

Om havreålen (*Heterodera major*) og resultaterne af nogle forsøg på smittet jord.

Ved Prosper Bovien.

472. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Nærværende beretning omhandler nogle forsøg udført i Dronningens Vænge på et areal smittet med havreål. Samtidig gives som indledning en oversigt over nogle synspunkter vedrørende havreålens systematiske stilling m. m. Beretningen er udarbejdet af afdelingsbestyrer, dr. phil. *P. Bovien*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Indledning.

Et areal ved Statens plantepatologiske Forsøg, der i efteråret 1939 blev smittet med havreål, dyrkedes i 1940 og 1942 med havre, hvorefter det i 1942—45 benyttedes til et sædskifteforsøg. Resultaterne af dette forsøg er offentliggjort i årsoversigten for 1945. I sædskifterne indgik alm. rajgræs og timothe. Begge græsarter blev angrebet af ål, dog i forskellig grad: alm. rajgræs ret stærkt, timothe kun meget svagt. Denne iagttagelse blev anledning til, at der på et tilgrænsende areal, der var blevet smittet i 1943 og dyrket med havre i 1944 og 1945, blev sået 13 forskellige fodergræsser med det formål at undersøge disses større eller mindre modtagelighed for angreb af havreål. Samme areal blev, efter i to år at have været dyrket med havre, anvendt til et forfrugt-forsøg i årene 1948—51. Før resultaterne af disse forsøg meddeles, vil det formodentlig være på sin plads at give nogle oplysninger om de nyere synspunkter vedrørende havreålens systematiske stilling m. m.

Det er vist almindelig bekendt, at det indtil for få år siden var den fremherskende opfattelse, at havreål, roeål og kartoffelål måtte betragtes, ikke som særskilte arter, men som biologiske eller fysiologiske racer af *Heterodera schachtii* Schmidt 1871. I 1923 havde *Wollenweber* dog påpeget forskelligheder, der efter hans mening retfærdiggjorde, at kartoffelålen blev opstillet som en særlig art: *Heterodera rostochiensis*. At den bør betragtes som en sådan, kan nu siges at være fastslået.

I 1940 lykkedes det *Mary Franklin* at påvise små, men, som det synes, konstante morfologiske forskelligheder, hvorved hannerne af havreålen kan skelnes fra hannerne af roeålen, og hun opstillede på dette grundlag havreålen som selvstændig art og gav den navnet *Heterodera major* (O. Schmidt 1930). Når hun valgte dette navn, så skyldes det, at O. Schmidt i 1930 havde brugt betegnelsen *H. schachtii* subsp. *major* efter at have påvist, at havreålens larver havde en større gennemsnitlig længde end roeålens. Han betragtede den altså som en u n d e r a r t. Allerede i 1934 havde den russiske forsker *Filipjev* dog foreslået navnet *H. avenae*, idet han i referater af dansk litteratur havde set, at havreålen benævnedes *H. schachtii* var. *avenae*. Efter at jeg havde oplyst ham om, at dette vel var tilfældet i *Sofie Rostrups* »Oversigter« for årene 1908—25, men at der ikke var knyttet nogen diagnose til navnet, så meddelte han mig i brev af 10. maj 1937, at han havde forladt sin tidligere opfattelse og nu mente, at arten burde hedde *H. major*. Han fik ikke givet udtryk for dette synspunkt i nogen publikation og formodes at være død samme år under forhold, der aldrig er blevet opklaret. Uden at komme yderligere ind på nomenklaturproblemet skal jeg udtale, at jeg mener, at navnet *H. major* bør foretrækkes. Der hersker dog stadig uenighed herom. I den engelske litteratur benyttes dette navn, medens man bl. a. i U.S.A., Holland og Tyskland foretrækker artsnavnet *avenae*.

Det danske landbrug trues således af tre arter inden for slægten *Heterodera*: havreålen (*H. major*), der angriber korn- og græsarter, roeålen (*H. schachtii*), der som værtplanter har bederoer, samt disses vilde og dyrkede slægtninge, hvortil kommer vilde og dyrkede korsblomstrede samt plantearter hørende til visse andre familier. Endelig har vi k a r-

toffelålen (*H. rostochiensis*), der kun angriber arter af natskyggefamilien og ganske overvejende kartoffel og tomat. Disse tre arter er som bekendt *cystedannende*, idet hunnernes legeme efter at være svulmet stærkt op omdannes til et tørt og dødt hylster om æggene. Kartoffelålens cyster kendes let på deres næsten kuglerunde form, medens havreålen og roeålen har citronformede cyster. Vi har imidlertid også andre arter her i landet. En art (*H. punctata* Thorne), hvis cyster nærmer sig kugleformen og ved en overfladisk betragtning kan forveksles med kartoffelålens, er således i et par tilfælde fundet ved slemning af jordprøver. Den angives at være fundet på rødderne af hvede i Canada og på visse græsser i England, Holland og Tyskland. Nogen praktisk betydning har den dog næppe. Vi har tidligere her i landet fundet citronformede cyster på rødderne af spergel (*Spergula arvensis*), fuglegræs (*Stellaria media*) samt på rødtop (*Odontites rubra*), men kan imidlertid ikke sige, om det drejer sig om selvstændige arter. Også på rødderne af hanekrø (*Galeopsis tetrahit*) har vi fundet cyster, og her mener man, at det drejer sig om en biologisk race af *H. schachtii* (*H. schachtii* var. *galeopsidis* Goffart). Arter eller racer, vi kan vente at finde, er endvidere *H. goettingiana* Liebscher, der angriber ærter, vikker, hestebønne m. m., men ikke kløver samt *H. schachtii* var. *trifolii* Goffart, der angriber rød- og hvidkløver og nogle andre bælgplanter, men ikke ærter. Disse arter eller racer, der også har citronformede cyster, er kendt fra England, Holland og Tyskland og forekommer sikkert også i Danmark. Medens *H. goettingiana* kan være årsag til alvorlige sygdomssymptomer («St. hans-syge») på ærteplanter, er *H. schachtii* var. *trifolii* næppe af praktisk betydning. Det skal bemærkes, at *H. schachtii* var. *galeopsidis* og *H. schachtii* var. *trifolii* af nogle forskere anses for at være selvstændige arter. Det endelige bevis herfor mangler dog endnu.

Når jeg har ment, at denne redegørelse var nødvendig, så er det for at påpege, at vi må regne med forekomsten af 7 eller muligvis flere arters eller racers cyster i danske jorder. De to arter med afrundede cyster (*H. rostochiensis* og *H. punctata*) lader sig let bestemme,

men værre er det, når vi har citronformede cyster for os. Ved undersøgelse af jordprøver for kartoffelål finder vi citronformede cyster i over 80 pct. Ofte er det indlysende, at det i hvert fald ganske overvejende må dreje sig om enten havreål eller roeål, men et helt sikkert middel til rutinemæssig adskillelse af disse to arters cyster kan endnu ikke siges at være fundet, og sagen vanskeliggøres yderligere derved, at der, som nævnt, kan være andre arter til stede i jorden.

Da vi ofte modtager forespørgsler vedrørende dette problem, skal jeg ganske kort forklare, hvori vanskelighederne ved adskillelsen består og hvilke, omend ret svage, holdepunkter vi disponerer over for tiden.

Der er særlig i U.S.A. og i England udført et betydeligt arbejde for at finde karakterer til adskillelse af de to *Heterodera*-arters cyster, og vi har også her beskæftiget os med problemet. Cysternes dimensioner giver ingen faste holdepunkter, idet såvel størrelsen som formen er underkastet store variationer. Med hensyn til formen kan det dog siges, at det fremspring, hvorpå kønsåbningen (vulva) og tarmåbningen (anus) findes, gennemgående er noget mere iøjnefaldende hos roeålen end hos havreålen.

Ved vore undersøgelser af havreålens cyster viste det sig, at der hersker nogen misforståelse med hensyn til udformningen af den hunlige kønsåbning og dens omgivelser. *Mary Franklin* (1940) bringer således et mikrofotografi af det pågældende område på en havreål-cyste og skriver, at vulva og anus ses tæt ved hinanden. Vor undersøgelse gav det resultat, at anus slet ikke ses på billedet, men at dette viser vulva som en snæver ret tykvægget spalte, der ligger mellem to, næsten cirkelformede gennemskinnelige områder. Anus fandtes på vore præparater i nogen afstand dorsalt for vulva som en meget lille åbning, der ofte var svær at se. De nævnte områder er dækket af en yderst tynd membran, der let går i stykker. Vi mener, at larverne særlig udvandrer gennem de på den måde fremkomne huller, og at de næppe er i stand til at arbejde sig ud gennem selve den snævre kønsåbning. At de kan vandre ud gennem cystens »hals«, når den brækker, hvilket let sker, er givet.

Efter denne lille iagttagelse mente vi at have fundet en adskillende karakter, men det viste sig imidlertid, at vulva og dens

omgivelser hos roeålen havde en lignende bygning. Der var ingen fundamental forskel, men de to gennemskinnelige områder var af mindre udstrækning og tydelighed end hos havreålen. Det sidste skyldes til dels bagendens form. Jeg forelagde disse iagttagelser for Miss Franklin, der foretog en fornyet undersøgelse af sit cystemateriale og svarede, at hun var ganske enig med mig i min opfattelse af vulva-regionens struktur. Selvom klarlæggelsen af dette morfologiske forhold ikke førte til den ønskede sikre adskillelse mellem havreålens og roeålens cyster, så har den gradsforskel, der er tilstede, dog vist sig at kunne være til nogen hjælp. Hertil kommer, at der i cystevæggen hos havreålen findes en meget fin punktering, der oftest, men beklagelig nok ikke altid, mangler hos roeålen.

Schmidt (1930) påviste som nævnt ovenfor, at havreålens larver er tydeligt længere end roeålens (hvorfor han foreslog navnet *H. schachtii subsp. major*), og man regner i almindelighed med, at denne forskel andrager ca. 20 pct. Vi har kunnet bekræfte dette, og dersom det kan overkommes at måle et tilstrækkeligt stort antal larver, skulle man altså her have et ret sikkert middel til bestemmelse af de pågældende arters cyster, vel at mærke, dersom man kan lade forekomsten af andre *Heterodera*-arter ude af betragtning.

I. Iagttagelser over fodergræssers modtagelighed for angreb af havreål.

På det med havreål smittede areal blev i foråret 1946 udsæt følgende græsser samt havre:

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. Alm. rajgræs | (<i>Lolium perenne</i>) |
| 2. Ital. rajgræs | (<i>Lolium multiflorum</i>) |
| 3. Eng svingel | (<i>Festuca pratensis</i>) |
| 4. Timothe | (<i>Phleum pratense</i>) |
| 5. Hundegræs | (<i>Dactylis glomerata</i>) |
| 6. Ager hejre | (<i>Bromus arvensis</i>) |
| 7. Alm. rapgræs | (<i>Poa trivialis</i>) |
| 8. Eng rapgræs | (<i>Poa pratensis</i>) |
| 9. Eng rævehale | (<i>Alopecurus pratensis</i>) |
| 10. Draphavre | (<i>Arrhenatherum elatius</i>) |
| 11. Rød svingel | (<i>Festuca rubra</i>) |
| 12. Stortoppet rapgræs | (<i>Poa palustris</i>) |
| 13. Stivbladet svingel | (<i>Festuca duriuscula</i>) |
| 14. Havre | (<i>Avena sativa</i>) |

Forsøget anlagdes med 3 fællesparceller for græssernes vedkommende, og i hver parcel blev sået 4 rækker med en afstand på 50 cm. Afstanden mellem parcellerne var 75 cm. Til sammenligning blev sået 2 parceller med havre.

Den 26. juni kunne ålehunnerne tydelig ses på rødderne af havre, medens de kun delvis havde gennembrudt græssernes rodbark. Udviklingen synes altså at forløbe langsommere på græsser end på havre. Bedømmelse af angrebets styrke på græsserne foretoges i dagene fra den 9. til 11. juli. Resultatet meddeles nedenfor sammen med den det følgende år foretagne vurdering. I løbet af den strenge vinter gik italiensk rajgræs til og måtte sås påny i foråret 1947.

Ved undersøgelse den 26. juni 1947 viste det sig igen, at angrebet på havre var længere fremskredet end på græsserne. Bedømmelse foretoges den 8. og den 16. juli. Ligesom året før viste det sig umuligt at foretage nøjagtige tællinger af ål på rødderne, idet de enkelte planters rodsystemer var indfiltret i hinanden og ikke lod sig adskille. Ofte ledte man længe forgæves efter ål for så at finde sådanne, når man gned rødderne i en skål med vand. Ålehunnerne kunne da findes på bunden af denne. Agerhejre, draphavre og stortoppet rapgræs syntes således at være fri for angreb, men enkelte ålehunner fandtes dog efter nævnte behandling. Efter de bedømmelser, der blev foretaget i 1946 og 1947, ordnedes græsarterne i nedenstående rækkefølge, således at de stærkest angrebne nævnes først:

| 1946 | 1947 |
|--------------------|--------------------|
| Eng svingel | Alm. rajgræs |
| Alm. rajgræs | Ital. rajgræs |
| Ital. rajgræs | Eng svingel |
| Stivbladet svingel | Hundegræs |
| Rød svingel | Stivbladet svingel |
| Alm. rapgræs | Alm. rapgræs |
| | |
| Hundegræs | Eng rævehale |
| Eng rapgræs | Rød svingel |
| Timothe | Eng rapgræs |
| Eng rævehale | Ager hejre |
| Ager hejre | Timothe |
| Stortoppet rapgræs | Stortoppet rapgræs |
| Draphavre | Draphavre |

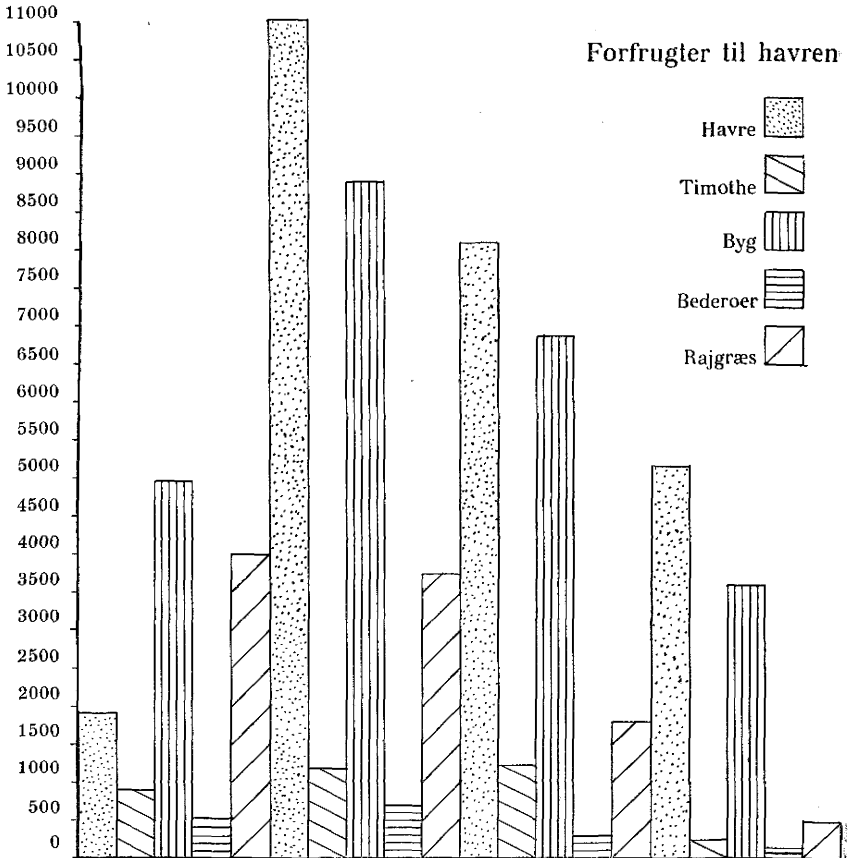
Den vandrette punkterede linie angiver ganske skønsmæssigt grænsen mellem de græsarter, der ved bedømmelserne syntes stærkt og svagt angrebet. Som det vil ses, stemmer resultaterne fra de to år ret godt overens, idet der dog er visse undtagelser. Dette gælder bl. a. placeringen af rød svingel og hundegræs. Det fremgår af begge bedømmelser, at alm. og ital. rajgræs hører til de arter, der angribes relativt stærkt, medens timothe kun angribes svagt. Det er en ejendommelig kendsgerning, at draphavre praktisk taget går fri for angreb, når man tager dens forholdsvis nære slægtsskab med havren i betragtning. Fra iagttagelser i marken vides det, som bekendt, at flyvehavren (*Avena fatua*) angribes stærkt. Også på kvik (*Agropyrum repens*) har vi fundet angreb. Disse iagttagelser viser, at alle vore almindelige fodergræsser kan angribes af havreål, men i meget forskellig grad. For græssernes vækst synes angrebet ikke at have nogen betydning, men det er jo muligt, at græssernes større eller mindre modtagelighed kan have indflydelse på angrebsgraden i en følgende kornafgrøde. Derfor er alm. rajgræs samt timothe valgt som to af forfrugterne i det forsøg, der skal omtales i det følgende.

2. Forsøg med forskellige forfrugter til havre på jord smittet med havreål.

Arealet, der har været benyttet til iagttagelser over fodergræssernes modtagelighed for smitte med havreål, blev i 1946 og 1947 dyrket med havre, hvorefter forsøget med forskellige forfrugter blev anlagt i 1948. Der valgtes følgende forfrugter: havre, timothe, byg, bederoer og alm. rajgræs. Parcelstørrelsen var $5 \times 4,5$ m, og der var 4 gentagelser, altså ialt 20 parceller. Efter i 3 år at have været dyrket med nævnte afgrøder blev hele arealet i 1951 tilsået med stålhavre.

Ved en den 20. juni foretaget besigtigelse var det indlysende, at havrens frodighed varierede stærkt fra parcel til parcel, men den stod afgjort bedst, hvor bederoer havde været forfrugt og slettest efter byg og havre. Efter græsserne stod havren gennemgående bedre end efter havre og byg, men dog ringere end efter bederoer.

Antal cyster på 100 havreplanter



Resultatet af forfrugtsforsøget i Dronningens Vænge. Søjlerne angiver antallet af havreål-cyster talt på rødderne af 100 havreplanter fra hver parcell.

Results of field trial on soil infected with *Heterodera major*. The columns are each indicating the number of »white cysts« counted on the roots of 100 oat plants from plots which for 3 successive years have been cultivated with oats, timothy, barley, mangolds and rye-grass respectively.

I dagene fra den 9. til 11. juli blev der fra hver parcell optaget 100 planter. Efter en forsigtig skylning blev rødderne grundigt afbørstet under vand, hvorefter ålehunnerne ved slemning og sigtning blev samlet og talt op. Vi mener afgjort, at

denne fremgangsmåde bør foretrækkes fremfor den ældre metode, hvorefter ålene tælles, medens de endnu sidder på rødderne. Resultaterne fremgår af foranstående grafiske fremstilling, der viser forskellene med stor tydelighed. Skønt smitten, som det ses, er meget ulige fordelt over arealet, så er forfrugternes forskellige indflydelse på angrebsstyrken meget iøjnefaldende. Det højeste antal ål finder man efter havre og byg, det mindste efter bederoer. Efter timothe er tallene, som ventet, lavere end efter rajgræs, men dette forhold gav sig dog ikke udtryk ved bedømmelse af parcellernes stand.

Med hensyn til åletallene efter henholdsvis havre og byg kan det siges, at vi havde ventet at finde det højeste antal efter byg og ikke, som tallene viser, efter havre. I det tidligere forsøg (1945) var åletallet således højest efter byg, og praktiske erfaringer har forlængst udpeget bygget som en særlig farlig forfrugt til havre. Nu må det imidlertid erindres, at det til det her omtalte forsøg benyttede areal havde været dyrket med havre i to år i forvejen, således at man har haft 5 havreafgrøder til sammenligning med 3 bygafgrøder som forfrugt for havren i 1951!

Med alle sine svagheder (smittens uensartede fordeling og mangler ved opgørelsesmetoden) viser dette forsøg dog tydeligt, at bederoer og græs er gode forfrugter på smittet jord. Det synes endvidere at være af betydning, hvilke græsarter man anvender, men for at komme til bunds i dette problem, er yderligere forsøg påkrævet.

SUMMARY

In the introduction some general information about the systematic status of the oat eelworm (*Heterodera major* O. Schmidt) and other cyst-forming *Heterodera*-species is given. Among the species with lemon-shaped cysts *H. major* is by far the most detrimental in Denmark. The sugar beet eelworm (*H. schachtii* Schmidt) is widespread too, but severe attacks are of more local occurrence. Cysts of *Heterodera*-species have furthermore been found on the roots of *Galeopsis tetrahit*, *Odontites rubra*, *Stellaria media* and *Spergula arvensis* but not yet on the roots of leguminous plants, carrots etc.

It is pointed out that we have not yet found a reliable method to distinguish between the cysts of *H. major* and *H. schachtii* in routine work.

In examining cysts of *H. major* we found that the structure of the vulval region had not been adequately described. The fact is that the vulva is a narrow, rather thick-walled slit which is situated between two almost circular transparent areas covered by very thin and delicate membranes which tend to break down partly or totally. The anus is a very small aperture which can be located at some distance dorsally to the vulva. We do not believe that the larvae can escape through the vulva proper but they will easily be able to make their exit through the thinwalled areas as soon as the membranes are broken. There is no great difference between the structure of the vulval region in *H. major* and *H. schachtii*, but the areas mentioned are somewhat larger and more conspicuous in the first named species. This difference of degree may be of some but not decisive value in distinguishing the two species.

In the years 1947 and 1948 13 fodder-grasses (p. 585) were grown on soil infected with *H. major*. They all appeared to be susceptible but to a highly varying degree. Cyst-counts could not be performed but the degree of infestation was roughly estimated. On page 586 the names of the grasses are tentatively arranged according to the degree of infestation. The species with heavy infestation are mentioned first.

It can e.g. be seen that *Lolium perenne* and *L. multiflorum* are heavily attacked whereas *Phleum pratense* is only slightly susceptible.

The infestation does not seem to have any influence on the growth of the grasses and in spite of their more or less pronounced susceptibility it has proved to be advisable to sow oats after grass-ley if oats must be sown on infested land.

In the final chapter the results of another field-trial are given. The purpose of the trial was to get information about the influence of various crops (oats, timothy, barley, mangolds and rye-grass) on the infestation of oats. These crops were grown for three successive years on the same plots and there were four replicates. In the fourth year oats were sown in all plots. In July 100 plants from each plot were dug out and the root system cautiously washed. The „white cysts” were collected by means of brushing and sieving after which they were counted. The results appear from the graph (p. 588). Each column indicates the number of cysts found on 100 plants. Although it is evident that the field is very unevenly infected it can distinctly be seen that the highest infestation on oats is found where oats and barley have been grown in the preceding years and lowest where oats have followed mangolds. It is furthermore interesting to see that the infestation is lower after timothy than after rye-grass — just as we had expected.

LITTERATUR

- Bovien, P.*, 1948: Havreaal-Forsøget i Dronningens Vænge 1942—45. Plantesygdomme i Danmark 1945. Tidsskr. f. Planteavl 51, p. 430—432.
- Filipjev, I. N.*, 1934: Skadelige og nyttige nematoder i landbruget (Russisk). Moskva og Leningrad.
- Franklin, Mary*, 1940: On the specific status of the so-called biological strains of *Heterodera schachtii* Schmidt. J. Helminth., 18.
- 1951: The cyst-forming species of *Heterodera*. Comm. Bur. Agric. Parasit., St. Albans.
- Schmidt, O.*, 1930: Sind Rüben- u. Hafernematoden identisch? Arch. f. Pflanzenbau 3.
- Wollenweber, H.*, 1923: Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel. Arb. Forschungsinst. f. Kartoffelbau, 7.