

## Bekæmpelse af havrenematoder (*Heterodera avenae*) ved hjælp af nematodresistente kornsorter

*Control of cereal cyst nematodes (H. avenae) by growing resistant cereal varieties*

Sv. E. Hansen

### Resumé

I årene 1969-73 blev der i rammeanlæg og mark ved Tylstrup udført forsøg til belysning af nematodresistente kornsorters indflydelse på jordens nematodbestand, og dennes indflydelse på kærneudbyttet.

Tilsvarende forsøg i rammer ved Ødum måtte udgå på grund af manglende opformering af nematodbestanden.

Forsøgene viste, at resistente byg- og havresorter i løbet af 1-3 år er i stand til at reducere en given nematodbestand til et lavt (uskadeligt) niveau.

Dyrkning af modtagelige sorter øgede smittegraden, men med forskellig styrke i forskellige år. Nematodbestanden steg stærkest, når niveauet var lavt fra begyndelsen, og stærkest ved dyrkning af modtagelig havre end ved dyrkning af modtagelig byg.

Til gengæld udøvede havre en positiv forfrugtning til en efterfølgende bygafgrøde. Dette forhold kan efter fremkomst af yderige, nematodresistente havresorter udnyttes i praksis ved at anvende disse som »mellemafgrøder« i et anstrengt kornsædskifte.

Reduktion af kærneudbyttet som følge af nematodangreb var af forskellig størrelse fra år til år. Effekten var størst i år med tørkeperioder i juni-juli, mens selv ret høj smittegrad ikke påvirkede udbyttet nævneværdigt i år med normal nedbørsfordeling. Denne skadevirkning viste sig større for havrens end for bygens vedkommende.

### Summary

Experiments during 1969-73 showed, that varieties of barley and oats, resistant to cereal cyst nematodes (*H. avenae*), reduced injurious populations during 1-3 years to an unimportant level.

Susceptible oat varieties increased the population more than susceptible barley varieties, and the rate of increase was fastest when population before cropping was low.

A considerable positive after-effect of oats to subsequent crops of barley was seen. This fact means, that nematode resistant varieties can be grown as an excellent sanitary crop in intensive cereal rotations.

The yield lost by attack of cyst nematodes was considerable in years with drought periods during June-July, and were larger in oats than in barley crops

## Indledning

Medens begrebet »havretræthed« i kornafgrøder har været kendt meget længe, er det kun Ca. 100 år siden, at årsagen hertil erkendtes som værende angreb af havrenematoder (*Heterodera Schachtii*, senere *H. avenae*). Der foreligger siden da en fyldig litteratur om emnet, men i det følgende skal kun refereres til enkelte danske og udenlandske arbejder. En fyldig litteraturliste findes f.eks. i *S. Andersen* (1961): Resistens mod havreål. Medd. nr. 68 fra Den kgl. Vetr. og Landbohøjskoles afd. for Landbrugets Plantekultur p. 171 (Diss.).

Her i landet var der omkring århundredskiftet betydelige angreb i havremarker, først og fremmest på øerne. I visse sogne på Nord-Fyn skønnedes alle havremarker at være mere eller mindre angrebet, og i mange tilfælde var der ligefrem tale om misvækst, *Hansen* (1904). *Hansen* gjorde i den forbindelse opmærksom på sædskiftets betydning.

*Nilsson-Ehle* (1908) fandt, at forskellige bygsorter var angrebet i forskellig grad, og at nogle bygsorter besad en arvelig betinget resistens.

I 1926-27 udførte *Jørgensen* og *Thomsen*, (1928) forsøg på Sjælland til belysning af forskellige kornsorters evne til at opformere eller reducere havrenematodbestanden i jorden, og af den deraf følgende skadevirkning på en efterfølgende havreafgrøde.

I forbindelse med sortsforsøgene med byg ved statens forsøgsstationer har der undertiden været lejlighed til at gøre tilsvarende iagttagelser og undersøgelser, *Rasmussen* (1960).

Denne forskellige resistens af kornsorter overfor angreb af havrenematoder var næppe resultat af et egentlig resistensforædlingsarbejde. Først med *Andersens* (1961) systematiske undersøgelser over problematikken omkring dette komplicerede område (racebegrebet, resistensnedarvning og afprøvningsteknik) iværksattes et forædlingsarbejde, der tog sigte på fremstilling af resistente sorter som et led i bekæmpelsen af havrenematoder. I de senere år er der således udsendt en række byg- og havresorter til brug i praksis, der foruden god dyrkningsværdi også besidder resistens

mod én eller flere racer af havrenematoder. I særlige forsøgsserier indenfor den lokale forsøgsvirksomhed er en række af disse sorter afprøvet, fortrinsvis på havrenematodinficerede jorder, og resultaterne herfra meddelt i de årlige beretninger om »Fællesforsøg indenfor Landbo- og Husmandsforeningerne«. I årene 1965-73 er endvidere gennemført sædskifteforsøg indenfor den lokale forsøgsvirksomhed til belysning af nematodresistente bygsorters betydning ved bekæmpelse af havrenematoder, *Ullerup* (1973). Heri konkluderes, at resistente sorter er et værdifuldt redskab til at reducere nematodbestanden i jorden i et udvidet korn-sædskifte. I samme beretning, p. 2045, findes en opgørelse over indholdet af nematoder i jordprøver udtaget i forbindelse med sortsforsøgene 1972-73. Heraf synes at fremgå, at der nu findes relativt flere jorder med en betydelig smittegrad (mindst 3000 æg/larver pr. kg jord) i Jylland end på øerne, i modsætning til, hvad *Andersen* (1961 a) fandt 12-13 år tidligere og til *Hansens* undersøgelser omkring århundredskiftet. Men såvel ældre som nyere undersøgelser viser, at 30-40 pct. af alle danske jorder er smittet med havrenematoder i et omfang, som kan betyde udbyttenedgang ved dyrkning af modtagelige sorter.

De i det efterfølgende refererede forsøg har haft til formål yderligere at belyse betydningen af nematodresistente kornsorter ved bekæmpelse af havrenematoder.

## Metodik

Ved statens forsøgsstationer ved Ødum og Tylstrup påbegyndtes i 1969 forsøg i rammeanlæg, hvert sted omfattende 24 rammer à 1 m<sup>2</sup>. Ved forsøgenes anlæg tilførtes smittejord i mængder svarende til, at pløjelaget kom til at indeholde ca. 3000 æg og larver pr. kg jord, ved Tylstrup race 1 og ved Ødum race 2. I en mark ved Tylstrup, hvor der hvert år siden 1960 var dyrket havre, og hvor der efterhånden var opformeret en stor bestand af havrenematoder, anlagdes samtidig forsøg efter samme plan som i rammerne. I markforsøget varierede smittegraden ved anlæg mellem 5000

og 15000 æg og larver pr. kg jord. Imidlertid måtte forsøget ved Ødum udgå efter 1971, idet nematodsmitten af ukendte årsager gik så stærkt tilbage, at det var uden mening at fortsætte dette forsøg.

Forsøgsplanen omfattede 8 forsøgsled, alle med korn hvert år, men med vekslende modtagelige eller resistente byg- eller havresorter. I rammeforsøget var der 3 og i markforsøget 4 gentagelser pr. forsøgsled.

### Forsøgsplan

	1969	1970	1971	1972	1973
1	Siri, r	Siri, r	Siri, r	Ansi, r	Pallas, m
2	-	Pallas, m	-	-	-
3	-	Astor, m	-	-	-
4	-	Ansi, r	-	-	-
5	Pallas, m	Siri, r	-	Selma, m	-
6	-	Pallas, m	-	-	-
7	-	Astor, m	-	-	-
8	-	Ansi, r	-	-	-

r = resistent (*resistant*)

m = modtagelig (*susceptible*)

I markforsøget gødedes hvert år med 105 kg N i NPK-gødning 21-4-10 og i rammeforsøget med 91-105 kg N i NPK-gødning 14-4-17. Ved fordampningsunderskud på over 30 mm før 15. juni tilførtes alle rammer 20 mm vand, hvilket var tilfældet i 1969, 1970 og 1971. Til beskyttelse mod fugle overdækkedes rammeanlægget med fuglenet fra skridning til høst.

Efter høst blev der hvert år udtaget jordprøver i hver parcel/ramme til bestemmelse af smittegraden, og analyserne udførtes ved Statens plantepatologiske forsøg i Lyngby.

Som modtagelige sorter anvendtes Pallasbyg og Astorhavre, i 1972 dog Selmahavre, og som resistente henholdsvis Siriby og Ansihavre.

Forsøg af denne art indebærer nogen usikkerhed, ikke mindst m.h.t. udtagning og analyse af jordprøverne. Endvidere veksler opformeringsraten af nematoderne fra år til andet og fra sted til sted. I disse forsøg fandtes gennemgående en kraftigere opformering af nematoderne i rammeforsøget end i markforsøget, men da udslagene i de to forsøg stort set

var overensstemmende, er resultaterne i det følgende meddelt som gennemsnit af disse, tabel 1.

### Resultater

1969. Udbyttet af den resistente og den modtagelige bygsort var meget nær ens, medens smittegraden i jorden efter høst var henhv. 1200 æg+larver pr. kg jord, hvor der havde været dyrket en resistent sort og 14-15000 efter den modtagelige bygsort Pallas.

1970. For yderligere at variere smittegraden i jorden dyrkedes i 1970 såvel modtagelige som resistente sorter af både byg og havre. Når bortses fra led 7, der i begge forsøg gav lavt udbytte, var udbyttet af havre dette år noget højere end udbyttet af byg. Den højere smittegrad i led 5-8 resulterede i en gennemsnitlig udbyttenedgang på ca. 10 pct. i sammenligning med udbyttet af led 1-4, hvor smittegraden var lav. Smittegraden i jorden ændredes i overensstemmelse med resistens henhv. modtagelighed af de anvendte sorter, og den modtagelige havre gav anledning til stærkere opformering af nematoderne end den modtagelige byg.

1971. Dette år dyrkedes resistent byg i alle forsøgsled. Der viste sig en tydelig positiv forfrugtning af havren fra året før, forsøgsled 3-4 og 7-8. Derimod var der kun beskedne udslag i udbyttet for forskelle i smittegrad. I gennemsnit gik smittegraden ned med ca. 40 pct., og lidt forskelligt fra forsøgsled til forsøgsled.

1972. I forsøgsleddene 1-4 dyrkedes resistent havre, og det høje nematodantal i forsøgsled 3 reducerede udbyttet med ca. 12 pct. i forhold til led 1 og 4, hvor der kun var få nematoder. Leddene 5-8, der var tilsået med den modtagelige havresort Selma, gav generelt et højere udbytte end leddene 1-4.

Dette er i overensstemmelse med udbyttet af de 2 sorter i f.eks. sortsforsøgene, hvor Selma dette år gav 10-15 pct. højere udbytte end Ansi. I led 7, hvor smittegraden var høj, reduceredes udbyttet med godt 20 pct. i forhold til led 5 og 8, hvor smittegraden var beskedne. Nematodbestanden i led 1-4 faldt til et meget

Tabel 1. Virkningen af nematodresistente kornsorarter på smittegrad og kærneudbytte.  
*The effect of resistant varieties of cereal on rate of nematod population and of yield*

1969			1970			1971			1972			1973		
Sort	Kærne hkg/ha	1.000 æg +larver /kg jord	Sort	Kærne hkg/ha	1.000 æg +larver /kg jord	Sort	Kærne hkg/ha	1.000 æg +larver /kg jord	Sort	Kærne hkg/ha	1.000 æg +larver /kg jord	Sort	Kærne hkg/ha	1.000 æg +larver /kg jord
<i>Variety</i>	<i>Yield</i>	<i>in soil</i>	<i>Variety</i>	<i>Yield</i>	<i>in soil</i>	<i>Variety</i>	<i>Yield</i>	<i>in soil</i>	<i>Variety</i>	<i>Yield</i>	<i>in soil</i>	<i>Variety</i>	<i>Yield</i>	<i>in soil</i>
1 Siri	46,0	1,8	Siri	36,3	1,2	Siri	39,3	0,6	Ansi	49,6	0,1	Pallas	44,1	0,4
2 -	46,2	1,2	Pallas	39,0	3,1	-	40,0	4,6	-	48,7	0,3	-	45,2	0,6
3 -	46,2	0,9	Astor	41,5	15,9	-	46,1	11,9	-	43,8	1,2	-	46,5	1,9
4 -	46,4	0,7	Ansi	42,8	0,9	-	47,4	0,7	-	49,4	0,4	-	45,5	0,1
5 Pallas	47,6	16,0	Siri	35,9	9,2	Siri	40,7	1,3	Selma	55,4	35,2	Pallas	41,1	26,6
6 -	46,5	15,7	Pallas	35,8	25,8	-	39,8	13,2	-	50,0	61,5	-	39,3	32,7
7 -	46,8	13,2	Astor	33,1	47,8	-	44,7	32,2	-	43,9	37,2	-	40,0	25,2
8 -	46,9	13,2	Ansi	38,2	5,6	-	46,7	2,7	-	56,4	15,2	-	41,4	20,9

lavt niveau, hvorimod den modtagelige havre i led 5-8 øgede bestanden stærkt.

1973. I 1973 var alle forsøgsled tilsæt med modtagelig byg. I led 1-4, hvor smittegraden fra året før var lav, høstedes i gennemsnit godt 45 hkg kærne pr. ha, og der skete kun beskedne ændringer i smittegraden. I leddene 5-8, hvor nematodangrebet var stærkt, høstedes i gennemsnit 5 hkg eller 11 pct. lavere udbytte. Nematodbestanden holdt sig næsten uændret eller faldt lidt.

### Diskussion og konklusion

Således som det også er konstateret i tidligere, tilsvarende forsøg og undersøgelser, er der en række faktorer såsom klimaet, usikkerhed ved prøveudtagning og analysering af jordprøver for nematodindhold, infektionens uensartede fordeling i et givet areal, sædskiftemæssige påvirkninger o.s.v., der vanskeliggør gennemførelse af forsøg af denne art med den ønskelige sikkerhed. Og da der kun er gennemført 2 forsøg årligt og ikke fornødent grundlag for en statistisk bearbejdning, bør små udslag naturligvis ikke tillægges større vægt. Men da især virkningen af resistens eller modtagelighed af de anvendte sorter har givet sig markante udslag i nematodsmittens størrelse, har de opnåede resultater værdi ved vurderingen af de resistente sorters virkning som bekæmpelsesforanstaltning overfor havrenematoder.

Generelt viser forsøgene, at de resistente sorter hurtigt nedbringer smittegraden til et lavt niveau. I denne henseende synes resistente havre- og bygsorter at være ligeværdige. På den anden side skete opformeringen hurtigt igen, når der dyrkedes en modtagelig sort. Og denne opformering skete stærkere ved dyrkning af modtagelig havre end af modtagelig byg.

Endvidere konstateredes betydelig forskel på opformeringsraten fra år til år, og undertiden slet ingen opformering ved dyrkning af en modtagelig sort – som i disse forsøg i 1973, – eller ligefrem en nedgang, så nematoderne næsten forsvinder, som i forsøget ved Ødum, der måtte opgives. Denne antagonistiske virkning kan

være forårsaget af mikroorganismer på lignende måde som påstået af *Wagner* (1970), og *Jones* (1972), der antydede en nematodbegrænsende virkning af en svamp (*Arthrobotrys*), særlig sammen med anvendelse af grøngødning.

Den relativt store forfrugt-virkning af havre til følgende års bygafgrøde, som *Ullerup* (1973) konstaterede, gentog sig i disse forsøg. Denne effekt vil efter fremkomst af yderige, nematodresistente havresorter med fordel kunne udnyttes i praksis ved at benytte sådanne resistente havresorter som »mellemafgrøder« i anstrengte kornsædskifter.

Udbyttets afhængighed af nematodbestandens størrelse varierede fra år til år. I 1971, da der faldt tilstrækkelig nedbør i kornets vækstperiode, var der kun lille forskel på udbyttet uanset smittegradens størrelse.

I 1970, 1972 og 1973 indtraf der tørkeperioder i juni-juli, og i disse 3 år var der en tydelig virkning på udbyttet af en forskellig smittegrad i jorden. Skadevirkningen var større overfor havre end overfor byg. Det særlig lave udbytte i led 7 i 1970 kan skyldes, at en modtagelig sort i visse år skades stærkere end en resistent sort, hvori nematoderne ikke kan gennemføre deres livsløb.

### Litteratur

- Andersen, S.* (1961): Resistens mod havreål (Diss.) Medd. nr. 68 fra Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles afd. for Landbrugets Planteavl. 179 pp.
- Andersen, S.* (1961 a): Undersøgelse af havreåleus udbredelse og betydning. Beretning om fællesforsøg i Landbo- og Husmandsforeningerne 1961.
- Hansen, K.* (1904): Nogle iagttagelser over havreåleus optræden. Tidsskrift for Landbrugets Planteavl, 11. bind, p. 279.
- Hansen, K.* (1920): Über Resistenz gegen Heterodera Schachtii bei gewissen Gerstensorten, ihre Vererbungsweise und Bedeutung für die Praxis. Hereditas 1, p. 1, ref. af Jørgensen og Thomsen (1928).
- Jones, F. G. W.* (1972): A.D.A.S. Quarterly Review no 6, p. 20.
- Jørgensen, C. A. og Thomsen, M.* (1928): Bygsorter og havreål. Tidsskrift for Planteavl 34, p. 680.

*Nilsson-Ehle, H.* (1908): Om olika angrepp af hafreålen (*H. Schachtii*) på olika kornsorter. Sveriges Utsädesförenings Tidsskrift 18 p. 171.

*Rasmussen, F.* (1960): Sortsforsøg med byg 1947-56. Tidsskrift for Planteavl 64 p. 77.

*Ullerup, B.* (1973): Bekæmpelse af havrenematoder. Planteavlsarbejdet i Landbo- og Husmandsforeningerne 1973 p. 2042.

*Wagner, F.* (1970): Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzd. 22 p. 83.

Manuskript modtaget den 4. september 1974.