

Havre-rødsot

Ved *H. Rønde Kristensen* og *B. Engsbro*

762. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Nærværende beretning omhandler forsøg og undersøgelser vedrørende virussygdommen havre-rødsot. I beretningen omtales vigtigere udenlandsk arbejde, ligesom der redegøres for det undersøgelsesarbejde, der siden 1963 har været udført på virologisk afdeling ved Statens plantepatologiske Forsøg.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLDSFORTEGNELSE		Side
I.	Indledning	208
II.	Værtplanteområde	210
	1. Artsmodtagelighed	210
	2. Sortsmodtagelighed	210
III.	Symptomer og sygdomsudvikling	211
IV.	Smitteoverføring	212
V.	Indflydelsen på vækst og udbytte	213
VI.	Havre-rødsotens udbredelse i Danmark (kortlægning)	219
VII.	Forebyggelse	220
VIII.	Resumé	221
IX.	Summary	221
	Litteratur	223

I. Indledning

I 1889 omtales fra Connecticut i U.S.A. en rød-farvning hos havre, der muligvis har haft virus-infektion som årsag, og i 1907 rapporteres fra Ohio om ret udbredte angreb af tilsvarende art.

Siden 1947 har man hos byg- og havreplanter i Californien iagttaget en misfarvning, nemlig en gulfarvning hos byg og en rødfarvning hos havre, og i 1951 blev det ved amerikanske undersøgelser påvist, at disse misfarvninger skyldes virusinfektion. – Da de inficerede planter tillige ofte udviste udpræget dværgvækst blev det forårsagende virus kaldt »Barley yellow dwarf virus« (byg-guldværgsyge-virus), uanset den fremkaldte rødfarvning hos havre.

Iflg. beretning fra 1964 er det ved amerikanske undersøgelser (18) lykkedes at renfremstille det omtalte virus, der har sfæriske partikler med en diameter på ca. 30 m μ .

Det pågældende virus er, siden de første amerikanske undersøgelser fandt sted, rapporteret fra følgende lande:

Australien, Belgien, Bulgarien, Canada, Danmark, England, Finland, Frankrig, Holland, Indien, Israel, Italien, Japan, Jordan, New Zealand, Norge, Pakistan, Schweiz, Sverige, Tasmanien, Tyskland, U.S.A. og Ægypten.

Fra flere af disse lande foreligger beretninger om overordentlig alvorlige angreb, der har reduceret kornafgrøderne i betydelig grad – ja i enkelte år i katastrofalt omfang.

Baseret på studier af udenlandsk litteratur fremkom i 1953 en afhandling i Tidsskrift for Planteavl (56: 660-683), hvor de vigtigste af de dengang kendte kornviroser blev omtalt, heriblandt byg-guldværgsyge.

Senere er der i forskellige danske fagblade fremkommet artikler om virussygdomme hos korn, og

viruslignende symptomer hos korn har flere gange været iagttaget herhjemme. Således har man i adskillige år kendt forekomster af »røde blade« hos havre, og ved undersøgelser udført ved Statens plantepatologiske Forsøg blev byg-guldværsgygeviruset i 1963 påvist som årsag til sygdommen.

Det pågældende virus er senere fundet herhjemme i byg, såvel som i flere vildtvoksende græsser (se afsnit II), men da det tilsyneladende først og fremmest er havre, der er angrebet (eller som udviser karakteristiske symptomer) under danske forhold, er sygdommen herhjemme såvel som i Sverige kaldt havre-rødsot og det forårsagende virus for havre-rødsot-viruset, og disse benævnelser vil blive anvendt i det følgende.

I Statens plantepatologiske Forsøgs månedsoversigt over plantesygdomme (406 (1963): 109-116) er de første danske undersøgelser vedrørende havre-rødsot omtalt, samtidig med at resultaterne fra en lang række udenlandske undersøgelser er anført.

Siden havre-rødsot i 1963 blev påvist i Danmark, er der herhjemme udført undersøgelser og forsøg angående værtplanteområdet, symptomer og sygdomsudvikling, smitteoverføring, indflydelse på væksten og udbyttet samt vedrørende sygdommens udbredelse i Danmark.

I de følgende afsnit skal der nærmere redegøres for dette arbejde, og tillige skal anføres resultater fra vigtige udenlandske undersøgelser.

Tabel 1. Plantearter modtagelige for
havre-rødsot-virus
(Udenlandske undersøgelser)

Aegilops triuncialis	Avena sterilis	*) Deschampsia caespitosa	Lolium multiflorum
Agropyron repens	Avena strigosa		Lolium perenne
*) Agropyron inerme	Avena weistii	*) Deschampsia danthonioides	Lolium remotum
Agropyron intermedium	*) Beckmania syzigachne	Echinochloa crusgalli	Lolium temulentum
*) Agropyron trachycaulum	*) Bouteloua curtipendula	*) Elymus caput-medusae	Oryza sativa
*) Agropyron trichophorum	Bromus arvensis	*) Elymus condensatus	*) Panicum capillare
*) Agrostis alba	Bromus brizaeformis	*) Elymus triticoides	*) Phalaris arundinaceae
*) Agrostis tenuis	Bromus carinatus	*) Festuca arundinaceae	Phalaris paradoxa
*) Alopecurus agrestis	Bromus catharticus	*) Festuca elatior	*) Phalaris tuberosa
*) Alopecurus pratensis	Bromus commutatus	*) Festuca idahoensis	Phleum pratense
Andropogon barboidis	Bromus erectus	Festuca myuros	*) Poa ampla
*) Anthoxanthum odoratum	Bromus inermis	*) Festuca ovina	*) Poa annua
Aristida oligantha	Bromus japonicus	*) Festuca pratensis	Poa pratensis
Avena abyssinica	Bromus racemosus	Festuca reflexa	*) Poa trivialis
Avena barbata	Bromus rigidus	*) Festuca rubra	Secale cereale
Avena brevis	Bromus rubens	Gastridium ventricosum	Setaria lutescens
Avena byzantina	Bromus secalinus	*) Hordeum brevisubulatum	Setaria viridis
Avena fatua	Bromus sterilis	*) Hordeum bulbosum	Sitanion hystrix
Avena ludoviciana	Bromus tectorum	*) Hordeum leporinum	Sitanion jubatum
Avena nudibrevis	*) Bromus tomentellus	Hordeum vulgare	*) Sorghum vulgare
Avena pilosa	Carex trichocarpa (el. C. laxiflora)	Hordeum vulgare	*) Sorghum sudanense
Avena rouse	*) Chloris gayana	Hordeum hystrix	Sorghum halepense
Avena sativa	*) Cynosurus cristatus	Hordeum hystrix	Triticum aestivum
	Cynosurus echinatus	Hordeum brachyantherum	Triticum durum
	Dactylis glomerata	Koeleria cristata	Triticum sp.
	Danthonia californica		Zea mays

*) symptomløse smittebærere

II. Værtplanteområde

1. Artsmodtagelighed

Havre-rødsot-viruset har et meget stort værtområde inden for græsfamilien (Gramineae); uden for denne har hidtil kun Carex-slægten vist sig modtagelig.

I tabel 1 er anført de plantearter, der ved udenlandske undersøgelser har vist sig modtagelige for det pågældende virus. Flere af disse plantearter kan imidlertid inficeres uden at udvise ydre symptomer; de fleste svingel- og rapgræs-arter kan således i tilfælde af infektion optræde som symptomløse smittebærere, og det samme er tilfældet med flere andre græsser.

Spørgsmålet om symptomudvisning afhænger i øvrigt ikke alene af plantearten, men i høj grad også af den implicerede viruslinie.

Forekomsten af forskellige linier af havre-rødsot-viruset samt anvendelsen af forskellige vektorer ved artsmodtagelighedsforsøg i de forskellige lande er antagelig årsagen til, at nogle plantearter i ét land betegnes som symptomudvisende, i et andet land som symptomløse og i et tredje som immune ved inokulation med rødsot-virus.

I Danmark er spontan infektion med havre-rødsot-virus hidtil påvist hos følgende plantearter:

Alm. rajgræs	(Lolium perenne)
Blød hejre	(Bromus mollis)
Byg	(Hordeum vulgare)
Dunet havre	(Avena pubescens)
Enårig rapgræs	(Poa annua)
Engsvingel	(Festuca pratensis)
Fløjlsgræs	(Holcus lanatus)
Havre	(Avena sativa)
Hundegræs	(Dactylis glomerata)
Krybhvene	(Agrostis stolonifera)
Kvik	(Agropyrum repens)
Rød svingel	(Festuca rubra)
Stakløs hejre	(Bromus inermis)
Timothe	(Phleum pratense)

Eksperimentelt er rødsot-viruset ved hjælp af havrelusen (se afsnit IV) overført til følgende plantearter:

Agerhejre	(Bromus arvensis)
Alm. rajgræs	(Lolium perenne)
Alm. rapgræs	(Poa trivialis)

Byg	(Hordeum vulgare)
Engrapgræs	(Poa pratensis)
Engsvingel	(Festuca pratensis)
Havre	(Avena sativa)
Hundegræs	(Dactylis glomerata)
Hvede	(Triticum sativum)
Italiensk rajgræs	(Lolium multiflorum)
Rug	(Secale cereale)
Rødsvingel	(Festuca rubra)
Timothe	(Phleum pratense)

Diagnostisk sikre symptomer fremkom kun hos byg og havre, mens infektionen hos de øvrige blev påvist ved tilbageføring af rødsot-viruset til sunde havreplanter (sort: Blenda).

2. Sortsmodtagelighed

Ved danske forsøg har alle undersøgte byg- og havresorter vist sig modtagelige for havre-rødsot-viruset (se tabel 2).

Hidtil har kun få hvedesorter været undersøgt for modtagelighed herhjemme, og de var ligeledes alle modtagelige; det drejer sig om sorterne Starke-vinterhvede samt Ring- og Koga-vårhvede.

Tabel 2. Havre- og bygsorter modtagelige for infektion med havre-rødsot-virus

Havresorter	Bygsorter
Abed Palu	Carlsberg II
» 88	Deba Abed
Astor	Emir
Blenda	Heine Amsel
Condor	» Swallow
Flämingskrone, gul	Impala
Jeanne	Maris Baldric
Marino	Minerva
Pajbjerg Regal	Proctor
Sejet 599067	Svaløf Bonus
Svaløf Stålf	» Foma
» Sørbo	» Pallas
» 01760	Taca
» 58701	Vada
Tarpan	Weibulls Ingrid
Weibull 16195	» Rika
» 16385	
» 16414	
» 16428	
» 16509	
Weishafer	

Af rugsorterne har kun Kongsrug II været undersøgt, og den var ligeledes modtagelig, men udviste ingen symptomer og svækkedes tilsyneladende heller ikke.

III. Symptomer og sygdomsudvikling

Planter inficeret med havre-rødsot-viruset reagerer på forskellig måde afhængig af planteart og sort, af tidspunktet for infektionen samt af vækstbetingelserne. Endvidere har den implicerede viruslinie stor indflydelse på reaktion og sygdomsudvikling i de angrebne planter.

Ved hidtidige danske undersøgelser af en lang række virusisolater indsamlet herhjemme har der ganske vist ikke været nogen nævneværdig forskel på virulens, men i flere andre lande har man påvist forekomster af vidt forskellige linier af havre-rødsot-viruset. I Sverige forekommer således både stærke og svage linier af det pågældende virus.

I afsnit II er symptomudviklingens afhængighed af plantearten allerede antydnet, og i afsnit V vil der blive redegjort for rødsot-virusets indflydelse på forskellige havre- og bygsorter.

Inden for kornarterne kan det dog generelt anføres, at både havre, byg og hvede reagerer visuelt over for infektion, mens inficeret rug i de fleste tilfælde ikke udviser symptomer.

Symptomudviklingen hæmmes i de fleste tilfælde af høje temperaturer, mens karakteristiske og kraftige symptomer fremmes under lyse, kølige vækstforhold.

For alle kornarters vedkommende synes infektionen under frilandsforhold at fremme modningen. Ved et dansk forsøg med havre »nødmødnes« de inficerede planter således 8-14 dage før de sunde (kontrolplanter). Hos havre dyrket i væksthushus synes forholdet imidlertid at være omvendt, idet modningen her ofte forekommer tidligst hos de sunde planter.

Havre

Hos havre dyrket i væksthushus fremkommer de første symptomer 9-21 døgn efter inokulationen (ved danske forsøg har den kortest registrerede inkuba-

tionstid været 11 døgn); på friland varierer inkubationstiden oftest mellem 14 og 21 døgn.

De første symptomer hos angrebet havre består i reglen af udflydende gullig-grønne pletter på de øverste bladhalvdele; disse pletter bliver senere rødlig-brune eller rent røde og flyder sluttelig sammen, således at hele bladspidsen og tilsidst hele bladfladen rødernes.

Ved danske undersøgelser udført i væksthushus har det endvidere vist sig, at inficerede havreplanter ofte får trådformede topkud. I en forsøgs-serie havde således 37 (62 pct.) af 61 planter trådformede topkud.

De rødfarvede blade er oprette og stive (sml. virusgulsot hos bederoer) og ofte fremkommer dybe ensidige indskæringer i bladranden hos nyudviklede blade på inficerede havreplanter.

Såfremt infektionen foregår på et tidligt vækststadium, får planterne udpræget dværgvækst og frembringer ingen aks.

Planter, som smittes middeltidligt, sætter aks, men disse udvikles oftest dårligt, og kerneudbyttet er ringe.

Derimod påvirkes sent smittede planter kun i ringe grad, og angrebet kan kun erkendes ved den karakteristiske rødfarvning af de sent udviklede blade.

For fuldstændighedens skyld bør tilføjes, at såvel næringsforstyrrelser som skadedyrsangreb undertiden kan fremkalde en rødfarvning, der minder om den virusinducerede.

Byg

Hidtidige danske undersøgelser tyder på, at byg angrebet af havre-rødsot-viruset ikke påvirkes så kraftigt som havre (se afsnittene II og V). Dette betyder imidlertid på ingen måde, at byg ikke skades ved infektionen. I adskillige lande er udbytte-tabene hos angrebet byg endog meget store.

Den afgørende forskel mellem symptomerne hos inficeret havre og byg ligger i den fremkaldte misfarvning, der hos havre er rød, medens påvirkede bygblade gulfarves.

Tidligt angrebne bygplanter får ligesom havre dværgagtig vækst og stive blade, skridningen og akstdannelsen er dårlig, og i de ofte misdannede

aks er blinde kærner almindelige, især i den nederste del af aksene.

Hvede

Hvede spontant inficeret med havre-rødsot-viruset er hidtil ikke fundet her i landet, men derimod forekommer angreb på hvede i flere andre lande, og er især af stor betydning, hvor hveden smittes allerede i udsædsåret.

Planter, der inficeres senere, svækkes i mindre grad, og foregår infektionen efter buskningsstadiet er skaden kun ringe.

Bladene hos angrebne hvedeplanter bliver klorotiske og i nogen grad gulfarvede, men ikke så intenst som hos angrebet byg.

Fodergræsser

I Danmark har man hidtil ikke iagttaget symptomer på fodergræsser, hverken hos de spontant eller eksperimentelt inficerede.

Derimod har man i Sverige set misfarvninger hos angrebne engsvingel- og rajgræsplanter.

Fra Wales berettes ligeledes om symptomer hos alm. rajgræs, inficeret med havre-rødsot-viruset.

Bladene hos de pågældende planter udviste rødlig og gullige misfarvninger, og planterne var dværgagtige og stærkt buskede.

IV. Smitteoverføring

Udenlandske såvel som danske forsøg på at overføre havre-rødsot-viruset ved mekanisk saftinkulation har hidtil givet negativt resultat, hvorfor det må være rimeligt at konkludere, at en sådan overføringsform i hvert fald er uden praktisk betydning.

Det har heller ikke været muligt at påvise jord- eller frøsmitte.

Derimod er det ved amerikanske undersøgelser (24) lykkedes at overføre rødsot-viruset fra syge til sunde planter ved hjælp af en snylteplante (*Cuscuta* sp.), hvilket imidlertid næppe heller har nogen praktisk betydning for virusets spredning.

Allerede i 1951, da havre-rødsotens infektiøse natur blev påvist, anvendte man med held 4 bladlusarter. Siden er endnu flere bladlus påvist som vektorer af rødsot-viruset, således at vektorlisten nu omfatter følgende arter:

<i>Rhopalosiphum padi</i>	(havrelusen)
<i>Macrosiphum avenae</i>	(kornlusen)
<i>Metopolophium dirhodum</i>	(græsbladlusen)
<i>Rhopalosiphum maidis</i>	
<i>Schizaphis graminum</i>	
<i>Neomyzus circumflexus</i>	
<i>Macrosiphum fragariae</i>	
<i>Rhopalosiphum poae</i>	
<i>Sipha agropyrella</i>	
<i>Myzus persicae</i>	(ferskenlusen)

Af disse er førstnævnte (*R. padi*) iflg. udenlandske beretninger langt den mest effektive vektor, men flere af de andre, især *M. avenae*, *R. maidis* og *S. graminum* spiller også en betydelig rolle i så henseende. Derimod er *M. persicae* en yderst dårlig vektor af havre-rødsot-viruset.

Ved danske undersøgelser har *R. padi* (havrelusen) ligeledes været langt den bedste vektor; næstbedst ved de hjemlige overføringsforsøg var *M. avenae* (kornlusen), og endelig er det i enkelte tilfælde her i landet lykkedes at overføre rødsot-viruset med *M. dirhodum* (græsbladlusen).

Derimod har forsøg på at overføre danske isolater af rødsot-viruset med *M. persicae* (ferskenlusen) givet negativt resultat.

Adskillige udenlandske undersøgelser viser i øvrigt, at der er store variationer i de forskellige bladlus' evne til at overføre de forskellige linier af havre-rødsot-viruset.

Eksempelvis kan nævnes resultater fra amerikanske undersøgelser, hvor de tre bladlusarter *Macrosiphum avenae*, *Rhopalosiphum padi* og *Rhopalosiphum maidis* blev anvendt til overføringsforsøg med 3 forskellige linier af havre-rødsot-viruset.

Linie 1 kunne kun overføres af *M. avenae*, mens linie 2 kun kunne overføres af *R. padi* og linie 3 kun af *R. maidis*.

I en anden amerikansk undersøgelse anvendte man *R. padi* og *M. avenae* i overføringsforsøg med 34 isolater af rødsot-viruset; de 32 isolater kunne overføres af begge bladlus-arter, 1 isolat kunne kun overføres af *R. padi* og 1 isolat kun af *M. avenae*.

Talrige andre forsøg illustrerer ligeledes tyde-

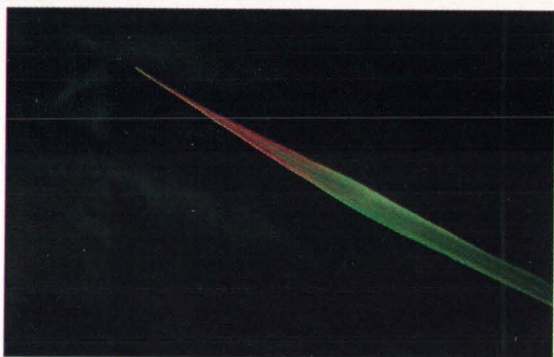


Fig. 1. Rødfarvning af havreblad ca. 1 måned efter inokulation med rødsot-virus.

Foto: J. Begtrup



Fig. 3. Karakteristisk gulfarvning af byg, 20 døgn efter inokulation med rødsot-virus.

Foto: J. Begtrup



Fig. 2. Havreplanter med kraftig rødfarvning, stive blade og åben vækst fremkaldt af rødsot-viruset. Th. sunde kontrolplanter.

Foto: J. Begtrup



Fig. 4. Høstbillede af byg dyrket i væksthuss ca. 4 måneder efter inokulation med rødsot-virus. Tv. sunde kontrolplanter.

Foto: M. H. Dahl

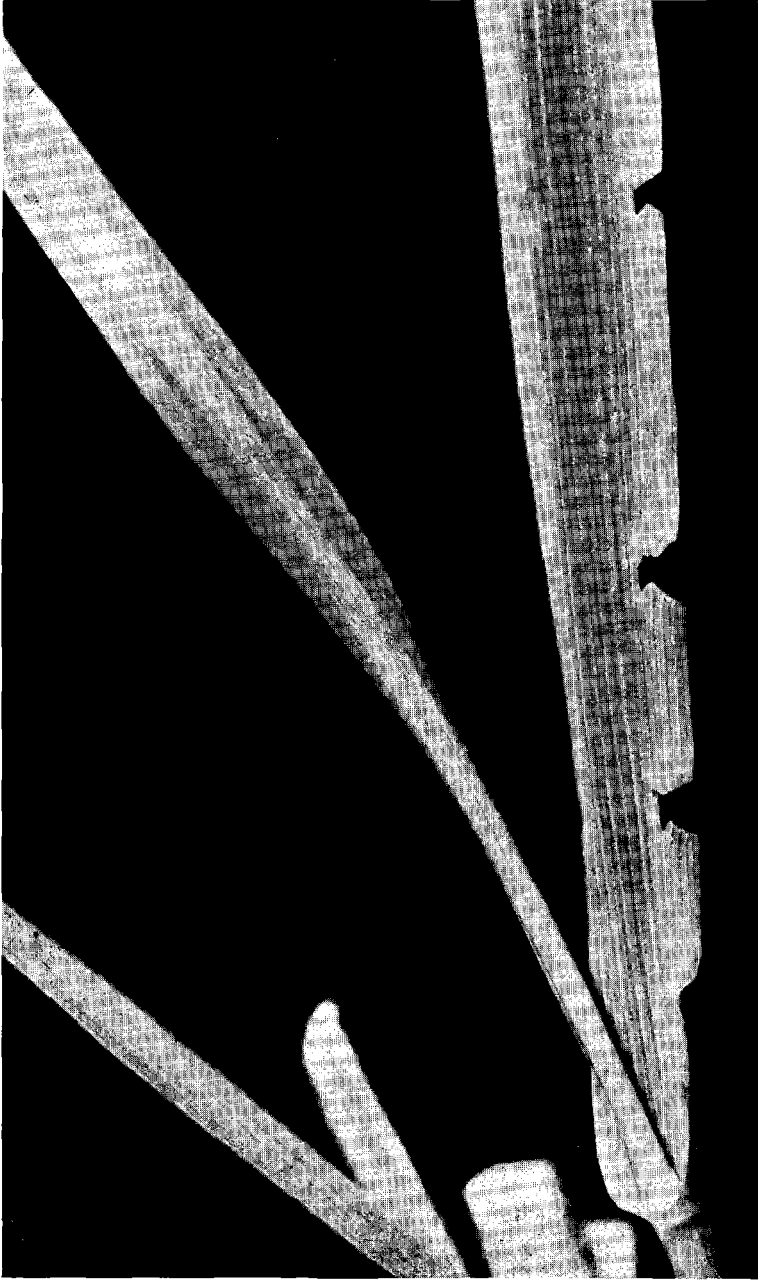


Fig. 5. Karakteristiske indsnit i bladranden hos havre ca. 14 døgn efter inokulation mod rødsot-virus.

Foto: J. Begtrup

ligt store variationer i de forskellige bladlusarteres evne til at overføre de forskellige viruslinier.

Nylig offentliggjorte resultater fra amerikanske undersøgelser (19) tyder imidlertid på, at denne stærke vektor-specialisering i nogen grad kan nedbrydes, hvor havreplanter samtidig inokuleres med to vektor-specifikke linier af rødsot-viruset.

Den ene linie, der oprindeligt kun kunne overføres af *R. padi*, kunne herefter tillige overføres af *M. avenae*.

Udenlandske undersøgelser har vist, at havre-rødsot-viruset bør henregnes til gruppen af persistente vira, d.v.s. at bladlus, der har optaget viruset, er smittedygtige i lang tid. I enkelte tilfælde er rødsot-virus optaget af bladlus efter kun 5 minutters sugning på syge planter, og ligeså har infektiøse bladlus i nogle tilfælde været i stand til at overføre viruset til sunde planter efter kun 5 minutters sugning på disse.

Imidlertid er betydelig længere sugetider påkrævet for at opnå høje overføringsprocenter.

Ved danske undersøgelser med *Rhopalosiphum padi* er denne blevet smittedygtig efter $\frac{1}{2}$ times sugning (den kortest undersøgte tid) på infektormaterialet. Derimod fandt overføring til sunde planter først sted efter mindst 2 timers sugning på disse.

En vellykket overføring af havre-rødsot-virus afhænger imidlertid ikke alene af planteart, bladlusart og sugetider, men også af bladlusantallet.

Ved amerikanske forsøg med *Rhopalosiphum padi* var overføringsprocenten 100, når der blev anvendt 5 bladlus pr. plante og 93,3 ved anvendelse af kun 1 bladlus pr. plante. I tilsvarende forsøg med *Macrosiphum avenae* var overføringsprocenten 76,6, hvor 10 bladlus pr. plante blev anvendt, og overføring med *Rhopalosiphum maidis* forekom kun, når bladlusantallet pr. plante var over 10.

De her nævnte undersøgelser illustrerer tydeligt, at risikoen for stærke spredninger stiger med antallet af bladlus.

Ved de danske overføringsforsøg, hvor i langt de fleste tilfælde *Rhopalosiphum padi* har været anvendt, har antallet af bladlus pr. plante oftest været 5 eller derover.

Sugetiderne i de rutinemæssige overføringsforsøg herhjemme har i de fleste tilfælde været ca. 1

døgn på infektormaterialet og 1-2 døgn på indikatorplanterne. Den bedste indikatorplante har i de danske forsøg været havresorten Blenda.

Da det ved undersøgelser af indsamlet eller indsendt materiale er af betydning med kendskab til inficerede blades holdbarhed, har et mindre forsøg med forskellige opbevaringsmåder været anstillet. Det har her vist sig, at inficerede havreblade efter 8-10 døgn opbevaring ved stuetemperatur i fugtig plasticpose stadig var anvendeligt infektormateriale. Svampevækst kan holdes nede ved tilsætning af 0,2% af et 80 pct.s thiram- eller 75 pct.s captanmiddel.

I langt de fleste tilfælde er der som infektormateriale ved undersøgelserne her i landet anvendt afskårne småstykker af inficerede blade. Disse har været placeret i petriskåle el. lign. og her påført virusfrie bladlus.

Efter den ønskede sugetid er bladlusene med en fin pensel overført til forsøgsplanterne, og efter endt sugetid på disse er bladlusene dræbt ved hjælp af sprøjte- eller rygemidler.

Plantealderen har i ingen af de udførte forsøg haft indflydelse på modtageligheden (infektionsprocenten).

V. Indflydelse på vækst og udbytte

Forsøg til belysning af havre-rødsots indflydelse på vækst og udbytte under danske forhold er udført ved Statens plantepatologiske Forsøg i 1964 og 1965.

Planter til brug i forsøgene blev sået i 13 cm pletter og efter spiring udtyndet således, at der var 3 planter i hver plette.

Inokulation med rødsot-viruset foretoges i 1964 på 6 dage gamle planter, som med en fin pensel påsattes havrelus, der forinden havde tilbragt 1-2 døgn på rødsot-inficerede havreplanter. Der anvendtes 5 havrelus til inokulation pr. plante. På grund af fejlbedømmelse af det totale antal havrelus, som var til disposition, blev der ikke inokuleret lige stort antal planter af alle sorter, men flest af de først inokulerede. Efter 1 døgn ophold på de inokulerede planter dræbtes havrelusene ved sprøjtning med nikotin.

I 1965 foretoges inokulationen på 7 dage gamle

Tabel 3. Sortsforsøg med havre og byg i væksthushuset 1964. - Indflydelse på væksten (Planterne sået 19/2, spiret 25/2 og inokuleret 4-6/3)

Sort	Antal planter i forsøget				Højdemålinger i cm (gns.) - antal døgn efter inokulat.											
	sunde	ino-	infi-	døde	13		34		55		76		97		118	
	(kon- trol)	kule- ret	ceret	af rødsot	sund	inok.	sund	inok.	sund	inok.	sund	inok.	sund	inok.	sund	inok.
Abed 88.....	6	6	5	0	19	20	37	25	40	22	70	31	99	35	99	37
Astor.....	15	30	27	0	22	18	42	29	45	31	67	40	84	53	84	56
Blenda.....	5	6	6	0	21	20	42	21	48	13	81	17	102	22	102	21
Condor.....	9	15	14	0	21	19	43	25	51	30	83	34	97	38	97	45
Flåmingskrone, gul...	6	6	4	2	23	21	42	24	51	24	85	28	107	30	107	38
Marino.....	5	6	6	0	22	21	38	26	45	32	73	37	92	44	93	55
Pajbjerg Regal.....	15	30	24	0	23	21	45	33	47	38	70	48	90	65	90	65
Svaløf Stål F.....	15	30	21	0	22	19	37	25	44	26	59	33	85	42	86	45
» Sørbo.....	12	30	23	2	22	19	46	29	50	32	81	40	90	45	91	49
» 01760.....	15	30	27	1	23	20	41	30	43	27	64	35	84	43	83	44
» 58701.....	9	15	11	1	23	19	40	28	46	30	71	33	85	43	85	46
Tarpan.....	6	6	5	0	24	23	41	25	46	22	75	25	94	29	94	29
Weibull 16195.....	12	30	25	5	20	20	41	23	45	21	62	27	79	33	79	35
» 16385.....	6	6	6	0	17	20	37	29	48	33	72	42	83	45	84	50
» 16428.....	6	6	5	0	23	22	40	24	45	26	71	34	95	36	95	37
» 16509.....	6	6	6	0	20	18	42	33	51	42	79	48	89	61	89	61
I alt og gens. af havre .	148	258	215	11	22	20	41	28	46	29	71	36	89	45	89	47
Bonusbyg.....	18	30	30	0	23	24	36	36	39	26	65	31	70	46	70	44

bygplanter og på 10 dage gamle havreplanter. Ved inokulationen blev der ligesom foregående år anvendt 5 havrelus pr. plante, og bladlusene havde før anvendelsen tilbragt 1 døgn i petriskåle på afklippede rødsot-inficerede havreblade.

Efter 1 døgn sugning på de inokulerede planter dræbtes havrelusene ved, at både planter og havrelus i et tæt gaskammer udsattes for rygning med nikotin i en halv time. I enkelte tilfælde skete der herved svidning af bladspidserne.

Efter inokulationen anbragtes planterne i væksthushuset, men til trods for, at dette blev sprøjtet og røget jævnlige forsøgsperioden igennem, blev 5 kontrolplanter smittede i 1964 og 2 i 1965. Disse uønskede smitteoverføringer, der blev erkendt tidligt i vækstperioden, skyldtes utvivlsomt havrelus, som havde overlevet sprøjtning eller rygning. Ved de efterfølgende overføringsforsøg blev rygetiden derfor sat op til 1 time.

Dette gav imidlertid flere og større svidningskader af forsøgsplanternes blade, hvorfor behandlingsperioden igen nedsattes til $\frac{1}{2}$ time, men med

større dosis, og siden er der ikke efter rygning konstateret overlevende havrelus.

Planternes vækst blev fulgt ved ugentlige målinger vækstperioden igennem. Ved målingerne rettedes bladene ud, så der målte det højeste grønne punkt, og visne blade medregnedes ikke.

Denne form for måling har medført, at den gennemsnitlige højde ved en enkelt måling, anført i tabel 3, har været lavere end ved den foregående.

I 1964 foretoges kun højdemålinger, medens der i 1965 tillige foretoges udbyttebestemmelse på materialet.

I forsøgene indgik i 1964: 16 havre- og 1 bygssort (se tabel 3), og i 1965: 11 havre- og 16 bygssorter (se tabellerne 3, 4 og 5).

Samtlige sorter viste sig som tidligere nævnt modtagelige for havre-rødsot.

Planternes længdevækst påvirkedes ret omgående af viruset, idet målingerne (tabellerne 3, 4 og 5) viste stor forskel på de syge og sunde planters højde allerede 1 måned efter inokulationen. Inficerede planters højde var da kun $\frac{3}{4}$ af kontrol-

Tabel 4. Sortsforseg med havre i væksthush 1965. - Indflydelse på væksten
(Havren sået 5/2, spiret 14/2, inokuleret 24/2. Forsøget høstet i juli)

Sort	Antal planter i forsøget				Højdemålinger i cm (gns.) - antal døgn efter inokulationen													
	sunde (kon- trol)	ino- kule- ret	infi- ce- ret	døde af rødsot	v. inok. sund	20 inok.	41 sund	41 inok.	62 sund	62 inok.	83 sund	83 inok.	104 sund	104 inok.	125 sund	125 inok.		
Astor.	15	21	18	0	12	12	30	23	47	39	63	49	99	63	117	83	117	91
Blenda.	15	21	21	0	11	10	31	25	49	30	69	37	106	43	133	53	134	58
Condor.	15	21	19	0	11	11	28	23	46	36	64	47	101	57	124	73	129	78
Pajbjerg Regal ...	15	21	20	0	10	11	28	21	47	34	67	41	98	53	121	64	122	74
Sejet 599067.	15	21	20	0	11	11	27	23	46	39	66	45	106	51	123	74	125	82
Svaløf Ståi F	14	21	21	0	10	11	27	18	43	25	62	33	99	38	137	42	142	50
» Sørbo.	15	21	21	0	11	12	29	23	48	44	69	55	105	63	129	83	131	93
Tarpan.	15	21	20	0	11	11	27	20	46	37	67	47	103	57	123	72	125	77
Weibull 16414. ...	15	21	19	0	10	9	25	17	45	31	63	44	97	59	125	75	128	79
» 16509.	15	21	21	0	11	11	27	20	47	36	66	51	102	60	125	74	128	81
Weishafer.	15	21	21	0	10	12	26	21	48	41	66	50	102	59	129	81	131	88
I alt og gns. af havresorter.	164	231	221	0*)	11	11	28	21	47	36	65	45	102	55	126	70	128	77

*) 10 planter døde af svampeangreb.

planternes; efterhånden forøgedes højdeforskellen, således at de syge planter ved høst kun var godt halvt så høje, som de sunde.

Væksten hos de syge planter standsede ikke, men væksttempoet nedsattes betydeligt, og for havrens vedkommende gik det også ud over busk-

Tabel 5. Sortsforseg med byg i væksthush 1965. - Indflydelse på væksten
(Byggen sået 5/2, spiret 11/2 og inokuleret 18/2. Forsøget høstet i juli)

Sort	Antal planter i forsøget				Højdemålinger i cm (gns.) - antal døgn efter inokulationen													
	sunde (kon- trol)	ino- kule- ret	infi- ce- ret	døde af rødsot	v. inok. sund	26 inok.	47 sund	47 inok.	68 sund	68 inok.	89 sund	89 inok.	110 sund	110 inok.	131 sund	131 inok.		
Carlsberg II.	15	21	15	0	13	13	37	35	46	38	63	40	88	52	91	62	91	61
Deba Abed.	15	21	17	0	12	12	29	27	40	29	54	33	81	38	89	53	90	59
Emir.	15	21	17	7	11	12	32	28	42	34	59	32	88	37	91	41	91	50
Heine Amsel.	15	21	19	0	12	12	37	35	48	45	67	49	88	69	90	81	91	81
» Swallow.	15	21	16	0	12	13	36	36	48	42	65	43	92	56	92	66	92	66
Impala.	15	21	21	0	11	11	38	32	45	32	65	43	86	58	88	68	89	69
Maris Baldric.	15	21	14	6	12	12	38	26	47	17	74	19	92	25	92	30	91	36
Minerva.	15	21	12	7	12	12	36	26	43	20	66	17	86	16	88	20	87	24
Proctor.	15	21	19	0	12	12	37	33	47	36	66	44	96	54	98	71	98	73
Svaløf Bonus.	15	21	12	0	11	12	40	35	48	37	69	38	88	53	92	59	92	59
» Foma.	14	21	13	1	13	13	38	30	47	26	65	34	83	42	88	47	89	50
» Pallas.	15	21	14	0	12	12	38	38	47	39	68	39	85	60	88	64	87	63
Taco.	15	21	14	2	13	13	35	27	45	23	65	28	84	34	86	38	87	42
Vada.	15	21	12	6	12	12	37	27	46	17	62	14	82	18	87	23	88	26
Weibulls Ingrid. ...	15	21	20	0	11	11	34	32	42	33	62	38	93	49	95	68	96	70
» Rika.	15	21	16	0	9	9	32	30	41	30	63	36	82	47	84	62	84	63
I alt og gns. af bygsorterne.	239	336	251	29	12	12	37	31	45	32	65	35	87	46	90	56	90	61

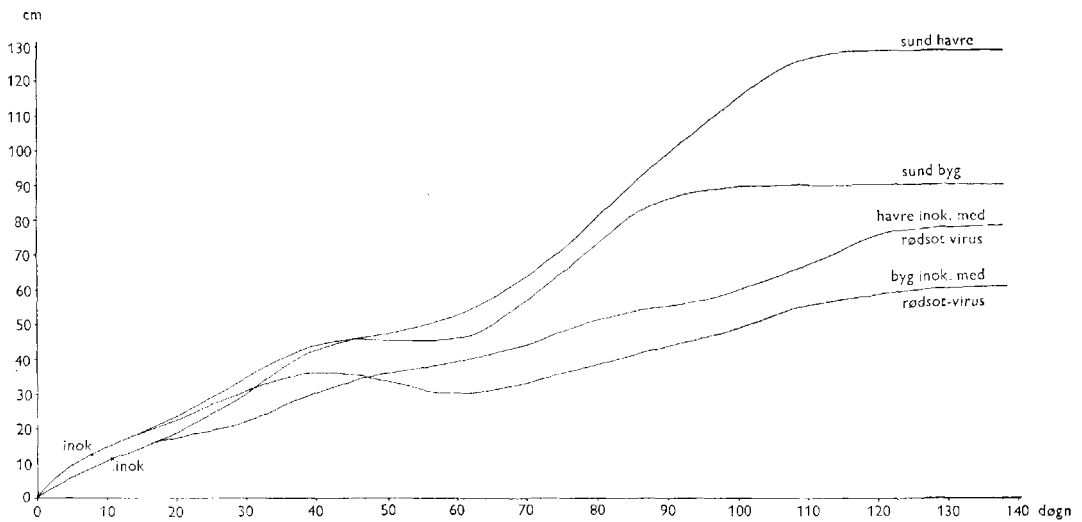


Fig. 1. Vækstkurver for havre og byg dyrket i væksthush feb.- juli 1965.

ningen, som var meget mangelfuld; ofte var der kun 1 skud pr. plante. Skridningen udsattes ca. 3 uger for både byg og havre, der var smittet tidligt (d.v.s. som ca. 8 dage gamle planter) og var i mange tilfælde meget mangelfuld. Især hos byg blev mange aks enten siddende øverst i skeden eller gik ud gennem siden på denne. I mange aks fandtes en del blinde kærner.

I løbet af vækstperioden blev planterne så store og tunge, at de små pletter ikke længere kunne

Tabel 6. Udbyttmålinger i sortsforsøg med byg og havre i væksthush 1965 (Samme materiale som i tabel 4 og 5)

Sort	Udbytte i pct.		Tusindkornsvægt	
	halm	kærne	inok.	sund
Havre:				
Astor	43	38	23,8	22,5
Blenda	28	12	16,0	23,3
Condor	28	21	21,0	22,0
Pajbjerg Regal	18	15	17,3	21,8
Sejet 599067	38	19	17,5	19,3
Svaløf Stål F	16	1	10,9*)	20,3
» Sørbo	41	16	16,3	23,5
Tarpan	33	24	19,3	22,5
Weibull 16414	31	14	20,5	25,0
» 16509	19	7	24,5	26,8
Weishafer	39	34	18,5	17,0
Gns. af havresorterne	29	16	19,5	22,2

Byg:

Carlsberg II	15	7	24,1	33,8
Deba Abed	21	4	21,9	41,0
Emir	16	7	22,7	33,5
Heine Amsel	41	31	31,3	33,3
» Swallow	29	12	31,5	33,5
Impala	29	16	29,5	34,0
Maris Baldric	6	1	12,2*)	39,0
Minerva	7	0	5,4*)	45,0
Proctor	14	7	22,0	36,3
Svaløf Bonus	13	3	11,4	36,5
» Foma	9	6	26,5	33,5
» Pallas	19	6	20,4	35,8
Taca	13	7	25,2	34,0
Vada	7	1	12,2*)	39,0
Weibulls Ingrid	18	10	25,8	38,5
» Rika	19	15	25,5	35,3
Gns. af bygsorterne .	16	10	25,5	36,4

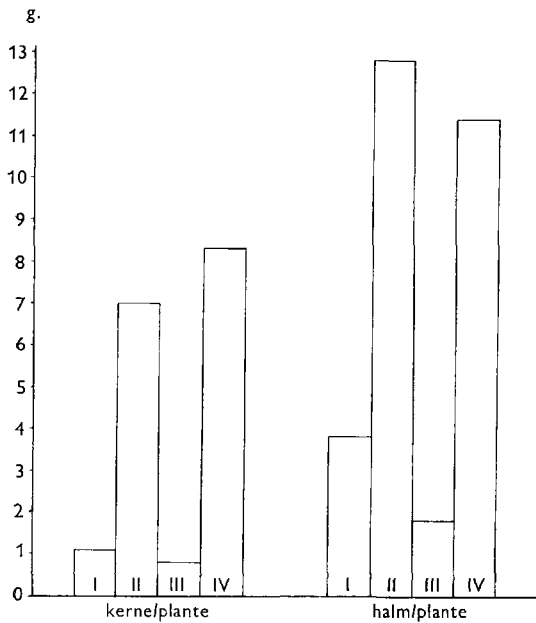
*) ikke medtaget ved beregning af gennemsnit på grund af for få kærner til bestemmelserne.

holde planterne oprejst, hvorfor de blev støttet ved hjælp af tonkinstokke.

Modningen varierede hos de inficerede planter, men indtraf gennemgående 1-2 uger senere end hos de tilsvarende sunde planter. I enkelte tilfælde dog samtidig hermed.

Planterne blev høstet ved hjælp af en stor saks, og der blev afsat 2-3 cm stub.

Under vejring og tærskning holdtes materialet



- I havre inok. med rødsot virus
- II sund havre
- III byg inok. med rødsot-virus
- IV sund byg

Fig. 2. Udbytte i havre og byg dyrket i væksthush feb.- juli 1965.

fra hver potte for sig. Inden for sorterne var der kun små forskelle på udbyttet fra potte til potte, og sorterne imellem var der ikke store forskelle; men fælles for alle sorter bevirkede rødsot-infektionen store udbyttenedgange (se tabel 6).

Udbyttet hos den inficerede havre målt i procent af kontrolplanterne varierede for kærnen vedkommende fra 1 til 38 og for halmens fra 16 til 43. I gennemsnit af alle sorter var kærne- og halmudbyttet hos inficerede planter henholdsvis 16 og 29 pct. af kontrolplanternes.

Hos byggen varierede kærneudbyttet hos de inficerede planter fra 0 til 31 procent (gennemsnit 10 pct.) af kontrolplanternes, mens halmudbyttet varierede fra 6 til 41 procent (gennemsnit 16 pct.) af de sunde planters udbytte.

I et andet forsøg er det forsøgt at belyse smittetidspunktets betydning. Hertil er anvendt havresorten Blenda, og forsøget er udført efter følgende plan:

1. inokulation 1 uge efter spiring
2. » 3 uger » »
3. » 5 » » »
4. » 7 » » »
5. » 9 » » »
6. » 11 » » »
(ved skridningens begyndelse)
7. inokulation 13 uger efter spiring
(ved afsluttet skridning)
8. usmittet kontrolhold

Hvert forsøgsled bestod af 24 stk. 13 cm pottes med 3 planter i hver, og hos alle inokulerede planter lykkedes infektionen.

Ved aflivning af havrelusene efter endt inokulation i led 5-6 og 7 anvendtes rygning med nikotin i 1 time, og denne langvarige behandling resulterede i flere og større svidningsskader end i de øvrige led, som kun blev røget i en halv time.

Tabel 7. Smittetidspunktets indflydelse på havrens vækst og udbytte. Væksthush 1965 (Sort: Blenda. Sået 6/3, spiret 11/3. 1. led inokuleret 18/3. Høstet i juli)

Forsøgsled	Antal planter	Alder ved inokulationen	Højdemålinger i cm (gns.)								Udbytte i pct. af kontrol		Tusindkornsvægt
			18/3	29/3	12/4	26/4	10/5	24/5	8/6	20/6	halm	kærne	
1	72	1	11	20	25	27	28	34	42	52	12	2	10,4
2	72	3	11	32	48	49	41	44	58	69	34	6	13,5
3	72	5	11	32	51	63	57	62	71	76	32	6	13,8
4	72	7	11	32	50	63	81	83	98	98	37	18	24,8
5	72	9	11	32	50	63	83	95	98	95	47	17	24,0
6	72	11	11	33	51	63	85	113	121	121	67	39	21,0
7	72	13	11	33	52	65	86	117	149	149	103	102	18,0
8	72	kontrol	11	32	51	65	85	116	148	149	100	100	19,8

Planterne i de pågældende forsøgsled rettede sig dog atter, og selv om længdevæksten standsede mere brat end hos de øvrige planter i forsøget, havde den fremkaldte svidning tilsyneladende ikke nogen indflydelse rent udbyttømæssigt.

Resultaterne fra dette forsøg er anført i tabel 7.

I forsøgsleddene 1-6 havde infektionen med rødsot-viruset meget stor virkning på væksten af planterne, der ved de påfølgende højdemålinger kun udviste små forøgelse i relation til højderne på inokulationstidspunktet.

Derimod kunne ingen vækstreduktion påvises ved inokulation efter skridning (forsøgsled 7), men på dette tidspunkt var også længdevæksten hos kontrolplanterne ophørt. Kærneudbyttet hos de tidligst inficerede planter (forsøgsled 1) blev kun 2 pct. af kontrolplanternes, men også hos de følgende 5 forsøgsled blev kærneudbyttet overordentlig kraftigt reduceret (fra 6 til 39 pct. af kontrolplanternes udbytte) på grund af rødsot-infektionen.

Rødsot-viruset reducerede også halmudbyttet hos planterne i de 6 første forsøgsled i meget høj grad (fra 12 til 67 pct. af kontrolplanternes udbytte), selv om reduktionen her var mindre udtalt end ved kærneudbyttet.

Inokulationen af 13 uger gamle havreplanter (d.v.s. efter skridningen) reducerede derimod hverken kærne- eller halmudbyttet.

Ovennævnte forsøg har tydeligt vist, at jo tidligere infektionen finder sted, des større bliver udbyttetabet. Tilsyneladende kan havre-rødsot påvirke udbyttet i nedadgående retning helt til skridningens afslutning, og det vil for visse havresorter i visse år sige helt hen til midten af juli.

I et orienterende forsøg på friland blev planterne smittet på det tidligste tidspunkt, havrelus fandtes i kornmarkerne (16. juni, d.v.s. på 3-4 bladstadiet).

Parcellerne blev først omgivet af en ca. 1 m høj plasticvæg, og derefter foregik inokulationen ved at sætte et stort antal inficerede havrelus ind til planterne. Dagen efter blev alle parcellerne og de nærmeste omgivelser sprøjtet med parathion, hvorved havrelusene dræbtes. Resten af sommeren holdtes parcellerne fri for bladlus ved gentagne sprøjtninger.

Fugleskade hindredes ved at overdække parcellerne med et fintmasket net.

Især i havren iagttoges en meget stærk påvirkning. Plantevæksten svækkedes, blev meget åben og antog stærkt røde farver (se foto); der blev

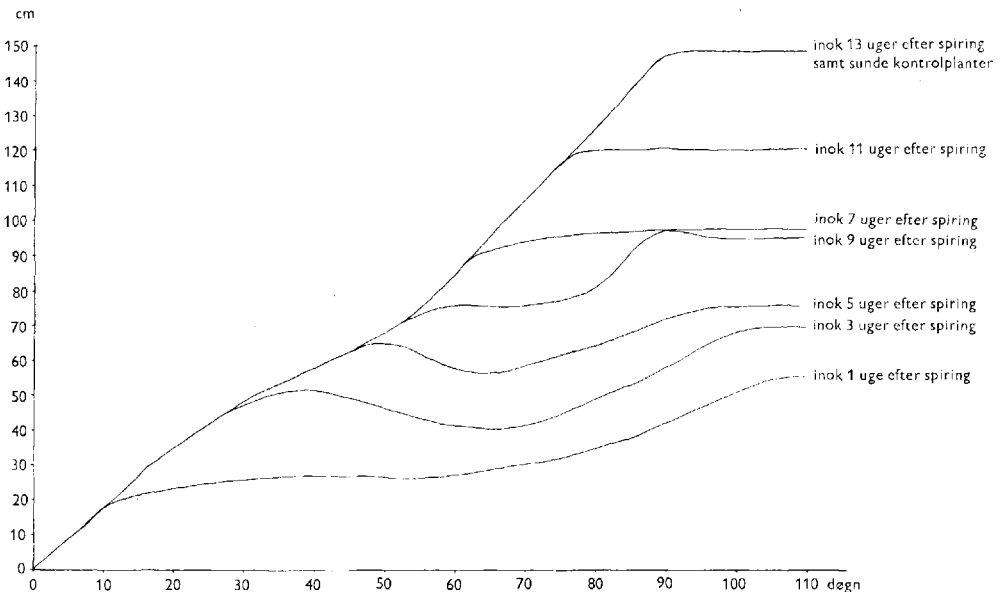


Fig. 3. Smittetidspunktets betydning for havrens vækst.

Udbytte i pct. af kontrolplanter

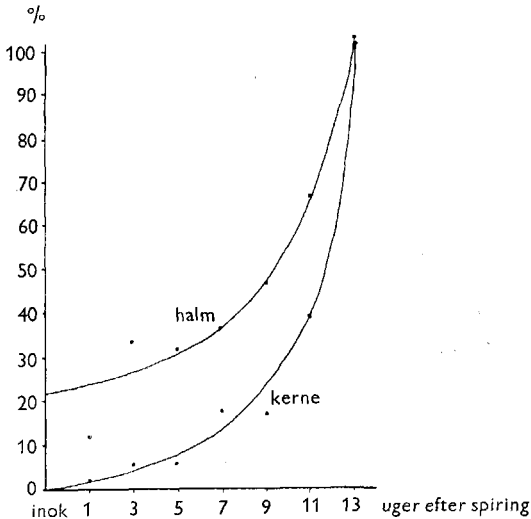


Fig. 4. Smittetidspunktets betydning for udbyttet i havre.

færre stængler og i aksene fandtes en del uudviklede kærner (hvidaks).

I den inficerede byg var sygdomssymptomerne ikke så intense som hos havren. Der iagttoges en svækket vækst og en gulfarvning af bladene. En del aks blev siddende øverst i skeden, og der fandtes mange dårligt udviklede kærner.

Kærneudbyttet hos inficeret havre androg kun 21 pct. og hos inficeret byg kun 63 pct. af kontrolplanternes; de syge planters kærne kvalitet var endvidere nedsat i betydelig grad (se tabel 8).

VI. Havre-rødsotens udbredelse i Danmark (kortlægning)

En sygdoms samfundsmæssige betydning afhænger naturligvis ikke alene af, hvor alvorligt den kan optræde, hvor den forekommer, men også af hvor stor udbredelse, sygdommen har.

Med det formål at klarlægge havre-rødsots udbredelse i Danmark har man ved Statens plantepatologiske Forsøg påbegyndt et kortlægningsarbejde, og selv om dette ikke kan betragtes som afsluttet, giver de hidtil opnåede resultater dog adskillige oplysninger om havre-rødsotens nuværende udbredelsesområde.

Foreløbige undersøgelser har vist, at i de havremarker, hvor der er fundet angrebne planter, har disse næsten altid stået i markernes yderkanter og oftest langs med vejkanterne (nær smittekilder blandt de vildtvoksende græsser på grøftkanter?)

Dette forhold har i høj grad lettet kortlægningsarbejdet. I talrige tilfælde har symptomerne på de angrebne planter været diagnostisk sikre, men i det første kortlægningsår (1964) blev langt de fleste fund verificeret ved testninger på hjembragt materiale.

Kortlægningsarbejdet har hidtil været udført i 1964 og 1965, og begge år hovedsagelig i juli måned, hvor symptomudviklingen har været tilstrækkelig fremskredet og endnu ikke maskeret af høstfarvning.

I 1964 omfattede kortlægningen næsten udelukkende sjællandske havremarker, af hvilke i alt 175 blev undersøgt.

Rødsot-angrebne planter fandtes herved i 56 marker i Nord- og Østsjælland, d.v.s. i 32 pct. af

Tabel 8. Smitteforsøg på friland. Statens plantepatologiske Forsøg 1965
(Sorter: Pallasbyg og Stålhavre. Parcelstørrelse 1 m². Sået 7/4, smittet 16/6, høstet 20/9)

		Antal	Udbytte				Tusindkornsvægt	Skalprocent
			aks	kærne	g halm*)	forholdstal kærne halm		
Byg	sund	976	420	470	100	100	32,5	
	smittet	865	266	439	63	93	29,0	
Havre	sund	581	582	663	100	100	29,5	28,0
	smittet	152	125	215	21	32	25,8	40,2

*) diff. totalvægt ÷ kærne.

Tabel 9. Kortlægning af havre-rødsot i 1965

Landsdel	Antal undersøgte marker	Havre-rødsot fundet i	
		antal	procent
Nordsjælland.....	80	61	76
Sydsjælland.....	7	2 ?	0
Øvrige Sjælland.....	22	0	0
Lolland-Falster og Møn	35	2 ?	0
Fyn.....	30	0	0
Sønderjylland.....	46	2	4
Østjylland.....	48	3 ?	0
Vestjylland.....	38	1 ?	0
Himmerland.....	33	1 ?	0
Vendsyssel.....	36	3 ?	0
Bornholm.....	18	1	6
I alt.....	393	64	16

samtliges undersøgte marker på Sjælland. Samme år fandtes sygdommen i 3 fynske og 6 sønderjydske havremarker, men på Fyn og i Jylland var der i 1964 kun tale om enkelte lejlighedsvis eftersyn.

I 1965 blev foretaget eftersyn for rødsot i havremarker over hele landet, hvor i alt 393 marker blev undersøgt.

Resultaterne fra dette kortlægningsarbejde fremgår af tabel 9; tvivlsomme tilfælde er her mærket med et spørgsmålstegn og ikke indkalkuleret i procentudregningen. Ses der bort fra disse tvivlsomme tilfælde blev havre-rødsot i 1965 kun fundet i Nordsjælland, i Sønderjylland og på Bornholm; i førstnævnte område forekom angrebne planter til gengæld i 76 pct. af de undersøgte marker. Nu må det erindres, at der i forsommeren 1965 kun var tale om relativt små bladlusforekomster i kornmarkerne herhjemme, hvilket vil sige, at rødsot-frekvensen alene af den grund måtte forventes at blive lav. Dette betyder imidlertid også, at en kortlægning et sådant år har ringe mulighed for at afsløre smittekilder, hvor disse forekommer i form af symptomløse græsser af forskellig art; havren er trods alt den bedste indikator.

I langt de fleste tilfælde, hvor rødsot er fundet i havremarker, har der kun været tale om enkelte angrebne planter, således at sygdommen indtil nu næppe har været af økonomisk betydning.

Det hidtil udførte kortlægningsarbejde viser imidlertid, at rødsoten i alle tilfælde har fået et

fodfæste her i landet – især på Sjælland – og at der forekommer smittekilder flere steder.

Disse smittekilder kan få betydning for sygdommens videre udbredelse, og i de år, hvor bladlusene viser sig tidligt og talrigt i kornmarkerne, kan ubehagelige følger frygtes.

VII. Forebyggelse

Ved opstilling af bekæmpelsesforanstaltninger imod havre-rødsot-viruset, gælder de samme hovedprincipper, som kan anføres for andre insektbårne plante-vira. Det vil sige, at forebyggelse kan søges opnået ved:

- Tiltrækning og anvendelse af resistente og/eller tolerante sorter af havre, byg og hvede.
- Bekæmpelse af smittespredere (bladlusene).
- Eliminering eller uskadeliggørelse af smittekilderne.

For så vidt der kan sættes effektivt ind på blot et af disse punkter, kan angreb undgås.

Desværre er alle havresorter, der anvendes her i landet modtagelige og påvirkelige over for infektion med havre-rødsot-virus, og det samme gælder de gængse bygsorter.

Inden for resistensforædlingen med korn bør man derfor i høj grad interessere sig for det pågældende virus og søge at indføre resistens/tolerans imod dette virus i fremtidige sorter.

Bekæmpelse af bladlus i kornmarkerne er ofte aktuel på grund af den direkte skade, bladlusene kan forvolde, hvor de optræder i store mængder.

Imidlertid kan bladlus-bekæmpelse også være påkrævet med henblik på forebyggelse af alvorlige virusangreb. Det kan i den forbindelse nævnes, at man på New Zealand i 1963 har påbegyndt en varslingsstjeneste med det formål at kunne tilrettelægge en bladlus- og virusbekæmpelse i kornmarkerne på den mest hensigtsmæssige måde.

Fjernelse af smittekilder ville være særdeles ønskelig, men er næppe praktisk gennemførlig i ret mange tilfælde, idet der oftest vil være tale om symptomløse græsser på grøftekanter o.l. steder.

Dersom man erfarer, at man har sådanne permanente smittekilder, som er vanskelige at udrydde, kan der imidlertid være tale om at foretage

sprøjtninger mod bladlusene på sådanne smittede kilder, for i nogen grad at nedsætte risikoen for smittespredning.

Endnu er havre-rødsot-viruset næppe af væsentlig økonomisk betydning i Danmark. Det samme kunne imidlertid siges om virusgulsothen, inden denne tabbringende sygdom vandt indpas i danske bederoer, og når man ser på de store tab, havre-rødsot-viruset forvolder i adskillige andre lande hos både havre, byg og hvede, kan der være al mulig grund til at være stærkt opmærksom på den risiko, det her omtalte virus frembyder for dansk kornavl.

VIII. Resumé

Havre-rødsot, der i 1889 første gang omtales fra U.S.A., og hvis virusnatur i 1951 blev påvist ved amerikanske undersøgelser, er siden fundet i en lang række lande verden over. De alvorligste og mest udbredte angreb er hidtil forekommet i U.S.A., men også fra andre lande bl.a. fra Sverige foreligger rapporter om betydelige skadevirkninger på grund af den pågældende sygdom.

Værtområdet er overmåde stort inden for græs-familien (tabel 1); i Danmark, hvor havre-rødsot-virus blev påvist i 1963, er spontan infektion hidtil påvist hos 14 forskellige korn- og græsarter, af hvilke kun byg og havre udviste diagnostisk sikre symptomer. Symptomløse smittebærere må derfor (iflg. både danske og udenlandske undersøgelser) anses for almindelige. Alle her i landet undersøgte havre- og bygsorter er modtagelige og påvirkelige (tabel 2).

Karakteristiske symptomer hos angrebne havre- og bygplanter omfatter henholdsvis rødfarvning og gulfarvning; begge kornarter får udpræget dværgvækst ved tidlig infektion. Ved de danske forsøg har svækkelsen hos havre dog været størst.

Iflg. udenlandske undersøgelser kan havre-rødsot-viruset, der optræder i flere linier, overføres af 10 forskellige bladlus-arter; ved danske forsøg er det pågældende virus hidtil overført af tre bladlus-arter af hvilke havrelusen (*Rhopalosiphum padi*) har været langt den mest effektive vektor.

Danske undersøgelser viser, at inficerede havreblade selv efter 8-10 døgn opbevaring i fugtig

plasticpose (ved stuetemperatur) stadig er anvendeligt infektormateriale. Ved de udførte infektionsforsøg har havresorten Blenda været særdeles anvendelig.

Ved Statens plantepatologiske Forsøg blev der under væksthushold i 1964 og 1965 udført en række undersøgelser til belysning af havre-rødsot-virusets indflydelse på vækst og udbytte hos havre- og bygsorter. Resultaterne fra disse forsøg er anført i tabellerne 3, 4, 5 og 6.

Ved tidlig inokulation svækkedes planterne overmåde stærkt, og kærneudbyttet (som kun blev målt ved forsøgene i 1965) nedsattes hos havre og byg til henholdsvis 16 og 10 pct. (gennemsnitstal for alle sorter) af kontrolplanternes, mens det gennemsnitlige halmudbytte hos inficerede havre- og bygsorter androg henholdsvis 29 og 16 pct. af kontrolplanternes.

Resultater fra undersøgelser vedr. smittetidspunktets indflydelse på Blenda-havrens vækst og udbytte er anført i tabel 7, hvoraf det fremgår, at jo tidligere infektionen indtræffer, des større er udbyttetabet.

Hvor 1 uge gamle planter blev inokuleret var udbyttet kun 2 pct. af kontrolplanternes. Inokulation efter skridningen havde ingen indflydelse på havrens vækst og udbytte.

I et mindre frilandsforsøg udført i 1965 blev havre og byg inokuleret 16. juni. Kærneudbyttet hos inficerede planter androg her henholdsvis 21 og 63 pct. af kontrolplanternes (tabel 8).

Ved angivelse af forebyggende foranstaltninger bør der især lægges vægt på resistensforædling samt bekæmpelse af bladlus i kornmarkerne.

IX. Summary

Barley yellow dwarf

Red leaves of oats, possibly caused by barley yellow dwarf virus, was described from U.S.A. in 1889, but the virus nature was first demonstrated in 1951 by American investigations. Since then the disease has been reported from many different parts of the world.

The most serious and widespread attacks have hitherto occurred in U.S.A., but also from other countries considerable damage due to barley yellow dwarf virus has been reported.

The host range within the family Graminea is rather comprehensive (table 1). In Denmark, where barley

yellow dwarf virus was found in 1963, spontaneous infection has hitherto been demonstrated in 14 different grass species, but only barley and oats have so far shown diagnostic symptoms under Danish conditions. Carriers must therefore be considered to be very common.

All varieties of oats and barley tested in Denmark have shown to be susceptible as well as rather sensitive (table 2). Characteristic symptoms on leaves of infected oats and barley consist of a red and yellow coloration respectively. In case of early infection both kind of the cereal show rather stunted growth.

In Danish trials the virus in question has been transmitted by three different aphid species of which *Rhopalosiphum padi* has been the most effective vector.

According to Danish investigations leaves of infected oats can still be used as infector material after 8-10 days storage in plastic bags kept at room temperature.

During 1964 and 1965 various trials have been performed in glass-houses in order to demonstrate the influence of virus infection on different varieties of oats and barley. The results from these trials are cited in the tables 3, 4, 5, 6 and shown in the figures 1 and 2.

Early infection weakened the plants very severely, and in 1965 the grain yields from oats and barley were decreased to 16 and 10 per cent respectively of the cropping capacity of healthy plants. The corresponding figures for the straw production amounted to 29 and 16 per cent respectively.

In other glass-house experiments the influence of infection at various stages of plants development was investigated and the results (table 7 and figures 3 and 4) clearly show that the earlier infection occurs, the greater loss can be expected. When one week old oat plants were inoculated they only yielded 2 per cent of the normal. On the other hand inoculation after earing apparently had no effect on the growth and yield.

In a small field trial in 1965 oats and barley were inoculated the 16th July (when the first aphids were recorded in Danish cereals).

The grain yield of infected plants was under these circumstances decreased to 21 and 63 per cent respectively of normal yielding capacity (table 8).

In a survey carried out in 1964 and 1965 infected plants have been found in many oat fields in the North-Zealand, but only in relatively few fields in Jutland and Funen.

With a few exceptions, however, only very few plants in each field were infected, but preliminary investigations indicate that several wild grasses are in-

fecting and therefore can act as sources which may be dangerous in years with early and heavy aphids infestation.

Tables 1-9:

Table 1 (page 209). Plant species susceptible to barley yellow dwarf virus (according to foreign investigations).

Table 2 (page 210). Varieties of oats and barley susceptible for infection with barley yellow dwarf virus.

Table 3 (page 214). Variety trial (influence of barley yellow dwarf virus on growth) with oats and barley in 1964.

Table 4 (page 215). Variety trial (influence of barley yellow dwarf virus on growth) with oats in 1965. (See also fig. 1 on page 216).

Table 5 (page 215). Variety trial (influence of barley yellow dwarf on growth) with barley in 1965. (See also fig. 2 on page 217).

Table 6 (page 216). Variety trial (influence of barley yellow dwarf on yielding capacity) with oats and barley.

Table 7 (page 217). Growth and yield of oats infected at different growth stages. (See also figs. 3 and 4 on pages 218 og 219).

Table 8 (page 219). Yields of barley and oats infected under field conditions.

Table 9 (page 220) Survey of barley yellow dwarf virus in oats.

General definitions:

Aks	= Ear
Alder	= Age
Byg	= Barley
Døgn	= Days
Forholdstal	= Proportional
Halm	= Straw
Havre	= Oats
Højdemålinger	= Measurement of heights
Kærne	= Grain
Skalprocent	= Shell percentage
Sort	= Variety
Spiret	= Germinated
Sund	= Healthy
Sået	= Sown
Tusindkornsvægt	= Weight per 1000 grains
Udbytte	= Yield
Uger	= Weeks
Væksthus	= Greenhouse

Litteratur

1. Anom.: Aphid vectors of barley yellow dwarf virus. Res. Rep. Pl. Res. Inst. Ottawa (1959-1963): 33.
2. Anom.: Rep. Dept. sci. industr. res. New Zealand 1964. Rev. appl. Myc. 44:2 (1965): 60.
3. *Atanassoff, D.*: Genes and viruses. Z. für Pfl.z. 49:3 (1963): 205-209.
4. *Bantari, E. E.*: Occurrence of Aster yellows in Barley in the field and its comparison with barley yellow dwarf. Phytopath. 55: 8 (1965): 838-843.
5. *Carr, A. J. H.*: Barley yellow dwarf virus. Rep. Welsh Pl. Breeding St. 1962 (1963): 85-86.
6. *Catherall, P. L.*: Transmission and effect of barley yellow dwarf virus isolated from perennial ryegrass. Pl. Pathology 12: 4 (1963): 157-160.
7. *Close R. et al.*: Cereal virus warning system. Commonwealth Phytopath. News 10: 1 (1964): 7-9.
8. *Endo, R. M.*: Hill technique for evaluating the resistance of cereals to barley yellow dwarf virus. Phytopath. 53: 5 (1963): 649-652.
9. *Harpaz, J.* and *M. Klein*: Occurrence of barley yellow dwarf virus in Israel. Pl. Dis. Rep. 49: 1 (1965): 34-35.
10. *Kristensen, H. Rønde*: Virussygdomme hos korn. Tidsskr. f. Planteavl 56 (1953): 660-683.
11. *Kristensen, H. Rønde*: Røde blade hos havre - en virussygdom. Statens plantepatologiske Forsøg, månedsoversigt 406 (1963): 109-116.
12. *Kristensen, H. Rønde*: Havre-rødsot - en farlig virussygdom. Landbonyt 19: 5 (1965): 180-182.
13. *Lindsten, K.*: Investigations on the occurrence and heterogeneity of barley yellow dwarf virus in Sweden. Lantbrukshögsk. ann. 30 (1964): 581-600.
14. *Lindsten, K.*: Virus på graminéer - en farlig sjukdom också i södra Sverige. Weibulls Årbok för Växtförädl. och Växtodl. (1964): 14-18.
15. *Markkula, M.* and *S. Laurema*: Changes in the concentration of free amino acids in plants induced by virus diseases and the reproduction of aphids. Ann. Agr. Fenniae 3 (1964): 265-271.
16. *Price, R. D.* and *L. L. Stubbs*: An investigation on the barley yellow dwarf virus as a primary or associated cause of premature ripening or »dead heads« in wheat. Austr. Journ. Agr. Res. 14: 2 (1963): 154-164.
17. *Rochow, W. F.*: Variation within and among aphid vectors and plant viroses. Ann. New York Acad. Sci. 105: 13 (1963): 713-729.
18. *Rochow, W. F.* and *M. R. Brakke*: Purification of barley yellow dwarf virus. Virology 24: 3 (1964): 310-322.
19. *Rochow, W. F.*: Apparent loss of vector specificity following double infection by two strains of barley yellow dwarf virus. Phytopath. 55: 1 (1965): 62-68.
20. *Saksena, K. N. et al.*: Relative efficiency of four aphid species in the transmission of Kansas isolates of barley yellow dwarf virus. Pl. Dis. Repr. 48: 10 (1964): 756-760.
21. *Smith, H. C.* and *J. D. Allen*: Control of yellow dwarf virus in wheat. Journ. of Agric. (1962): 1-4.
22. *Smith, H. C.*: Aphid species in relation to the transmission of barley yellow dwarf virus in Canada. Rev. appl. Myc. 42: 11 (1963): 671.
23. *Stubbs, L. L.* and *W. I. Walbran*: Accumulation of nitrate in oats infected with barley yellow dwarf virus. Austr. Journ. Agr. Res. 14: 6 (1963): 737-741.
24. *Tetrault, R. C. et al.*: Effects of population levels of three aphid species on barley yellow dwarf transmission. Pl. Dis. Repr. 47 (1963): 906-908.
25. *Timian, G. R.*: Dodder transmission of barley yellow dwarf. Phytopath. 54 (1964): 910.