esine Põhja-Ameerikas. *Betula verrucosa* Ehrh. (arukask), Euroopa (Skandinaavias kuni 65°, Lõuna-Euroopas ainult mägedes), Kaukaasia, Põhja-Aasia kuni Jaapanini. Ka kasvab siin nimetatud liikide värd — *Betula pubescens* Ehrh. × *B. verrucosa* Ehrh. — *Acer mandshuricum* Maxim., mandžuuria vaher, Mandžuurias ja Põhja-Koreas, eriti sügisel markantne, punaste antotsüaniinirikaste lehtede tõttu.

Siin nimetatud kased, samuti mandžuuria vaher on Hiina-Jaapani osakonna läänepiiril. Veel enne selle osakonna rajamist on siia istutatud mitmeid teise päritoluga puid. Neist tuleb nimetada järgmisi: *Tilia platyphyllos* Scop. (suurelehine pärn), Kesk- ja Lõuna-Euroopas kuni Hispaania, Korsika ja Itaaliani, ka Kaukaasias. Eestis ainult pargipuuna (näit. Tallinnas nn. Rannavärava mäel). Erineb harilikust pärnast (*T. cordata* Mill.) valkjate karvade tõttu soonte nurkades lehe alumisel pinnal, mis siin on roheline, kuna *T. cordata*'l nimetatud karvad on roostevärvi ning lehed alt sinakas-rohelised (eraldamisel arvestatakse täie valguse käes kasvanud lehtede tunnuseid!). — *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (Pennsylvania saar), Põhja-Ameerika Ühendriikide idaosas kuni Floridani, eriti jõeorgudes.

Käpaliste-hoone läheduses on väike kibuvitsa-liikide (lk. 147) kogu. Kibuvitsad on levinud kõigis maailmajagudes põhja pool ekvaatorit, esinevad kohati ka troopikamais mägedes. Siiski on nende pealevimisala täielikult parasvöötmes. Kogus siin Ida-Aasia liikidest valgeõieline *Rosa multiflora* Thbg. (rohkeõiene kibuvits) ja *R. rugosa* Thbg. (kibraline k.), viimane esineb Põhja-Hiinast kuni Kamtšatka, Sahhalini ja Jaapanini. Põhja-Ameerika liikidest esinevad siin *R. virginiana* Mill. (virgiinia k.), *R. carolina* L. × *R. virginiana* Mill., eriti suurte punaste õitega, *R. blanda* Ait. (labradori k.). *R. spinosissima* L. (e. *R. pimpinellifolia* L., nääreline k.) esineb Põhjamere rannikuil Lääne-Euroopas Islandist kuni Saksamaani ja Lõuna-Skandinaaviani, kohati ka Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Venes, Kaukaasias, Väike-Aasias ja Siberis kuni Mandžuuriani ning Hiinani. *R. arvensis* Huds. (põldkibuvits), väike, Kesk- ja Lõuna-Euroopa liik (ei esine Eestis). *Rosa canina* L. (harilik kibuvits), Euroopas kuni Lõuna-Soomeni (ka Eestis); Põhja-Aafrikas, Lääne- ja Põhja-Aasias. *Rosa rubrifolia* Vill. (punaselehine kibuvits), Euroopa mäestikes Püre-



Joon. 78. A — *Rosa canina* L., B — *R. sericea* Ldl., C — *R. spinosissima* L.

needest Karpaatideni montaanses ja subalpiinses kõrgusastmes. *R. rubiginosa* L. (roostepunane k.), Euroopas ja Lääne-Aasias (ka Eestis metsikult). *R. sericea* Ldl. (siidjas k.), Himaalajas ja Hiinas, harukordselt laiade ogadega tüvel. *R. gallica* L. (gallia kibuvits), Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Taga-Kaukaasias, Armeenias, Väike-Aasias. *R. cinnamomea* L. (metskibuvits), Ida-Euroopas (ka Eestis, meil harilikumaid liike), Kaukaasias, Siberis ja Põhja-Ameerikas. *R. glauca* Vill. (vesihall k.), euroopa liik, ka Eestis.

Kibuvitsa-liikide süstemaatika on õige keeruline. Liikide eraldamisel on eriti tähtsad järgmised tunnused: 1) Emakate ehitus. Rühmades *Synstylae (R. multiflora)* ja *Indicae* on emakakaelad ühtinud tolmukate alust tublisti ületavaks sambaks, mis teistes sektsioonides kas puudub täielikult või on vähe arenenud, mille tagajärjel siis on välised emakasuudmed enamvähem samas tasemes kui tolmukate alused. 2) Õieosade arv. Kuigi õied on üldiselt viietise tupe ja krooniga, on *R. sericea* Ldl. K_4 C_4. 3) Abilehed. Need on vabad ning sügavalt narmastunud näit. *R. gallica*'l (rühm *Banksiae*) või aga leherootsuga kokku kasvanud ning narmastunud *(R. multiflora)* või terved (enamik *Rosa* liike). 4) Tupplehtede ehitus. Tupplehed on kas terved [rühm *Carolinae (R. carolina, R. virginiana, R. nitida), Cinnamomeae (R. cinnamomea, R. blanda, R. acicularis, R. rugosa), Pimpinellifoliae (R. spinosissima* e. *R. pimpinellifolia)*] või aga on välised tupplehed ± sulgjad [rühm *Gallicae (R. gallica), Caninae (R. rubrifolia, R. villosa, R. mollis, R. tomentosa, R. rubiginosa, R. agrestis, R. canina, R. dumetorum, R. glauca)*]. 5. Ogade iseloom (vt. joon. 78). Ka õievärv on vahelduv, kuigi valitseb punane. Valgeõielised on põhiliikidest *R. multiflora, R. spinosissima;* kollaste õitega on *R. lutea* Mill. Lõpuks on liikide eraldamisel olulised ka viljad, lehekeste arv ja kuju, leheserva ehitus, karvkate (paljad lehed näit. *R. glauca'l, R. rubrifolia*'l; näärmekarvased lehed *R. rubiginosa*'l jne.).

Teispool peaalleed, kibuvitsade vastas on väike *Spiraea*'de kogu. Siin leiduvad: *Spiraea crenifolia* C. A. Mey. (kärplehine põõsasenelas), Lõuna-Venes, Kaukaasias, Lääne-Siberis kuni Altaini ja Põhja-Hiinani, kuivadel nõlvadel. *S. bracteata* Zbl. (katelehine p.), Jaapanis. *S. trilobata* L. (kolmehõlmane p.), Turkestanis, Altais, Põhja-Hiinas; Altais lagedatel kivistel nõlvadel ja kaljupragudes. *S. chamaedrifolia* L. (jalakalehine p.), Euroopa mägedes, Siberis hajusalt, rohkesti Ida-Siberis, Mandžuurias, ka Põhja-Mongoolias ja Jaapanis. *S. salicifolia* L. (pajulehine p.), Euroopas küll ainult metsistunult, kodus Siberis, Kamtšatka poolsaarel, ka Mandžuurias, Koreas, Jaapanis kui ka Põhja-Ameerikas. *S. japonica* L. (jaapani p.), Jaapanis ja Hiinas jt.

Valitsevad valgeõielised suve algul õitsevad vormid, hilisem *S. japonica* on punaste õitega. Rühmas *Chamaedryon* on õisikud kobarjad või sarikjad, lühikesed (*S. crenifolia, S. media, S. chamaedrifolia, S. trilobata, S. bracteata* jt.), ühe õiega igal õisiku harul; rühmades *Calospira* ja *Spiraria* on õisik pööris, esimesel madal, lai *(S. japonica)*, teisel kitsas, piklik *(S. salicifolia)*.

Kaugemal järgnevad teised roosõielised: *Sibiraea laevigata* Maxim.; valgeõiene, kahekojane taim (kahesugulistest õitest arenenud ühesugulised; emasõied rudimentaarsete tolmukate, isasõied kängunud emakatega) Altais ja Tienšan'is. — *Sorbaria Lindleyana* Maxim., Himaalajas; *S. sorbifolia* A. Br. (harilik pihlenelas), levinud Siberis kuni Sahhalini saareni, esineb ka Mandžuurias, Turkestanis ning Himaalajas. Erinevad lehekeste kujult. Üle tee on roosõielistest veel kollaseõieline *Potentilla fruticosa* L. (põõsasmaran) ja selle värd *P. davurica*'ga [*P. Friedrichseni* Späth] alt valkjate õitega. Viimane liik (*P. davurica* Nestl.) esineb Taga-Baikali alal ja Põhja-Hiinas.

Roosõieliste taga on rida okaspuid. Liikudes bioloogia-osakonna poole leiame järgmised liigid: *Thuja occidentalis* L., lk. 155. — *Abies sacchalinensis* Mast. (sahhalini nulg), kuni 40 m kõrgune puu, moodustab koos *Picea ajanensis*'ega suuri metsi Sahhalini saarel, ka Kuriilidel ja Hokkaidos. — *Picea excelsa* Lam. — *Pinus cembra* L. (seedermänd), Alpides, Karpaatides (1600—2500 m), Kirde-Venes, Siberis kuni Taga-Baikalini ja Sajaanideni, Altais, Põhja-Mongoolias. Seemned söödavad. — *Abies alba* Mill. (euroopa nulg), Kesk- ja Lõuna-Euroopas. — *Picea omorica* Purk. (serbia kuusk), Bosnias, Serbias ja Montenegros (*P. ajanensis*'ele lähedane liik). — *Picea obovata* Ledeb. (siberi kuusk), Põhja- ja Ida-Venes, Skandinaavias, Siberis Uuralist Jenisseini, Altais, ka Ida-Siberis ja Mandžuurias. — *Abies alba* Mill.

Teest põhja poole, aia kõrgeimas osas on Kesk-Euroopa metsapuid ja -põõsaid. Üksikasjades on nende liikide levilad küllalt mitmesugused. — *Carpinus betulus* L. (valgepöök), Euroopas peale Põhja-Euroopa (põhjapoolseim leiukoht Lätis Liibavi ümbruses), Kaukaasias, Põhja-Pärsias. Kesk-Euroopas harilikult metsades koos pöögi ja tammega, kohati ka puhtaid valgepöögimetsi moodustades. — *Fagus silvatica* L. (pöök), Euroopas (puudub Põhja-Euroopas, ulatub aga siiski veel Lõuna-Rootsi).

Kagu-Euroopas, Krimmis, Väike-Aasias ja Kaukaasias on ta asendatud süstemaatiliselt lähedase *F. orientalis* Lipsky'ga. Pöök on kuni 30 (48) m kõrgune metsapuu; rohurinne pöögimetsades Kesk-Euroopas vastab üldiselt meie leht- ja segametsade taimkattele. — *Sorbus aucuparia* L. (harilik pihlakas, lk. 170). — *Fraxinus excelsior* L. (harilik saar), Euroopas uhtlamm-metsades, ka lodumetsades. — *Acer campestre* L. (põldvaher), Lääne-Euroopas, välja arvatud põhjaosa (Skandinaavias ainult Lõuna-Rootsis); Kesk- ja Lõuna-Venes, Kaukaasias, Väike-Aasias. — *Tilia cordata* Mill. (harilik pärn), suurem osa Euroopat kuni 62 laiuskraadini, kohati Siberis, Mandžuurias ja Jaapanis (seal teisendid). — *Ulmus montana* With. e. *Ulmus scabra* Mill., harilik jalakas, enam-vähem kogu Euroopas Uuralini, lõunas mägedes, ka Ida-Siberis, Mandžuurias ja Jaapanis, tiibviljad palja servaga. — *Ulmus effusa* Willd. e. *U. laevis* Pall., künnapuu, tiibviljad ripsja servaga (kasvab aias bioloogia-osakonnast põhja pool tee ääres nõlvakul), esineb hajusalt Kesk-Euroopast kuni Uuralini. Eestis on mõlemad nimetatud *Ulmus*'e liigid pärismaised. — *Acer pseudoplatanus* L. (mägivaher). Kesk-Euroopa mägedes Püreneedest Karpaatideni, ka Kaukasuses. Montaansete ja subalpiinsete leht- ja segametsade kuni 20 (40) m kõrge puu. — *Quercus robur* L. e. *Q. pedunculata* Ehrh. (harilik tamm), levinud peaaegu kogu Euroopas kuni ligik. 60° (Norras kuni 63°), ka Kaukasuses, Krimmis, Väike-Aasias, eriti jõeorgudes; Eestis eriti lubjarikastel puisniitudel, segametsades, kohati ka puhtate vähemulatuslike tammikutena. — *Quercus sessiliflora* Salisb. (läänetamm), hajusalt metsades, mäenõlvadel (Alpides kuni ligik. 1600 m), Lääne-Euroopas kuni Bessaraabiani, ka Krimmis ja Kaukasuses. — *Genista tinctoria* L. (värvi-leetpõõsas), Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Kesk- ja Lõuna-Venes, Kaukasuses. Esineb metsades, põõsastikes jt. õitest saadakse kollast värvainet. — *Cotoneaster tomentosa* Lindl. (viltjas tuhkpuu), kuivade, päikeserohkete nõlvade taim Lõuna- (osalt ka Kesk-) Euroopas Hispaaniast kuni Balkanini. — *Carpinus orientalis* Mill., Lõuna- ja Kagu-Euroopas, ka Väike-Aasias ja Pärsias, seal 10 (15) m kõrge, karakteersete väikeste lehtedega. — *Lonicera caprifolium* L., Lääne- ja Lõuna-Euroopa ja Kaukasuse metsades, põõsastikes jt. — *Prunus spinosa* L. (laukapuu), peaaegu kogu Euroopas, välja arvatud põhjapoolne osa, ka Põhja-Aafrikas, Krimmis, Kaukaasias ja Pärsias. Esineb kuivadel nõlvadel, kohati suurte tihnikutena, ka valgusrohketes met-

sades. Alpides tõuseb kuni 1000—1600 m, Eestis kasvab metsikult Saaremaal.

Bioloogia-osakonnast läänes, lõuna poole teed jätkuvad roosõielised. Siin kasvavad põõsasenelatele lähedased põisenelad (*Physocarpus*'e e. *Opulaster*'i liigid, lk. 147). Nende suhteliselt suured kukkurviljad avanevad nii mõhu- kui ka seljaõmblust-pidi ning on üheseemnesed (harilikult); *Spiraea*'del sellevastu on tüüpilised kukkurviljad, mis avanevad vaid mõhuõmblusel ning on mitmeseemnesed. *Physocarpus opulifolius* Maxim. (lodjapuulehine p., lehed alt paljad) ja *P. capitatus* O. Kuntze (alt karvaste lehtedega) on mõlemad Põhja-Ameerika liike. Järgneb *Rhodotypus kerrioides* S. et Z. (lk. 147), siis mõned tuhkpuuliigid *(Cotoneaster)*. Tuhkpuud jagunevad kahte rühma: 1) *Orthopetalum* — püstiste kroonlehtedega, ja 2) *Chaenopetalum* — laiuva krooniga. Aias leiduvad liigid kuuluvad esimesse rühma. *Cotoneaster tomentosa* Ldl. (viltjas tuhkpuu, ebaviljad viltja karvkattega), Lõuna-Euroopast; *C. lucida* Schlecht. (läikiv t., lehed pealt läikivad, teritunud, ebaviljad sinakas-mustad), Põhja-Aasiast; *C. melanocarpa* Lodd. e. *C. nigra* Fries (must t., lehed ovaalsed, tömbid, ebaviljad enne punased, siis sinakas-mustad), Ida-Euroopas ja Siberis kuni Mandžuuriani, Eestis eriti põhjarannikul paekaldal; *C. melanocarpa* Lodd. var. *laxiflora* Zab. erineb põhivormist rohkeõielise õisiku poolest; *C. integerrima* Medic. (harilik t., punaste marjadega), Euroopas kuni Inglismaa ja Hispaaniani, idas ulatub Altai mäestikuni, kus ta on aga võrdlemisi haruldane; *C. horizontalis* Decne. (lamav t., aias stepinõlva jalal), Hiinast.

Bioloogia-osakonna läheduses Emajõe-poolsel küljel leiame *Menispermaceae* sugukonda [1]) kuuluvaid väänkasvusid *Menispermum canadense* L. (Põhja-Ameerika liik) ja *M. dauricum* DC. (Ida-Siberis Baikalist kuni Jaapanini) — huvitav näide Ida-Aasia ja Põhja-Ameerika floora sugulusest, mis enne jääaega oli kahtlemata veel palju suurem kui praegu. Mõlemad liigid on kilpjate lehtedega. Läheduses siin veel *Evonymus latifolia* Mill. (laialehine sajakoorne, lk. 149), Euroopa, Kaukasuse ja Põhja-Aafrika montaanne liik; *Sambucus racemosa* L. (lk. 167).

Kui Botaanika-instituudi poole peateed mööda edasi liikuda, on teest paremal bioloogia-osakonna lähedal liblikõieliste (*Leguminosae*) kogud. — *Genista tinctoria* L. (vt. lk. 148). — *Cytisus nigri-*

[1]) Suguk. *Menispermaceae* on süsteemis lähedane suguk. *Berberidaceae*.

cans L. (mustjas ubapõõsas), Kesk- ja Kagu-Euroopa liik. *C. sessilifolius* L. (ümmaralehine u.), Lõuna-Euroopas ja Alžeerias. *C. purpureus* Scop. (punane u.), Lõuna-Euroopas, mägedes kuni 1500 m üle merepinna. *C. ratisbonensis* Schaeff. (madal u.), Kesk- ja Ida-Euroopas, Kaukaasias, Lääne-Siberis. *C. supinus* L. (päine u.), Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Kaukaasias. *C. elongatus* W. et K., Kesk-Euroopas.



Joon. 79. *Colutea arborescens* L. viljadega.

Ubapõõsaste süstemaatika põhineb vähe silmapaistvail tunnuseil. Enamik on kollaste (*C. purpureus* — punakate) õitega.

Täitsa paljas sinakasroheline on näit. *C. sessilifolius*, enamuses on nad enam-vähem karvased. Tupp on suhteliselt lühike näit. *C. nigricans*'il ja *C. sessilifolius*'el, piklik *C. purpureus*'el, *C. ratisbonensis*'el jt. Mõned liigid õitsevad õige vara, näit. *C. ratisbonensis*, *C. purpureus*.

Robinia liikidest leiame siin valgeõiese *R. pseudacacia* L. (valge eba-akaatsia, Kirde-Ameerikas, nüüd naturaliseerunud nii Põhja-Ameerika paljudes osades kui ka Lääne-Euroopas; Eestis eriti Kuressaares võrdlemisi suured puud) ja *R. neomexicana* Gray, Põhja-Ameerika liik (Koloraado, Uus-Mehhiko jt.). Viimane liik on roosaõieline, erineb *R. pseudacacia*'st karvaste noorte võrsete ja karvaste viljade poolest (*R. pseudacacia* võrsed on ainult vähe karvased).

Halimodendron argenteum Fisch., soolapuu. Soolakusteppide põõsas Taga-Kaukaasias ja Lääne-Aasias; lehe keskrood pü-

sib torkava lehtastlana peale lehekeste varisemist. — *Laburnum anagyroides* Med., suurte kollaste õiekobaratega kevadel ja suvel (= *L. vulgare* Griseb., harilik kuldvihm), Lõuna-Euroopas (esineb hajusalt Prantsuse Juurast kuni Bulgaariani). — *Colutea arborescens* L. (põisakaatsia), punakaskollaste õite, roheka säsiga võrsetes ning väga karakteersete põisjate kauntega. Kesk- ja Lõuna-Euroopa liik. — *Caragana* liikidest kasvavad siin *C. aurantiaca* Koehne (liiv-läätspuu), Kesk-Aasias; *C. frutex* Koch (väike l.) Lõuna-Venest ja Kaukaasiast kuni Mandžuuria ja Põhja-Hiinani; *C. arborescens* Lam. (suur l.) — Turkestanis, Lääne-Siberis, Altais ja Mongoolias. Ka teised *Caragana* liigid on eranditult Aasia päritoluga.

Teisel pool teed, liblikõieliste vastas on mõned *Oleaceae* (õlipuuliste) sugukonda kuuluvad põõsad. Perekonnast *Syringa* on siin: *S. vulgaris* L. (harilik sirel), päriskodune Balkanil, Kagu-Ungaris (Banaat), Väike-Aasias. — *S. Wolfii* C. S. (Wolfi sirel), Põhja-Hiinas. — *S. villosa* Vahl (viltjas s.), Koreas ja Mandžuurias mäenõlvadel, kohati tihedate põõsastikkudena. — *S. pubescens* Turcz. (karvane s.), Põhja-Hiinas ja Kagu-Mongoolias. — *S. reflexa* C. S. (longusõiene s.), Hiinas (Hupei).

Sirelid jagunevad alaperekondadesse *Eusyringa* ja *Ligustrina*. Esimeses alaperekonnas on kroon tupest tunduvalt pikem ning tolmukad peidetud õiekrooni putkeosasse, teises alaperekonnas (*Ligustrina*) ületab krooniputk vaevalt tuppe ning tolmukad ulatuvad õiekroonist välja (siia kuuluvad valgeõielised *S. japonica* Decne. ja *S. pekinensis* Rupr.). Alaperekond *Eusyringa* (pärissirelid) jaguneb rühmadesse *Vulgares* ja *Villosae*. Rühmas *Vulgares* on õisikud mitmeaastastel võrsetel, mispärast võrse ja õisiku vahel pole lehti [siia kuuluvad *S. vulgaris, S. persica* (mõlemad siledate viljadega), *S. pubescens* jt. (näsajate viljadega)]. Rühmas *Villosae* tekivad õisikud selleaastaste võrsete tipus, mille tagajärjel on õisikut kandev võrse õisikust allpool lehistunud [*S. villosa, S. Wolfii, S. Josikaea, S. Emodi* (õied valged, ebameeldiva lõhnaga), kõik siledate viljadega; *S. reflexa* (näsaliste viljadega)].

Samuti *Oleaceae* sugukonda kuuluvad: *Ligustrum vulgare* L. (harilik ligustер), Euroopas, Põhja-Aafrikas ja Lääne-Aasias; *Fraxinus excelsior* L. var. *diversifolia* Ait. (hariliku saare lihtlehine teisend), *Forsythia viridissima* Ldl. × *F. suspensa* Vahl. Järgnevad mõned puuliigid mitmesugustest perekondadest. *Tilia americana* L. (väga suurte lehtedega liik, kodumaaks Põhja-Ameerika, kuni 40 m kõrgune metsapuu, seal kohati suurte kogumikkudena). — *Larix sibirica* Ledeb. (lk. 153). — *Phellodendron amurense* Rupr. (lk. 155). — *Rhamnus cathartica* L. (lk. 153). — *Po-*

pulus nigra L. var. *italica* Dur. (püramiidpappel) vorm, mille koduks näib olevat Aasia. Praegu kultuurpuuna levinud Lääne- ja Lõuna-Euroopas ja ka Lääne-Aasias. — *Acer spicatum* Lam., Põhja-Ameerikas suurte järvede piirkonna madala (kuni 9 m) alusmetsa puuna poolvarjus, õisik püstine pööris. — *A. ukurunduense* Trautv. et Mey. (lk. 309). — *Acer negundo* L., lk. 321. — *A. platanoides* L. var. *coloratum* Pax f. *Schwedleri* Schwerin, veripunaste lehtedega kevadel ja suve esimesel poolel, hariliku vahtra värviteisend. — *A. Heldreichii* Orph., Balkani mägede metsades. Vahtrate perekonna tähtsamate rühmade tunnused on järgmised:

A. Sisemised pungasoomused ei pikene pungade puhkedes. Õied ilmuvad enne lehti. Lehed 3- kuni 5-hõlmased — rühm *Rubra* (*A. rubrum* L., palja sigimikuga; *A. saccharinum* L., karvase sigimikuga). 3- kuni 7-sõrmesed liitlehed — rühm *Negundo (A. negundo)*.

B. Sisemised pungasoomused pikenevad pungade puhkedes. Õied ilmuvad enam-vähem koos lehtedega.

I Lehed kolmetised liitlehed — rühm *Trifoliata* (*A. mandshuricum* jt.).

II Lehed 3- kuni 7-hõlmased, tolmukaid 8, nektaariumi moodustaval kettal (diskus) või sellest seespool (diskus seega ekstra-staminaalne).

1. Õisik piklik (kobar või pööris). *Spicata (A. ginnala, A. tataricum, A. spicatum, A. ukurunduense, A. pseudoplatanus, A. Heldreichii* jt.).
2. Õisiku laius võrdub õisiku pikkusega või ületab seda (kännas).
   a) Lehehõlmad tömbid ± terveservased — *Campestria* (*A. campestre* jt.).
   b) Lehehõlmad (neid 3—5) pole teravalt ega peenelt saagjad. Piimmahlaga juhtkimbu niineosas. — *Platanoidea* (*A. pictum, A. platanoides* jt.).
   c) Lehehõlmad (neid 7—9) terav-saagja servaga. Pole piimmahla. *Palmata* (*A. palmatum, A. japonicum* jt.).

III Lehed 3- kuni 5-hõlmased või jagused. Tolmukaid 4—8, väljaspool nektaariumiketast või selle välimisel serval (diskus intra-staminaalne. Rühmad *Glabra, Macrantha, Lithocarpa, Arguta,* pole aias esindatud.

Nõlv, millel kasvavad eespool-nimetatud vahtrad, on kevadeti, kui puud alles lehtedeta, kaetud tiheda *Scilla sibirica* vaibaga. Siniste õite tihedas kattes on siin-seal roosakaslillad *Corydalis solida* õisikud, kohati on näha ka *Ficaria verna* munajaid südaja alusega lehti. Need sinised nõlvad on igal kevadel Botaanika-aia ehteks. Hiljemini kaob *Scilla* täielikult (on geofüüt). Ilmub *Corydalis nobilis*, kogukas mahlaste varte ja rootsudega kollaseõieline püsik. Ka selle maapealsed osad kuivavad varsti, nii et juulis pole nendest kevadtaimedest midagi näha. Pärismaiseks Eestis on nimetatud liikidest lõokannus *(C. solida)* ja kanakoole

(Ficaria verna). *Scilla sibirica*'t kasvab rohkesti tammemetsades Lõuna-Venes, ka Kesk-Euroopa, Balkani, Kaukaasia ja Taga-Kaukaasia lehtmetsades. Siberis see liik ei esine. *Corydalis nobilis* on Altai mägede liik, kasvab seal kaljustel mäenõlvadel montaanses kõrgusastmes.

Tiigipoolsel „*Scilla*-nõlval" on mõned *Berberis*'e (kukerpuu) liigid. *Berberis repens* Ldl., igihaljas, läiketa lehtedega, asteldeta põõsas patsiifilisest Põhja-Ameerikast (Kaljumäestik ning ida poole kuni L.-Dakotani). — *Berberis aquifolium* Pursh, samuti Põhja-Ameerika lääneosast, erineb eelmisest, õige lähedasest, läikivate lehtede poolest. — *B. Thunbergii* DC., mäenõlvadel Jaapanis. — *B. Wilsonae* Hemsl. et Wils., Hiinas. — *B. yunnanensis* Franch., Hiinas Jünnani mäestikus kuni 3200 m. — *B. vulgaris* L. (mitu vormi!), harilik kukerpuu Euroopas Dalmaatsiast kuni Lõuna-Soomeni. Eestis eriti Läänemaal, kohati ka Harjumaal jt., sageli vaid metsistunult. Eestis kuulub hävitamisele kui roosteseene *Puccinia graminis*'e peremeestaimi.

Nimetatud liikidest erinevad esimesed kaks teistest tunduvalt, kuuludes alaperekonda *Mahonia* (seetõttu ka nimetused *Mahonia repens* ja *M. aquifolium*), mis alaperekonnast *Euberberis* erineb igihaljaste liitlehtede tõttu. Ka puuduvad algperekonnas *Mahonia* astlad, kuna *Euberberis*'tel on pikivõrsete lehed moondunud 1- kuni 5-jagusteks lehtasteldeks, millede kaenlas on pärislehti kandvad lühivõrsed. Alaperekond *Euberberis*'e liigid on osalt igihaljad (*B. empetrifolia, B. buxifolia* jt.) või aga suvehaljad. Mõningatel liikidel on lehe alumise pinna epidermis kaetud papillidega [näha kokkupandud lehel mikroskoobi all nõrgal suurendusel, makroskoopiliselt märgatav sinakas-halli värvuse tõttu, mis ei ole vahakate (pole kõrvaldatav puudutamisel) ega madal tihe karvkate (luup!)], *B. yunnanensis, B. Wilsonae jt.*, või lehe alumine pind on sile (*B. Thunbergii, B. vulgaris*). Ka leheserva struktuur on tähtis liikide eraldamisel (terveservased lehed: *B. Wilsonae, B. Thunbergii;* terav hambune leheserv: *B. yunnanensis, B. vulgaris* jt.); õied on kas 1- kuni 5-kaupa (*B. yunnanensis, B. Thunbergii*) või nad on lühemates või pikemates kobarates (*B. Wilsonae*'l 3—12 õit, *B. vulgaris*'el 15—22 õit).

Arstitaimede-osakonna läheduses on nõlva jalal mõningad kivirikulised ja roosõielised. Viimastest kasvavad siin: *Prunus cerasifera* Ehrh. (mürobalaan, Kaukaasias, Taga-Kaukaasias, Pärsias ja Turkestanis), vana kultuurtaim ning sellisena levinud Lõuna- ja Kesk-Euroopasse (vili kirsitaoline kollane kuni punane luuvili). — *Pyrus baccata* L., lk. 152. — *Crataegus monogyna* Jacq. (üheemakane viirpuu), Euroopas (Eestis kohati), Kaukasuses ning ida poole kuni Himaalajani, ka Põhja-Aafrikas. —

Crataegus monogyna Jacq. f. *roseo-plena* (eelmise täidisõieline roosavärviline kultuurteisend).

Kivirikulistest *(Saxifragaceae)* esinevad siin perekonnad: *Hydrangea* (hortensiad), *Deutzia* (deutsiad), *Philadelphus* (ebajasmiinid) ja *Ribes* (sõstrad). *Hydrangea Brettschneideri* Dipp., Põhja-Hiinast. *Hydrangea cinerea* Small Põhja-Ameerikast, *H. radiata*'le lähedane liik, kuid erineb lehti katvate karvakeste ehituselt. *Hydrangea paniculata* Sieb. Jaapanist, kus esineb metsades.

Hydrangea perekonna kolmest alaperekonnast on esindatud aias alaperekonnad *Euhydrangea* (tolmukaid 8—10, kroonitipmed vabad; siia kuuluvad kõik praegu nimetatud liigid) ja alaperekond *Calyptranthe* (tolmukaid 10—20, kroonlehed ülemises osas ühinenud, mille tagajärjel langeb kroon tolmukate sirgumisel tanuna maha; siia kuulub *Hydrangea scandens* Jaapanis, *H. altissima* Wall.: joon. 23).

Deutzia'd on esindatud *Deutzia scabra*'ga Thbg. (kare deutsia). Nagu teisedki deutsia liigid, on see Jaapanist pärinev liik kaetud vaevalt märgatava tähtkarvadest kattega, mis näit. lehtedel on eriehitusega lehe pealmisel ja alumisel pinnal. Õied on valged (vt. lk. 264).

Ebajasmiinidest on meil kultuurtaimena tavaline harilik ebajasmiin (*Philadelphus coronarius* L.), Lõuna-Euroopas, Kaukaasias ja Armeenias metsikult esinev liik.

Sõstrad. *Ribes rubrum* (L.) Jancz. (punane sõstar), Põhja- ja Kirde-Euroopas, ja *Ribes vulgare* Lam., Lääne-Euroopa liik, on õige lähedased. Koos mitme teise sõstraliigiga on nad punase ja valge aiasõstra algvormid. *R. atropurpureum* A. Mey., Siberist, mustjaspunaste marjadega. *R. petraeum* Wulf. (kaljusõstar), Kesk-Euroopa, Kaukasuse, Väike-Aasia, Turkestani, Siberi, Mandžuuria ja Jaapani mäestikes, ka Himaalajas, mitmes teisendis. *R. alpinum* L. (mäge sõstar), enam-vähem kogu Euroopas, Eestis sage, eriti metsades, Lääne-Eestis ja saartel ka põõsastikes, marjad punased, magedad, taim kahekojane. *R. grossularia* L. (karusmari), pärismaine Kesk- ja Lõuna-Euroopas, ka Kaukasuses (Eestis vaid metsistunult, aedades). Teisendil var. *uva crispa* Sm. on marjad karvased. *R. rotundifolium* Michx., Põhja-Ameerikas. *R. oxyacanthoides* L., Põhja-Ameerikas. *R. aureum* Pursh (kollane s.), Põhja-Ameerikas. *R. nigrum* L. (must sõstar), Euroopas, Siberis, Turkestanis ja Himaalajas. Eestis pärismaine, sage eriti lodumetsades.

Suur sõstarde perekond koosneb mitmest alaperekonnast. Ainult rühmas *Coreosma* (*R. nigrum* jt.) on lehtedel kollased näärmed (lehtede lõhn!). Ogadega varustatud (1-, 3- või 5-kaupa lehtede all) on *Grossularioides*'e rühma ja rühma *Grossularia* [*R. grossularia, R. rotundifolium, R. oxyacanthoides;* esimesel tolmukad tupest palju lühemad, teistel võrduvad tupega või ületavad selle pikkuselt vaevalt (*R. oxyacanthoides*) või aga on tupest tunduvalt pikemad (*R. rotundifolium*)] liigid. Ogadeta või paaridena asetatud ogadega on edasi järgnevad rühmad. Punane (harva mustjaspunane) mari on rühmades *Ribesia* (kahesugulised õied, *R. vulgare, R. rubrum, R. petraeum* jt.) ja *Berisia* (õied ühesugulised, *R. alpineum* jt.), must mari rühmas *Calobotrya* (õied kahesugulised, *R. sanguineum* jt.).

Liikudes edasi teed mööda, mis jälgib tiigi kallast, järgneb kuslapuuliste *(Caprifoliaceae)* sugukond. Nõlval rohus õitseb siin varakevadel kollaseõieline väike geofüüt — *Corydalis bracteata* Pers. — Altais esinev endeemne liik *(Papaverac.)*, mis seal kasvab metsades.

Kuslapuuliste sugukond on esindatud perekondadega *Sambucus* (leedripuud), *Viburnum* (lodjapuud e. õispuud), *Symphoricarpus* (lumimarjad), *Diervilla* (diervillad), ja *Lonicera* (kuslapuud).

Sambucus'e liikidest leiame nõlval *S. racemosa* L. (punane leedripuu, pruunika säsi ning punaste marjadega), levinud Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Põhja-Ameerikas ja Põhja-Aasias kuni Sahhalini saareni ja Põhja-Hiinani. *S. nigra* L. (must l.) mustade marjade ning valge säsiga, Kesk- ja Lõuna-Euroopa, Kaukasuse, Taga-Kaukaasia ja Väike-Aasia liik. Mõlemad Eestis kultuurtaimedena ja metsistunult. — *Viburnum. V. opulus* L. (koer-õispuu), Euroopas, Lääne-Aasias ning Lõuna-Siberis kuni Sahhalinini, ka Hiinas, Mandžuurias, Jaapanis ja Põhja-Ameerikas. *V. lentago* L., Põhja-Ameerikas. *V. lantana* L., Kesk- ja Lõuna-Euroopas, Põhja-Aafrikas, Väike-Aasias. *V. opulus* erineb teistest siin nimetatud liikidest hõlmiste lehtede tõttu; *V. lentago* erineb *V. lantana*'st tihedalt teravsaagja serva tõttu, ka on selle liigi lehed alt enam-vähem paljad, *V. lantana*'l aga on need alt tihedalt viltjad (tähekujulised karvad!). — Lumimarja tavaline liik meie parkides on *Symphoricarpus racemosus* Michx., kasvab Põhja-Ameerikas Quebec'ist Alaskani, ulatudes lõunasse kuni Idaho ja Kaliforniani; lubjalembene liik, Euroopas kohati metsistunult (lk. 152).

Kuslapuud *(Lonicera). Lonicera alpigena* L. (alpi k.), Euroopa mägedes Püreneedest Karpaatideni ja Balkanini. *L. hi-*

spida Pall. (karekarvane k.), Turkestanist kuni Lääne-Hiinani, mägedes. Altais alpiinse kõrgusastme madalamas osas ojakaldail jt., ka Tienšan'is ja Himaalajas. *L. coerulea* L. (taevassinine k.), Kesk-Euroopa mägedes, Kaukasuses, Kesk- ja Põhja-Aasia mäestikes kuni Sahhalinini, Mandžuurias, Hiinas ja Põhja-Ameerikas, mitmes teisendis, Eestis pärismaine (meil var. *altaica* Sweet). *L. tatarica* L. (tatari k.), Ida-Venemaal alates Kaasani kubermangust, Turkestanis, Lääne-Siberis, Eestis sageli ilupõõsana aedades, vormirohke liik. Peale nimetatud liikide aia mitmesugustes osakondades veel mõned teised liigid (*L. xylosteum* L., *L. hispidula* Dougl., *L. periclymenum* L.).

Lonicera liikidel on õied kas mitme- (harilikult 6-) kaupa koos varretute männastena võsude tipus, kusjuures neist allpool olevad lehed on kokku kasvanud (alaperekond *Periclymenum: L. hispidula, L. caprifolium, L. periclymenum* jt.) või on õied paarikaupa lehtede kaenlas. Viimastest on rida liike vänduva varrega (*L. japonica* Thunb. jt.), teised on enam-vähem püstised põõsad. Õõnsate vartega (säsiosas) on *L. tatarica* ning mõned lähedased liigid. Teistest tunnustest on tähtsad alalehtede kokkukasvamise viis (täielik näit. *L. coerulea*'l) ja marjade värvus [punaste marjadega on *L. alpigena* (siin kaksikmari, nagu paljudel teistelgi *Lonicera* liikidel), *L. tatarica, L. xylosteum, L. Morrowii* jt; siniste kuni mustade marjadega on *L. coerulea, L. nigra* jt.].

Nõlval järgnevad vähe kõrgemal sugukonda *Rhamnaceae* (türnpuulised) kuuluvad *Rhamnus tinctoria* W. et K. (tindi-türnpuu, Kesk-Euroopas ja Balkanil metsades, tugevate võsuasteldega) ja *R. alpina* L. (alpi t., asteldeta, võrdlemisi suurte lehtedega, Lõuna-Euroopa mäestikes, Hispaaniast kuni Kreekamaani, ka Alpides, päikeserohketel kaljustel nõlvadel). Türnpuudele lähedasi paakspuid [*Frangula alnus* Mill. (harilik paakspuu, Euroopas, Kaukasuses, Väike-Aasias ja Lääne-Siberis) ja *F. Purshiana* Coop., Põhja-Ameerika okasmetsades Briti Kolumbiast kuni Kaliforniani] leidub aias mujal (vt. lk. 170).

Perekondade *Rhamnus* ja *Frangula* olulisem vahe on pungades, mis esimesel neist on pungasoomustega, teisel aga paljad. Eestis on harilik paakspuu ainsaks pärismaiseks puuks, millel lehealgmed talvituvad vabalt pungasoomuste kaitseta.

Sugukond *Cornaceae* (kontpuulised) on esindatud mõne kontpuu *(Cornus)* liigiga. Karakteersete sinakas-valgete marjataoliste luuviljadega on *Cornus Baylei* Coult. et Ev., Põhja-Ameerikas; teisel Põhja-Ameerika liigil — *C. stolonifera*'l Michx., mis esineb Kanada idaosast kuni Kaliforniani, on luuviljad vähe suu-

remad, valged. Eestis pärismaine *C. sanguinea* L. (verev kontpuu) on sage eriti saartel ja maa lääneosas, leidub Lääne-Euroopas Inglismaalt kuni Vahemereni, esineb ka Kesk- ja Lõuna-Venes: selle liigi valminud viljad on punakas-mustad.



Joon. 80. Siberi nulg (*Abies sibirica* Led.) ja hõbepaju (*Salix alba* L.) ning remmelga (*S. fragilis* L.) värd tiigi kaldal.

Kõnealuses aia osas on suurimaks puuks võimas *Salix alba* L. × *S. fragilis*'e L. värd. Selle tüve ümbermõõt on rinna kõrgusel 580 sm. Kuid vaevalt püsib ta kaua, sest mitu teist niisama suurt ning vana puud on juba hävitanud *Polyporus sulfureus*, mille kollaseid viljakehi võib näha igal suvel tiigi kaldal kasvavatel vanadel pajudel. Läheduses veel: *Aesculus hippocastanum* L., harilik hobukastan, lk. 150. — *Alnus cordata* Desf., südajas lepp, Kor-

sika mägedes, niisketes metsades, ka Itaalias. — *Alnus incana* L. f. *acuminata* Call., lõhkiselehine hall lepp, mida kohati leidub ka Eestis metsikult, on hariliku halli lepa (levinud Põhja-Euroopas ja Kesk-Euroopa mäestikes, Siberis Altaist Kamtšatkani, ka Põhja-Ameerikas) teisend. — *Acer tataricum* L., tatari vaher (vt. lk. 164), Ida- ja Kagu-Euroopa, Kaukasuse ja Väike-Aasia metsades ning põõsastikes. — *Fraxinus excelsior* L. — *Abies sibirica* Ledeb., siberi nulg, tähtis puuliik Siberi taigas, esineb harilikult koos kuusega, harvemini puhtate kogumikkudena, Venes Mezenist kuni Taga-Baikalini ja Mongooliani. Altais tõuseb kuni 2000 m kõrguseni ü. m. Kõige kaugemale põhja poole (kuni 67° 40′) tungib ta Jenissei jõe kallastel Siberis.

Edasi Botaanika tänavaga rööbiti kulgeva tee ääres kasvavad: *Frangula alnus* Mill., lk. 168. — *Salix alba* L. × *S. fragilis* L. — *Acer campestre* L. — *Cornus sanguinea* L. — *Berberis vulgaris* L. — *Ribes alpinum* L. — *Ribes nigrum* L. Edasi järgnevad nõlval: *Evonymus verrucosa* Scop., nastune sajakoorne, Kesk- ja Kagu-Euroopas, Kesk- ja Lõuna-Venes, Kaukasuses ja Taga-Kaukaasias, oksad tihedalt kaetud korknäsadega. — *Fagus silvatica* L. — *Ulmus montana* With. — Läheduses mitmed *Sorbus*'e (pihlaka) liigid. *Sorbus aucuparia* L., harilik pihlakas, Euroopas, Kesk- ja Põhja-Aasias, Põhja-Ameerikas, tungib kaugele põhja (Lapimaal; Siberis ulatub kuni 70°), mägedes tõuseb kuni alpiinse kõrgusastme piirini; Eestis merelaidudel sageli ainus puuliik (seemnete levitamine lindude abil!). — *S. fennica* Fries, soome p., esineb Lõuna-Soomes, Rootsis ja Norras, seega Põhja-Euroopa endeemne liik. — *S. suecica* (L.) Krok et Almquist (= *S. scandica* Fries), harilik pooppuu, Põhja-Euroopa endeemne liik, esineb eriti rohkesti Lõuna-Skandinaavias. Eestis Saare- ja Hiiumaal puisniitudel, karjamaadel jt., eriti aga talude ümbruses, kuhu teda istutatakse söödavate marjade tõttu. — *S. aria* Crantz, hõbelehine pooppuu, Kesk- ja Lõuna-Euroopas, mägedes kuni 1600 m, Eestis saartel, harva.

Nimetatud pihlakaliikidest on harilik pihlakas ja hõbehall pooppuu liigid, mis üksteisest teravalt erinevad juba lehtede poolest. *S. fennica* ja *S. suecica* on vahepealsed. Neist läheneb esimene rohkem pihlakale, teine hõbehallile pooppuule; seepärast on oletatud, et need liigid on hübriidse tekkega, kusjuures esivanemateks oleksid *S. aucuparia* ja *S. aria*. Igatahes on praegu *S. fennica* ja *S. suecica* täitsa „seemnekindlad" ning annavad bastarde teiste eespool-nimetatud *Sorbus*'e liikidega.

Edasi võiks tutvuda Põhja-Ameerika osakonna, siis Hiina-Jaapani osakonna puude ja põõsastega (vt. lk. 306).

Lähedalolevas n õ o s kasvavad nõlvadel peamiselt mitmed Põhja-Ameerika okaspuud. Kaukaasia osakonna läheduses siin: *Abies concolor* L. et G., ühevärviline nulg, Põhja-Ameerikas, Kali-



Joon. 81. Okaspaju (*Hippophaë rhamnoides* L.).

fornia mäestikes 1000—1700 m kõrgusel ü. m. kuni Koloraadoni, karakteersete üle 40 mm pikkade okastega, milledel on õhulõhesid ka pealmisel pinnal. — *Abies alba* Mill. e. *A. pectinata* Lam. et DC., euroopa nulg, 30—55 m kõrge, karekarvaste okstega, okkad tömbid, kammitud, alt kahe valge õhulõhede joonega, pungad vaiguta. Kesk- ja Lõuna-Euroopa mäestikes. — *Picea orientalis* Lk. et Carr., idamaa kuusk, lühikeste (alla 1 cm), tömpide, tumerohe-

liste, läikivate okastega, moodustab sageli tihedaid metsi Kaukasuses (puude kõrgus 40—60 m). — *Pseudotsuga taxifolia* Britt. e. *P. Douglasii* Carr. — *Thuja Standishii* Carr., kuni 18 m kõrgune elupuu Kesk-Jaapani mäestikest. — *Taxus baccata* L., jugapuu, Kesk- ja Põhja-Euroopas (Norras 62,5° all põhjapoolsemad leiukohad), ka Vahemeremail, Väike-Aasias ja Kaukasuses, Eestis peamiselt saartel, kuni 12—20 m kõrgune puu karakteersete seemnetega, mis kaetud punase lihaka arillusega; puit aeglase kasvuga, väga tugev. — *Tsuga diversifolia* Maxim., Põhja-Jaapanist, seal kuni 25 m kõrgune puu. — *Picea pungens* Engelm. — *Pinus cembra* L. — *Juniperus virginiana* L., virgiinia kadakas, püstiste pruunikas-violetsete, vahakihiga kaetud „marjadega" (lihakad käbid), puit tuntud pliiatsipuuna. Esineb Põhja-Ameerikas Hudsoni lahest Floridani, lõunas mägedes. — *Thuja occidentalis* L., lk. 155. — *Picea pungens* Engelm. — *Picea Engelmannii* Engelm., *Picea pungens*'ile lähedane liik, kuid karvaste noorte okstega, vaiguste pungadega ning vaevalt torkavate okastega, läänepoolses Põhja-Ameerikas kõrgmäestikes Montana's ja Idaho's 2800—3800 m kõrguses. — *Pinus montana* Mill., mägimänd, Kesk-Euroopa mäestikes kuni Püreneedeni, eriti lubjakivil, nõlvakuil kuni 2500 m kõrguseni. Harilikust männist erineb kasvuviisilt, roheliste okaste ning radiaalses suunas venitatud epidermiserakkude tõttu (näha ristlõikudel!). — *Thuja occidentalis* L. f. *Bodmeri* hort.



Joon. 82. Kaukaasia tiibpähklipuu (*Pterocarya caucasica* C. A. Mey.).

(õhtupoolsel nõlval). On monstroosne hariliku elupuu aiavorm. — *Pinus excelsa* Wall., Himaalaja mäestikus, seal kuni 30—50 m kõrgune metsapuu (Kašmir'is 1600 ja 3800 vahel, Nepal'is 2300—3500 m); karakteersed on pikad, rippuvad okkad. Hiina-Jaapani osakonna lõpul tiigi kaldal kasvavad: *Robinia pseudacacia* L. (lk. 162). — *Rhamnus cathartica* L., lk. 153. — *Quercus robur* L. var. *fastigiata* Spach, hariliku tamme püramidaalne kasvuvorm. — *Fagus silvatica* L., lk. 159. — Instituudi ukse ees: *Phellodendron amurense* Rupr. — *Hippophaë rhamnoides* L., Lääne-Euroopas rannikuil ning Alpides ojade kaldail; levinud Kesk-Aasias kuni Mongoolia, Tiibeti ja Himaalajani, Siberis kuni Taga-Baikalini. Lõpuks tuleks mainida võrdlemisi suurt kaukaasia tiibpähklipuud (*Pterocarya caucasica* C. A. Mey = *P. fraxinifolia* Spach), üheiduleheste-osakonna läheduses, suurte sulgjate liitlehtedega ning iseloomulikkude tiibviljadega, kus vilja tiivad morfoloogiliselt on õie alglehed.

PALMIHOONE.

Soojamaade tarbetaimede kogu.

Kogu algul, kasvuhoone idapoolse seina läheduses on mitmed kiudtaimed. *Boehmeria nivea* Hook. et Arn. (hiina nõges), tähtsaim kultuurtaim nõgeseliste sugukonnast; nagu teisedki *Boehmeria* liigid ilma kõrvekarvadeta. Kultuuris eriti Hiinas, ramjee nimelise kiudaine tootja, millest nii koha peal kui ka Euroopas erilist läikelist riiet valmistatakse. Kiudtaim on ka *Fourcroya gigantea* Vent., mauriitsuse kanep, Mehhikost, samuti *Sansevieria zeylanica* Willd., *S. cylindrica* Boyer ja *S. guineensis* Willd. Viimased kolm on troopilisest Aafrikast pärit olevad liigid, enam kohaliku tähtsusega, kuigi lehtedest saadavad kiud on kõrgeväärtuselised (valmistatakse köisi, vibunööre jne., „aafrika kanep"). — *Carludovica palmata* Ruiz et. Pav. kodumaaks on loodepoolne Lõuna-Ameerika, noortest, vast puhkevatest lehtedest saadakse peale roodude kõrvaldamist panamakübarate valmistamiseks tarvitatavat punumismaterjali. — *Arachis hypogaea* L., maapähkel, lk. 96. — *Saccharum officinarum* L., suhkruroog, Lõuna-Aasia päritoluga, praegu kultuurtaimena suure levikuga troopilisis mais. Suhkrut saadakse varte mahlarikkast säsist. Teine troopika kultuurtaimena tähtis kõrreline on riis (*Oryza sativa* L.). Metsikult esineb riis nii troopilises Aasias kui ka Aafrikas ja Põhja-Austraalias.

Kuigi teda praegu kultiveeritakse igal pool troopilises kliimavöötmes, on peamiseks riisitootjaks ikkagi Lõuna- ja Ida-Aasia. Riisiõis (vt. joon. 69) on huvitav, sest siin on säilinud kõrreliste õie tolmukate algarv 6 (teistel kõrrelistel enamasti 3, osalt ka kaks või



Joon. 83. Kiudtaimede rühm palmihoones. Esiplaanil *Fourcroya gigantea* Vent. Selle taga *Sansevieria* liigid ja *Boehmeria*.

üks tolmukas). — Järgnevad *Citrus'e* liigid [*C. medica* L. (sidrun), *C. aurantium* L. (apelsin), *C. nobilis* Lour. (mandariin)]. *Citrus*'ed kuuluvad *Rutaceae* sugukonda, on Lõuna-Aasia liigid ning praegu kultuurtaimedena sooja kliimaga mais väga suure levikuga. Metsikult leidub *C. medica*'t ja *C. aurantium*'i Himaalajas ja Malai saarestikus, *C. medica*'t ka mujal Indias, *C. nobilis*'t Taga-Indias ja Lõuna-Hiinas. Nii *Citrus medica* L. kui ka

C. aurantium L. esinevad kultuuris õige mitmesuguste teisendite ja vormidena. Neist tähtsamad on: *C. medica* L. var. *limonium* (harilik sidrun) ja *C. aurantium* L. var. *sinensis* (harilik apelsin). — *Coffea arabica* L. (*Rubiaceae,* kodumaa Kesk-Aafrikas Lõuna-Abessiiniast kuni Kongoni). Kultuuris troopikamais seemnete tootmiseks (algul rohekad, siis punased, lõpuks sinakasmustad lihakad kirsisarnased viljad on kaheseemnelised luuviljad, seemned ongi nn. „kohvioad"). Kohvi-istandikeks on eriti soodsad troopilised nõlvad 600 m ja 1200 m vahel. Kohvipuu kultuurtaimena on Abessiinia päritoluga. Sealt levis ta Araabiasse, hiljemini ka Ameerikasse ja praegu on Brasiilia tähtsaim kohvitootja maa. — *Canna edulis* Ker-Gawl. (*Cannaceae,* Peruust), juured on tärkliserikkad. — *Carica papaya* L. (*Caricaceae,* Mehhikost), nn. melonipuu, on suurte, meloniga sarnanevate, väga tervislikkude viljade tõttu nüüd nii Uue- kui ka Vana-maailma troopikamais harilik kultuurtaim. Taime valge piimmahl (kuivatatud olekus nn. „papaiin'ina" müügil) sisaldab maomahla fermendi pepsiiniga toimelt sarnanevat fermenti papaiotiini. — Mürdiliste (*Myrtaceae*) suguk. kuuluvad *Psidium guayava* Raddi (troopilisest Ameerikast) ja *P. Cattleyanum* Sabine (Brasiiliast) on mõlemad söödavate viljadega. Esimese viljadest valmistatakse guajaava-marmelaadi, *P. Cattleyanum*'i viljad sarnanevad maitselt maasikaga. — *Anona cherimolia* Mill. (*Anonaceae,* troopilisest Ameerikast), samuti söödavate viljadega. *Cinnamomum camphora* Nees, kampripuu, Lõuna-Hiinas, Formoosa saarel ja Jaapanis pärismaine, seal kuni 50 m kõrgune *Lauraceae* sugukonda kuuluv puu. Kampriõli, mis õhu käes kampriks muutub, sisaldavad nii tüvi, oksad kui ka lehed. — *C. zeylanicum* Breyn. kaneelipuu, lk. 91. — *Ficus elastica* Roxb., *Moraceae* troopilisest Aasiast, kodumaal hiigelpuu, tähtis kautšuki tootjana, nagu mitmed teisedki selle perekonna liigid. Samast sugukonnast (*Moraceae*) on ka väike troopilise Ameerika püsiktaim väga omapäraste õisikutega — *Dorstenia contrajerva* L. Juured mõjuvad stimuleerivalt, mispärast neid Lõuna-Ameerikas tarvitatakse haavade mürgistusel ning mürgiste madude salvamisel. — *Gossypium arboreum* L., puuvillapõõsas.

Samas, kasvuhoone kirdepoolses osas, on suurem rühm troopilisi taimi nii Vana- kui ka Uus-maailmast. Siin esineb rida suuri üheiduleheseid: Himaalajast pärinev bambuseliik *Arundinaria racemosa* Munro, suur jätkulise varrega kõrreline. *Arundi-*

naria liikidele iseloomulikud on erilised paberjad tupesarnased alalehed vartel. Need on *A. racemosa*'l tihedalt kaetud mustjaspruunide väga lühikeste harjastega. See liik ei õitse kasvuhoones, ka Nepalis ja Sikkimis õitsevad Bentham'i järgi vaid



Joon. 84. *Musa paradisiaca* L., *Philodendron grandifolium* Schott. *Carica quercifolia* Salms, *Pandanus utilis* Bory jt. palmihoones.

mägedes kasvavad hästi valgustatud taimed. — *Musa paradisiaca* L., banaan (*Musaceae*, troopilisest Aasiast), tähtis kultuurtaim. õitseb kasvuhoones aeg-ajalt (vt. joon. 65) ja kannab ka vilja, mis sisaldab seemneid [subsp. *seminifera* (Lour.) Bak.]. Müügilolevad banaanid on teise alaliigi subsp. *sapientum* (L.) O. Ktze.

viljad. Nagu teisedki *Musa* liigid, on *M. paradisiaca* mitmeaastane püsiktaim juurmiste lehtedega, ilma tüveta (näiv tüvi koosneb ainuüksi tihedalt paigutatud lehetuppedest). Karakteersed on ka harukordselt suured lehed, mis kasvuhoones küll püsivad tervetena, mitte aga väljas tuule käes. Vastavalt sulgjale



Joon. 85. *Pandanus utilis* Bory.

lehesoonestisele pole aga see mehaaniliselt tingitud lihtlehe muutumine „sulgjaguseks" kuidagi kahjulik. Teised *Musa* liigid [*M. Basjoo* Sieb. et Zucc., Jaapanist, juurmiste võsundite tõttu hõlpsasti paljunev nagu *M. paradisiaca*'gi, kiudtaim (nn. manilla kanep); *M. ensete* Gmel., Abessiinia hõredates mägimetsades, keedetult söödava varremugulaga (varre alumine osa)], on külmhoones (lk. 341). *Musaceae* perekonda kuuluvad ka *Rave-*

nala madagascariensis J. F. Gmel. ja *Strelitzia* liigid. Esimene nimetatuist võib omada 3—6 m kõrgust vart ning on suurte pikavarreliste kahereaste lehtede tõttu väga dekoratiivne. *Ravenala madagascariensis*'e nimetus „lätepuu" põhjeneb asjaolul, et lehetuppede vahele kogunev vesi seal kaua püsib, nii et seda veepuuduse korral taimest võib hankida. *Strelitzia* liigid on Lõuna-Aafrika taimi. Nagu *Ravenala*'delgi on siin lehed distihsed (kahes reas). *Strelitzia augusta* Thunb. ja *S. reginae* Banks on suureõiesed liigid; õied sageli väga silmapaistvad, nagu näit. *S. augusta*'l ookerkollase ja sinise värvi kombinatsiooni tõttu, õied suure kandelehe kaenlas nagu teistelgi *Musaceae* sugukonna taimedel. Kõigil nimetatud taimedel on õietolmu edasikandjaks linnud (lätepuul näit. *Nectarinia sonimanga*). Ühenduses sellega on neil eriti rohkesti nektarit, õied on lõhnata, küll aga sageli vägagi silmapaistvad värvilt (vt. eespool!). Peale nimetatud üheiduleheste on siin kasvuhoones rida teisi: *Dracaena fragrans* Ker-Gawl. (*Liliaceae*, troopilisest Aafrikast); *Pandanus utilis* Bory (*Pandanaceae*, Madagaskari saarelt, kiududest valmistatakse võrke, trosse, kohati ka riiet). Edasi järgnevad mõned üheiduleheste sugukonda *Araceae* kuuluvad liigid. *Philodendron grandifolium* Schott (?), Venetsueelast, väga suurte lehtede, rohkete lisajuurtega liik; *Philodendron erubescens* Koch et Aug., samuti Venetsueelast, ja *Monstera deliciosa* Lieb., troopilisest Ameerikast (Mehhiko Kordiljeeride läänenõlvalt). Nimetatud liikidest on viimased kaks ronitaimed, mis adventiivsete ronijuurte abil puutüvedele kinnitudes võivad tõusta puude latvadesse. Kõnealuses troopiliste taimede rühmas on ka mõned kaheidulehesed: *Carica quercifolia* Solms, Lõuna-Ameerika liik, suur pehmetüveline vähe harunenud puu; *Carica papaya* L., lk. 175. Eostaimedest on siin *Polypodium aureum* L. (lk. 218), ka mõned *Selaginella* liigid: *S. Kraussiana* (Kunze) A. Br., S. *Martensii* Spring (lk. 258).

Palmihoone süstemaatiline osa.

Kasvuhoone tähtsamateks sugukondadeks on: *Cycadaceae, Palmae, Pandanaceae, Dioscoreaceae, Liliaceae, Amaryllidaceae.* Peale nende on siin veel mõned *Moraceae, Sterculiaceae, Euphorbiaceae, Combretaceae* jt. sugukondade esindajad.

Cycadaceae. Cycas revoluta Thunb., Lõuna-Jaapanis, Formosa saarel ja Hiinas, kultuurtaimena suure levikuga subtroopilisis ja troopilisis mais. Harunemata tärklisrikas tüvi kannab arvukaid, kuni 2 m pikkusi igihaljaid lehti, leheroots astel-



Joon. 86. *Cycas revoluta* Thunb. palmihoones.

dega (need on tekkinud alumistest leheosadest). Tiheda oranživärvilise karvkattega, sulgjad, lehesarnased, lehtedest tunduvalt lühemad viljalehed (makrosporofüllid) on mitme suure seemnepungaga (igas neist üks makrosporangium ainsa makrospooriga, see areneb veel enne sugutamist protalliumile vastavaks nn. primaarseks endospermiks, milles tekivad arhegoonid). Peale õitse-

mist kasvab vars läbi emasõie (see on otsmine) ja moodustab uuesti rohelisi lehti. Nagu kõik *Cycadaceae,* on *C. revoluta* kahekojane taim. Isastaimel tekivad mikrosporofüllid (tolmukad) käbisarnastes õites. Sellele primitiivsele paljasseeemneste



Joon. 87. Õitsev *Ceratozamia mexicana* Brongn. palmihoones; näha käbisarnane emasõis.

sugukonnale on iseloomulik, et tolmuteras tekivad rohkete viburitega varustatud liikumisvõimelised isas-sugurakud — spermatozoidid. *Ceratozamia mexicana* Brongn., Mehhikost, suurte, kõvade, palmilehtede sarnaste rippuvate igihaljaste paaris-sulgjate lehtedega. Tüvi on lühike. Sellel tekib iga aasta alglehte-

dele toetuv otsmine suur käbisarnane emasõis (joon. 87). Iga makrosporofüllil on siin 2 seemnepunga. Et peale õitsemist kasvu jätkab külgpung, siis on *Ceratozamia* tüvi, vastandina monopodiaalsele *Cycas revoluta* tüvele, sümpoodium.

Pandanaceae. *Pandanus utilis* Bory, eespool juba nimetatud, on suure ja suhteliselt raske võraga tuttvõrapuu väga tihedalt seisvate laia alusega vart-ümbritsevate lehtedega, mille serv samuti kui keskrood on tihedalt kaetud punakate väikeste väga teravate ogadega. Leheseis on spiraalne. Varre alumisest osast tungivad välja arvukad 2—3 tolli paksused lisajuured (tugijuured), mis on tipul kaetud suure juurekübaraga. Kui nad on maapinnani jõudnud, tekivad tunduvalt erineva ehitusega, harulised külgjuured. Teised siin kasvavad liigid on: *Pandanus Sanderii* hort., Saalomoni saartelt, iseloomulik on noorte lehtede klorofüllivaesus ja pruunikaskollane värvus; *P. Veitchii* Lem., Polüneesiast, valgeservaste lehtedega; tumerohelisi kitsaid lehti omav *P. nitidus* Kurz on Jaava saarelt. õied on ühesugulised, väikesed, õiekatteta. Isasõites on tolmukad sarikana, emasõites üks kuni palju viljalehti. Kasvuhoones *Pandanus*'e liigid ei õitse. Süstemaatiliselt seisab *Pandanaceae* sugukond *Palmae* ja *Cyclanthaceae* läheduses, sarnanedes mõningais tunnuseis ka *Sparganiaceae* sugukonna *Sparganium*'i perekonnaga.

Palmae. Kasvuhoone palmidekogus õitseb sageli pikatüvene palm *Chamaerops humilis* L. var. *arborescens* hort. Tüve alumine osa on paljas, ülemine kaetud tüveümbriste lehetuppedega, mis aegamööda võrkkiududeks harunevad. Sel tüüpilisel tuttvõrapuul on kiirjalt jagused lehed pikkadel, ogadega kaetud rootsudel. õied [osalt isasõied (valem: $\ast K_3 C_3 A_{3+3} G_0$), osalt kahesugulised: $\ast K_3 C_3 A_{3+3} G_{\underline{u}3}$], on tihedais, suurist kauapüsivaist kõrglehist (*spatha*) ümbritsetud õisikuis. On märkimisväärt, et see liik kodumaal (Põhja-Aafrikas, Andaluusias) on üldiselt lühikese tüvega või tüvi puudub enam-vähem täielikult. Seesuguseid taimi võib näha külmahoones. Seal ka *Chamaerops*'ile lähedane perekond *Trachycarpus,* nimelt selle Hiinas esinev liik *Trachycarpus excelsa* (Thunb.) Wendl., mis on kiudtaimena tähtis (lehed, lehetuped) vihmamantlite, kübarate, harjade jne. valmistamisel. Eelmistele palmidele omane lehetüüp esineb veel ka järgmistel liikidel: *Washingtonia filifera* Wendl., Kaliforniast, karakteersete karvataoliste lehekiududega, mis tekivad lehehõlmade äärtel; *Livistona australis* Mart., Kagu-Austraa-

liast. Suure võraga (lehed lehvikjad, kuni 2 meetrit läbimõõdus), kuni 18 m kõrguse tüvega puu, ka siin on tüvi nagu *Chamaerops humilis*'elgi kaetud vart-ümbritsevaist tihedalt ülekuti seisvate võrkkiudude rõngaist, mis on tekkinud lehetuppedest. Suhteliselt pikk leheroots on servadel mustjaspruunide, tihedalt



Joon. 88. Palmihoone. Esiplaanil *Phoenix canariensis* hort. Selle taga *Livistona australis* Mart. jt.

asetsevate ogadega, kuna neid *L. australis*'ele lähedase *L. chinensis*'e R. Br. (Hiinast) leherootsul on märksa vähem. Nimetatud liikide lehed erinevad ka teistes tunnustes (leherootsud lühemad, kiirjalt hõlmise lehelaba hõlmad on sügavalt kahejaguse tipuga *L. chinensis*'el, vähe jagused *L. australis*'el jt.). Suurimaks kiirjate lehviklehtedega palmiks kasvuhoones on *Sabal Blackburni-*

anum Glazebrook (Vahe-Ameerika saarestikust, nn. „Lääne-Indiast"). Selle liigi võimsad lehed on koos rootsudega 3—5 m pikad, leherootsud karakteerse halli kihiga; lehetuped ulatuvad siin leherootsu alumises osas võrdlemisi kõrgele, nad on lahtised, s. o. ei ümbritse täielikult tüve (nagu näit. *Chamaerops*'il või *Trachycarpus*'el), lõhenevad keskelt tüve tugevamaks kasvades ning harunevad seejuures võrkkiududeks nagu teistelgi palmidel. Kasvuhoone läänepoolses osas, veebasseini kohal on teine palmide põhitüüp — sulglehised palmid — esindatud datlipalmiga — *Phoenix dactylifera* L. See eriti valgust armastav valkja vahakihiga kaetud palm ei edene hästi kasvuhoones. Ta on 10—20 m kõrguse puuna suure levikuga Põhja-Aafrika ja Araabia oaasides (ka kaugemal idas kuni Loode-Indiani); peale söödavate viljade kasutatakse ka lehti (kütteaine) ja tüvesid (mitte just väärtuslik ehitusmaterjal). On olemas mitmesuguseid datlisorte, suhkrurikkaid (magusad datlid sisaldavad kuni 54% suhkrut), aga ka jahuseid (tärklis!). Lähedane liik *Phoenix canariensis* hort. Kanaaria saarilt on roheliste, vahakihita lehtedega, millede lehekesed on laiemad kui *P. dactylifera*'l. Peale nende liikide on kasvuhoones veel tüveta mitmeharuline *Phoenix*'i liik (*P. reclinata* Jacq.?). Sellel liigil, nagu teistelgi *Phoenix*'itel, on alumised leheosad muutunud teravaiks astlaiks. Peale nimetatud palmide on kasvuhoones veel: *Euterpe edulis* Mart. bambusesarnase rohelise, lülilise varrega (troopilisest Lõuna-Ameerikast, kasvukuhikud koos noorte lehtedega on „palmikapsana" söödavad; selle ja ka teiste *Euterpe* liikide viljadest valmistatakse „assai" nimelist, värvilt tumedaid ploome meenutavat väga toitvat jooki). Varre ehituselt *Euterpe edulis*'e sarnased on troopilise Lääne-Ameerika (Mehhikost kuni Panamani) karakteersed väikesed, kasvuhoones sageli õitsevad palmid, *Chamaedorea* liigid. *Howea* liikidest kasvab siin *Howea Forsteriana* Becc. (e. *Kentia Forsteriana* Moore, Lord Howe saarilt Vaikses ookeanis).

Dioscoreaceae. Tähtsaim perekond sugukonnas *Dioscoreaceae* on liikide arvu poolest perekond *Dioscorea*. Enamikus väänkasvud iseloomulikkude muguljalt paksenenud maa-aluste varreosadega, on *Dioscorea* liigid liaanidele omase südaja, sageli pikaks tilketilaks ahenenud lehelabaga, mis soonestiselt meenutab kaheiduleheseid. *Dioscorea* liikide õied on alati ühesugulised. ♂ õie üldine valem on: $\ast P_{(3+3)} A_{3+3} G_0$; ♀ õitel $P_{(3+3)} A_0 G_{a(3)}$. Isasõites leidub sageli kolme tolmuka

asemel staminoode, viimaseid esineb sageli ka emasõites ning vastavalt sellele isasõites sageli ühtlasi emaka rudiment. (Teised aias esindatud *Dioscoreaceae* vt. lk. 130.) Kasvuhoones on siin mõned liigid: *Dioscorea quinqueloba* Thunb., Jaapanist, kõrgele kasvav paremale väänduv vääntaim viiehõlmaste lehtedega, neist otsmine hõlm teistest suurem ning teravam, ahenenud lühikeseks tilketilaks. Tärklist sisaldavad mugulad (*yams*, ingl.) on söödavad. *Dioscorea macroura* Harms, troopilises Aafrikas ja Madagaskaril, vastakute lehtedega, lehed pika tilketilaga, varrel suured sigimugulad.

Liliaceae (vt. lk. 121) sugukond on kasvuhoones esindatud, peale eespool-nimetatud liikide veel järgmistega:

Sansevieria. Kserofiilse ehitusega püsikud, enam-vähem kirjulehised, valkjate ja roheliste ristivöötidega, nagu paljud Aafrika liilialised (vt. lk. 226). Väga kitsaste, ristilõigul peaaegu ümmarguste lehtedega on *S. cylindrica* Bojer. Sellest teravalt erinev on laialehine *S. guineensis* Willd., kuna *S. zeylanica* Willd. on vahepealne. *Sansevieria* liikide õied on pööristes, liilialistele omase valemiga $\ast P_{(3+3)}\, A_{3+3}\, G_{\underline{u}(3)}$, ainult perigoon alumises osas on liitlehine, moodustades õieputke.

Väikesed kirjulehised liigid on kasvuhooneis sagedad *Chlorophytum elatum* R. Br. (Lõuna-Aafrikast), *Chlorophytum comosum* Bak. (Lõuna-Aafrikast), *Eremocrinum albomarginatum* M. E. Jones (Kaliforniast). Nendega väliselt sarnased on mõned *Ophiopogon*'i liigid [*O. spicatum* Hook. (Hiina, Kotšinhiina), *O. jaburan* Lodd. (Jaapan)]. Viimastele iseloomulikud on distihne leheseis (divergents = 1/2). Teistest liilialiste sugukonna taimedest on kasvuhoone läänepoolses osas rühm *Dracaena* ja *Cordyline* liike (erinevad omavahel juurte värvi poolest; *Dracaena*'de juured on alati enam-vähem oraanžpunast värvi, *Cordyline*'del aga valged). Siin esinevad *Cordyline* liikidest: *Cordyline stricta* Endl. (subtroopilisest Austraaliast), *C. rubra* Huegel (teadmata päritoluga), *C. australis* Hook. fil. (Uus-Meremaalt), *C. indivisa* Kth. (Uus-Meremaalt), *C. terminalis* Kth. (Ida-Himaalajas, Hiinas, Malakkas, Põhja-Austraalias). Nimetatud liigid on osalt varreliste (*C. terminalis, C. rubra*), osalt varretute lehtedega (*C. australis, C. indivisa, C. stricta*). Neist on *C. australis* ja *C. indivisa* kuni 10—15 m kõrgused tuttvõrapuud. *Dracaena* liikidest kasvavad siin *D. marginata* Lam., Madagaskarilt päritolev liik punaseser-

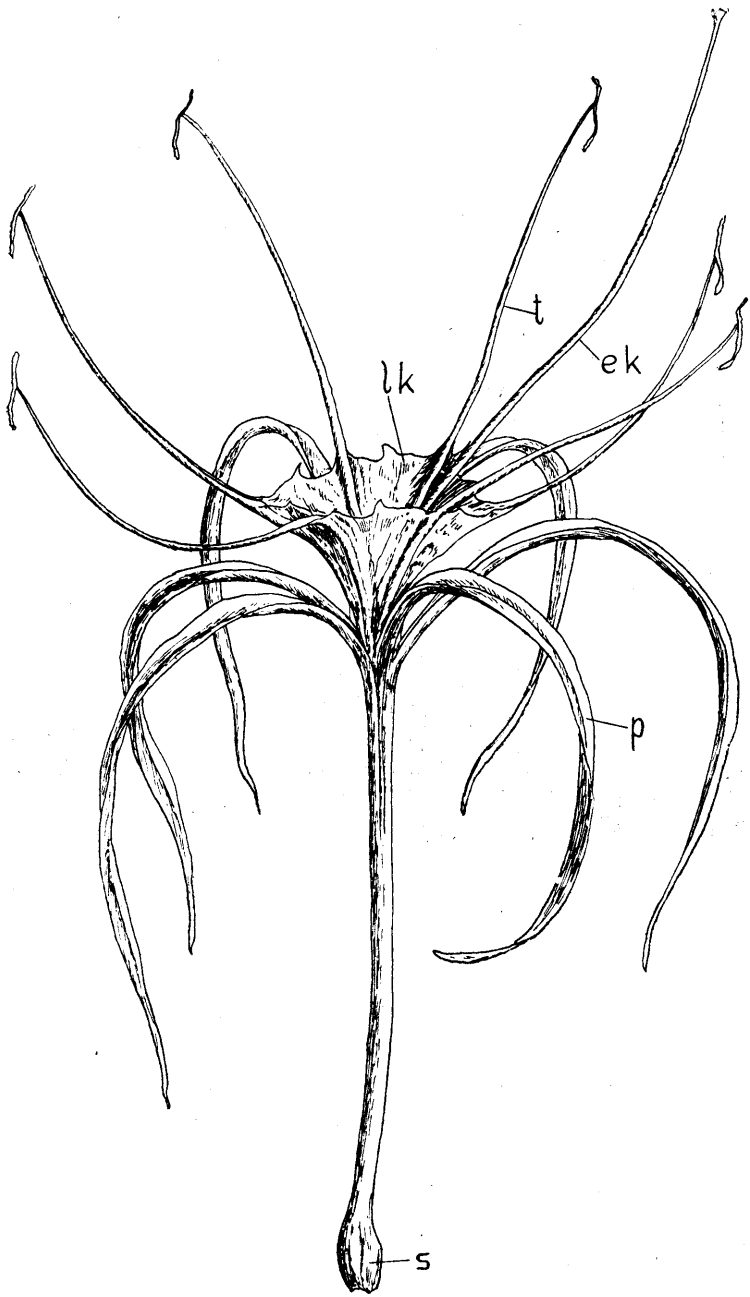
vaste kitsaste lehtedega; *Dracaena draco* L. [selle Kanaari saartele omase suure punasevaigulise liigi eksemplar külmhoones (lk. 327), lehed ilma keskroota]; *D. fragrans* Ker-Gawl., troopilisest Aafrikast, *D. Hookeriana* C. Koch, troopilisest Aafrikast. Nimetatud liikidest õitseb sageli *Cordyline stricta* (lilla värvi õied, pöörisõisikuis).

Kasvuhoone läänepoolsel laval on liilialistele lähedane amarülliliste *(Amaryllidaceae)* sugukond (lk. 132). Siin on



Joon. 89. *Dracaena* ja *Cordyline* liikide kogu Botaanika-aia palmihoones: *Cordyline terminalis* Kunth (keskel), *C. rubra* Hueg. (eelmisest paremal), *C. stricta* Endl., *Dracaena fragrans* Ker-Gawl., *D. Hookeriana* C. Koch jt.

järgmised Lõuna-Aafrika sibultaimed: *Clivia Gardneri* Hook., *C. miniata* Regel, *Haemanthus puniceus* L., *H. Lindenii* N. E. Br., H. *albiflos* Jacq. jt. Enamik neist on lineaalsete tumeroheliste lehtedega, ainult *H. puniceus* ja *H. Lindenii* on õrnemate laiemate lehtedega, kuna sukulentsete keeljate distihsete lehtedega valgeõiene *Haemanthus albiflos* meenutab mõnd *Gasteria* liiki. Siia kuuluvad liigid on silmapaistvate õitega, osalt hästi arenenud lisakroonigа. Vastandina *Haemanthus*'e ja *Clivia* liikidele on *Hymenocallis*'e-liigid Ameerika päritoluga amarüllilised. Kasvuhoones *Hymenocallis littoralis* Salisb. (Lõuna-Ameerikast). — *Eucharis*. — *Molineria recurvata* (Dryand) Nel e. *Curculigo recurvata*



Joon. 90. *Hymenocallis littoralis* Salisb. õis. *p* — liitlehise perigooni äärise hõlmad, *t* — tolmukad, *lk* — lisakroon e. parakorolla, *ek* — emakakael, *s* — sigimik. ¾ loom. suur.

Dryand, Jaava saarelt, õitseb aeg-ajalt; ta lühikesed, ligikaudu 10 cm kõrged tihedad kollased karvased õiekobarad on lehtedeta, otse maapinnal.

Kaheidulehestest leidub kasvuhoones peale eespool-nimetatute järgmisi: Kasvuhoone läänepoolsel laval: *Ficus*'e liigid. *F. pandurata* Hance Hiinast, väga suurte talbjate lehtedega, *Ficus elastica* Roxb. (Ida-India ja Malai saarestikult), *F. rostrata* Lam. (väike roomav liik Himaalajast), *F. pumila* L. (Jaapanist ja Hiinast), *F. heterophylla* L. f. (troopilisest Aasiast), *F. religiosa* L., Indiast, hindude püha puu, tähelepanuväärt lehtedega, millidel harukordselt pikk tila. Perekond *Ficus* (õieehitus vt. lk. 337), suurimaid *Moraceae* sugukonnas, on levinud troopikamais kogu maakeral, mõned ka väljaspool troopikavööd. Lehed on tupena noort punga katva, kergesti mahalangeva tuutja aksillaarse abilehega. Paljud *Ficus*'e liigid omavad õhujuuri. Need võivad muutuda lõpuks tugevaiks tüvesarnaseiks tugijuuriks (näit. *F. elastica, F. bengalensis*). Sageli leidub haardjuuri, mis põimuvad tihedalt puutüvedele, kattes neid võrkjalt (puudelämmatajad). Mitmed liigid esinevad nii maas juurduvate puudena kui ka epifüütidena.

Veel leidub kasvuhoones (põhjaseina läheduses) mõningaid üksikute liikidega esindatud sugukondade taimi: *Albizzia Julibrissin* Boiv. (liblikõieline, Abessiiniast kuni Ida-Aasiani, puit väärtuslik). *Sterculiaceae* sugukonnast on siin *Sterculia* ja *Dombeya* liigid, ka karakteerne enam-vähem kilpjate lehtedega Indias ja Burmas levinud *Pterospermum acerifolium* Willd. kuulub siia. *Sterculiaceae* sugukond on süstemaatiliselt lähedalseisev *Malvaceae* sugukonnale (vt. lk. 100). Viimaseist erinevad nad peamiselt kahepoolmeliste tolmukatega (*Malvaceae* sugukonnas ühepoolmelised). Üldine õievalem $\ast$ või $\cdot|\cdot$ $K_{(5)}\ C_{5-0}\ A_{(5-\infty)}\ G_{\underline{u}(5-10)}$. Sageli leidub õites staminoode. Perekonna *Sterculia* õied on ühesugulised [$K_{(5)}\ C_0\ A_0\ G_{\underline{u}(5)}$ ja $K_5\ C_0\ A_\infty\ G_0$], siia kuuluvate taimede lehed kas terved, sõrmhõlmised või sõrmjagused, noorelt sageli kaetud tähtkarvadega. — *Elaeodendron orientale* Jacq. (*Celastraceae*, Maskareenidel ja Madagaskaril). — *Hibiscus rosa sinensis* L. (*Malvaceae*). — *Phyllanthus grandifolius* (L.) Muell., Lõuna-Ameerikast. See piimalilleliste (*Euphorbiaceae*) liik on morfoloogiliselt huvitav, sest igal aastal langevad selleaastased oksad maha koos lehtede ja viljadega. *Phyllanthus*'te õied on ühesugulised: haril. õievalemid on: $P_{3+3}\ A_3\ G_0$ ja $P_{3+3}\ A_0\ G_{\underline{u}(3)}$. Sugukond *Combretaceae*

on kasvuhoones esindatud seni mitte õitsenud *Combretum*'i liigiga. See vasakule vänduv liaan kuulub nn. horkronijate hulka, kuna ta kinnitub toeksolevatele taimedele eriliste haardorganite abil, mis tegelikult on peale lehelaba mahalangemist püsima jäävad leherootsud [1]). *Brexia madagascariensis* Thouars Madagaskaril ja Seišellidel, igihaljas taim kivirikuliste *(Saxifragaceae)* sugukonnast. õievalem: $\ast\ K_5\ C_5\ A_5\ G_{\underline{u}(5)}$.

ORHIDEEDE-HOONE.

Põhjapoolse seina lähedal, uksest vasakul on troopiliste ja subtroopiliste piimalilleliste (*Euphorbiaceae*, lk. 102) kogu. Siin leidub taimi nii Vana- kui ka Uus-maailmast ja selle suure sugukonna (üle 4500 liigi) üllatav mitmekesisus vegetatiivsete organite ehituses ilmneb siin küllalt selgelt. Siiski on kõik siin leiduvad liigid puitunud varrega. Karakteerne perekond *Phyllanthus* (piimalilleline ilma piimmahlata!) on esindatud liigiga *Phyllanthus speciosus* Jacq. Ta on sageli õites (eriti talvel). Väikesed kollakas-punased õied kinnituvad näivalt lehtedele — tegelikult lehesarnaselt laienenud lehtedeta lühivõsudele (fülloklaadidele) —, mis täidavad siin lehtede ülesannet, kuna pärislehed on soomusjad, alalehtede sarnased, kahe samuti soomusja abilehega. *Phyllanthus*'e õied on ühesugulised, sisaldavad peale 6 õiekatelehe kas 2—4 tolmukat või ühe emaka. Valemid: ♂ õis — $P_{3+3}\ A_3\ G_0$; ♀ õis — $P_{3+3}\ A_0\ G_{\underline{u}(3)}$. Troopikamaade kultuurtaimedest on siin *Jatropha curcas* L. ja *Manihot palmata* Muell. Esimese liigi (lehed kujult luuderohu lehe sarnased) seemned on mürgised, õlirikkad, õli toime on sarnane riitsinusõliga („oleum infernale"), teise lehed on võrdlemisi suured, sõrmjagused. Selle, eriti aga *M. utilissima* tärklisrikkad sinihapet sisaldavad mugulad on keedetult söödavad. Siin veel: *Hura crepitans* L. (karakteersete suurte mitmepesaste, valminult lõhkevate viljadega); *Homalanthus populneus* Pax; *Sapium sebiferum* (L.) Roxb. [Hiinas ja Jaapanis, seemneid katvast rasvakihist saadakse seebitööstuses tuntud rasvaineid (pi-iiu, mong-iiu)]. Viimased liigid on mõlemad enam-vähem munajate

[1]) *Combretaceae* on troopilised ja subtroopilised puistaimed, paljud neist liaanid; õied viietised (harv. neljatised), sigimik alumine, ühepesane. Suguk. on lähedane sugukonnale *Rhizophoraceae*.

lehtedega, suhteliselt pikkade leherootsudega, leherootsu kinnitumiskohal on *Sapium*'il 2 nääret, *Homalanthus*'el üks. Oma kirjude lehtede tõttu ilutaimedena tuntud on *Codiaeum variegatum* Bl. (lehed pikad, harilikult kollase keskrooga ja kitsa kollase servaga) ja



Joon. 91. Piimalilleliste kogu: *Euphorbia splendens* Boj., *Hura crepitans* L., *Phyllanthus speciosus* Jacq., *Homalanthus populneus* Pax, *Baliospermum sinuatum* Muell.-Arg., *Daleschampsia Roezliana* Muell.-Arg. (all keskel) jt.

Acalypha tricolor Seem. var. *musaica* hort. Esimene neist on Malai saarestiku liik, teine kasvab metsikult Vaikse ookeani saaril. *Acalypha tricolor*'ist eriti roheliste lehtede tõttu erinev *A. hispida* Burm. on troopilise Ameerika liike. Punaste kõrglehtede tõttu silmapaistev on siin *Euphorbia pulcherrima* Willd. (Mehhikos) ja

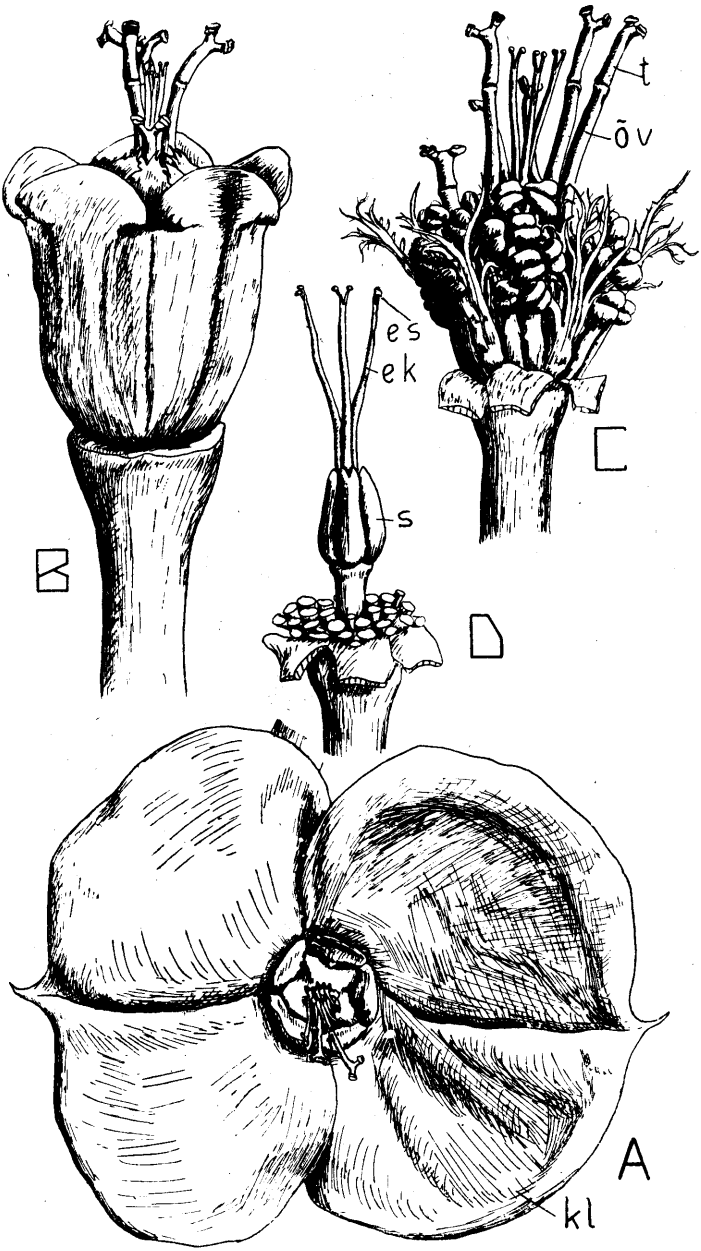
E. splendens Boj. (Madagaskaril). Vrimane on värviliste kõrglehtede ja ogaste varte tõttu õige dekoratiivne.

Senini käsitletud piimalillelistel on õied enam-vähem hariliku ehitusega. Perekond *Euphorbia* ja mõned lähedased erinevad teistest piimalillelistest tunduvalt, neil esineva erilise õiesarnase õisiku (*cyathium*) poolest. Selle ehitus selgub joonisest 93. Õisikut ümbritseb viielehene kate. Kattel on nektari moodustavad näärmed. Õievalemid: ♀ õis — $P_0 A_0 G_{(3)}$; ♂ õis — $P_0 A_1 G_0$. Kummaliste õisikutega taim on Mehhikost pärinev *Daleschampsia Roezliana* Muell.-Arg. Ka sellel liigil on silmapaistvad kõrglehed. Kujult südajad, on need roosakaspunased. Taimel on õisikuis osa isasõisi muutunud kompaktseks kollaseks „polstriks", mis koos kõrglehtedega on siin ahvatusvahendiks (joon. 94). Teistest liikidest on nimetamisväärt *Baliospermum sinuatum* Muell.-Arg., Himaalajast, ühekojane taim vähe silmapaistvate õitega [♂ õied: $K_{1-5} C_0 A_\infty G_0$; ♀ õied: $K_{5-6} C_0 A_0 G_{(3)}$]. Kõnesolevas taimerühmas leiame veel mõningate teiste sugukondade esindajaid: *Bougainvillea glabra* Choisy (*Nyctaginaceae*), Brasiiliast, õied ümbritsetud punastest kõrglehtedest, *Adansonia digitata* L. (*Bombacaceae*), kuulus ahvileivapuu (baobab), söödavate viljadega, troopilise Aafrika savannide hiigelpuu, mille tüve läbimõõt ulatub 10 m-ni, kuigi puu pole eriti kõrge (15—20 m).

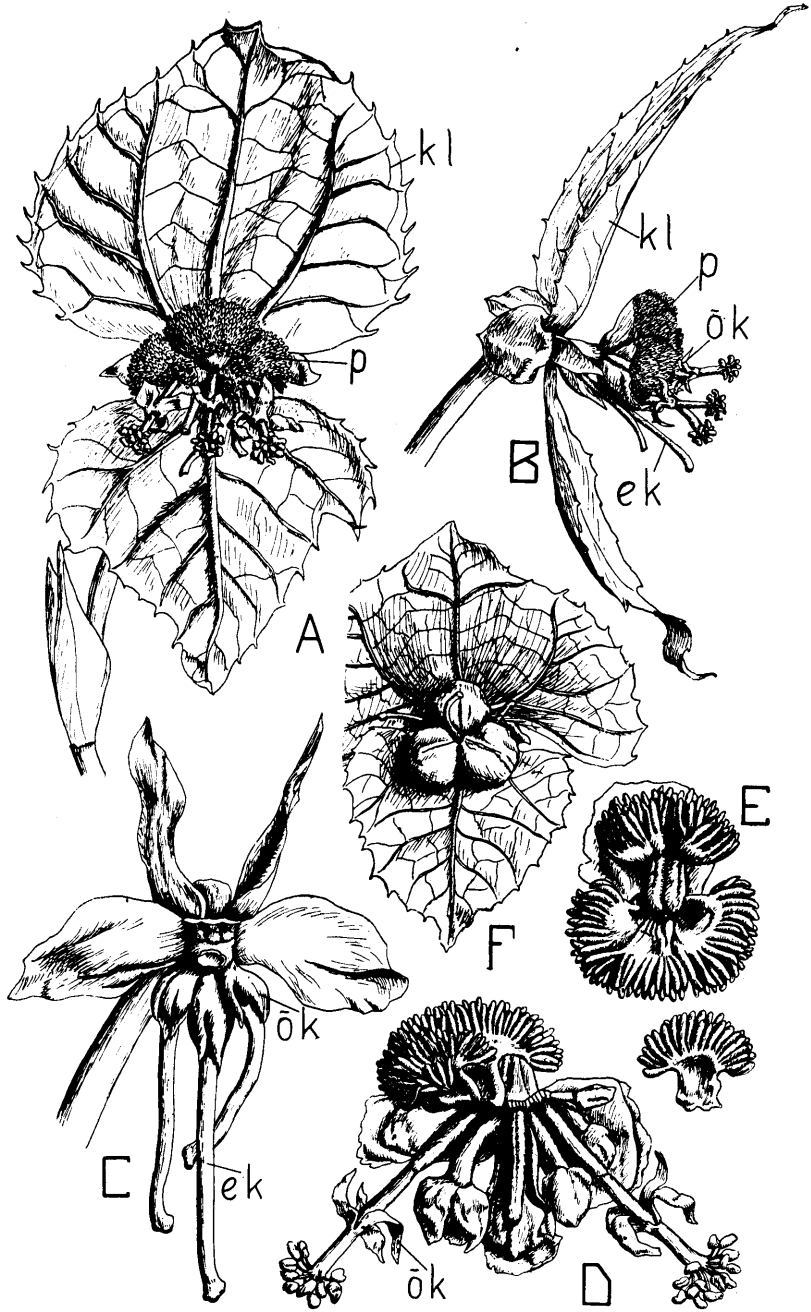


Joon. 92. *Euphorbia splendens* Bojer. Õiesarnased moodustised on punaseist kõrglehtedest ümbritsetud õisikud — *cyathium*'id (joon. 93).

Edasi järgneb sugukond *Leguminosae*. Troopilistest liaanidest leiame siin *Bauhinia diphylla* Buch.-Ham. (Burmas, Malai saarestikul), suurte kahehõlmaste kuni kahelõheste lehtedega.



Joon. 93. *Euphorbia splendens* Boj. A — kahest kõrglehest *(kl)* ümbritsetud *cyathium*. B — *cyathium* küljelt. C — *cyathium* peale katte (*involucrum*'i) eemaldamist; näha arvukaid isasõisi (*õv* — isasõie õievars, *t* — tolmukas). D — õiekatteta emasõis peale isasõite eemaldamist (*s* — sigimik, *ek* — emakakael, *es* — emakasuue). A — 4 ×, B, C ja D — 10 × suur.



Joon. 94. *Dalechampsia Roezliana* Müll.-Arg. A — õisik kõrglehtedega eestvaates, B — sama külgvaates; C — õisiku kolm emasõit; D — õisiku isasõied ning osa steriilseid õisi; E — mõned steriilsed isasõite kogud; F — kõrglehtedest ümbritsetud vili; kolmest emakast on keskmine viljunud. *õk* — isas- ja emasõite lihtne õiekate, *ek* — emakakael, *p* — polster (steriilseks muutunud õisiku osa). A ja B — 2,5 ×, C, D ja E — 5 ×, F — 1,5 × suur.

Eelmiste köidete sisu. — Contenu des volumes précédents.

A I (1921). **1.** A. Paldrock. Ein Beitrag zur Statistik der Geschlechtskrankheiten in Dorpat während der Jahre 1909—1918. — **2.** K. Väisälä. Verallgemeinerung des Begriffes der Dirichletschen Reihen. — **3.** C. Schlossmann. Hapete mõju kolloiidide peale ja selle tähtsus patoloogias. (L'action des acides sur les colloïdes et son rôle dans la pathologie.) — **4.** K. Regel. Statistische und physiognomische Studien an Wiesen. Ein Beitrag zur Methodik der Wiesenuntersuchung. — **5.** H. Reichenbach. Notes sur les microorganismes trouvés dans les pêches planctoniques des environs de Covda (gouv. d'Archangel) en été 1917. — **Misc.** F. Bucholtz. Der gegenwärtige Zustand des Botanischen Gartens zu Dorpat und Richtlinien für die Zukunft.

A II (1921). **1.** H. Bekker. The Kuckers stage of the ordovician rocks of NE Estonia. — **2.** C. Schlossmann. Über die Darmspirochäten beim Menschen. — **3.** J. Letzmann. Die Höhe der Schneedecke im Ostbaltischen Gebiet. — **4.** H. Kaho. Neutraalsoolade mõjust ultramaksimum-temperatuuri peale *Tradescantia zebrina* juures. (Über den Einfluss der Neutralsalze auf die Temperatur des Ultramaximums bei *Tradescantia zebrina*.)

A III (1922). **1.** J. Narbutt. Von den Kurven für die freie und die innere Energie bei Schmelz- und Umwandlungsvorgängen. — **2.** А. Томсонъ (A. Thomson). Значеніе аммонійныхъ солей для питанія высшихъ культурныхъ растеній. (Der Wert der Ammonsalze für die Ernährung der höheren Kulturpflanzen.) — **3.** E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. I. Hälfte (S. I—VII und 1—96). — **4.** A. Lüüs. Ein Beitrag zum Studium der Wirkung künstlicher Wildunger Helenenquellensalze auf die Diurese nierenkranker Kinder. — **5.** E. Öpik. A statistical method of counting shooting stars and its application to the Perseid shower of 1920. — **6.** P. N. Kogerman. The chemical composition of the Esthonian M.-Ordovician oil-bearing mineral „Kukersite“. — **7.** M. Wittlich und S. Weshnjakow. Beitrag zur Kenntnis des estländischen Ölschiefers, genannt Kukkersit. — **Misc.** J. Letzmann. Die Trombe von Odenpäh am 10. Mai 1920.

A IV (1922). **1.** E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. II. Hälfte (S. 97—188). — **2.** A. Valdes. Glükogeeni hulka vähendavate tegurite mõju üle südame spetsiifilise lihassüsteemi glükogeeni peale. (Über den Einfluss der die Glykogenmenge vermindernden Faktoren auf das Glykogen des spezifischen Muskelsystems des Herzens.) — **3.** E. Öpik. Notes on stellae statistics and stellar evolution. — **4.** H. Kaho. Raskemetallsoolade kihvtisusest taimeplasma kohta. (Über die Schwermetallgiftwirkung in bezug auf das Pflanzenplasma.) — **5.** J. Piiper und M. Härms. Der Kiefernkreuzschnabel der Insel Ösel *Loxia pityopsittacus estiae* subsp. nov. — **6.** L. Poska-Teiss. Zur Frage über die vielkernigen Zellen des einschichtigen Plattenepithels.

A V (1924). **1.** E. Öpik. Photographic observations of the brightness of Neptune. Method and preliminary results. — **2.** A. Lüüs. Ergebnisse der Krüppelkinder-Statistik in Eesti. — **3.** C. Schlossmann. Culture in vitro des protozoaires de l'intestin humain. — **4.** H. Kaho. Über die physiologische Wirkung der Neutralsalze auf das Pflanzenplasma. — **5.** Y. Kauko. Beiträge zur Kenntnis der Torfzersetzung und Vertorfung. — **6.** A. Tammekann. Eesti diktüoneema-kihi uurimine tema tekkimise, vanaduse ja levimise kohta. (Untersuchung des Dictyonema-Schiefers in Estland nach Entstehung, Alter und Verbreitung.) — **7.** Y. Kauko. Zur Bestimmung des Vertorfungsgrades. — **8.** N. Weiderpass. Eesti piparmündi-õli (*Oleum menthe esthicum*). (Das estnische Pfefferminzöl.)

A VI (1924). **1.** H. Bekker. Mõned uued andmed Kukruse lademe stratigraafiast ja faunast. (Stratigraphical and paleontological supplements on the Kukruse stage of the ordovician rocks of Eesti (Estonia).) — **2.** J. Wilip. Experimentelle Studien über die Bestimmung von Isothermen und kritischen Konstanten. — **3.** J. Letzmann. Das Bewegungsfeld im Fuss einer fortschreitenden Wind- oder Wasserhose. — **4.** H. Scupin. Die Grundlagen paläogeographischer Karten. — **5.** E. Öpik. Photometric measures on the moon and the earth-shine. — **6.** Y. Kauko. Über die Vertorfungswärme. — **7.** Y. Kauko. Eigentümlichkeiten der H_2O- und CO_2-Gehalte bei der unvollständigen Verbrennung. — **8.** M. Tilzen und Y. Kauko. Die wirtschaftlichen Möglichkeiten der Anwendung von Spiritus als Brennstoff. — **9.** M. Wittlich. Beitrag zur Untersuchung des Öles aus estländischem Ölschiefer. — **10.** J. Wilip. Emergenzwinkel, Unstetigkeitsflächen, Laufzeit. — **11.** H. Scupin. Zur Petroleumfrage in den baltischen Ländern. — **12.** H. Richter. Zwei Grundgesetze (Funktion- und Strukturprinzip) der lebendigen Masse.

A VII (1925). **1.** J. Vilms. Kõhreglükogeeni püsivusest mõnesuguste glükogeeni vähendavate tegurite puhul. (Über die Stabilität des Knorpelglykogens unter verschiedenen das Glykogen zum Verschwinden bringenden Umständen.) — **2.** E. Blessig. Ophthalmologische Bibliographie Russlands 1870—1920. Nachtrag. — **3.** O. Kuriks. Trachoma Eestis (eriti Tartus) möödunud ajal ja praegu. (Das Trachom in Estland (insbesondere in Dorpat) einst und jetzt.) — **4.** A. Brandt. Sexualität. Eine biologische Studie. — **5.** M. Haltenberger. Gehört das Baltikum zu Ost-, Nord- oder zu Mitteleuropa? — **6.** M. Haltenberger. Recent geographical work in Estonia.

A VIII (1925). **1.** H. Jaakson. Sur cèrtains types de systèmes d'équations linéaires à une infinité d'inconnues. Sur l'interpolation. — **2.** K. Frisch. Die Temperaturabweichungen in Tartu (Dorpat) und ihre Bedeutung für die Witterungsprognose. — **3.** O. Kuriks. Muutused leeprahaigete silmas Eesti leprosooriumide haigete läbivaatamise põhjal. (Die Lepra des Auges.) — **4.** A. Paldrock. Die Senkungsreaktion und ihr praktischer Wert. — **5.** A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C_2-)Stufe in Eesti. I. — **6.** M. Wittlich. Einiges über den Schwefel im estländischen Ölschiefer (Kukersit)

und dessen Verschwelungsprodukten. — **7.** H. Kaho. Orientierende Versuche über die stimulierende Wirkung einiger Salze auf das Wachstum der Getreidepflanzen. I.

A IX (1926). **1.** E. Krahn. Über Minimaleigenschaften der Kugel in drei und mehr Dimensionen. — **2.** A. Mieler. Ein Beitrag zur Frage des Vorrückens des Peipus an der Embachmündung und auf der Peipusinsel Pirisaar in dem Zeitraum von 1682 bis 1900. — **3.** M. Haltenberger. Der wirtschaftsgeographische Charakter der Städte der Republik Eesti. — **4.** J. Rumma. Die Heimatforschung in Eesti. — **5.** M. Haltenberger. Der Stand des Aufnahme- und Kartenwesens in Eesti. — **6.** M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. I. — **7.** A. Tammekann. Die Oberflächengestaltung des nordostestländischen Küstentafellandes. — **8.** K. Frisch. Ein Versuch das Embachhochwasser im Frühling für Tartu (Dorpat) vorherzubestimmen.

A X (1926). **1.** M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. II—III. — **2.** H. Scupin. Alter und Herkunft der ostbaltischen Solquellen und ihre Bedeutung für die Frage nach dem Vorkommen von Steinsalz im baltischen Obersilur. — **3.** Th. Lippmaa. Floristische Notizen aus dem Nord-Altai nebst Beschreibung einer neuen *Cardamine*-Art aus der Sektion *Dentaria*. — **4.** Th. Lippmaa. Pigmenttypen bei Pteridophyta und Anthophyta. I. Allgemeiner Teil. — **5.** E. Pipenberg. Eine städtemorphographische Skizze der estländischen Hafenstadt Pärnu (Pernau). — **6.** E. Spohr. Über das Vorkommen von *Sium erectum* Huds. und *Lemna gibba* L. in Estland und über deren nordöstliche Verbreitungsgrenzen in Europa. — **7.** J. Wilip. On new precision-seismographs.

A XI (1927). **1.** Th. Lippmaa. Pigmenttypen bei Pteridophyta und Anthophyta. II. Spezieller Teil. — **2.** M. Haltenberger. Landeskunde von Eesti. IV—V. — **3.** H. Scupin. Epirogenese und Orogenese im Ostbaltikum. — **4.** K. Schlossmann. Mikroorganismide kui bioloogiliste reaktiivide tähtsusest keemias. (Le rôle des ferments microbiens dans la chimie.) — **5.** J Sarv. Ahmese geomeetrilised joonised. (Die geometrischen Figuren des Ahmes.) — **6.** K. Jaansoon-Orviku. Beiträge zur Kenntnis der Aseri- und der Tallinna-Stufe in Eesti. I.

A XII (1927). **1.** E. Reinwaldt. Beiträge zur Muriden-Fauna Estlands mit Berücksichtigung der Nachbargebiete. — **2.** A. Öpik. Die Inseln Odensholm und Rogö. Ein Beitrag zur Geologie von NW-Estland. — **3.** A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C_2-)Stufe in Eesti. II. — **4.** Th. Lippmaa. Beobachtungen über durch Pilzinfektion verursachte Anthocyaninbildung. — **5.** A. Laur. Die Titration des Ammoniumhydrosulfides mit Ferricyankalium. — **6.** N. King. Über die rhythmischen Niederschläge von PbJ_2, Ag_2CrO_4 und AgCl im kapillaren Raume. — **7.** P. N. Kogerman and J. Kranig. Physical constants of some alkyl carbonates. — **8.** E. Spohr. Über brunsterzeugende Stoffe im Pflanzenreich. Vorläufige Mitteilung.

A XIII (1928). **1.** J. Sarw. Zum Beweis des Vierfarbensatzes. — **2.** H. Scupin. Die stratigraphische Stellung der Devonschichten im Südosten Estlands. — **3.** H. Perlitz. On the parallelism between

the rate of change in electric resistance at fusion and the degree of closeness of packing of mealltic atoms in crystals. — **4.** K. Frisch. Zur Frage der Luftdruckperioden. — **5.** J. Port. Untersuchungen über die Plasmakoagulation von *Paramaecium caudatum*. — **6.** J. Sarw. Direkte Herleitung der Lichtgeschwindigkeitsformeln. — **7.** K. Frisch. Zur Frage des Temperaturansteigens im Winter. — **8.** E. Spohr. Über die Verbreitung einiger bemerkenswerter und schutzbedürftiger Pflanzen im Ostbaltischen Gebiet. — **9.** N. Rägo. Beiträge zur Kenntnis des estländischen Dictyonemaschiefers. — **10.** C. Schlossmann. Études sur le rôle de la barrière hémato-encéphalique dans la genèse et le traitement des maladies infectienses. — **11.** A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C_2-C_3-)Stufe in Eesti. III.

A XIV (1929). **1.** J. Rives. Über die histopathologischen Veränderungen im Zentralnervensystem bei experimenteller Nebennierenin suffizienz. — **2.** W. Wadi. Kopsutuberkuloosi areng ja kliinilised vormid. (Der Entwicklungsgang und die klinischen Formen der Lungentuberkulose.) — **3.** E. Markus. Die Grenzverschiebung des Waldes und des Moores in Alatskivi. — **4.** K. Frisch. Zur Frage über die Beziehung zwischen der Getreideernte und einigen meteorologischen Faktoren in Eesti.

A XV (1929). **1.** A. Nõmmik. The influence of ground limestone on acid soils and on the availability of nitrogen from several mineral nitrogenous fertilizers. — **2.** A. Öpik. Studien über das estnische Unterkambrium (Estonium). I—IV. — **3.** J. Nuut. Über die Anzahl der Lösungen der Vierfarbenaufgabe. — **4.** J. Nuut. Über die Vierfarbenformel. — **5.** J. Nuut. Topologische Grundlagen des Zahlbegriffs. — **6.** Th. Lippmaa. Pflanzenökologische Untersuchungen aus Norwegisch- und Finnisch-Lappland unter besonderer Berücksichtigung der Lichtfrage.

A XVI (1930). **1.** A. Paris. Über die Hydratation der Terpene des Terpentinöls zu Terpinhydrat durch Einwirkung von Mineralsäuren. — **2.** A. Laur. Die Anwendung der Umschlagselektroden bei der potentiometrischen Massanalyse. Die potentiometrische Bestimmung des Kaliums. — **3.** A. Paris. Zur Theorie der Strömungsdoppelbrechung. — **4.** O. Kuriks. Pisarate toimest silma mikrofloorasse. (Über die Wirkung der Tränen auf die Mikroflora des Auges.) — **5.** K. Orviku. Keskdevoni põhikihid Eestis. (Die untersten Schichten des Mitteldevons in Eesti.) — **6.** J. Kopwillem. Über die thermale Zersetzung von estländischem Ölschiefer Kukersit.

A XVII (1930). **1.** A. Öpik. Brachiopoda Protremata der estländischen ordovizischen Kukruse-Stufe. — **2.** P. W. Thomson. Die regionale Entwickelungsgeschichte der Wälder Estlands.

A XVIII (1930). **1.** G. Vilberg. Erneuerung der Loodvegetation durch Keimlinge in Ost-Harrien (Estland). — **2.** A. Parts. Über die Neutralsalzwirkung auf die Geschwindigkeit der Ionenreaktionen. — **3.** Ch. R. Schlossmann. On two strains of yeast-like organisms cultured from diseased human throats. — **4.** H. Richter. Die Relation zwischen Form und Funktion und das teleologische Prinzip in den Naturphänomenen. — **5.** H. Arro. Die Metalloxyde als photo-

chemische Sensibilatoren beim Bleichen von Methylenblaulösung. — **6.** A. Luha. Über Ergebnisse stratigraphischer Untersuchungen im Gebiete der Saaremaa-(Ösel-)Schichten in Eesti (Unterösel und Eurypterusschichten). — **7.** K. Frisch. Zur Frage der Zyklonenvertiefung. — **8.** E. Markus. Naturkomplexe von Alatskivi.

A XIX (1931). **1.** J. Uudelt. Über das Blutbild Trachomkranker. — **2.** A. Öpik. Beiträge zur Kenntnis der Kukruse-(C_2-C_3-)Stufe in Eesti. IV. — **3.** H. Liedemann. Über die Sonnenscheindauer und Bewölkung in Eesti. — **4.** J. Sarw. Geomeetria alused. (Die Grundlagen der Geometrie.)

A XX (1931). **1.** J. Kuusk. Glühaufschliessung der Phosphorite mit Kieselsäure zwecks Gewinnung eines citrallöslichen Düngmittels. — **2.** U. Karell. Zur Behandlung und Prognose der Luxationsbrüche des Hüftgelenks. — **3.** A. Laur. Beiträge zur Kenntnis der Reaktion des Zinks mit Kaliumferrocyanid. I. — **4.** J. Kuusk. Beitrag zur Kalisalzgewinnung beim Zementbrennen mit besonderer Berücksichtigung der estländischen K-Mineralien. — **5.** L. Rinne. Über die Tiefe der Eisbildung und das Auftauen des Eises im Niederungsmoor. — **6.** J. Wilip. A galvanometrically registering vertical seismograph with temperature compensation. — **7.** J. Nuut. Eine arithmetische Analyse des Vierfarbenproblems. — **8.** G. Barkan. Dorpats Bedeutung für die Pharmakologie. — **9.** K. Schlossmann. Vanaduse ja surma mõistetest ajakohaste bioloogiliste andmete alusel. (Über die Begriffe Alter und Tod auf Grund der modernen biologischen Forschung.)

A XXI (1931). **1.** N. Kwaschnin-Ssamarin. Studien über die Herkunft des osteuropäischen Pferdes. — **2.** U. Karell. Beitrag zur Ätiologie der arteriellen Thrombosen. — **3.** E. Krahn. Über Eigenschwingungszahlen freier Platten. — **4.** A. Öpik. Über einige Karbonatgesteine im Glazialgeschiebe NW-Estlands. — **5.** A. Thomson. Wasserkulturversuche mit organischen Stickstoffverbindungen, angestellt zur Ermittelung der Assimilation ihres Stickstoffs von seiten der höheren grünen Pflanze.

A XXII (1932). **1.** U. Karell. An observation on a peculiarity of the cardiac opening reflex in operated cases of cardiospasmus. — **2.** E. Krahn. Die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit des Vierfarbensatzes. — **3.** A. Audova. Der wirkliche Kampf ums Dasein. — **4.** H. Perlitz. Abstandsänderungen nächster Nachbaratome in einigen Elementen und Legierungen bei Umordnung aus der kubischen flächenzentrierten Anordnung in die kubische raumzentrierte oder die hexagonale dichteste Anordnung.

A XXIII (1932). **1.** J. Port. Untersuchungen über die Wirkung der Neutralsalze auf das Keimlingswachstum bezüglich der Abhängigkeit von ihrer Konzentration. — **2.** E. Markus. Chorogenese und Grenzverschiebung. — **3.** A. Öpik. Über die Plectellinen. — **4.** J. Nuut. Einige Bemerkungen über Vierpunktaxiome. — **5.** K. Frisch. Die Veränderungen der klimatischen Elemente nach den meteorologischen Beobachtungen von Tartu 1866—1930.

A XXIV (1933). **1.** M. Gross. In der Butter vorkommende Sprosspilze und deren Einwirkung auf die Butter. — **2.** H. Perlitz. Bemerkungen zu den Regeln über Valenzelektronenkonzentrationen in

binären intermetallischen Legierungen. — **3.** A. Öpik. Über *Scolithus* aus Estland. — **4.** T. Lippmaa. Aperçu général sur la végétation autochtone du Lautaret (Hautes-Alpes). — **5.** E. Markus. Die südöstliche Moorbucht von Lauge. — **6.** A. Sprantsman. Über Herstellung makroskopischer Thalliumkristalle durch Elektrolyse. — **7.** A. Öpik. Über Plectamboniten.

A XXV (1933). **1.** A. Öpik. Über einige Dalmanellacea aus Estland. — **2.** H. Richter. Ergänzungen zu: „Die Relation zwischen Form und Funktion und das teleologische Prinzip in den Naturphänomenen". Die Rolle, welche „Spirale" und „Wirbel" in den biologischen Phänomenen spielt, besonders auch in bezug auf die feinere Struktur des lebendigen Protoplasmas. — **3.** T. Lippmaa ja K. Eichwald. Eesti taimed I (1—50). (Estonian plants.) — **4.** E. Piipenberg. Die Stadt Petseri in Estland. — **5.** A. Miljan. Vegetationsuntersuchungen an Naturwiesen und Seen im Otepääschen Moränengebiete Estlands. I. — **6.** R. Livländer. On the colour of Mars. — **7.** A. Tudeberg. Über die Theorie und die Anwendungsmethoden der Quadraturreihen.

A XXVI (1934). **1.** E. Blessig. Index ophthalmologiae Balticus. — **2.** E. Öpik. Atomic collisions and radiation of meteors. — **3.** J. Tehver und A. Kriisa. Zur Histologie des Harnleiters der Haussäugetiere. — **4.** H. Kaho. Leelissoolade toimest taimeraku deplasmolüüsile. (Über den Einfluss von Alkalisalzen auf die Deplasmolyse der Pflanzenzellen.) — **5.** A. Öpik. Über Klitamboniten. — **6.** A. Tudeberg. Über die Beweisbarkeit einiger Anordnungsaussagen in geometrischen Axiomensystemen.

A XXVII (1934). **1.** K. Lellep. Simulation von Geisteskrankheiten und deren Grenzzuständen. — **2.** M. Tiitso. Hingamise ergulisest regulatsioonist. I teadaanne: Stenoosi toime inimese hingamisele. (Über die nervöse Atemregulation. I. Mitteilung: Der Einfluss der Stenose auf die menschliche Atmung.) — **3.** M. Tiitso. Hingamise ergulisest regulatsioonist. II teadaanne: Inimese hingamisfrekvents kopsude erineva täitumise korral. (Über die nervöse Atemregulation. II. Mitteilung: Die Atemfrequenz des Menschen bei abnormen Lungenfüllungen.) — **4.** M. Tiitso. Hingamise ergulisest regulatsioonist. III teadaanne: Propriotseptiivsete aferentside toimest hingamisele. (Über die nervöse Atemregulation. III. Mitteilung: Über die Auswirkung der propriozeptiven Afferenzen auf die Atmung.) — **5.** J. Tehver and M. Keerd. The number of ribs in the ox and pig. — **6.** A. Kärsna. Über das Problem der Vorhersage des nächtlichen Temperaturminimums. — **7.** K. Schlossmann. A study of bacterial carbohydrates with special reference to the tubercle bacillus. — **8.** A. Öpik. *Ristnacrinus*, a new ordovician crinoid from Estonia. — **9.** A. Kipper. Variation of surface gravity upon two Cepheids — δ Cephei and η Aquilae. — **10.** E. Lepik. Fungi Estonici exsiccati. Uredinaceae. [I.] — **11.** H. Perlitz. The structure of the intermetallic compound Au_2Pb.

A XXVIII (1935). **1.** T. Lippmaa. Une analyse des forêts de l'île estonienne d'Abruka (Abro) sur la base des associations unistrates.

— **2.** J. Sarv. Foundations of arithmetic. — **3.** A. Tudeberg. Orthogonalsysteme von Polynomen und Extremumprobleme der Interpolationsrechnung. — **4.** T. Lippmaa. Eesti geobotaanika põhijooni. (Aperçu géobotanique de l'Estonie.)

A XXIX (1936). **1.** A. Öpik. *Hoplocrinus* — eine stiellose Seelilie aus dem Ordovizium Estlands. — **2.** A. Kärsna. Vereinfachte Methoden zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten bei normaler Korrelation. — **3.** J. Nuut. Eine nichteuklidische Deutung der relativistischen Welt. — **4.** H. Kaho. Das Verhalten der Eiweissstoffe gesunder und abbaukranker Kartoffelknollen gegen Salze. — **5.** T. Lippmaa ja K. Eichwald. Eesti taimed. II (51—100). (Estonian plants.) — **6.** J. Nuut. Ansätze zu einer expansionistischen Kinematik. — **7.** A. Lüüs. Données anthropologiques sur les nouveaux-nés estoniens. — **8.** A. Tudeberg. Energieverluste im Eisenblech bei niederfrequenter Ummagnetisierung. — **9.** Wilh. Anderson. Existiert eine obere Grenze für die Dichte der Materie und der Energie?

A XXX (1936). **1.** E. Öpik. Researches on the physical theory of meteor phenomena. I. II. — **2.** J. Gabovitš. The *TiO* colour effect, and the densities of *M* stars. — **3.** J. Wilip. Über Lichtstrahlung während der Sonnenfinsternis am 21. August 1914 in Üxküll. — **4.** E. Lepik. Fungi Estonici exsiccati. Uredinaceae. II. — **5.** E. Markus. Geographische Kausalität. — **6.** K. Schlossmann. Einige Gedanken über die Ausbildung des praktischen Arztes. — **7.** U. Karell. Aneurism of the internal carotid and the ligation of the carotids. — **8.** K. Kirde. Meteorological elements characterized by frequency-curves.

A XXXI (1937). **1.** V. Ridala. Inquiries into the pathogenic effects produced by *Brucella Abortus* in the udder and certain other organs of the cow. — **2.** Wilh. Anderson. Zu H. Vogts Ansichten über die obere Grenze der Sternmassen. — **3.** J. Gabovitš. The pulsation theory of Mira Ceti. — **4.** T. Lippmaa. E. V. Tartu Ülikooli Botaanikaaia süstemaatilised ja taimegeograafilised kogud. (Les collections systématiques et phytogéographiques de l'Université estonienne à Tartu.) I (p. 1—192).

B I (1921). **1.** M. Vasmer. Studien zur albanesischen Wortforschung. I. — **2.** A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 1. — **3.** M. Vasmer. Osteuropäische Ortsnamen. — **4.** W. Anderson. Der Schwank von Kaiser und Abt bei den Minsker Juden. — **5.** J. Bergman. Quaestiunculae Horatianae.

B II (1922). **1.** J. Bergman. Aurelius Prudentius Clemens, der grösste christliche Dichter des Altertums. I. — **2.** L. Kettunen. Lõunavepsa häälik-ajalugu. I. Konsonandid. (Südwepsische Lautgeschichte. I. Konsonantismus.) — **3.** W. Wiget. Altgermanische Lautuntersuchungen.

B III (1922). **1.** A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 2. — **2.** M. A. Курчинскій (M. A. Kurtschinsky). Соціальный законъ, случай и свобода. (Das soziale

Gesetz, Zufall und Freiheit.) — **3.** A. R. Cederberg. Die Erstlinge der estländischen Zeitungsliteratur. — **4.** L. Kettunen. Lõunavepsa häälik-ajalugu. II. Vokaalid. (Südwepsische Lautgeschichte. II. Vokalismus.) — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. [I.] — **6.** A. M. Tallgren. Zur Archäologie Eestis. I.

B IV (1923). **1.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. II. — **2.** A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 3. — **3.** W. Anderson. Nordasiatische Flutsagen. — **4.** A. M. Tallgren. L'ethnographie préhistorique de la Russie du nord et des États Baltiques du nord. — **5.** R. Gutmann. Eine unklare Stelle in der Oxforder Handschrift des Rolandsliedes.

B V (1924). **1.** H. Mutschmann. Milton's eyesight and the chronology of his works. — **2.** A. Pridik. Mut-em-wija, die Mutter Amenhotep's (Amenophis') III. — **3.** A. Pridik. Der Mitregent des Königs Ptolemaios II Philadelphos. — **4.** G. Suess. De Graecorum fabulis satyricis. — **5.** A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. I. Lief. (S. 1—160). — **6.** H. Mutschmann. Studies concerning the origin of „Paradise Lost".

B VI (1925). **1.** A. Saareste. Leksikaalseist vahekordadest eesti murretes. I. Analüüs. (Du sectionnement lexicologique dans les patois estoniens. I. Analyse.) — **2.** A. Bjerre. Zur Psychologie des Mordes.

B VII (1926). **1.** A. v. Bulmerincq. Einleitung in das Buch des Propheten Maleachi. 4. — **2.** W. Anderson. Der Chalifenmünzfund von Kochtel. (Mit Beiträgen von R. Vasmer.) — **3.** J. Mägiste. Rosona (Eesti Ingeri) murde pääjooned. (Die Hauptzüge der Mundart von Rosona). — **4.** M. A. Курчинскій (M. A. Kurtschinsky). Европейскій хаосъ. Экономическія послѣдствія великой войны. (Das europäische Chaos.)

B VIII (1926). **1.** A. M. Tallgren. Zur Archäologie Eestis. II. — **2.** H. Mutschmann. The secret of John Milton. — **3.** L. Kettunen. Untersuchung über die livische Sprache. I. Phonetische Einführung. Sprachproben.

B IX (1926). **1.** N. Maim. Parlamentarismist Prantsuse restauratsiooniajal (1814—1830). (Du parlementarisme en France pendant la Restauration.) — **2.** S. v. Csekey. Die Quellen des estnischen Verwaltungsrechts. I. Teil (S. 1—102). — **3.** A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. II. Lief. (S. 161—288). — **4.** G. Suess. De eo quem dicunt inesse Trimalchionis cenae sermone vulgari. — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. III. — **6.** C. Vilhelmson. De ostraco quod Revaliae in museo provinciali servatur.

B X (1927). **1.** H. B. Rahamägi. Eesti Evangeeliumi Luteri usu vaba rahvakirik vabas Eestis. (Die evangelisch-lutherische freie Volkskirche im freien Eesti. Anhang: Das Gesetz betreffend die religiösen Gemeinschaften und ihre Verbände.) — **2.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. IV. — **3.** A. Berendts und K. Grass. Fla-

vius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. III. Lief. (S. 289—416). — **4.** W. Schmied-Kowarzik. Die Objektivation des Geistigen. (Der objektive Geist und seine Formen.) — **5.** W. Anderson. Novelline popolari sammarinesi. I.

B XI (1927). **1.** O. Loorits. Liivi rahva usund. (Der Volksglaube der Liven.) I. — **2.** A. Berendts und K. Grass. Flavius Josephus: Vom jüdischen Kriege, Buch I—IV, nach der slavischen Übersetzung deutsch herausgegeben und mit dem griechischen Text verglichen. IV. Lief. (S. 417—512). — **3.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. V.

B XII (1928). **1.** O. Loorits. Liivi rahva usund. (Der Volksglaube der Liven.) II. — **2.** J. Mägiste. *oi̯-, ei̯*-deminutiivid läänemeresoome keelis. (Die *oi̯-, ei̯*-Deminutiva der ostseefinnischen Sprachen.)

B XIII (1928). **1.** G. Suess. Petronii imitatio sermonis plebe qua necessitate coniungatur cum grammatica illius aetatis doctrina. — **2.** С. Штейн (S. v. Stein). Пушкин и Гофман. (Puschkin und E. T. A. Hoffmann.) — **3.** A. V. Kõrv. Värsimõõt Veske „Eesti rahvalauludes". (Le mètre des „Chansons populaires estoniennes" de Veske.)

B XIV (1929). **1.** Н. Майм (N. Maim). Парламентаризм и суверенное государство. (Der Parlamentarismus und der souveräne Staat.) — **2.** S. v. Csekey. Die Quellen des estnischen Verwaltungsrechts. II. Teil (S. 103—134). — **3.** E. Virányi. Thalès Bernard, littérateur français, et ses relations avec la poésie populaire estonienne et finnoise.

B XV (1929). **1.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 1 (1, 2—11). — **2.** W. E. Peters. Benito Mussolini und Leo Tolstoi. Eine Studie über europäische Menschheitstypen. — **3.** W. E. Peters. Die stimmanalytische Methode. — **4.** W. Freymann. Platons Suchen nach einer Grundlegung aller Philosophie.

B XVI (1929). **1.** O. Loorits. Liivi rahva usund. (Der Volksglaube der Liven.) III. — **2.** W. Süss. Karl Morgenstern (1770—1852). I. Teil (S. 1—160).

B XVII (1930). **1.** A. R. Cederberg. Heinrich Fick. Ein Beitrag zur russischen Geschichte des XVIII. Jahrhunderts. — **2.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. VI. — **3.** W. E. Peters. Wilson, Roosevelt, Taft und Harding. Eine Studie über nordamerikanisch-englische Menschheitstypen nach stimmanalytischer Methode. — **4.** N. Maim. Parlamentarism ja fašism. (Parliamentarism and fascism.)

B XVIII (1930). **1.** J. Vasar. Taani püüded Eestimaa taasvallutamiseks 1411—1422. (Dänemarks Bemühungen Estland zurückzugewinnen 1411—1422.) — **2.** L. Leesment. Über die livländischen Gerichtssachen im Reichskammergericht und im Reichshofrat. — **3.** А. И. Стендер-Петерсен (Ad. Stender-Petersen). О пережиточных следах аориста в славянских языках, преимущественно в русском. (Über rudimentäre Reste des Aorists in den slavischen Sprachen, vorzüglich im Russischen.) — **4.** М. Курчинский

(M. Kourtchinsky). Соединенные Штаты Европы. (Les États-Unis de l'Europe.) — **5.** K. Wilhelmson. Zum römischen Fiskalkauf in Ägypten.

B XIX (1930). **1.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 2 (1, 11—2, 9). — **2.** W. Süss. Karl Morgenstern (1770—1852). II. Teil (S. 161—330). — **3.** W. Anderson. Novelline popolari sammarinesi. II.

B XX (1930). **1.** A. Oras. Milton's editors and commentators from Patrick Hume to Henry John Todd (1695—1801). I. — **2.** J. Vasar. Die grosse livländische Güterreduktion. Die Entstehung des Konflikts zwischen Karl XI. und der livländischen Ritter- und Landschaft 1678—1684. Teil I (S. 1—176). — **3.** S. v. Csekey. Die Quellen des estnischen Verwaltungsrechts. III. Teil (S. 135—150).

B XXI (1931). **1.** W. Anderson. Der Schwank vom alten Hildebrand. Teil I (S. 1—176). — **2.** A. Oras. Milton's editors and commentators from Patrick Hume to Henry John Todd (1695—1801). II. — **3.** W. Anderson. Über P. Jensens Methode der vergleichenden Sagenforschung.

B XXII (1931). **1.** E. Tennmann. G. Teichmüllers Philosophie des Christentums. — **2.** J. Vasar. Die grosse livländische Güterreduktion. Die Entstehung des Konflikts zwischen Karl XI. und der livländischen Ritter- und Landschaft 1678—1684. Teil II (S. I—XXVII. 177—400).

B XXIII (1931). **1.** W. Anderson. Der Schwank vom alten Hildebrand. Teil II (S. I—XIV. 177—329). — **2.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 3 (2, 10 — 3, 3). — **3.** P. Arumaa. Litauische mundartliche Texte aus der Wilnaer Gegend. — **4.** H. Mutschmann. A glossary of americanisms.

B XXIV (1931). **1.** L. Leesment. Die Verbrechen des Diebstahls und des Raubes nach den Rechten Livlands im Mittelalter. — **2.** N. Maim. Völkerbund und Staat. Teil I (S. 1—176).

B XXV (1931). **1.** Ad. Stender-Petersen. Tragoediae Sacrae. Materialien und Beiträge zur Geschichte der polnisch-lateinischen Jesuitendramatik der Frühzeit. — **2.** W. Anderson. Beiträge zur Topographie der „Promessi Sposi". — **3.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. VII.

B XXVI (1932). **1.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 4 (3, 3—12). — **2.** A. Pridik. Wer war Mutemwija? — **3.** N. Maim. Völkerbund und Staat. Teil II (S. I—III. 177—356).

B XXVII (1932). **1.** K. Schreinert. Johann Bernhard Hermann. Briefe an Albrecht Otto und Jean Paul (aus Jean Pauls Nachlass). I. Teil (S. 1—128). — **2.** A. v. Bulmerincq. Kommentar zum Buche des Propheten Maleachi. 5 (3, 12—24). — **3.** M. J. Eisen. Kevadised pühad. (Frühlingsfeste.) — **4.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. VIII.

B XXVIII (1932). **1.** P. Põld. Üldine kasvatusõpetus. (Allgemeine Erziehungslehre.) Redigeerinud (redigiert von) J. Tork. —

2. W. Wiget. Eine unbekannte Fassung von Klingers Zwillingen. — **3.** A. Oras. The critical ideas of T. S. Eliot.

B XXIX (1933). **1.** L. Leesment. Saaremaa halduskonna finantsid 1618/19. aastal. (Die Finanzen der Provinz Ösel im Jahre 1618/19.) — **2.** L. Rudrauf. Un tableau disparu de Charles Le Brun. — **3.** P. Ariste. Eesti-rootsi laensõnåd eesti keeles. (Die estlandschwedischen Lehnwörter in der estnischen Sprache.) — **4.** W. Süss. Studien zur lateinischen Bibel. I. Augustins Locutiones und das Problem der lateinischen Bibelsprache. — **5.** M. Kurtschinsky. Zur Frage des Kapitalprofits.

B XXX (1933). **1.** A. Pridik. König Ptolemaios I und die Philosophen. — **2.** K. Schreinert. Johann Bernhard Hermann. Briefe an Albrecht Otto und Jean Paul (aus Jean Pauls Nachlass). II. Teil S. I—XLII + 129—221). — **3.** D. Grimm. Zur Frage über den Begriff der Societas im klassischen römischen Rechte. — **4.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. IX.

B XXXI (1934). **1.** E. Päss. Eesti liulaul. (Das estnische Rodellied.) — **2.** W. Anderson. Novelline popolari sammarinesi. III. — **3.** A. Kurlents. „Vanemate vara". Monograafia ühest joomalaulust. („Der Eltern Schatz". Monographie über ein Trinklied.) — **4.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. X.

B XXXII (1934). **1.** A. Anni. F. R. Kreutzwaldi „Kalevipoeg". I osa: Kalevipoeg eesti rahvaluules. (F. R. Kreutzwalds „Kalevipoeg". I. Teil: Kalevipoeg in den estnischen Volksüberlieferungen.) — **2.** P. Arumaa. Untersuchungen zur Geschichte der litauischen Personalpronomina. — **3.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. XI. — **4.** L. Gulkowitsch. Die Entwicklung des Begriffes Ḥāsīd im Alten Testament. — **5.** H. Laakmann und W. Anderson. Ein neues Dokument über den estnischen Metsik-Kultus aus dem Jahre 1680.

B XXXIII (1936). **1.** A. Annist (Anni). Fr. Kreutzwaldi „Kalevipoeg". II osa: „Kalevipoja" saamislugu. (Fr. Kreutzwalds „Kalevipoeg". II. Teil: Die Entstehungsgeschichte des „Kalevipoeg".) — **2.** H. Mutschmann. Further studies concerning the origin of Paradise Lost. (The matter of the Armada.) — **3.** P. Arumaa. De la désinence *-tъ* du présent en slave. — **4.** O. Loorits. Pharaos Heer in der Volksüberlieferung. I. — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. XII.

B XXXIV (1935). **1.** W. Anderson. Studien zur Wortsilbenstatistik der älteren estnischen Volkslieder. — **2.** P. Ariste. Huulte võnkehäälik eesti keeles. (The labial vibrant in Estonian.) — **3.** P. Wieselgren. Quellenstudien zur Volsungasaga. I (S. 1—154).

B XXXV (1935). **1.** A. Pridik. Berenike, die Schwester des Königs Ptolemaios III Euergetes. I. Hälfte (S. 1—176). — **2.** J. Taul. Kristluse jumalariigi õpetus. (Die Reich-Gottes-Lehre des Christentums.) I pool (lk. I—VIII. 1—160).

B XXXVI (1935). **1.** A. Pridik. Berenike, die Schwester des Königs Ptolemaios III Euergetes. II. Hälfte (S. I—VIII. 177—305). —

2. J. Taul. Kristluse jumalariigi õpetus. (Die Reich-Gottes-Lehre des Christentums.) II pool (lk. 161—304).

B XXXVII (1936). **1.** A. v. Bulmerincq. Die Immanuelweissagung (Jes. 7) im Lichte der neueren Forschung. — **2.** L. Gulkowitsch. Das Wesen der maimonideischen Lehre. — **3.** L. Gulkowitsch. Rationale und mystische Elemente in der jüdischen Lehre. — **4.** W. Anderson. Achtzig neue Münzen aus dem Funde von Naginščina. — **5.** P. Wieselgren. Quellenstudien zur Volsungasaga. II (S. 155—238). — **6.** L. Gulkowitsch. Die Bildung des Begriffes Ḥāsīd. I

B XXXVIII (1936). **1.** J. Mägiste. Einiges zum problem der *oi̯-, ei̯*-deminutiva und zu den prinzipien der wissenschaftlichen kritik. — **2.** P. Wieselgren. Quellenstudien zur Volsungasaga. III (S. 239—430). — **3.** W. Anderson. Zu Albert Wesselski's Angriffen auf die finnische folkloristische Forschungsmethode. — **4.** A. Koort. Beiträge zur Logik des Typusbegriffs. Teil I (S. 1—138). — **5.** E. Kieckers. Sprachwissenschaftliche Miscellen. XIII.

C I—III (1929). **I 1.** Ettelugemiste kava 1921. aasta I poolaastal. — **I 2.** Ettelugemiste kava 1921 aasta II poolaastal. — **I 3.** Dante pidu 14. IX. 1921. (Dantefeier 14. IX. 1921.) R. Gutmann. Dante Alighieri. W. Schmied-Kowarzik. Dantes Weltanschauung. — **II 1.** Ettelugemiste kava 1922. aasta I poolaastal. — **II 2.** Ettelugemiste kava 1922. aasta II poolaastal. — **III 1.** Ettelugemiste kava 1923. aasta I poolaastal. — **III 2.** Ettelugemiste kava 1923. aasta II poolaastal.

C IV—VI (1929). **IV 1.** Ettelugemiste kava 1924. aasta I poolaastal. — **IV 2** Ettelugemiste kava 1924. aasta II poolaastal. — **V 1.** Ettelugemiste kava 1925. aasta I poolaastal. — **V 2.** Ettelugemiste kava 1925. aasta II. poolaastal. — **VI 1.** Ettelugemiste kava 1926. aasta I poolaastal. — **VI 2.** Ettelugemiste kava 1926. aasta II poolaastal.

C VII—IX (1929). **VII 1.** Ettelugemiste kava 1927. aasta I poolaastal. — **VII 2.** Ettelugemiste kava 1927. aasta II poolaastal. — **VIII 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1928. aasta I poolaastal. — **VIII 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1928. aasta II poolaastal. — **IX 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1929. aasta I poolaastal. — **IX 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1929. aasta II poolaastal. — **IX 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1929.

C X (1929). Eesti Vabariigi Tartu Ülikool 1919—1929.

C XI—XIII (1934). **XI 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1930. aasta I poolaastal. — **XI 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1930. aasta II poolaastal. — **XI 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1930. — **XII 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1931. aasta I poolaastal. — **XII 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1931. aasta II poolaastal. — **XII 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1931. — **XIII 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1932. aasta I poolaastal. — **XIII 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1932. aasta II poolaastal. — **XIII 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1932. —

XIII 4. K. Schreinert. Goethes letzte Wandlung. Festrede. — **XIII 5.** R. Mark. Dotsent Theodor Korssakov †. Nekroloog.

C XIV (1932). Tartu Ülikooli ajaloo allikaid. I. Academia Gustaviana. a) Ürikuid ja dokumente. (Quellen zur Geschichte der Universität Tartu (Dorpat). I. Academia Gustaviana. a) Urkunden und Dokumente.) Koostanud (herausgegeben von) J. Vasar.

C XV (1932). L. Villecourt. L'Université de Tartu 1919—1932.

C XVI—XVIII (1936). **XVI 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1933. aasta I poolaastal. — **XVI 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1933. aasta II poolaastal. — **XVI 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1933. — **XVII 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1934. aasta I poolaastal. — **XVII 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1934. aasta II poolaastal. — **XVII 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1934. — **XVII 4.** R. Õunap. Tartu Ülikooli Õigusteaduskonna kriminalistikaõpetaja A. P. Melnikov †. — **XVII 5.** F. Puksov. Rahvusvahelise vaimse koostöötamise institutsioonid ja nende tegevus 1932—1933. — **XVIII 1.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1935. aasta I poolaastal. — **XVIII 2.** Loengute ja praktiliste tööde kava 1935. aasta II poolaastal. — **XVIII 3.** Eesti Vabariigi Tartu Ülikooli isiklik koosseis 1. detsembril 1935.

Eesti koha- ja tänavanimed peavad olema väljendatud maksvate eestikeelsete nimetuste järgi kõigis Eestis avaldatavais trükitooteis ja perioodilise trükitoote nimetuses. Erandina võidakse tarvitada Eesti koha- või tänavanime muukeelset väljendust trükis avaldatavais ajaloolistes ürikuis ja üldse kirjutistes, kus koha- või tänavanimi esineb ajaloolises käsitluses. (Riigi Teataja 2 — 1935, art. 12, § 13.)

Les noms de lieux et de rues de l'Estonie doivent être donnés dans leur forme estonienne officielle dans tous les imprimés publiés en Estonie, et aussi dans les titres des périodiques. Exceptionnellement, on peut employer les formes étrangères des noms de lieux et de rues de l'Estonie en publiant des documents historiques, et en général dans des écrits où le nom d'un lieu ou d'une rue est traité du point de vue historique. (Riigi Teataja 2 — 1935. art. 12, § 13.)

TARTU ÜLIKOOLI TOIMETUSED ilmuvad kolmes seerias:

A: Mathematica, physica, medica. (Matemaatika-loodusteaduskonna, arstiteaduskonna, loomaarstiteaduskonna ja põllumajandusteaduskonna tööd.)

B: Humaniora. (Usuteaduskonna, filosoofiateaduskonna ja õigusteaduskonna tööd.)

C: Annales. (Aastaaruanded.)

Ladu: Ülikooli Raamatukogus, Tartus.

LES PUBLICATIONS DE L'UNIVERSITÉ DE TARTU (DORPAT) se font en trois séries:

A: Mathematica, physica, medica. (Mathématiques, sciences naturelles, médecine, sciences vétérinaires, agronomie.)

B: Humaniora. (Théologie, philosophie, philologie, histoire, jurisprudence.)

C: Annales.

Dépôt: La Bibliothèque de l'Université de Tartu, Estonie.
