

Jordbårne plantevira

Af H. RØNDE KRISTENSEN

INDHOLDSFORTEGNELSE	Side
Indledning	75
Oversigt over jordbårne vira	78
Sygdomme fremkaldt af jordbårne vira	79
I Tobaksmosaik-virus	80
II Rotterdam B-virus	86
III Tobaksværgsyge-virus	87
IV Tobaksnekrose-virus	88
V Rattle-virus	97
VI Sukkerrør-stregsyge-virus	105
VII Hvedemosaik-virus	106
VIII Japansk hvedemosaik-virus	109
IX Havremosaik-virus	110
X Arabismosaik-virus	111
XI Tomat-ringplet-virus	121
XII Tomat-sortring-virus	125
XIII Hindbær-ringplet-virus	132
XIV Kirsebær-rosette-virus	137
XV Fersken-rosettemosaik-virus	140
Sammendrag	140
Summary	143
Litteratur	144

Indledning

Ved forebyggelse eller bekæmpelse af virussygdomme er det ofte af afgørende betydning at kende overførings- og spredningsforholdene.

For adskillige virussygdommes vedkommende kender man insekter eller andre dyr, der kan optræde som vektorer (smitteoverførere), eller de forårsagede vira overføres måske så let ved mekanisk saftsmitte (kontaktsmitte etc.), at den spontane spredning alene kan forklares herved; et godt eksempel på sidstnævnte kategori af vira er kartoffel virus X.

Imidlertid forekommer adskillige plantevira, hvor insektoverføring ikke er påvist, og hvor mekanisk saftsmitte heller ikke forekommer (i hvert fald ikke spontant).

Vegetativ formering af syge planter kan naturligvis forklare en del af disse sygdommes store udbredelse, ligesom frøsmitte også er påvist i nogle af tilfældene. Tilbage bliver trods alt en lang række sygdomme, hvis overføringsmåde har været ret gådefuld.

De senere års intensive forskning på virussygdommenes område har imidlertid bragt klarhed over smittespredningen for flere betydningsfulde plantevira, idet jordsmitte er påvist for adskillige af disse, ligesom det har vist sig, at flere nematodearter tager aktivt del i smitteoverføringen.

Tidligere regnede man jordbårne vira for at være meget sjældne, men sandsynligvis vil fremtidige undersøgelser vise, at der udover de nu fundne forekommer adskillige andre.

Herved bliver det nødvendigt at betragte virussygdommene og deres bekæmpelse ud fra ganske andre synsvinkler end tidligere.

Allerede i 1886 var der formodninger fremme om, at tobaksmosaiksyge havde jordsmitte – d.v.s. 6 år tidligere end den første påvisning af tobaksmosaik-virus som sådant. I 1925 påviste man jordsmitte for hvedemosaik-virus, der er stærkt udbredt i U.S.A., hvor ondartede angreb ofte optræder.

Senere viste det sig, at andre vigtige korn-vira har jordsmitte, hvilket også var tilfældet for så udbredte plantevira som tobaksmekrose-viruset og rattle-viruset.

De allerseneste undersøgelser (især britiske) har vist, at flere jordbårne vira tilsyneladende er meget udbredte og optræder i talrige kulturplanter såvel som ukrudtsplanter. I tabel 1 er givet en oversigt over de hidtil fundne jordbårne vira (i alt 15) og i tabel 2 findes fortegnelse over de vigtigste af de fremkaldte sygdomme (i alt 43).

Sygdommen »store nerver« (Lettuce big vein) hos salat har i flere år været anset for en jordbåren virose, men nyere undersøgelser tyder stærkt på, at svampen *Olpidium brassicae* er årsagen; ganske vist er dette ikke blevet bevist endnu, men i nærværende afhandling er den pågældende sygdom ikke medtaget.

I 1956 beskrives fra Holland (DORST) en virussygdom hos agurker (Cucumber necrosis virus), og det hævdes, at det forårsagende

virus kan bevare infektiviteten i jorden i mindst 3 måneder. Da nærmere undersøgelser af det pågældende virus endnu ikke er gennemført, er en nærmere omtale undladt her.

Vigtige spørgsmål i forbindelse med jordsmitten er følgende:

- a) Hvorledes »opholder« de pågældende vira sig i jorden?
- b) Hvorledes smitter de planterne?

Foreløbig vil det ikke være muligt at give et sikkert svar, men sandsynlige hypoteser kan opstilles:

Nogle vira (antagelig de mere stabile) frigøres fra nedbrudte planterester (hidrørende fra syge planter), og virusmitstoffet adsorberes herefter til jordkolloiderne, fra hvilke det senere kan trænge ind i rødderne på modtagelige planter.

Andre vira behøver sandsynligvis nematoder eller andre jordboende organismer, for at smitteoverføringen kan finde sted, og muligvis kan de pågældende vira kun eksistere i jorder, hvor disse organismer findes (nematodeoverføring er påvist i nogle tilfælde!).

Visse jordbårne vira angriber en lang række ukrudtsplanter, og disse betyder muligvis meget for de pågældende viras opretholdelse i de »smittede« jorder.

Man kan altså betragte som temmelig givet, at måden, hvorpå jordbårne vira »befinder« sig i jorden og smitter fra denne, varierer i betydelig grad med virusarten. Dette må man selvsagt tage i betragtning ved bekæmpelsen, idet en kemikaliebehandling af jorder, der indeholder nematode-bårne vira måske virker fortrinligt, fordi nematoderne dræbes, hvorimod den samme behandling muligvis kun har ringe eller ingen virkning på jorder, der indeholder vira, som smitter direkte fra jordkolloiderne.

Måden, hvorpå en jord »smittes« afhænger også i høj grad af virusarten, men tager man samtlige kendte jordbårne vira under et, kan følgende muligheder for tilførsel af smitstof til en jord opstilles:

- a) Jordfygning eller tilførsel af »syg« jord med redskaber eller lignende.
- b) Udplantning af virusinficerede planter.
- c) Anvendelse af frø fra syge planter (herunder ufrivillig spredning af ukrudtsfrø).

Tabel 1. Oversigt over jordbårne vira

Nr.	Dansk vulgærnavn	Engelsk vulgærnavn	Litteratur ref. numre
I	Tobaksmosaik	Tobacco mosaic	6-18-30-50-64-65-70-78
II	Rotterdam B	Rotterdam B	83
III	Tobaksværgsyge	Tobacco stunt	7
IV	Tobaksmekrose	Tobacco necrosis	1-5-26-46-52-55-69-70- 71-78-82-87-92-93
V	Rattle*	Rattle	11-12-13-14-15-27-30- 48-52-62-69-71-76-78-81
VI	Sukkerrør-stregsyge	Sugarcane chlorotic streak	3-78
VII	Hvedemosaik	Wheat mosaic	2-47-57-58-61-72-74- 75-78
VIII	Jap. hvedemosaik	Wheat yellow mosaic	59-60
IX	Havremosaik	Oat mosaic	29-47-56-58-78-88
X	Arabismosaik*	Arabis mosaic	11-12-15-16-17-19-25- 36-38-39-40-41-42-43- 53-54-55-73-77-78-80- 89-91
XI	Tomat-ringplet*	Tomato ringspot	4-15-17a-45-51-78-85
XII	Tomat - sortring*	Tomato black ring	11-12-15-16-33-34-35- 37-44-53-54-55-78-79
XIII	Hindbær ringplet	Raspberry ringspot	8-9-10-11-12-15-16-27 31-32-35-49-53-54-55- 78-91
XIV	Kirsebær - rosette	Cherry rosette	19a-21-67
XV	Fersken - rosetmosaik	Peach rosette mosaic	24-51-78

* Nematode-overføring påvist.

Det kan tilføjes, at frøsmitte kun er påvist for enkelte af de jordbårne vira, ligesom flere vira går til grunde i lufttørret jord, hvorfor spredning ved jordfygning ikke forekommer i sådanne tilfælde.

De jordbårne virosers økonomiske betydning kan være overordentlig stor.

Således er meget store udbyttetab konstateret som følge af de jordbårne korn-viroses (se nærmere under hvedemosaik-viruset).

Tabel 2. Sygdomme fremkaldt af jordbårne vira

Nr.	Virus	Plante	Sygdom
I	Tobaksmosaik – virus	Tomat Tomat	Mosaiksyge Stribesyge
II	Rotterdam B – virus	Tobak	Rotterdam B-syge
III	Tobaksdværgsyge – virus	Tobak	Dværgsyge
IV	Tobaksnekrose – virus	Tulipan Bønne Kartoffel	Augustasyge Stregsyge ABC-syge
V	Rattle – virus	Kartoffel Kartoffel Tulipan Hyacinth Crocus	Prikformede rustpletter Ring- og bueformede rustpletter Tulipan rattle Malaria Crocus rattle
VI	Sukkerrør-stregsyge – virus	Sukkerrør	Stregsyge
VII	Hvedemosaik – virus	Hvede	Mosaiksyge
VIII	Jap. hvedemosaik – virus	Hvæde	Mosaiksyge, japansk
IX	Havremosaik – virus	Havre	Mosaiksyge
X	Arabismosaik – virus	Hindbær Jordbær Vin Vin Vin Vin Rabarber Agurk Kløver	Gul dværgsyge Mosaiksyge Infektios degeneration Hvid mosaiksyge Gul mosaiksyge Vifteblad Mosaiksyge Dværgmosaiksyge »Degeneration«
XI	Tomat-ringplet – virus	Tomat Fersken	Ringplet Gulknop-mosaiksyge
XII	Tomat-sorttring – virus	Tomat Bederoe Kartoffel Kålroer & turnips Havre Salat Selleri Jordbær Hindbær Stenfrugttræer	Sorttring Ringplet Ringplet Nervegulsot
XIII	Hindbær-ringplet – virus	Hindbær Jordbær Kirsebær	Bladrullesyge Pfeffinger-syge
XIV	Kirsebær-rosette – virus	Kirsebær Kirsebær	Eckelrader-syge Bladrullesyge
XV	Fersken-rosetmosaik – virus	Fersken	Roset-mosaik

Rattle-viruset kan fremkalde ødelæggende sygdomme i kartofler og blomsterløg, og de samme kulturer kan i betydelig grad skades af tobaksnekrose-viruset, der tillige forårsager en ødelæggende sygdom i bønne.

Nogle af de senere undersøgte vira fremkalder sygdomme hos en lang række planter, såsom bederoer, kålroer, turnips, havre, kløver, jordbær, hindbær, stenfrugttræer, vin m.v.

I Danmark har man hidtil fundet fire jordbårne vira, nemlig tobaksmosaik-viruset, tobaksnekrose-viruset, rattle-viruset og arabismosaik-viruset.

Fremtidige undersøgelser vil forhåbentlig bringe nærmere klarhed over disse vira's udbredelse herhjemme; samtidig må det forventes, at flere andre af de vira, som denne afhandling omhandler, vil blive påvist herhjemme. — Klarlæggelsen af disse forhold må imidlertid anses for en meget vigtig plantepatologisk opgave, thi jo tidligere angreb erkendes, des lettere vil bekæmpelsen samt forebyggelsen af den videre udbredelse være.

I de følgende afsnit er der givet en omtale af de kendte jordbårne vira samt af nogle af de vigtigere sygdomme fremkaldt af disse. Den redegørelse, der er givet, må på ingen måde betragtes som fuldstændig, men blot som en hjælp til forståelse af de problemer, de jordbundne viroser frembyder, og som et arbejdsgrundlag for videre undersøgelser.

I. Tobaksmosaik-virus

Tobaksmosaik-virus har utvivlsomt optrådt i tobak og flere andre modtagelige planter i talrige år, og var da også det første patogen, der blev erkendt som et virus, nemlig i 1892 (IWANOWSKI). Siden da har tobaksmosaik-viruset været underkastet flere undersøgelser end noget andet virus, og litteraturen vedr. dette virus er ganske overvældende. Viruset optræder i talrige linier, og har et meget stort værtplanteområde.

Utvivlsomt findes det i alverdens lande, bl.a. af den grund, at at aktivt tobaksmosaik-virus forekommer i en meget stor part af røgtobakken, og med denne er spredt vidt omkring.

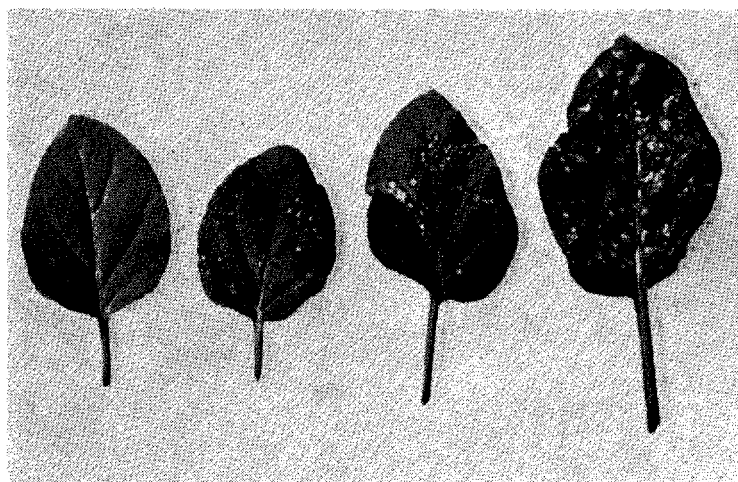


Fig. 1. Tobaksmosaik-virus. Lokale læsioner i *Nicotiana glutinosa*,
tv. sundt blad

I årsoversigt for Statens plantepatologiske Forsøg nævnes tomat-mosaiksyge (forårsaget af tobaksmosaik-virus) første gang i 1918, og tomat-stregsyge (fremkaldt af en linie af tobaksmosaik-viruset) omtales herhjemme i 1921, idet sygdommen ganske vist til at begynde med blev antaget at være forårsaget af en bakterie (*Bacillus lathyri*).

I 1943-44 forekom kraftige angreb af mosaiksyge i tobakskulturer her i landet (H. P. HANSEN, 1946), hvor tobaksdyrkning på grund af krigen var af betydelig interesse i Danmark.

I normale år (hvor tobaksdyrkning ikke forekommer) er det dog kun i tomatkulturerne, at man her i landet behøver at frygte tobaksmosaik-viruset og dets forskellige linier, men her er angreb også uhyre almindelige og forårsager hvert år ret betydelige tab for tomatdyrkningen som helhed, og undertiden særdeles alvorlige tab for enkelte virksomheder, hvor de mere ondartede linier (stregsygelineier etc.) får indpas. Endelig kan det tilføjes, at et virus, der er serologisk beslægtet med tobaksmosaik-viruset (uden dog at kunne inficere tobak), nemlig grønmosaik-virus hos agurk, i et enkelt år har optrådt stærkt udbredt og ondartet i adskillige agurkkulturer.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Tobaksmosaik-viruset og dets linier kan angribe talrige plantearter, hvoraf et repræsentativt udvalg skal nævnes her:

<i>Beta vulgaris</i>	<i>Nicotiana rustica</i>
<i>Capsicum sp.</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	<i>Petunia sp.</i>
<i>Cynoglossum amabile</i>	<i>Phaselia sp.</i>
<i>Datura stramonium</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
<i>Delphinium consolida</i>	<i>Phlox drummondii</i>
<i>Dimorphoteca aurantiaca</i>	<i>Physalis alkekengi</i>
<i>Emilia sagittata</i>	<i>Physalis angulata</i>
<i>Fagopyrum esculentum</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Gesneria sp.</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Hyoscyamus niger</i>	<i>Solanum melongena</i>
<i>Lycium sp.</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Lycopersicum esculentum</i>	<i>Spinacia oleracea</i>
<i>Martynia louisiana</i>	<i>Tagetes patula</i>
<i>Nicandra physaloides</i>	<i>Tetragonia expansa</i>
<i>Nicotiana glutinosa</i>	<i>Zinnia elegans</i>

B. SMITTEOVERFØRING

Tobaksmosaik-virus er uhyre smitsomt og overføres særdeles let ved alle former for mekanisk saftsmitte; et knækket hår på et blad er fuldt tilstrækkeligt for virusets indtrængen i en plante. Berøring af infektiøst materiale – hvad enten der er tale om levende eller dødt plantevæv (røgtobak etc.) med påfølgende berøring af modtagelige planter – vil i mange tilfælde forårsage infektion.

Egentlig insektoverføring er aldrig påvist. Ganske vist er det eksperimentelt vist, at en særlig græshoppe-art kan overføre tobaksmosaik-viruset, men her er i virkeligheden tale om en rent mekanisk saftsmitte befordret af det pågældende dyr.

Tobaksmosaik-viruset må henregnes til de vira, der har jordsmitte, og undersøgelser har vist, at viruset kan holde sig aktivt i flere år i en »smittet« jord – sandsynligvis i efterladte plantester. Imidlertid foregår infektion gennem rødderne ikke nær så let som gennem den modtagelige plantes overjordiske dele, og i de tilfælde roden inficeres, bliver infektionen ofte begrænset til denne.

Mens bevægelsen af tobaksmosaik-virus foregår let og temmelig hurtigt fra toppen og ned til roden, foregår bevægelsen den modsatte vej langsomt, og i mange tilfælde slet ikke.

Såfremt de overjordiske dele hos blot een plante i en kultur først er inficeret, vil det – med mindre særlige foranstaltninger gennemføres – ikke vare længe, før de øvrige planter i kulturen er smittet ved de forskellige former for mekanisk saftsmitte (kontaktsmitte, overføring med virusholdig saft på hænder eller på knive og andre redskaber etc.).

Spørgsmålet om frøsmitte har været diskuteret gennem mange år, og adskillige undersøgelser er gennemført i tidens løb – ikke mindst med frø fra inficerede tomatplanter. Mens det både ved udenlandske og danske undersøgelser af tomatfrø har været muligt at påvise frøskalsmitte i mange tilfælde, har egentlig frøsmitte ikke været påvist, og for tomatdyrkning synes frøskalsmitte ikke at have nogen praktisk betydning.

C. EGENSKABER M.V.

Temperaturresistensen for tobaksmosaik-viruset ligger meget højt og går for nogle liniers vedkommende op til omkring 93°C/10 min.; i nogle tilfælde er tørøpvarmning til 100°C/10 min. tålt, uden at infektiviteten helt er ødelagt.

Fortyndings-grænsen er også meget stor – i mange tilfælde over 1:1 000 000.

Tobaksmosaik-viruset er i det hele taget uhyre stabilt, og kan i modsætning til de fleste andre vira bevare infektiviteten i tørre plantedele gennem mange år.

Viruspartiklerne er stavformede og har en størrelse på 280×15 m μ .

D. DIAGNOSE

Den »klassiske« indikatorplante ved påvisning af tobaksmosaik-virus er *Nicotiana glutinosa*, hvor lokale, nekrotiske læsioner fremkaldes på de inokulerede blade i løbet af ca. 48 timer – undertiden endnu hurtigere. – Under normale temperaturforhold forbliver infektionen lokaliseret til de inokulerede blade, men ved ekstremt høje temperaturer (over 32°C) har det i nogle tilfælde

været muligt at fremkalde systemisk infektion af ovennævnte plante.

Ved inokulation af *Nicotiana tabacum* med alm. tobaksmosaik-virus fremkaldes som regel en systemisk mosaikspætning og ingen lokale læsioner. Visse linier af viruset kan dog også her forårsage lokale læsioner, der ikke altid følges af systemisk infektion.

Den hurtigste måde til påvisning af tobaksmosaik-virus i en plante er dog anvendelsen af serologiske undersøgelsesmetoder, og da viruset er særdeles let at opformere og meget stabilt over for de forskellige renfremstillingsmetoder, er fremstilling af antiserum med højt titer intet problem.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF TOBAKSMOSAIK-VIRUSET

Tobaksmosaik-viruset kan fremkalde alvorlige sygdomme hos adskillige planter – først og fremmest hos tobak, men endvidere hos tomater, peber m.v.

Her skal kun gives en kort omtale af de vigtigste sygdomme, der fremkaldes hos tomater.

1. *Tomat-mosaiksyge*

Hos tomater fremkalder tobaksmosaik-viruset flere former for mosaiksyge, alt efter hvilken linie af viruset der optræder i de angrebne planter.

Planternes udviklingstrin samt vækstbetingelserne er også i høj grad bestemmende for sygdomsbilledet. Gunstige vækstforhold kan således i nogen grad – dog ikke altid – undertrykke virus-symptomerne.

I nogle tilfælde har det været muligt at påvise virusinfektion i tomatplanter allerede to døgn efter smitteoverføringen. Herefter går i reglen 12-14 døgn, før symptomerne kan iagttages. Disse første symptomer viser sig ofte som en svag nervelysning i bladene, der senere bliver lysegrønt-mørkegrønt mosaikspættede og tillige buklede og bulede. Nogle linier af det pågældende virus fremkalder en stærkt gul mosaikspætning (aucubamosaik), mens en anden linie bevirker, at bladene på de inficerede planter bliver stærkt



Fig. 2. Tobaksmosaik-virus. Stribesygge
i tomatplante

deforme (i nogle tilfælde trådformede). Frugterne viser ret sjældent symptomer, uagtet en svag marmorering kan forekomme. En særlig linie af tobaksmosaik-viruset kan fremkalde indvendig brunfarvning af tomatfrugterne.

2. *Tomat-stribesygge*

En af de mange linier af tobaksmosaik-viruset er i stand til at fremkalde tomat-stribesygge.

Denne sygdom kan også fremkaldes af et viruskompleks sammensat af alm. tobaksmosaik-virus og kartoffel virus X.

Såfremt ganske unge planter angribes, går de i reglen helt til grunde, og når således sjældent at blive udplantet.

Karakteristiske symptomer på stribesygge omfatter sortbrune nekrotiske striber og pletter, der viser sig på både stængler, bladstilke, frugtstilke og blade. Samtidig bliver blade og stængler meget skøre. Frugtsætningen kan i ondartede tilfælde helt hindres, og i alle fald må man regne med, at et par klaser – i reglen de først ansatte – ødelægges.

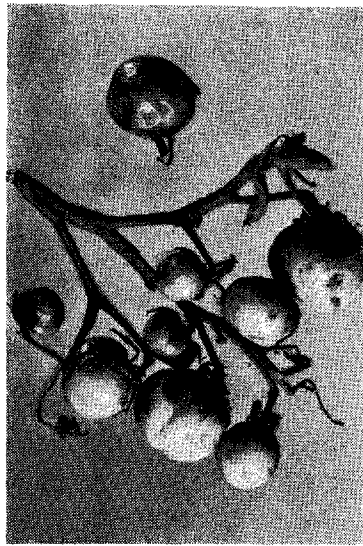


Fig. 3. Tobaksmosaik-virus. Stribesygge
i tomatfrugter

II. Rotterdam B-virus

I 1928 blev et tilsyneladende nyt virus i tobak beskrevet fra Sumatra i Indonesien.

Viruset, der blev opkaldt efter ejendommen, hvor det først blev fundet, synes kun at have en meget begrænset udbredelse.

Udover tobak har følgende planter vist sig modtagelige:

Amaranthus tricolor, *Celosia argentea*, *Colocasia esculenta*, *Gomphrena globosa*, *Limnocharis flava*, *Phaseolus vulgaris*, og *Solanum tuberosum*.

Viruset kan overføres ved mekanisk saftsmitte, og endelig er formodningen om jordsmitte blevet bekræftet eksperimentelt; udførte undersøgelser tyder på, at viruset er bundet til jordbundens lerfraktion.

Elektronmikroskopiske studier viser endvidere, at Rotterdam B-viruset har stavformede partikler, der minder stærkt om tobaksmosaik-virusets.

Yderligere har det vist sig, at tobaksmosaik-virus yder kryds-

beskyttelse mod infektion med Rotterdam B-virus, med hvilket det imidlertid ikke er serologisk beslægtet.

Symptomerne i tobak minder stærkt om dem, der fremkaldes af rattle-viruset:

Ca. 4 døgn efter mekanisk saftinokulation fremkommer nekrotiske læsioner på de inokulerede blade. Efter 14 døgns forløb fremkommer nekrotiske læsioner på de øvre bladstilke samt på den øverste del af stænglen samtidig med, at væksten hæmmes stærkt.

Senere »vokser planterne sig måske fra angrebet« og viser nu bare en svag spætning af de øvre blade og en fornyet vækst.

Hvor sunde tobaksplanter udplantes på »syg« jord, har de i nogle tilfælde allerede vist kraftige symptomer efter 10 døgns forløb.

III. Tobaksværgsyge-virus

I 1931 berettes fra Japan om en ny tobaks-virose, tobaksværgsyge (tobacco stunt), der især i frøbede med unge tobaksplanter forvolder stor skade.

Nærmere undersøgelser har siden klarlagt, at her er tale om en sygdom, der fremkaldes af et jordbårent virus, der i 1949 forvoldte en udbyttereduktion på ca. 10 pct. i tobaksdistriktet Hatano i Japan. Takket være dampsterilisering af jorden var tabene i 1950 reduceret til 3 pct., og i 1951 var sygdommen næsten helt elimineret.

Hos ca. 40 dage gamle planter, der vokser på »smittet« jord, fremkommer en lysning af smånerverne efterfulgt af nervenekrose. Endvidere er ringplet-symptomer almindelige. Yngre blade bliver krøllede og nedadrullede og på anden måde deformere og tillige mosaikspættede.

Ved jordoverfladen hos angrebne tobaksplanter fremkommer ofte en karakteristisk nekrotisk bånddannelse, og i karstrengene udvikles en brunlig nekrose.

Angrebne planter er stærkt svækkede og bladene rosetstillede. Høje temperaturer kan i nogen grad maskere symptomerne.

Det forårsagende virus kan ikke overføres ved mekanisk saftsmitte, men derimod ved podning. – Insektoverføring er ikke på-

vist. – Virusholdig jord tåler udtørring uden at miste infektiviteten, og selv ved »fortynding« af syg jord med sund jord i forholdet 1:127 er den opnåede blanding stadig smitsom; mens de øverste 2 cm af jordlaget hos en »syg« jord er meget infektiv, besidder den dybere liggende jord (under 2 cm) ingen smitteevne.

Tobaksværgsyge-viruset har sfæriske partikler med en diameter på 18 m μ .

IV. Tobaksnekrose-virus

Tobaksnekrose-virus blev første gang beskrevet i 1935 (K.M. SMITH og J. G. BALD).

Senere undersøgelser har vist, at der forekommer adskillige serologisk ubeslægtede vira, der på grund af andre lighedspunkter alle kan betegnes som tobaksnekrose-vira.

Fælles for disse vira er, at de alle har sfæriske viruspartikler; de har alle jordsmitte og kan alle overføres ved mekanisk saftsmitte, hvorimod insektoverføring ikke synes at forekomme.

De pågældende vira er ofte – dog ikke altid – begrænset til rødderne af angrebne planter. I »inficeret« jord kan viruset direkte påvises ved inokulation af jordekstrakter til egnede indikatorplanter. Næsten alle kendte tobaksnekrose-vira fremkalder omtrent den samme type lokale læsioner ved inokulation til *Phaseolus vulgaris* (undtagelse: tobaksnekrose-virus i chrysanthemum og begonia, beskrevet af BRIERLY og TRAVIS 1958).

Tobaksnekrose-vira er påvist i talrige lande verden over og hører sandsynligvis til de mest udbredte plante-vira.

Den forårsagede skade er overordentlig vanskelig at vurdere og bliver sandsynligvis ofte undervurderet.

Hos tulipaner og bønner kan tobaksnekrose-vira i alle tilfælde forårsage betydelige afgrødetab. Ligeledes er der grund til at formode, at de talrige planter, hvor tobaksnekrose-vira er lokaliseret i rødderne – og hvor overjordiske symptomer ikke iagttages – skades ved en mere eller mindre udpræget svækkelse af væksten.

Imidlertid synes det modsatte ejendommeligt nok også at kunne være tilfældet. I hvert fald har man ved amerikanske forsøg (YARWOOD, 1959) kunnet påvise forøget vækst, efter at en særlig

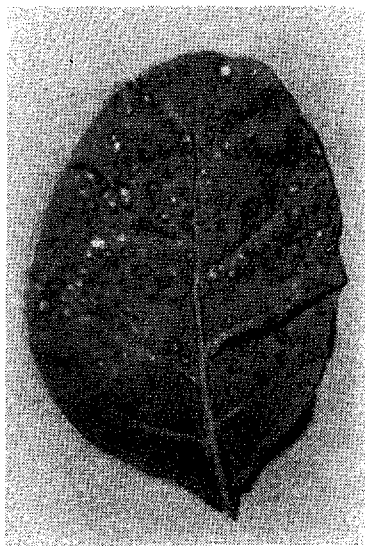


Fig. 4. Tobaksnekrose-virus i
Nicotiana tabacum »White Burley«

Foto: F.H.

type af tobaksnekrose-virus (isoleret fra *Cleome*) blev inokuleret til agurk, bønne, bomuld og *Cleome* sp. Antagelig er det første gang, man har påvist, at virusinfektion kan forårsage forøget vækst (sml. »bakterieknolde« hos bælplanter).

I Danmark er tobaksnekrose-virus flere gange påvist (undersøgelser ved Statens plantepatologiske Forsøg); i 1952 således i tulipan, bønner og *Primula obconica*, i 1956 i agurk og *Anemone coronaria*, og i 1959 i peberrod og i hindbær.

Endvidere har man i forbindelse med aspermi-undersøgelserne herhjemme fundet et tobaksnekrose-lignende virus i chrysanthemum.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Værtområdet for tobaksnekrose-vira er overordentlig stort, og utvivlsomt vil kommende års undersøgelser yderligere bevirke en udvidelse af registeret over modtagelige planter, både for så vidt angår spontant og eksperimentelt inficerede planter.

Nedenfor skal nævnes et udvalg af planter, modtagelige for tobaksnekrose-vira.

Spontant inficerede:

Anemone coronaria
A Armoracia lapathifolia
Aster sp.
Begonia sp.
Bouvardia sp.
Capsicum sp.
Chrysanthemum sp.
Cleome sp.
Cucumis sativa
Datura sp.
Fragaria sp.
Lactuca sativa
Lycopersicum esculentum
Nicotiana tabacum
Pelargonium sp.
Phaseolus vulgaris
Polyanthus sp.
Primula obconica
Rubus idaeus
Solanum tuberosum
Tulipa sp.

Eksperimentelt inficerede:

Flere af ovennævnte planter; derudover bl.a. følgende:

Beta vulgaris
Blitum virgatum
Chenopodium amaranticolor
Gomphrena globosa
Gossypium sp.
Tetragonia expansa
Vigna sinensis

B. SMITTEOVERFØRING

Alle hidtil fundne typer af tobaksnekrose-virus kan overføres ved mekanisk saftsmitte; dog er der nogen forskel på den lethed, hvorved overføringen foregår, hvilket afhænger af både virustype og værtplante.

I langt de fleste tilfælde, hvor mekanisk saftinokulation foretages, fremkaldes kun lokale læsioner på de inokulerede blade, og oftest er viruset begrænset til disse.

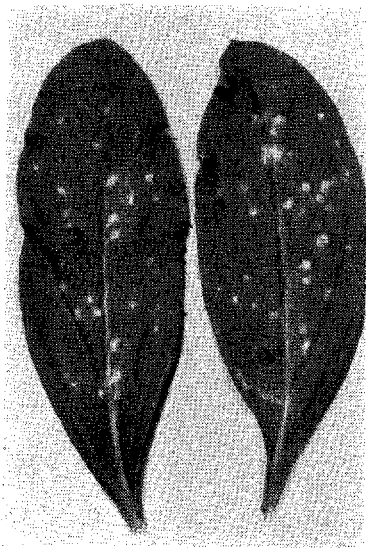


Fig. 5. Tobaksnekrose-virus i *Gomphrena globosa*

Foto: F.H.

Den langt hyppigst forekommende måde, hvorpå spontan infektion foregår, er ved jordsmitte, og de fleste planter, der smittes fra jorden, får kun rødderne inficeret, idet viruset af uforklarlige årsager ikke bevæger sig op til de overjordiske dele (undtagelser, se senere!).

Jordsmitten foregår antagelig på den måde, at viruspartikler trænger ind i rødderne gennem ganske små sår, der fremkaldes ved røddernes bevægelse gennem jorden. Eksperimentelt kan man gøre en virusfri jord »infektiv« ved at vande den med saft fra syge planter, og anbringes modtagelige planter i denne jord, optages viruset i rødderne, hvilket ikke er tilfældet, hvis planterne dyrkes direkte i en virusholdig væske (hvor ingen sår fremkaldes på rødderne).

Smitteoverføring ved podning, der for de fleste andre virus vedkommende er langt den sikreste overføringsmetode, er højst usikker, og lykkes kun i få tilfælde. Dette er en naturlig følge af, at de fleste planter angrebne af tobaksnekrose-virus kun er partielt inficerede.

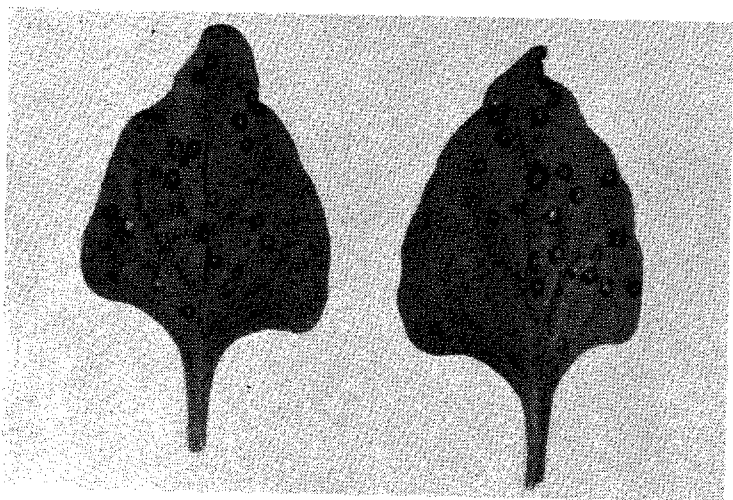


Fig. 6. Tobaksnekrose-virus i *Tetragonia expansa* Foto: F.H.

C. EGENSKABER M.V.

Temperaturresistensen hos tobaksnekrose-virus ligger mellem 72 og 92°C/10 min., og fortyndingsgrænsen varierer fra 1:10.000 til 1:1000.000.

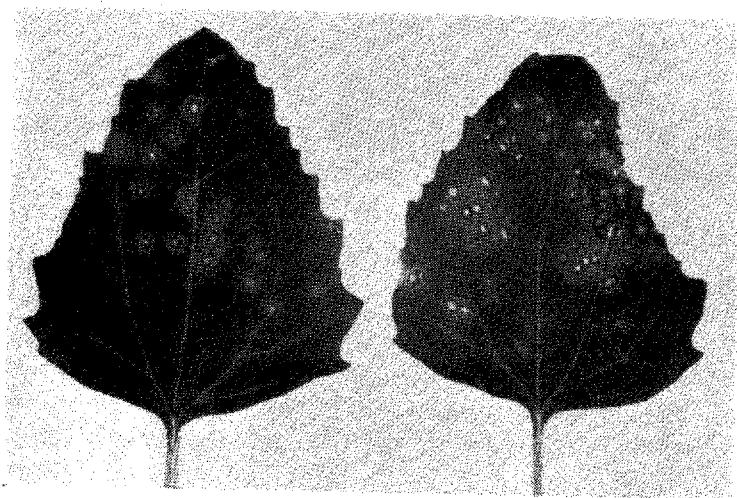


Fig. 7. Tobaksnekrose-virus i *Chenopodium amaranticolor*

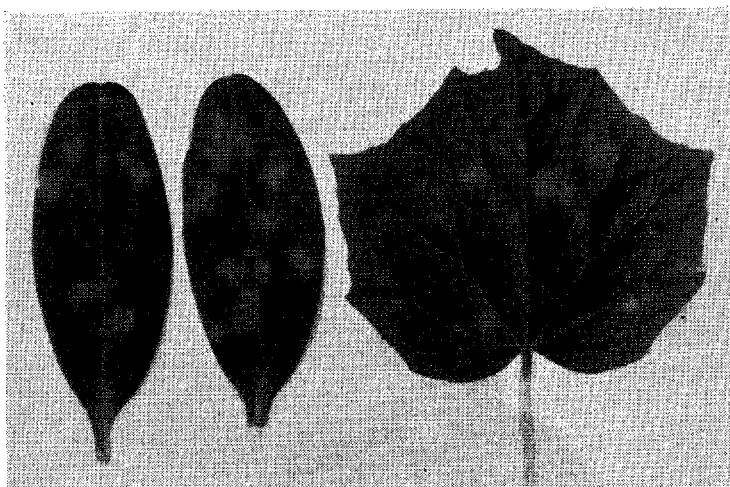


Fig. 8. Tobaksnekrose-virus i *Cucumis sativus* Foto: F.H.

Infektiviteten bevares i indtørrede plantedele – i hvert fald for nogle tobaksnekrose-virus vedkommende.

Viruspartiklerne er sfæriske med en diameter på ca. 20 m μ .

D. DIAGNOSE

For langt de fleste tobaksnekrose-vira er *Phaseolus vulgaris* og *Tetragonia expansa* sikre og hurtigt reagerende indikatorplanter. Begge reagerer i løbet af et par døgn efter inokulationen med tydelige lokale læsioner på de inokulerede blade. Det samme gælder i mange tilfælde for *Nicotiana tabacum* og *Cucumis sativus* samt flere andre planter.

Serologiske undersøgelsesmetoder er i høj grad også anvendelige ved bestemmelsen af infektion med tobaksnekrose-vira – såfremt man har antisera imod de forskellige typer.

Ved påvisning af tobaksnekrose-virus i jord kan man f.eks. lave en slemning af den pågældende jord i vand, og efter 6 timers henstand centrifugere den overflydende væske (7000 g/3 min.). Det herved opnåede bundfald opløses i en fosfatstødpude (pH 8), og det opnåede præparat inokuleres herpå til indikatorplanterne.

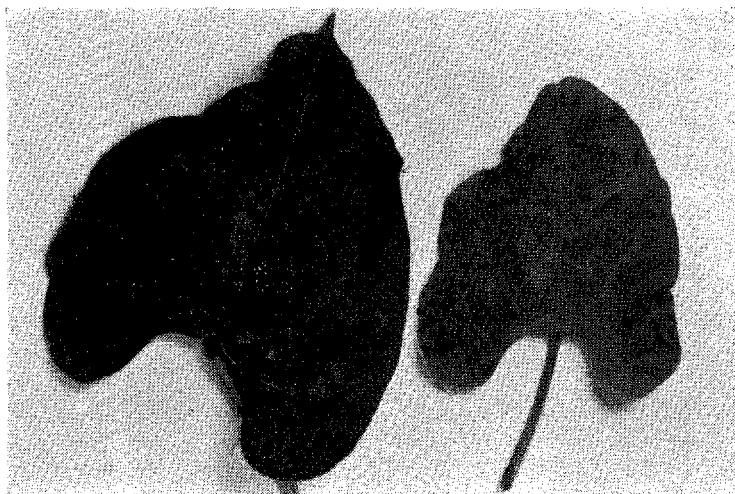


Fig. 9. Tobaksnekrose-virus i *Phaseolus vulgaris* Foto: F. H.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF TOBAKSNEKROSE-VIRA

1. Augustasyge

Augustasyge (Augusta ziekte) hos tulipaner har i flere år været kendt i Holland, men først forholdsvis sent blev det påvist, at sygdommen fremkaldtes af det jordbårne virus, tobaksnekrose-virus (KASSANIS, 1949). Fra England og især fra Holland er der gentagne gange rapporteret om alvorlige og udbredte angreb, og her i landet – hvor angreb først påvistes i 1952 – har vi også i enkelte år haft ret ondartede angreb, omend kun i få kulturer.

Sygdomsbilledet hos angrebne planter afhænger først og fremmest af sorterne, idet nogle tilsyneladende ikke påvirkes, selv om de inficeres, mens andre er særdeles modtagelige og følsomme. Til sidstnævnte hører især Korneforus og Korneforus-krydsningerne.

Karakteristiske symptomer omfatter fremkomsten af nekrotiske streger og pletter på blade, og undertiden tillige på blomsterstilke og blomster.

Hos småplanter breder nekrosen sig ofte hurtigt og bevirker »total udslettelse«.

Nekrosen hos større planter breder sig langsommere, og ofte visner her kun den ene halvdel (på langs) af et blad. Ret hyppigt

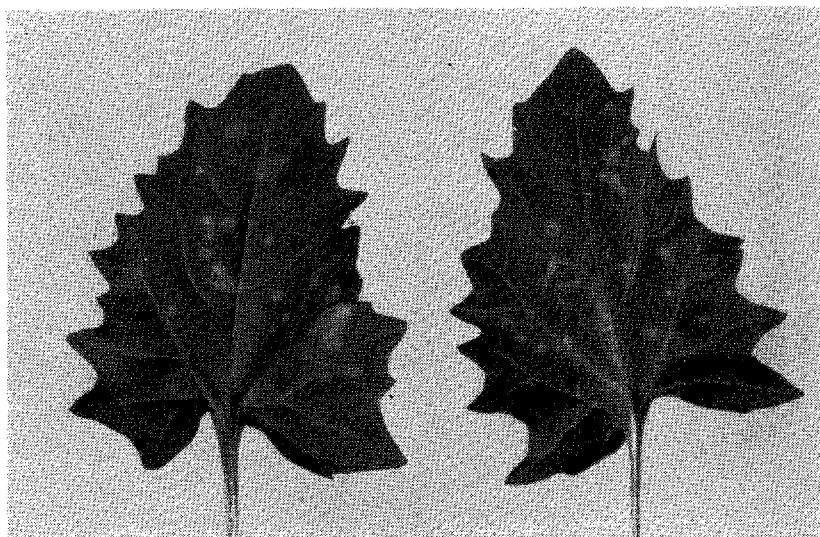


Fig. 10. Tobaksnekrose-virus i *Blitum virgatum*

Foto: F. H.

får hele den angrebne plante et stærkt forvredent udseende og frembringer kun dårligt udviklede eller slet ingen blomster.

Tilsyneladende har væksthetingelserne ret stor indflydelse på

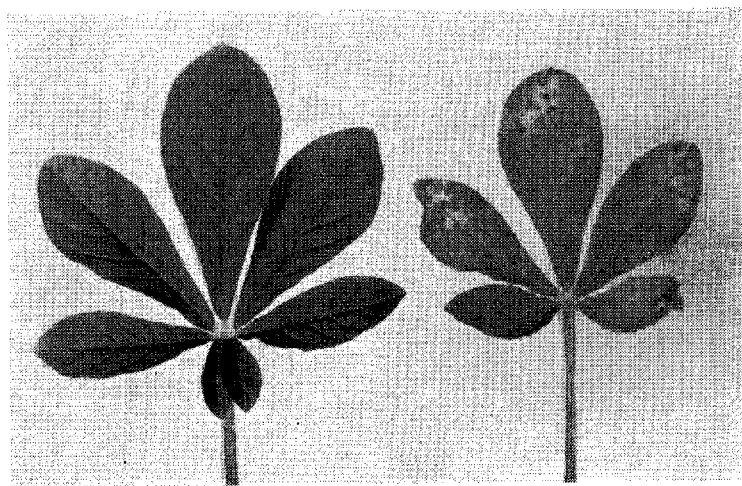


Fig. 11. Tobaksnekrose-virus i *Cleome spinosa*. Tv. sundt blad

Foto: F. H.

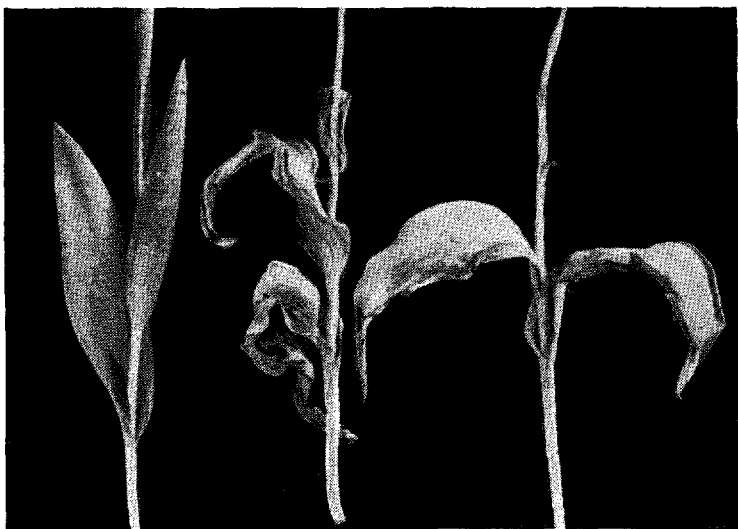


Fig. 12. Tobaksnekrose-virus («Augustasyge») i tulipan.
Tv. sund plante

symptomudviklingen og sandsynligvis også på smitteoverføringen, uden at man dog har fuld klarhed over disse forhold. Ifølge udførte undersøgelser ser det ud til, at virusinfektionen hovedsagelig sker ved spiren på løget.

For så vidt tulipaner angår kan mekanisk saftsmitte (med knive, sakse o.l.) mellem syge og sunde planter ikke ganske udelukkes.

2. Bønne-stregsyge (*Stippel streep*)

Bønne-stregsyge har forvoldt betydelige ødelæggelser i bønnekulturer i Holland, hvor man ved undersøgelser publiceret i 1948 (VAN DER WANT) påviste, at sygdommen fremkaldtes af et jordbårent patogen, der senere viste sig at være tobaksnekrose-virus (BAWDEN og VAN DER WANT, 1949).

Unge bønner kan inficeres allerede indenfor den første uge efter såningen i »syg« jord; derimod kommer symptomerne først betydeligt (indtil 7 uger) senere.

Angrebne planter svækkes ofte overordentlig stærkt og får deforme klorotiske blade. Endvidere fremkommer sorte streger på

stængler og bladstilke, og sædvanligvis visner planten helt ned i løbet af få uger efter symptomfremkomsten.

3. A.B.C.-syge

Hos kartofler i Holland omtales i 1957 en sygdom – A.B.C.-ziekte – der sandsynligvis er fremkaldt af tobaksnekrose-virus.

Angreb er i Holland fundet hos sorterne Bintje, Doré og Duke of York.

Inficerede knolde får i nogle tilfælde skurv lignende symptomer, såsom mørkebrune læsioner med stjerneformede revner.

I 1960 omtales fra Kalifornien en tilsvarende sygdom i kartofler. Ekstrakter fra den »syge« jord, hvori disse kartofler voksede, frembragte tobaksnekroselignende symptomer på bønner o.a. planter.

Det forårsagende virus havde ligesom tobaksnekrose-virus små sfæriske partikler.

V. Rattle virus

Den første omtale af en sygdom, der fremkaldes af rattle virus, hidrører fra Tyskland, hvor tobakssygdommen »Mauche« i 1899 blev beskrevet. Senere fik sygdommen i Tyskland navneforandring til »Streifeln und Krauselnkrankheit« (stribes- og krøllesyge) og endelig beskrives i 1943 en tilsvarende tobakssygdom fra Holland under navnet Ratel (Rattle).

1946 bliver en lignende tobakssygdom indgående beskrevet fra Danmark (H. P. HANSEN) hvor angreb i tobaksmarker på Fyn og i Jylland var almindelige i 1943 og 1944. Det nævnes i denne første danske omtale af sygdommen, at den især forekommer i regnfulde år og på fugtige jorder.

I 1947 og 1948 omtales fra Holland kartoffelsygdommen »stengelbont«, der fremkaldes af rattle viruset eller et meget nært beslægtet patogen. – I 1958 bliver rattle viruset beskrevet fra både Skotland og U.S.A., og sandsynligvis findes det pågældende virus mere eller mindre udbredt i adskillige lande udover de her nævnte.

Ved undersøgelser udført ved Statens plantepatologiske Forsøg, er rattle viruset gentagne gange påvist i jorder, hvor »indvendige rustpletter« er almindelig forekommende, når modtagelige kar-

toffelsorter (især Alpha) dyrkes på disse jorder (oftest tørre, lette sandjorder).

I 1958 rapporteredes fra Holland om alvorligt forekommende angreb af rattle virus i kulturer af tulipan, hyacinth, *Narcissus*, *Scilla*, *Crocus*, *Eremurus*, *Ornithogalum* og *Allium*. Og i Danmark påvistes (undersøgelser ved Statens plantepatologiske Forsøg) i 1959 enkelte angreb af rattle virus i tulipan og *Crocus* og desuden i *Solanum nigrum*.

Endvidere omtales i en amerikansk bulletin fra 1959 temmelig indgående undersøgelser af »Corky ringspot« hos kartofler – en sygdom der minder stærkt om de rustringe, der forekommer hos Alpha o.a. sorter her i landet. Ifølge de amerikanske undersøgelser fremkaldes rustringene af et virus eller viruskompleks, der har stor lighed med rattle viruset, selv om slægtsskabsforholdet endnu ikke er fuldt klarlagt.

Endelig bør det nævnes, at *Atropa belladonna* mosaik, der i 1943 blev beskrevet fra England, nu har vist sig at være fremkaldt af en linie af rattle viruset.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Rattle viruset har et overmåde stort værtplanteområde. Det er især tyske og hollandske undersøgelser, der har klarlagt dette.

Mange plantearter er fundet spontant inficeret, og eksperimentelt er viruset overført til over 350 plantearter, hørende til vidt forskellige plantefamilier.

Mange planter kan inficeres, uden at ydre symptomer fremkaldes (symptomløse smittebærere), ligesom partiel infektion er særdeles almindelig.

Nedenfor skal nævnes et udsnit af de mange modtagelige plantearter:

Allium sp.

Atropa belladonna

Avena sativa

Beta vulgaris

Brassica campestris var. *rapifera*

Callistephus sinensis

Capsella bursa-pastoris

Chenopodium amaranticolor

Crocus sp.

Cucumis sativus

Eremurus sp.

Fragaria sp.

Geranium molle

Gomphrena globosa

Hieracium sp.

Hyacinthus sp.

<i>Hyoscyamus niger</i>	<i>Plantago major</i>
<i>Lycopersicum esculentum</i>	<i>Rheum sp.</i>
<i>Myosotis arvensis</i>	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Narcissus sp.</i>	<i>Scilla sp.</i>
<i>Nicotiana glutinosa</i>	<i>Secale sp.</i>
<i>Nicotiana silvestris</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Nicotiana tabacum</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Ornithogalum sp.</i>	<i>Solanum tuberosum</i>
<i>Petunia hybrida</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Phaseolus vulgaris</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Phlox drummondii</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Phlox paniculata</i>	<i>Tulipa sp.</i>
<i>Pisum sativum</i>	

B. SMITTEOVERFØRING

Allerede i de første rapporter om rattle virus er der stærke formodninger fremme om, at der her er tale om et jordbårent patogen, og dette bevistes klart ved hollandske forsøg (udført af QUANJER).

Hvorledes selve smitteoverføringen i jorden foregår har længe været ret gådefuldt, men i adskillige år har man regnet med, at en eller anden jordboende organisme var i stand til at overføre viruset.

En overgang troede man (H. P. HANSEN) på muligheden af overføring med jordboende svampe, hvilket dog ikke kunne bevises. — Hollandske undersøgelser udført i de allerseneste år synes nu temmelig entydigt at pege på smitteoverføring ved hjælp af nematoden *Trichodorus pachydermus*¹.

En jord, der indeholder rattle virus, synes at tabe infektiviteten hurtigere, end hvor det drejer sig om flere af de andre jordbårne vira, og utvivlsomt betyder tilstedeværelsen af inficerede planter (heriblandt ukrudtsplanter) i en mark temmelig meget for opretholdelse af smitstof i jorden. — Ligesom adskillige andre vira kan rattle viruset ikke bevare infektiviteten i lufttørret jord. Dette er højst sandsynligt årsagen til, at infektiviteten i en »syg« jord er forholdsvis lille i det øverste lag (der er mest udsat for udtørring).

1. Ligeledes kan iflg. nylig offentliggjorte engelske forsøg *T. primitivus* optræde som vektor.



Fig. 13. Rattle virus. Lokale læsioner
i *Nicotiana tabacum* »White Burley«

Foto: F. H.

Hollandske undersøgelser med tulipaner, der blev lagt i henholdsvis 5, 10 og 22 cm's dybde, viser, at der ved sidstnævnte læggedybde blev smittet næsten 3 gange så mange løg som ved førstnævnte.

Rattle viruset kan – omend ofte med vanskelighed – overføres ved mekanisk saftsmitte.

Spontan foregår der dog næppe nogen videre smittespredning ad den vej, og visse planter såsom kartofler og tulipaner synes praktisk talt umulige at inficere ved mekanisk saftinokulation. – I øvrigt er der også stor forskel på de forskellige linier af rattle viruset med hensyn til den lethed, hvormed smitteoverføringen foregår, ligesom reaktionen, der fremkaldes i de modtagelige planter, varierer stærkt med viruslinien. Således fremkalder nogle linier tydelige – og ofte meget kraftige – systemiske symptomer i *Nicotiana tabacum*, mens andre linier fremkalder ingen eller overordentlig svage symptomer, der ofte er begrænset til de inokulerede blade.



Fig. 14. Rattle virus. Systemiske symptomer i *Nicotiana tabacum* »White Burley«

Foto: F. H.

Symptomudviklingen i tobak og andre inficerede planter afhænger også af vækstbetingelserne. Viruslinier og indikatorplanter, der i vinterhalvåret giver tydelige symptomer, vil om sommeren ofte kun frembringe svage symptomer eller slet ingen.

Ud over de ovenfor nævnte muligheder for smitteoverføring er det lykkedes at overføre rattle viruset ved hjælp af snylteplanten *Cuscuta campestris*.

C. EGENSKABER M.V.

Rattle viruset har en inaktiveringstemperatur, der ligger mellem 70 og 85°C (afhængig af linien). Fortyndingsgrænsen varierer utvivlsomt også med viruslinien, men har i nogle tilfælde været over 1:100.000. Holdbarheden in vitro er over 6 uger. Virusholdig plantesaft tåler opbevaring ved $\pm 10^{\circ}\text{C}$ i 10 døgn uden at tabe væsentlig i infektivitet.

Denne bevares også efter fældning med ammoniumsulfat. Rattle

viruset har stavformede partikler af to længder, nemlig ca. 150 og ca. 300 m μ . Kun de længste partikler er infektiøse, uagtet begge kategorier synes at være nukleoproteiner af analog sammensætning.

D. DIAGNOSE

Ved påvisning af rattle virus i planter benytter man sig først og fremmest af infektionsforsøg, hvor man søger at overføre smitstof til indikatorplanter, af hvilke man stort set anvender de samme, som anvendes ved diagnosen af de fleste hidtil nævnte jordbårne vira.

Nicotina tabacum. 2-8 døgn (afhængig af viruslinier, vækstbetingelser m.v.) efter inokulationen fremkommer få eller mange store, nekrotiske læsioner, der ofte er ringformede. Systemiske symptomer består af nekrotiske ringe og linier og forekommer også i nogle tilfælde, men langt fra altid (afhænger af viruslinie og årstid m.v.).

Nicotiana glutinosa. Få eller mange ofte ringformede nekrotiske eller klorotiske pletter udvikles på de inokulerede blade. I visse tilfælde fremkaldes systemiske symptomer, der omfatter spætning samt nekrotiske linier og ringe.

Chenopodium amaranticolor. Store nekrotiske læsioner fremkommer på de inokulerede blade; systemisk infektion forekommer ikke.

Cucumis sativus. Inokulerede kimblade frembringer lokale nekrotiske eller klorotiske læsioner, hvorimod systemisk infektion ikke forekommer.

Ud over påvisning af rattle viruset ved overføring til indikatorplanter, kan serologiske undersøgelsesmetoder i nogen grad anvendes ved diagnosen.

Hidtil har det ikke været muligt – trods adskillige forsøg – at påvise rattle virus direkte i »smittede« jorder ved undersøgelse af jordekstrakter o.l. – Derimod kan man fastslå tilstedeværelsen af det pågældende virus i jord ved hjælp af »fangplante-metoden« (se under Arabis mosaik virus), idet man som fangplanter f.eks. kan anvende diverse tobaksarter.

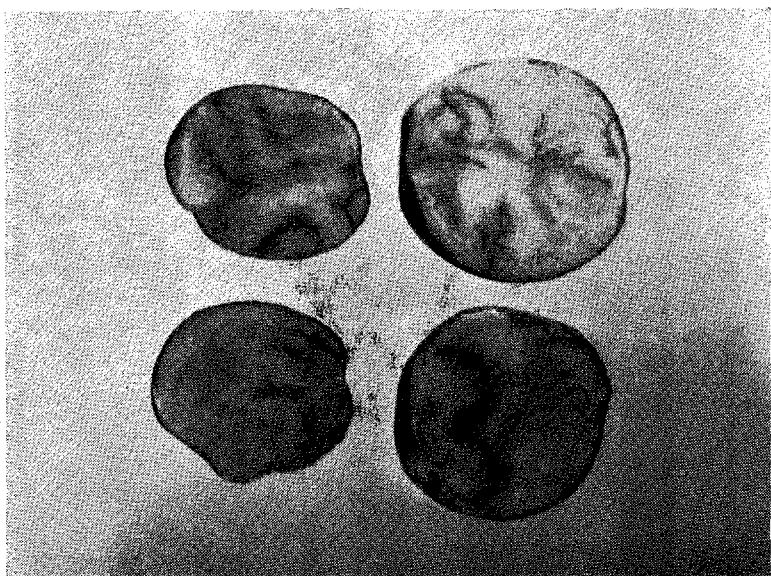


Fig. 15. Rattle virus? Ring- og bueformede rustpletter i kartoffelknold

E. SYGDOMME FREMKALDT AF RATTLE VIRUS

Rattle viruset eller dets linier kan fremkalde sygdomme hos adskillige planter. Her skal kun omtales enkelte af de mere betydningsfulde, nemlig angreb på kartofler og blomsterløg, idet det dog bør understreges, at alvorlige sygdomme også kan fremkaldes i tobak, i hvilken plante viruset først blev påvist.

1. Rustpletter i kartofler

a. *Prikformede rustpletter* (Stengelbont; Stem mottle). I Holland har man i adskillige år kendt en kartoffelsygdom, der benævnes stengelbont, og i 1948 berettes om undersøgelser, hvor rattle virus blev påvist som årsagen. Angrebne kartoffelplanter, der fortrinsvis forekommer på lette sandjorder og tørvejorder, udviser i nogle tilfælde en mere eller mindre kraftig mosaikspætning på bladene, ofte i form af gule ringe og buer; i reglen viser kun en enkelt stængel på en angrebet plante symptomer. Nogle af knoldene – ofte kun få – hos angrebne planter er stærkt deforme samt fyldt med ganske små rustpletter eller -prikker.



Fig. 16. Rattle virus. Mørke striber
på kronblade af tulipan

Foto: F. H.

Sygdommens optræden varierer stærkt fra år til år, og mens den i visse år optræder meget ondartet, er angrebene i andre år meget godartede.

Utvivlsomt spiller vækstfaktorerne en betydelig rolle for sygdommens udvikling, ligesom der også er stor forskel på de forskellige kartoffelsorters modtagelighed.

b. Ring- og bueformede rustpletter (Spraing; Corky ring-spot; Ring necrosis). I 1952 blev rattle viruset fundet på et jysk hedeareal, hvor rustpletter i kartofler var stærkt udbredt året forud. Senere er det samme virus fundet andre steder i forbindelse med rustpletforekomster i kartoffelknolde. Rustpletterne her omfatter dels mere eller mindre udflydende brune pletter, og dels tydeligt – ofte skarpt – afgrænsede ring- eller bueformede nekroser. Særlig ondartede angreb er forekommet i sorterne Alpha og Kennebec. Hvorvidt disse danske rustplet-forekomster skyldes rattle viruset er dog ikke fuldt klarlagt, men overmåde sandsynligt.

Også fra adskillige andre lande rapporteres om lignende angreb.

I 1957 berettes således om angreb af den såkaldte »Ring necrosis« i sorten Kerrs Pink i Skotland. – I modsætning til de danske sygdomstilfælde, hvor nævneværdige top-symptomer ikke er iagttaget, bliver de angrebne planter i Skotland dværgagtige og buskede og får nekrotiske streger på stænglerne samt krøllede, misformede blade med gule pletter og nekrotiske, ætsende figurationer.

Fra U.S.A. berettes i 1959 om »Corky ringspot«, der synes at have meget tilfælles med de europæiske rustpletforekomster.

Her har man eksperimentelt fremkaldt de ringformede rustpletter ved infektion med vira, der besidder de samme fysiske egenskaber som rattle viruset, og som i en lang række indikatorplanter fremkalder symptomer, der er identiske med dem, rattle viruset fremkalder.

2. Sygdomme hos blomsterløg fremkaldt af rattle viruset

a. *Angreb hos tulipan.* På bladene hos angrebne planter fremkommer lyse-gullige striber og pletter, der især kan iagttages i gennemfaldende lys. Rødblomstrede sorter får mørke striber på kronbladene – et symptom, der har nogen lighed med visse former for tulipan-mosaiksyge. – Tilsyneladende kan tulipanerne kun smittes fra jorden, hvor smitteoverføringen overvejende sker samtidig med den begyndende roddannelse hos tulipanerne.

b. *Angreb hos hyacinther (»Malaria«).* Bladene hos angrebne planter får lysegrønne til gullige områder, der undertiden nekrotiseres.

I overskårne løg ses hyppigt brune, nekrotiske partier. Sygdommen hos hyacinther optræder i Holland især på nyopdyrket sandjord.

c. *Angreb hos crocus.* På bladene fremkommer brune, nekrotiske striber.

VI. Sukkerrør-stregsyge-virus

Sukkerrør-stregsyge (Sugar cane chlorotic streak) nævnes første gang i 1928 i beretning fra Java.

Sygdommen er endvidere rapporteret fra U.S.A., Formosa, Australien og Guayana.

Angrebne planters reaktion afhænger både af vækstbetingelserne og af sorten; under meget fugtige forhold lider angrebne planter betydeligt mere end under tørre forhold.

Karakteristiske symptomer består af ret korte, klorotiske streger, der forekommer på både blade og bladskeder. I ondartede tilfælde bliver stregerne efterhånden nekrotiske, bladene visner, og rødderne dræbes.

Sundt plantemateriale gav i forsøg ca. 24 pct. større udbytte end sygt.

Varmtvandsbehandlinger (52°C/20 min.) af sygt materiale før udplantningen af dette reducerede antallet af syge planter og hævdede udbyttet i betydelig grad. Udvalgelse og opformering af sundt materiale er dog en lige så virkningsfuld – og billigere – foranstaltning.

Det forårsagende virus kan ikke overføres ved almindelig mekanisk saftsmitte, og frøsmitte er heller ikke påvist. – Eksperimentelt har sygdommen været overført af cikaden *Dracæculacephala portola*, men hvor meget dette insekt betyder for den spontane spredning er ikke klarlagt.

En væsentlig årsag til smittespredningen er utvivlsomt den kendsgerning, at jordsmitte forekommer, og med sygt plantemateriale kan viruset introduceres til nye arealer.

VII. Hvedemosaik-virus

Hvedemosaik (Wheat mosaic) blev i 1919 første gang iagttaget i Illinois og Indiana i U.S.A.

Siden er sygdommen fundet i mange andre stater i U.S.A., og i adskillige af disse har der flere gange været tale om særdeles ondartede angreb.

Fra Illinois nævnes allerede i 1923 udbyttetab helt op til 75 pct. på grund af hvedemosaik, og siden da har der ofte været tale om alvorlige angreb i samme stat, hvor udbredelsen af »syge« områder er så stor, at man – hvis resistente hvedesorter ikke var tiltrukket og anvendt – havde måttet opgive hvededyrkningen.

I 1944 rapporteres fra Missouri om op til 50 pct. tab i angrebne hvedemarkers.

I 1949 rapporteredes om de første angreb i Kansas, og siden da

har hvedemarkerne i denne stat hyppigt været hjemsøgt af tabgivende angreb i varierende grad. 1952 varierede udbyttenedgangen fra 8 til 13 pct. i de angrebne marker, i 1959 var den gennemsnitlige tabsprocent i angrebne marker 26, og i 1957 var angrebsprocenten 16. Da 400 000 acres i Kansas indeholder »smittet« jord, vil selv svage angreb betyde store tab for hvededyrkningen som helhed, og i de år, hvor alvorlige angreb forekommer, vil virkningen være katastrofal for hvededyrkningen.

Hvedemosaik-viruset optræder i flere linier, og de symptomer, der fremkaldes i angrebne planter, afhænger i nogen grad af, hvilken linie der optræder. Endvidere afhænger symptomerne af hvedesorten og af vækstbetingelserne.

Fra Kansas rapporteres, at hvedesorten Concho er højresistent og derfor (1957) giver bedst udbytte i de »syge« områder. – Dog holder resistensen ikke altid. Atlas-hveden, der ikke tidligere havde været angrebet, hjemsøgte således i 1952 af hvedemosaik-virus.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Tilsyneladende er værtplante-området for hvedemosaik-viruset ret begrænset. Byg og rug kan angribes, men det er dog først og fremmest hvede, der lider under angrebet. Mangeblomstret hejre (*Bromus commutatus*) kan ligeledes angribes, men i øvrigt synes de fleste vilde græsser at være immune over for infektion med det pågældende virus.

B. SMITTEOVERFØRING

Hvedemosaik-viruset er rent eksperimentelt overført ved mekanisk saftsmitte, men da denne form for overføring er ret vanskelig, foregår spontan smittespredning næppe ad denne vej.

Frøsmitte synes ikke at forekomme, ligesom insektoverføring heller ikke er påvist.

Allerede i 1923 var man klar over, at visse jorder disponerede særlig for hvedemosaik-angreb, og gennem talrige undersøgelser er det sikkert fastlagt, at hvedemosaik-viruset har jordsmitte.

Virusmitstoffet kan forekomme i flere forskellige jorder, men tilsyneladende bevares infektiviteten bedst i fugtige jorder; her har smitteevnen »holdt sig« i 6 år.

Virusholdig jord tåler dog temmelig stærk udtørring, hvilket vil sige, at en spredning kan forekomme ved jordfygning.

Amerikanske undersøgelser (SILL, 1958) tyder på, at der ikke er væsentlig forskel på en »syg« jords infektivitet i dybder ned til 25 cm (målt med intervaller på 5 cm).

Ved andre undersøgelser skulle infektivitet være påvist i 65 cm's dybde.

Udførte undersøgelser har endvidere vist, at infektionsperioden er begrænset til frøplantestadiet, idet planterne er mest modtagelige, når de er ca. 4 uger gamle. Under gunstige smittebetingelser er ca. 1 uges ophold i den »syge« jord tilstrækkelig til, at unge planter smittes; dette sker ikke ved jordtemperaturer over 16°C. Høj jordfugtighed fremmer infektionen.

Det vides endnu ikke, hvorledes viruset forekommer i jorden, og hvorledes jordsmitten egentlig foregår. Nematoder har været mistænkt som vektorer, men hidtil udførte undersøgelser i den retning har givet negativt resultat.

C. EGENSKABER M.V.

Hvedemosaik-viruset synes at være temmelig stabilt. Det bevarer smitteevnen både i lufttørret jord og i meget fugtig jord.

En syg jords smitteevne kan derimod ødelægges ved varmebehandling eller ved tilsætning af formaldehyd.

Renfremstillede viruspræparater tåler fortyndinger på 1:8000, uden at smitteevnen går tabt.

Viruspartiklerne er stavformede med et tværsnit på 25 m μ ; længden varierer fra 400 til 700 m μ .

D. DIAGNOSE

Ved tilsåning af »syg« jord med modtagelige hvedesorter kan viruset påvises.

Triticum spelta angives som en anvendelig indikatorplante. Et diagnostisk kendetegn er i øvrigt de intracellulære legemer, der fremkommer i inficeret plantevæv.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF HVEDEMOSAIK-VIRUSET

Hvedemosaisyge

Sygdommen forekommer i reglen kun hos efterårssået korn, men under amerikanske forhold er det sjældent, at sygdommen viser sig om efteråret; dette kan dog ske under særlig kølige vejrforhold.

I almindelighed kan hvedemosaisyge imidlertid først erkendes om foråret, hvor man i de angrebne marker kan iagttage større eller mindre gullige til lysegrønne »pletter« fra 1 til 100 meter i diameter. Undertiden kan hele marker være totalt inficerede.

På den enkelte plante viser symptomerne sig som uregelmæssigt formede streger og pletter, der er bleggrønne eller lysegule. Bladene kan af og til affarves, så kun enkelte grønne partier (i form af striber) er tilbage.

Nogle hvedesorter reagerer over for infektion ved dannelsen af talrige, korte skud, der bærer korte blade. Planten får herved et dværgagtigt, kompakt udseende (rosette). Bladene på sådanne planter bliver efterhånden blågrønne; i andre tilfælde dør de rosetteagtige planter meget tidligt.

VIII. Japansk hvedemosaik-virus

I Japan forekommer et jordbårent hvedemosaik-virus, der har meget tilfælles med det jordbårne hvedemosaik-virus, der er almindeligt udbredt i U.S.A.

Imidlertid synes det japanske virus på enkelte, men afgørende punkter at adskille sig fra det amerikanske.

Mens det må anses for højst sandsynligt, at amerikansk hvedemosaik-virus overføres af en jordboende organisme (måske nematode), er det efter udførte undersøgelser rimeligt at antage, at japansk hvedemosaik-virus ikke behøver nogen vektor for, at overføringen fra jorden kan finde sted.

Det har nemlig vist sig, at slemninger af lerfraktioner fra »smitet« jord kan anvendes som inokulat, med hvilket sunde planter kan inficeres ved mekanisk inokulation. Og i disse lerfraktioner har det ikke været muligt at finde mikroorganismer, der kunne anses for vektorer.

Infektiviteten af lerfraktioner med partikler under 2μ i diameter (heriblandt såvel uorganiske som organiske kolloide substanser) er betydeligt større end fraktioner med partikler større end 2μ .

Virusfri jord kan gøres infektiv ved tilførsel af saft fra syge planter, og infektiviteten kan bevares længe. I et forsøg blev hvede sået i en jord, der 8 måneder tidligere var tilført virusholdig saft – og hvedeplanterne blev inficeret.

På grundlag af de her nævnte og adskillige andre undersøgelser konkluderer de japanske forskere, at japansk hvedemosaik-virus forekommer i jorden adsorberet til jordpartiklerne i lerfraktionen, der har kolloidal karakter og evnen til adsorption af proteiner.

IX. Havremosaik-virus

De første beretninger om havremosaik-virus hidrører fra U.S.A., hvor angreb blev iagttaget i 1943. Sygdommen forekom særlig ondarter i 1944, men alvorlige angreb er også rapporteret i 1953 og 1955.

Rent eksperimentelt er det lykkedes at inficere hvede (ved saftinokulation), men spontan infektion forekommer tilsyneladende kun hos havre og kun ved smitte fra jorden.

Hverken insektsmitte eller frøsmitte er påvist, men det anses for sandsynligt, at en jordboende organisme (måske nematode) befordrer overføringen i jorden.

Under amerikanske forhold regner man kun med smittefare for den efterårssåede havre; risikoen for den forårssåede havre anses derimod for minimal.

Efterårstemperaturer på $15-17^{\circ}\text{C}$ over en periode på 30-60 døgn fremmer infektionsmulighederne.

Symptomerne fremkommer som regel først om foråret og bliver tydeligst i køligt vejr. Havremosaik-viruset optræder i flere linier, der fremkalder forskellige symptomer i havreplanterne (også afhængig af havresorten); her skal omtales to sygdomsbilleder:

a. Topblad-mosaiksyge

Parallelt med bladenes længdeakse fremkommer lysegrønne-gule streger og pletter; undertiden udviser bladene en klorotisk spætning. Symptomerne, der er tydeligst nær den apikale del af de tre øverste blade, maskeres eller svækkes af høje temperaturer.

b. Øjeplet-mosaiksyge

På bladene fremkommer klorotiske pletter samt større diffuse klorotiske områder. Særlig karakteristisk er de såkaldte øjepletter med lysegrøn-askegrå rande og grønne centre. Symptomerne er særlig iøjnefaldende, når planterne omtrent har afsluttet væksten.

X. Arabis mosaik virus

I 1944 beskrives fra Cambridge, England (SMITH og MARKHAM) et tilsyneladende nyt virus, fundet i een plante af *Arabis hirsuta*, der i flere år havde været dyrket under glas.

Viruset, der er blevet benævnt Arabis mosaik virus, betegnes i 1944 som værende af ringe økonomisk betydning – hvilket imidlertid senere års undersøgelser har modbevist.

Ved de oprindelige undersøgelser i Cambridge viste man, at viruset – omend med vanskelighed – kunne overføres ved mekanisk saftsmitte, hvorimod overføring med bladlus ikke syntes mulig. – Som modtagelige planter angives udover *Arabis hirsuta* følgende: *Nicotiana tabacum* »White Burley«, *Nicotiana glutinosa*, *Solanum nodiflorum*, *Cucumis sativus* og *Phaseolus vulgaris*.

I nogle år var der så »ret stille« om det nyopdagede virus, men de senere års undersøgelser har nu godtgjort, at Arabis mosaik viruset og dets forskellige linier (former) er uhyre udbredt og er årsag til adskillige sygdomme hos mange forskellige planter, såsom hindbær, jordbær, vin, agurker, rabarber o.fl.a. planter. Endelig har man påvist jordsmitte hos det pågældende virus, og i den allerseneste tid er det lykkedes at påvise nematode-overføring af viruset, hvilket unægtelig åbner ganske nye perspektiver for viruset og dets fremtidige udbredelse – og bekæmpelse.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Arabis mosaik viruset og dets beslægtede former er i stand til at inficere mange forskellige plantearter. Adskillige planter er fundet spontant inficeret med viruset, mens andre ved eksperimentel virusoverføring har vist sig modtagelige.

Blandt de modtagelige planter kan flere optræde som symptomløse smittebærere; det gælder således *Trifolium* sp. samt ukrudtsplanterne *Taraxacum officinalis*, *Cerastium* sp. og *Anagallis arvensis*, og uagtet systemisk infektion forekommer, viser der sig ingen eller kun svage symptomer hos inficerede planter af *Brassica campestris* var. *rapifera* (turnips), *Brassica pekinensis*, *Datura stramonium*, *Lycopersicum esculentum* (tomat) og *Nicotiana glutinosa*.

Hos adskillige spontant inficerede planter må man endvidere regne med, at viruset ofte er lokaliseret i rødderne, således at toppen af den grund er symptomløs, selv om de pågældende planter ved direkte inokulation til de overjordiske dele også ville udvise symptomer på disse.

Nedenfor skal angives planter, der har vist sig modtagelige for Arabis mosaik virus, idet det skal understreges, at værtområdet omfatter langt flere end de nævnte planter:

<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Lycopersicum esculentum</i>
<i>Arabis hirsuta</i>	<i>Nicotiana clevelandii</i>
<i>Armoracia lapathifolia</i>	<i>Nicotiana glutinosa</i>
<i>Beta vulgaris</i>	<i>Nicotiana rustica</i>
<i>Brassica campestris</i> var. <i>rapifera</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>
<i>Brassica pekinensis</i>	<i>Petunia hybrida</i>
<i>Capsella bursa pastoris</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
<i>Cerastium</i> sp.	<i>Pisum sativum</i>
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	<i>Plantago</i> sp.
<i>Cucumis sativus</i>	<i>Rheum</i> sp.
<i>Datura stramonium</i>	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Digitalis purpurea</i>	<i>Rubus occidentalis</i>
<i>Fragaria</i> sp.	<i>Solanum nodiflorum</i>
<i>Glycine</i> sp.	<i>Taraxacum officinale</i>
<i>Gomphrena globosa</i>	<i>Trifolium</i> sp.
<i>Kickxia spuria</i>	<i>Vigna</i> sp.
<i>Lactuca sativa</i>	<i>Vitis</i> sp.

B. SMITTEOVERFØRING

I den først fremkomne beretning om Arabis mosaik virus (Cambridge, 1944) nævnes, at virusoverføringen mellem urteagtige planter kan foregå ved mekanisk saftsmitte – dog så vanskeligt, at denne overføringsmåde næppe spiller nogen rolle for den spontane spredning af viruset. Senere er det ved mekanisk saftsmitte lykkedes at overføre det pågældende virus fra træagtige planter, såsom hindbær og vin.

Allerede i 1953 omtaltes fra U.S.A. (HEWITT og DELP) jordsmitte for en vin-virose, der senere skulle vise sig at være fremkaldt af en linie af Arabis mosaik viruset, og ved undersøgelser i Skotland i 1956-58 (CADMAN og HARRISON) påvist jordsmitte for en anden linie af samme virus – denne gang i forbindelse med en alvorlig sygdom i hindbær (»hindbær gul dværgsyge«).

Det vil sige, at når modtagelige planter (i mange tilfælde ukrudtsplanter) sås eller plantes på en virusholdig jord, er de stærkt udsatte for at blive inficerede.

Omvendt kan man »inficere« en »sund« jord ved at tilplante den med virusinficerede planter, hvorimod det ikke er muligt at gøre en jord smitsom ved at tilføre saft fra inficerede planter.

Det har endvidere vist sig, at Arabis mosaik viruset – i hvert fald hos nogle planter – kan overføres gennem frøet; det gælder således hos *Glycine* sp. (soja), *Vigna* sp. og *Petunia*. Sandsynligvis vil frøsmitte også kunne forekomme hos flere af de almindelige ukrudtsplanter.

I 1958 fremkom den første beretning om virusoverføring med nematoder (HEWITT et al.).

Det drejede sig om en linie af Arabis mosaik virus, der fremkalder den berygtede vin-virose Fanleaf, som ved amerikanske undersøgelser overførtes af nematoden *Xiphinema index* Thorn & Allen.

Ved undersøgelser i Storbritannien (East Malling, Dundee og Rothamsted) i 1958-60 er det også lykkedes at overføre Arabis mosaik-linien, der fremkalder »Hindbær gul dværgsyge«, ved hjælp af nematoder, nemlig *Xiphinema diversicaudatum*.

De nævnte *Xiphinema*-arter hører til de såkaldte daggert-nematoder, der med deres skarpe stiletter borer sig ind i rodcellerne hos en lang række plantearter. Iflg. amerikanske undersøgelser kan

infektive nematoder bevare smitteevnen i mindst 30 døgn. Udbredelsen af *Xiphinema*-arter er overordentlig stor i flere lande; dette gælder muligvis ikke under køligere himmelstrøg.

C. VIRUSETS EGENSKABER M.V.

Arabis mosaik viruset optræder som nævnt i flere linier, hvis virulens og øvrige egenskaber varierer i betydelig grad.

Det oprindelige virus (fundet i *Arabis hirsuta*, Cambridge) havde en inaktiveringstemperatur på 50-60°C, fortyndingsgrænsen var 1:100 – 1:1000 og holdbarheden ved stuetemperatur 48-72 timer.

De virus-linier, der angriber hindbær, jordbær m.v. har en inaktiveringstemperatur på 55-61°C, en fortyndingsevne på 1:1000 – 1:100 000 og en holdbarhed in vitro på 6-15 døgn.

Virus-linierne, der angriber vin, har en inaktiveringstemperatur på 58-65°C, og holdbarheden in vitro er 14-21 døgn.

Alle linier af Arabis mosaik viruset har isometriske (sfæriske) partikler med et tværsnit på ca. 25 m μ , og alle er indbyrdes serologisk beslægtede – nogle meget nært, andre ret fjernt.

Frossen saft fra virusinficerede planter af *Petunia hybrida* kan bevare infektiviteten næsten uændret i få uger.

Ved fældning med ammoniumsulfat (led i renfremstillingsproceduren) mistes derimod temmelig meget af infektiviteten.

Lufttørring ved 20°C ødelægger en »smittet« jords infektivitet i løbet af en uge, ligesom tilstedeværende *Xiphinema* ligeledes går til grunde ved en sådan behandling.

D. DIAGNOSE

Ved påvisning af Arabis mosaik virus i planter eller plantedele kan der først og fremmest være tale om at fortage eksperimentel overføring ved saftinokulation til egnede indikatorplanter. Reaktionen i disse afhænger i nogen grad af, hvilken virus-linie der er tale om.

Chenopodium amaranticolor reagerer ofte med klorotiske, lokale læsioner efterfulgt af systemiske symptomer i de yngre blade, der bliver deforme og måske helt går til grunde.

Cucumis sativus udvikler klorotiske, lokale læsioner på de inokulerede blade. Systemiske symptomer omfatter gule pletter eller lyse bånd langs nerver. Planterne standser i væksten.

Gomphrena globosa. På de inokulerede blade fremkommer lokale læsioner (klorotiske centre med røde rande). Systemiske symptomer omfatter en fuldstændig misforming af skudene, der får krøllede og snoede blade.

Nicotiana tabacum »White Burley«. Små nekrotiske, lokale læsioner, eller lokale, klorotiske pletter med nekrotisk midte fremkommer på de inokulerede blade. De først fremkomne systemiske symptomer består af store, gule pletter, ringe og linier, undertiden fulgt af en stærk svækkelse af planten (små, tykke, buklede blade).

Petunia hybrida. I nogle tilfælde udvikles på de inokulerede blade nekrotiske, ringformede læsioner. Systemisk inficerede blade udvikler nervelysning, og undertiden forekommer tillige gullige figurationer (ringe og linier).

Beta vulgaris. Virulente linier af viruset forårsager lokale læsioner på de inokulerede blade; svage linier fremkalder klorose mellem nerverne på de systemisk inficerede blade.

Hvor det drejer sig om at påvise *Arabis* mosaik viruset i jorder, udtages prøver fra disse og tilsås (i insekttætte væksthuse) med frø af »fangplanter« (»bait seedlings«), d.v.s. planter, der er modtagelige for det pågældende virus.

Efter passende tids forløb undersøges rødderne på »fangplanterne« (ofte bederoer) for virusinfektion ved inokulation til andre indikatorplanter (ofte *Chenopodium amaranticolor*).

En hurtigere og ofte sikrere diagnose af syge planter kan foretages ad serologisk vej – enten ved en almindelig precipitinprøve eller ved en såkaldt »Gel diffusion test«, der har vist sig særdeles anvendelig ved diagnosen af adskillige vira med sfæriske partikler. – Denne prøve kan udføres ved, at man i en petriskål eller lignende anbringer en speciel agar, og i huller i denne anbringes henholdsvis antiserum og saft fra planten, der skal undersøges. – Indeholder denne saft et tilsvarende virus, som det der er anvendt ved fremstillingen af antiserumet, vil der i agaren mellem hullerne med antiserum og saft fremkomme en specifik reaktion (en ± tydelig linedannelse).

E. SYGDOMME FREMKALDT AF ARABIS MOSAIK VIRUSET

Arabis mosaik viruset og dets linier er fundet i mange planter i adskillige lande og på alle jordtyper.

I Storbritannien er det bl.a. fundet i hindbær, jordbær, kløver, turnips, bederoer og agurk samt i en lang række ukrudtsplanter.

I Portugal, Frankrig, Schweiz og U.S.A. er viruset fundet i vin, i Tyskland i rabarber og i Danmark i peberrod.

Fremtidige undersøgelser vil utvivlsomt åbenbare en udbredelse i både flere lande og i flere planter. — Her skal blot gives en kort omtale af de vigtigere sygdomme, der forårsages af Arabis mosaik viruset.

1. *Hindbær gul dværgsyge* (Raspberry yellow dwarf)

I 1953 påbegyndtes i Dundee (HARRISON) en nærmere undersøgelse af alvorligt syge planter af hindbærsorten Malling Exploit hidrørende fra Devon i England. Fra det syge plantemateriale lykkedes det ved mekanisk saftinokulation at overføre et virus til forskellige urteagtige planter, og dette virus viste sig ved yderligere undersøgelser at være nært beslægtet med Arabis mosaik viruset.

Siden det første fund i 1953 er sygdommen i hindbær konstateret adskillige steder i England og ligeledes i Skotland; endvidere er sygdommen fundet hos brombær.

Ved forsøg, hvor sunde hindbærplanter (sort: Malling Exploit) blev plantet på »smittet« jord, fremkom virussympptomer 2-3 år efter plantningen.

Inficerede planter frembringer kun få og stærkt svækkede skud, og frugtansætningen er yderst ringe.

Bladsymptomer hos syge planter består dels af gule pletter fordelt over hele bladfladen, og ofte forekommende på adskillige eller samtlige blade på de unge skud, og dels af en gulfarvning af hovednerverne — et symptom der kun forekommer på få blade (sædvanligvis de nedre).

Selv tre år (måske endnu længere tid) efter, at syge hindbær (inficeret med Arabis mosaik virus) er ryddet, er jorden, hvori de har stået, smittefarlig, hvilket måske skyldes, at viruset »overvintrer« i forskellige ukrudtsplanter.

Tilsyneladende er hindbærsorten Lloyd George immun (eller tolerant!) over for infektion.

2. Jordbær-mosaik (*Strawberry mosaic*) og lign. jordbårne viroser.

Jordbær-mosaik (*Strawberry mosaic*) blev i 1956 beskrevet fra Sydengland (East Malling).

Angrebne planter får buklede, gulplettede blade – symptomer der i nogen grad minder om dem, der fremkaldes hos jordbær eksperimentelt inficeret med æble-mosaik-viruset. – Nærmere undersøgelser har imidlertid vist, at jordbær-mosaik forårsages af en linie af *Arabis* mosaik viruset.

Senere undersøgelser i England og især i Skotland har vist, at forskellige linier af dette virus optræder i mange jordbærsorter i adskillige områder (10 counties) af England, og – omend i mindre udstrækning – tillige i Skotland.

De symptomer, der fremkaldes i jordbær, afhænger både af jordbærsorten og af viruslinien, men bortset fra variationerne i bladsymptomerne, synes der i alle tilfælde at være tale om en svækkelse af de inficerede planter, der i tilfælde af alvorlige angreb går til grunde i løbet af 1-2 år, hvorimod der i andre tilfælde (svagere viruslinier og/eller mere tolerante jordbærsorter) måske går flere år, før dette sker.

Spontan infektion af *Arabis* mosaik virus er fundet i følgende jordbærsorter:

Deutsch Evern, Early Cambridge, Favourite, Madame Lefebvre, Merton Princess, Prizewinner, Rearguard, Redgauntlet, Royal Sovereign, Talisman og Vigour.

Hvor sygdommen i en jordbærkultur skyldes anvendelsen af $\pm$ inficeret udgangsmateriale (altså hvor sygdommen er bragt ind på et areal med planterne), er det almindeligt at finde de syge planter jævnt fordelt over hele arealet.

I de tilfælde, hvor sygdommen skyldes et allerede tilstedeværende patogen (*Arabis* mosaik viruset) i jorden, vil de syge planter ofte optræde i større eller mindre »pletter« i marken – afhængig af hvor stærkt smitstoffet er udbredt.

Bladsymptomerne er i reglen mest åbenbare om foråret eller i forsommeren før frugtsætningen samt om efteråret, når der igen begynder at komme nyvækst i planterne. – I de egentlige sommermåned (højere temperatur) er bladsymptomerne ofte maske-rede. – Planter, der har været inficeret over et år, frembringer ofte blade med svage eller ingen symptomer, hvilket i høj grad vanskeliggør en diagnose på inspektionsbasis, uagtet at sådanne planter sædvanligvis er betydelig svagere end sunde planter.

3. *Viroser hos vin*

Allerede i 1882 omtales fra Østrig (E. RATHAY) en såkaldt »degeneration« i vingårde, hvor man plantede nye planter på arealer, der tidligere havde været beplantet med gamle vinstokke.

Muligvis har der her været tale om en jordbåren virussygdom (virus som sådant blev først påvist i 1892!), men først langt senere har undersøgelser klarlagt smitteforholdene hos en række af lignende vinsygdomme. Nu kan følgende jordbårne vin-viroser registreres:

- a. Infektøs degeneration
- b. Hvid mosaik
- c. Gul mosaik
- d. Vifteblad

Ved undersøgelser i Dundee og på Rothamsted (CADMAN, DIAS og HARRISON), hvis resultater blev offentliggjort i 1960, har det nu vist sig, at alle disse sygdomme fremkaldes af linier af *Arabis* mosaik viruset. Disse linier er dog ikke så nært serologisk beslægtede til det oprindelige *Arabis* mosaik virus som de linier, der fremkalder de tidligere omtalte sygdomme hos jordbær og hindbær.

Ved inokulation til *Chenopodium amaranticolor* og andre indikatorplanter reagerer viruslinierne, der fremkalder vin-viroserne også betydelig langsommere (7–20 døgn) end de øvrige kendte linier af *Arabis* mosaik viruset (5–10 døgn).

Vifteblad og sandsynligvis også de øvrige nævnte vin-viroser overføres af nematodearten *Xiphinema index*, mens de *Arabis* mosaik linier, der fremkalder de tidligere omtalte jordbårne viroser hos hindbær og jordbær, overføres af *Xiphinema diversicaudatum*.

a. *Infektøs degeneration* (Degenerescence infectieuse; Court-noué; Urticado; Arricciamento; Reisigkrankheit; Nettleleaf disease; Vine Roncet). Sygdommen er omtalt fra Frankrig, Italien, Kalifornien, Portugal, Spanien, Schweiz og Tyskland.

Nyvæksten hos angrebne planter svækkes stærkt, og internodi-erne er korte. Endvidere fremkommer abnorm udvikling af sekundære skud.

Bladstørrelsen reduceres, og bladranden varierer betydeligt fra det normale, idet den bliver dybere indskåret og mere skarpt savtakket end normalt.

Bladfladerne bliver buklede og foldede, og undertiden fremkommer lyse pletter og nervelysning; frugtsætningen er dårlig.

b. *Hvid mosaik* (Panachure; Clorose infecciosa; White mosaic; Vitis virus 1: Marmor viticola). Sygdommen forekommer i Bulgarien, Tjecoslovakiet, Frankrig, Italien, Kalifornien, Portugal, Spanien, Schweiz og Sydafrika.

På angrebne planters blade fremkommer klorotiske partier – ofte i form af uregelmæssigt formede pletter. Senere bliver disse partier hvide, og da den normale grønne farve langs nerverne ofte bibeholdes, opstår en ret stærk kontrast mellem disse grønne nervebånd og det i øvrigt hvide bladvæv. I andre tilfælde udviser bladene på angrebne planter en mere regulær mosaikspætning (hvid mosaik), idet der til at begynde med dannes hvidlige »øer« i det grønne plantevæv; senere breder affarvningen sig, så der bliver tale om grønne »øer« i hvidt plantevæv. Selve formen på de angrebne blade ændres ikke.

c. *Gul mosaik* (Yellow mosaic). Sygdommen, der forekommer i Kalifornien, minder i nogen grad om hvid mosaik. Angrebne planter udviser om foråret en gulfarvning af både skud, blade og blomsterklaser.

Gulfarvningens intensitet og omfang afhænger af både vækstbetingelser, vinsort og viruslinie.

I nogle tilfælde fremkommer kun små, gule pletter, i andre tilfælde en mere eller mindre kraftig gullig nervelysning, og endelig kan der være tale om total gulfarvning af bladfladen, således at en angrebet plante »lyser« gult på lang afstand.

Angrebne planter er tilbøjelige til at kaste blomsterne, hvilket selvsagt reducerer frugthøsten.

d. *Vifteblad* (Fanleaf). Sygdommen, der er almindelig i Kalifornien (fundet på 120 vinsorter), minder særdeles meget om »infektøs degeneration« og betragtes af nogle forskere som den samme, således at de forskelle, andre mener at kunne påvise, måske skyldes sorternes forskellige reaktion og vækstbetingelsernes indflydelse på denne.

Bladene på angrebne planter bliver deforme og i nogen grad nældelignende; foldningen på bladene giver disse et udseende, der kan minde om en vifte, der er ved at foldes sammen.

Skuddenes vækst svækkes, og internodierne bliver korte. Bladene udviser forskellige symptomer i form af ringe og zig-zag-mønstre, nervelysning etc. Blomsterklasernes størrelse reduceres, og i ondartede tilfælde mislykkes frugtsætningen, således at klasen simpelthen tørrer ud efter blomstringen.

4. Rabarber-mosaik

Rabarber-mosaik og lignende rabarbersygdomme kan sandsynligvis forårsages af mere end eet virus. – Ved tyske undersøgelser (C. SCHADE) offentliggjort i 1960 har det vist sig, at en rabarber-virose, der tidligere under navnet rabarber-mosaik, har været beskrevet fra Tyskland, forårsages af en linie af *Arabis* mosaik viruset.

Om foråret fremkommer på bladene af angrebne rabarber en mosaiklignende klorose bestående af ofte talrige lyse pletter regelmæssigt fordelt over hele bladfladen.

I andre tilfælde fremkommer på de angrebne blade enkelte klorotiske, ret store pletter, der er uregelmæssigt fordelt over bladfladen, eller knappenålsstore lysende gule punkter, der især optræder nær bladranden. Endelig forekommer nekrotiske lysebrune eller okkerrøde pletter omgivet af en tydelig rød randzone.

De nævnte symptomer kan optræde hver for sig, men undertiden også alle på samme blad.

Som regel kan symptomerne ses fra midten af april.

I slutningen af juni kan nekrose iagttages i nerverne på bladenes underside, og i øvrigt forekommer ofte nekrose i bladstilkene. Der-

imod er selve mosaiksymptomerne mere eller mindre undertrykt i sommermånederne (høje temperaturer).

5. Agurk-dværgmosaik (*Cucumber stunt mottle*)

Ved engelske undersøgelser (HOLLINGS) i 1959 blev det klarlagt, at en linie af *Arabis* mosaik viruset er årsag til en alvorlig agurk-virose, agurk-dværgmosaik.

I et enkelt gartneri blev agurkplanterne i ca. 12 væksthuse totalt ødelagt.

2-3 uger efter smitteoverføringen udviser agurkerne en systemisk mosaikspætning, adskillige blade bliver dværgagtige og misformede, den apikale skudvækst ophører, og rodudviklingen hæmmes i høj grad.

Ved eksperimentel smitteoverføring (saftinokulation) er viruset overført til 42 af 72 undersøgte plantearter (symptomer fremkaldt i 23 arter).

Jordsmitte eller nematodeoverføring er (endnu!) ikke påvist for denne linie af *Arabis* mosaik viruset.

6. Kløver-»degeneration«

I de senere år er *Arabis* mosaik viruset fundet i adskillige kløver-frøafgrøder i mange områder af England.

Ligesom ved angreb i andre kulturer opstår der også her »syge pletter« i marken, hvor planterne er stærkt svækket. I alle tilfælde har angreb af *Arabis* mosaik viruset i kløver været forbundet med tilstedeværelsen af fritlevende nematoder (*Xiphinema spp.*) i jorden.

Nematodeslægten *Xiphinema* findes mange steder i U.S.A. og er særdeles udbredt i troperne, men først i 1959 blev den påvist i England, hvor den siden har vist sig at være vektor af *Arabis* mosaik viruset.

XI. Tomatringplet-virus

Tomatringplet-viruset (tomato ringspot virus) blev i 1936 beskrevet fra U.S.A. under navnet tobacco ringspot virus, men er siden blevet opkaldt efter sygdommen i tomat.

Værtplanteområdet er overordentligt stort, og både urteagtige og træagtige planter angribes.

For nylig har man (CADMAN og LISTER) således påvist, at fersken-virosen, gulknop-mosaiksyge, forårsages af en linie af tomatringplet-virus, og det har endvidere vist sig, at nematoden *Xiphinema americanum* kan optræde som vektor (smitteoverfører).

A. MODTAGELIGE PLANTER

Tomatringplet-viruset og dets linier kan inficere planter inden for mange vidt forskellige familier. Den nedenfor angivne fortegnelse over modtagelige plantearter må på ingen måde betragtes som fuldstændig – snarere som eksempel:

<i>Amaranthus retroflexus</i>	<i>Nicandra physaloides</i>
<i>Amaranthus tricolor</i>	<i>Nicotiana rustica</i>
<i>Antirrhinum majus</i>	<i>Nicotiana tabacum</i>
<i>Beta vulgaris</i>	<i>Petunia hybrida</i>
<i>Capsicum frutescens</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	<i>Physalis alkekengi</i>
<i>Cucumis sativus</i>	<i>Pisum sativum</i>
<i>Cyamopsis psoraloides</i>	<i>Prunus armeniaca</i>
<i>Datura stramonium</i>	<i>Prunus avium</i>
<i>Erodium cicutarium</i>	<i>Prunus cerasifera</i>
<i>Eschscholtzia californica</i>	<i>Prunus persica</i>
<i>Gilia capitata</i>	<i>Rosa sp.</i>
<i>Gladiolus sp.</i>	<i>Rubus fruticosus</i>
<i>Glycine max.</i>	<i>Rubus idaeus</i>
<i>Gomphrena globosa</i>	<i>Senecio cruentus</i>
<i>Helianthus annuus</i>	<i>Silene compacta</i>
<i>Helichrysum bracteatum</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Hydrangea macrophylla</i>	<i>Solanum tuberosum</i>
<i>Hyoscyamus niger</i>	<i>Spinacia oleracea</i>
<i>Kerria japonica</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Lactuca sativa</i>	<i>Tropaeolum majus</i>
<i>Lupinus angustifolius</i>	<i>Vigna sinensis</i>
<i>Malva parviflora</i>	<i>Zinnia elegans</i>

B. SMITTEOVERFØRING

Tomatringplet-viruset kan eksperimentelt overføres ved mekanisk saftsmitte både fra urte- og træagtige planter. Derimod kan spontan overføring næppe foregå på denne måde. Viruset har frøsmitte

hos nogle planter; insektoverføring er ikke påvist, men de senere års undersøgelser har tydeligt vist, at det pågældende virus har jordsmitte, og for den viruslinie, som fremkalder gulknop-mosaiksyge hos fersken, er nematodeoverføring (*Xiphinema americanum*) påvist. Sandsynligvis er nematoder også i stand til at overføre de øvrige linier af tomatringplet-viruset.

C. EGENSKABER M.V.

Inaktiveringstemperaturen for tomatringplet-viruset ligger ved 58-60°C (antagelig noget afhængig af viruslinien). Den senest opgivne fortyndingsgrænse for viruset er 1:10.000 og holdbarheden 5-7 døgn.

Viruset har sfæriske partikler (25 m μ i tværsnit), og kan ikke bevare infektiviteten i lufttørret jord.

D. DIAGNOSE

Ved påvisning af det oprindelig beskrevne virus kan tomat anvendes som indikatorplante. Ved inokulation med tomatringplet-viruset fremkaldes her nekrotiske ringe på blade og stængler.

Nicotiana glutinosa, der er modtagelig for mange andre vira, er uimodtagelig for infektion med det her omtalte virus.

Hvor det drejer sig om at påvise tomatringplet-virus i fersken eller andre træagtige planter, er følgende indikatorplanter at foretrække:

Phaseolus vulgaris, *Vigna sinensis*, *Cucumis sativus* og *Nicotiana tabacum*.

Phaseolus vulgaris. Først fremkomne symptomer består af lyse klorotiske læsioner på de inokulerede blade. Senere bliver læsionerne nekrotiske og herefter udvikles kraftige systemiske symptomer på de yngre blade, der bliver deforme, visner og sluttelig falder af de inficerede planter.

Vigna sinensis. Også her omfatter de først fremkomne symptomer lyse klorotiske læsioner, der senere bliver nekrotiske. Systemiske symptomer består ligeledes af klorotiske og nekrotiske læsioner tillige med rødfarvning af bladstilkene.

Cucumis sativus. På de inokulerede blade fremkommer lokale, klorotiske læsioner, men disse læsioner bliver ikke nekrotiske

(sml. tidligere omtalte indikatorer). Senere fremkommer systemiske symptomer bestående af læsioner, mosaik, mellemnerveklorose og dannelse af skarpe blad-randtakker tillige med svækelse af væksten.

Nicotiana tabacum. De eneste symptomer, der fremkommer på denne plante, er nekrotiske, lokale, ofte ringformede læsioner.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF TOMATRINGPLET-VIRUS

1. *Tomatringplet*

Hos tomatplanter dyrket under glas fremkommer 6-12 døgn efter smitteoverføringen små brune, nekrotiske ringe på bladene. Få dage senere udvikles typiske figurationer af ringe og linier på de unge blade samt på stænglernes øvre dele, der undertiden visner ned.

På frugterne hos frilandstomater viser der sig undertiden grå eller brune, korkagtige overfladiske ringe (ofte koncentriske).

2. *Fersken gulknop-mosaiksyge*

Omkring 1936 blev der hos ferskentræer i Kalifornien fundet en sygdom (beskrevet i 1944), der nu går under navnet yellow bud mosaic (gulknop-mosaiksyge).

Primære symptomer hos angrebne ferskentræer består af lysegrønne til lysegule aflange fjerrandede pletter langs midternerven eller de større sidenerver på bladene, som desuden bliver forvredne. Efterhånden kastes bladene af de angrebne træer, så de næsten bliver nøgne.

De syge træers knopper standser ofte i udviklingen, når de er få mm lange, og tillige bliver de gulfarvede; sluttelig går sådanne knopper ofte helt til grunde, eller de frembringer små duske af forvredne blade, der undertiden er mosaikspættede. – Såfremt ferskentræerne inficeres i en ung alder, dør de ofte.

Træer, som når bærealderen, får hos nogle ferskensorter dværgagtige, deforme frugter.

Hidtil er fersken-gulknop mosaiksyge ikke fundet uden for Kalifornien, men her har man til gengæld påvist 4 linier af det forårsagende virus.

Nærmere undersøgelser tyder på, at virusmitstoffet i »syge«

jorder ikke findes i de øverste 10 cm jord, men derimod i de følgende 35 cm nedefter.

Dampsterilisering og behandling med forskellige kemikalier (heriblandt metylbromid, DD. m.m.) ødelægger en »syg« jords smitteevne (sandsynligvis ved at dræbe nematoderne).

XII. Tomat-sortring virus

Første gang viruset, tomato black ring virus, nævnes er fra England i 1944 (KENNETH M. SMITH), og det blev dengang beskrevet »for det tilfælde, at det engang skulle vise sig at være af betydning«.

Nu må det i hvert fald erkendes, at viruset og dets mange beslægtede linier er af meget stor betydning – en betydning som kan frygtes at vokse fremover, medmindre jordbrugeren tager sig i agt.

Viruset blev – som navnet antyder – først fundet i tomat, men det har siden vist sig, at værtområdet er overmåde stort, og at alvorlige sygdomme kan fremkaldes inden for en lang række vigtige kulturplanter. – Betydningen af dette virus er ikke blevet mindre, efter at jordsmitte – og i den allersidste tid – nematodeoverføring er påvist for i hvert fald nogle linier af tomat sortring viruset.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Talrige plantearter indenfor vidt forskellige familier har vist sig modtagelige over for infektion med tomat-sortring viruset. Adskillige af disse planter inficeres, uden at ydre symptomer fremkaldes, og i mange tilfælde er der tale om partiel infektion, således at kun rødderne på de pågældende planter indeholder viruset, eller infektionen måske er begrænset til de inokulerede blade.

Nedenfor er anført plantearter, der enten er fundet spontant inficeret med tomat-sortring viruset, eller som rent eksperimentelt er blevet inficeret med dette virus.

Antirrhinum majus

Apium graveolens

Atropa belladonna

Avena sativa

Beta vulgaris

Brassica campestris var. *rapifera*

Brassica napus var. *rapifera*

Capsella bursa pastoris

Cheiranthus cheiri

Chenopodium amaranticolor

Cucumis sativus

Cucurbita pepo

Datura stramonium
Dipsacus silvestris
Fragaria sp.
Heracleum sphondylium
Lactuca sativa
Lapsana communis
Lycopersicum esculentum
Lycopsis arvensis
Myosotis arvensis
Nicotiana glutinosa
Nicotiana rustica
Nicotiana tabacum
Petunia hybrida
Phaseolus vulgaris
Polygonum aviculare
Polygonum convolvulus

Polygonum persicaria
Primula obconica
Prunus avium
Prunus persica
Rubus idaeus
Schizanthus sp.
Senecio vulgaris
Sinningia sp.
Solanum tuberosum
Sonchus asper
Spergula arvensis
Spinacia oleraceae
Stellaria media
Taraxacum officinale
Tetragonia expansa
Triticum sp.

B. SMITTEOVERFØRING

Forsøg på bladlus-overføring har givet negative resultater. Derimod overføres viruset fra de fleste værtplanter let ved mekanisk saftsmitte.

Ved de senere års meget intensive undersøgelser (CADMAN og HARRISON) med forskellige jordbårne vira, der angriber hindbær og mange andre planter, har man fundet et virus, der oprindeligt blev kaldt bede-ringplet virus (beet ringspot virus), men som nu har vist sig at være nært beslægtet med tomat-sortring viruset. — Den pågældende viruslinie findes overmåde udbredt på lette jorder i Storbritanien (især i Skotland), hvor talrige kultur- såvel som ukrudtsplanter er fundet angrebet.

I de jorder, hvor viruset er etableret, kan smitstoffet påvises året rundt (ved fangplantemetoden).

C. EGENSKABER

Inaktiveringstemperaturen for tomat-sortring viruset ligger mellem 60 og 63°C; fortyndingsgrænsen er 1:1000, og holdbarheden in vitro er 14-21 døgn.

Viruset har sfæriske partikler med et tværsnit på ca. 25 m μ .

Fældning med ammoniumsulfat, ætylalkohol eller acetone inaktiverer ikke viruset.

D. DIAGNOSE

Ved diagnosen af tomat-sortring viruset kan der være tale om at foretage infektionsforsøg til forskellige indikatorplanter. Ved påvisning af viruset i jord anvendes »fangplante-metoden« (omtalt under beskrivelse af *Arabis mosaik virus*).

Serologiske bestemmelser kan også foretages og er endog lykkes med ekstrakter fra inficerede hindbærplanter; inden en serologisk prøve anstilles, vil man dog i almindelighed først overføre viruset til urteagtige planter (*Petunia*, tobak m.fl.).

Gode indikatorplanter er *Chenopodium amaranticolor*, *Phaseolus vulgaris*, *Petunia hybrida* og *Nicotiana tabacum*.

Chenopodium amaranticolor. 2-4 døgn efter inokulationen fremkommer nekrotiske læsioner med klorotiske randzoner. De systemiske symptomer viser sig som klorotiske partier i de unge blade, der hurtigt begynder at gå til grunde tillige med den inficerede plantes vækstpunkt.

Phaseolus vulgaris. Ved inokulation om vinteren fremkommer i løbet af 5-8 døgn brune nekrotiske læsioner på de inokulerede blade; senere dør skudspidserne (topnekrose).

Petunia hybrida. Brune, ringformede læsioner fremkommer på bladene 2-3 døgn efter inokulationen.

Sædvanligvis er der kun tale om lokal infektion, men systemisk infektion kan dog forekomme, idet der på bladnerverne opstår mørke nekrotiske områder, ligesom skuddene undertiden dør.

Nicotiana tabacum. På de inokulerede blade fremkommer efter 2-3 døgn nekrotiske pletter samt koncentriske, nekrotiske ringe; de systemisk inficerede blade bliver stærkt deforme – ofte hullede og med klorotiske og nekrotiske figurationer.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF TOMAT-SORTRING VIRUSET

Som det allerede fremgår af fortegnelsen over modtagelige planter, har tomat-sortring viruset et stort værtplanteområde, og såvel urteagtige som træagtige planter angribes af viruset eller beslægtede linier.

1. *Tomat-sortring*

Den oprindeligt beskrevne tomat-sygdom, som har givet viruset dets navn, er forholdsvis sjælden og er ikke af nær den betydning som de sygdomme, det forårsagende virus fremkalder i andre planter.

7-12 døgn efter smittetilførslen fremkommer talrige små sorte nekrotiske ringe på angrebne tomaters blade. Kort tid herefter udvikles mørke streger på bladstilkenes underside og undertiden tillige på stænglerne.

I nogle tilfælde ødelægges toppen på angrebne planter og unge planter går ofte helt til grunde. I andre tilfælde kan de inficerede planter »vokse sig fra angrebet«. Unge tomatplanter er langt mere modtagelige end ældre, og efter en tomatplante har udviklet en eller flere frugtklaser, er den særdeles modstandsdygtig.

2. *Bede-ringplet (Beet ringspot)*

I Skotland forekommer bede-ringplet temmelig hyppigt, og i enkelte bederoe-marker har der været endog overordentlig udbredte angreb; i en mark var således 75 pct. af planterne angrebet af bede-ringplet (tomat-sortring viruset).

Virkningen på udbyttet har endnu ikke været belyst, men da inficerede planter vokser langsommere end sunde planter, er der utvivlsomt tale om nogen udbyttenedgang.

På de unge blade af inficerede bederoer fremkommer klorotiske pletter, og når bladene bliver ældre, udvikles figurationer af »ætsende« nekrotiske ringe og linier. – I flere tilfælde har det været muligt at konstatere virus i symptomløse bederoeblade, men på den anden side er viruset hos inficerede planter undertiden begrænset til disses rødder.

Smitteoverføringen fra jord til bederoeplanter kan foregå relativt hurtigt. I et forsøg blev spirende bederoefrø overført til »syg« jord, og efter 6-9 døgn blev de unge planter overført til sund jord; under det korte ophold i den virusholdige jord var imidlertid en høj procent af bederoeplanterne blevet inficeret.

I Danmark er sygdommen i bederoer ikke påvist med sikkerhed, men en enkelt plante med mistænkelige symptomer blev i 1958 fundet i en jysk bederoemark.

3. *Tomat-sortring virus i kartoffel*

Den samme linie af tomat-sortring viruset, som fremkalder bederoe-virosen, bederingleplet, kan fremkalde en temmelig alvorlig sygdom i kartoffel, og da det forårsagende virus findes i jorden i flere områder af Skotland, hvor fremavlen af læggekartofler foregår, er den økonomiske betydning åbenbar.

Hidtil er det tilsyneladende dog kun i kartoffelsorten Kerrs Pink, angreb af betydning er registreret, men her har der også været tale om gennemsnitstab på ca. 28 pct.

På de unge blade hos angrebne planter fremkommer sorte, nekrotiske pletter og ringe. I mange tilfælde udvikles op ad stænglen en ensidig nekrose, der bevirker, at det påvirkede skud buer til den ene side og sluttelig dræbes. Senere dækkes sådanne døde skud af tilsyneladende sunde skud, men de fleste af disse indeholder også virus.

Alt afkommet fra sådanne planter kan derimod være sundt, og selv om dette ikke altid er tilfældet, er det en relativ ringe part af knoldene fra en angrebet plante, der er virusinficeret.

Fra Tyskland er en sygdom, der har meget tilfælles med ovennævnte, beskrevet under navnet »buket-syge« (Bukettkrankheit). Den tyske kartoffelvirose er serologisk beslægtet med tomat-sortring virus, men meget fjernt.

4. *Tomat-sortring virus i kålroer og turnips*

Spontan såvel som eksperimentel infektion af kålroer og turnips er mulig.

Inficerede planter vantrives, men viser ikke særlig tydelige blad-symptomer, uagtet der ofte er tale om systemisk infektion.

5. *Tomat-sortring virus i havre*

Havre med symptomer på angreb af tomat-sortring virus er hidtil ikke fundet spontant forekommende, men dette skyldes muligvis, at man ikke har foretaget grundigt eftersyn.

I væksthuse, hvor havre er dyrket i »smittet« jord, er symptomerne imidlertid frembragt både på blade og bladskeder. På

disse fremkommer tydelig afgrænsede, aflange klorotiske pletter.

Hos flere af de syge planter var blomstring og modning stærkt forsinket, ligesom golde aks også forekom.

Systemisk infektion er også eksperimentelt frembragt hos hvede.

6. *Salat-ringplet*

I 1959 beskrives fra England en jordbåren salat-sygdom (Lettuce ringspot), der ved nærmere undersøgelse viste sig at være forårsaget af en linie af tomat-sortring viruset.

Angrebne salatplanter svækkes i alle tilfælde stærkt, og undertiden fremkommer endvidere gule pletter på de nedre blade.

7. *Selleri-nervegulsot*

I årsrapporten fra den engelske væksthushorsøgsstation i Littlehampton (1960) omtales flere virussygdomme hos selleri. En af disse sygdomme (Celery yellow vein) har jordsmitte og er serologisk beslægtet med tomat-sortring viruset.

På angrebne selleriplanters blade fremkommer skarpt afgrænsede brede, gule nervebånd.

8. *Tomat-sortring virus i jordbær*

Ligesom hindbær-ringplet virus er tomat-sortring virus udbredt i skotske jordbærkulturer, hvor de to vira ofte optræder på de samme lokaliteter og fremkalder symptomer i jordbær (dværgagtig vækst – gule pletter, ringe og streger på bladene), der vanskeliggør bestemmelsen af, hvilket virus der er impliceret (om differentiering, se under hindbær-ringplet viruset).

Tomat-sortring viruset er fundet i følgende jordbærsorter: Early Cambridge, General McMahon, Merton Princess, Rearguard, Redgauntlet, Royal Sovereign, Senga 54, Surprise og Talisman.

Der er stor forskel på sorternes reaktion og på den lethed, hvormed de inficeres fra virusholdig jord.

Eksempelvis kan nævnes, at sorten Redgauntlet meget hurtigt optager viruset fra jorden, hvorefter bladene i løbet af få måneder bliver inficeret.

Derimod ser det ud til, at sorterne Huxley og Climax er stærkt

resistente og ikke inficeres, selv om de plantes i jord, der indeholder tomat-sortring virus.

Hvor bladsymptomer forekommer, erkendes disse bedst i perioden kort før frugtsætningen.

9. Tomat-sortring virus i hindbær

For blot få år siden kendte man ikke angreb af tomat-sortring virus i hindbær, og en overgang troede man endog, at hindbærplanten var immun overfor infektion med dette virus.

Det har imidlertid nu vist sig, at i hvert fald nogle hindbærsorter angribes, og foreløbig har man fundet det pågældende virus i sorterne Malling Exploit, Malling Seedling K og Malling Seedling V.

Angrebne planter svækkes overmåde stærkt og går ofte helt til grunde eller bliver dværgagtige og får mange tynde, skøre skud med klorotisk plettede blade. Sådanne planter frembringer kun lidt eller ingen frugt.

10. Tomat-sortring virus i stenfrugttræer

Fersken og kirsebær har også vist sig modtagelige for tomat-sortring viruset, idet de rent eksperimentelt er blevet inficeret med dette virus ved dyrkning i »smittet« jord.

Ferskenfrøplanter, der om foråret blev plantet i virusholdig jord, udviste symptomer efter et års forløb. I et enkelt tilfælde fremkom symptomer allerede fire uger efter udplantningen i den »syge« jord.

I almindelighed udviser inficerede planter kun symptomer på nogle af bladene, der får gule pletter langs midternerverne, hvorfra pletterne breder sig langs med sidenerverne.

Ligeledes fremkommer på nogle blade cirkulære gennemskinnelige pletter, der senere bliver brune og »falder ud«, så de pågældende blade bliver hullede. – De fleste angrebne skud vokser kun svagt.

Fra inficerede fersken er viruset ved mekanisk saftsmitte overført til tobak, ligesom det på tilsvarende måde er lykkedes at inficere fersken med inokulat fra tobak.

XIII. Hindbær-ringplet virus

I 1920 omtales en virussygdom i den engelske hindbærsort Baumforth B under navnet »Baumforth B disease«. Senere er denne sygdom blevet kendt under navnet »Raspberry leaf curl« (hindbærbladrullesyge).

I mange år var overføringsforholdene vedrørende denne virus-sygdom en gåde. Forsøg på at overføre det forårsagende virus ved hjælp af bladlus, cikader, tæger, thrips, biller og mider gav negative resultater, men ved skotske undersøgelser, hvis resultater publiceredes i 1954 (CADMAN), lykkedes det ved mekanisk saftinokulation (anvendelse af speciel teknik) at overføre virus fra angrebne hindbærplanter til urteagtige indikatorplanter.

Fortsatte undersøgelser (HARRISON) har vist, at det implicerende virus, der benævnes hindbær-ringplet virus (raspberry ringspot virus) har jordsmitte og et ret betydeligt værtområde.

Hindbær-ringplet viruset har adskillige lighedspunkter med Arabis-mosaik viruset, men adskiller sig dog på afgørende punkter, således at de to vira må betragtes som ubeslægtede patogener.

A. MODTAGELIGE PLANTER

Ligesom hos andre jordbårne vira er det almindeligt, at kun rødderne hos planter, angrebet af hindbær-ringplet virus, er inficeret. Og selv hos plantearter, der inficeres totalt, forekommer symptomløse smittebærere ofte.

Neden for er anført planter, der enten er fundet spontant inficeret med hindbær-ringplet viruset, eller som eksperimentelt har været påført dette:

Beta vulgaris
Chenopodium amaranticolor
Cirsium arvense
Cucumis sativus
Datura stramonium
Fragaria sp.
Glycine sp.
Hyoscyamus niger
Lactuca sativa

Lycopersicum esculentum
Matricaria matricarioides
Myosotis arvensis
Nicotiana glutinosa
Nicotiana rustica
Nicotina tabacum
Petunia hybrida
Phaseolus vulgaris
Physalis angulata

Physalis floridana
Plantago lanceolata
Plantago major
Polygonum convolvulus
Prunus avium
Rubus idaeus

Senecio vulgaris
Spergula arvensis
Stellaria media
Tropaeolum sp.
Veronica persica

B. SMITTEOVERFØRING

Overføring af virus fra hindbær ved mekanisk saftinokulation var tidligere anset for ugørligt, men ved tilsætning af nikotin-sulfat (CADMAN, 1956) til virusinficerede hindbærblade før saftudpresningen eller ved fortynding af den udpressede saft med vand ca. 20 gange (HARRISON, 1958) er det muligt at overføre hindbær-ringplet viruset fra hindbær til urteagtige testplanter. – Denne overføringsmåde har naturligvis ingen betydning for den spontane spredning af det pågældende virus, men er af stor betydning for diagnostiske undersøgelser.

Når hindbær-ringplet viruset alligevel er blevet temmelig udbredt skyldes det dels anvendelsen af vegetativt formeringsmateriale fra syge planter (særlig hindbær og jordbær), og dels at viruset kan overføres med frøet fra nogle planter (soja, jordbær og antagelig flere andre planter). Endvidere kan flere ukrudtsplanter fungere som smittekilde, og endelig har viruset jordsmitte. D.v.s. at når modtagelige planter placeres på smittet jord, risikerer de at blive inficeret fra denne, og omvendt kan en »sund« jord påføres virussmitstof ved tilplantning med syge planter eller ved tilsåning med inficeret frø.

Derimod er det ikke muligt at »inficere« en jord ved vanding med saft fra virusinficerede planter.

Vindspredning ved fygning med »smittet« jord behøver man næppe at frygte, da hindbær-ringplet viruset ligesom Arabis-mosaik viruset ikke kan »overleve« i lufttørret jord.

Endnu er overføring af hindbær-ringplet virus med nematoder ikke påvist, men må anses for sandsynlig.

Mens Arabis-mosaik viruset er fundet på alle jordtyper, forekommer hindbær-ringplet viruset tilsyneladende kun på lettere jorder.

C. VIRUSETS EGENSKABER M.V.

Hindbær-ringplet viruset har en inaktiveringstemperatur, der ligger mellem 66 og 70°C; virusets fortyndingsgrænse er 1:10 000, og holdbarheden in vitro er 14-21 døgn.

Viruspartiklerne er sfæriske med et tværsnit på ca. 25 m μ .

Fældning med ammoniumsulfat, ætylalkohol eller acetone inaktiverer ikke viruset, hvilket imidlertid sker, hvis reaktionen i en virusopløsning sænkes til pH 3.

Frossen saft fra syge planter mister kun lidt af infektiviteten efter 1 uges opbevaring ved $\div$ 10°C; det samme gælder for frosne blade fra syge planter opbevaret i 2 døgn.

D. DIAGNOSE

Som tidligere omtalt kan hindbær-ringplet virus overføres ved mekanisk saftinokulation; dog skal der ved overføringen fra hindbær anvendes en særlig fremgangsmåde (tilsætning af nicotinsulfat til inokulatet og dialyse af den herefter udpressede plantesaft).

Som indikatorplanter kan anvendes *Chenopodium amaranticolor*, *Phaseolus vulgaris*, *Nicotiana rustica*, *Nicotiana tabacum* og *Petunia hybrida*.

Chenopodium amaranticolor. 3-5 døgn efter inokulationen fremkommer på de inokulerede blade nekrotiske læsioner, der ofte er omgivet af en gul randzone. – Systemisk infektion forekommer ikke (sml. tomat-sortring virus).

Phaseolus vulgaris. Ved inokulation om vinteren fremkommer efter 4-6 døgn små mørkebrune, nekrotiske læsioner. Systemiske symptomer, der viser sig senere, består af en grønlig mosaikspætning samt nekrose langs nerverne.

Nicotiana rustica. Klorotiske pletter og ringe, undertiden nekrotiske, fremkommer 3-6 døgn efter inokulationen. Senere viser systemiske symptomer sig i form af gule ringe og linier.

Nicotiana tabacum. På de yngste blade fremkommer klorotiske pletter 4-5 døgn efter inokulationen.

Systemiske symptomer omfatter få spredte klorotiske pletter og ringe.

Petunia hybrida. I løbet af 3-6 døgn efter inokulationen frem-

kommer klorotiske læsioner (undertiden med brune, nekrotiske rande).

Systemisk inficerede blade bliver klorotiske og i nogen grad nekrotiske langs bladnerverne. Senere fremkomne blade får gule ringe og linier eller er symptomløse, uagtet de indeholder viruset.

Udover smitteoverføring til indikatorplanter kan serologiske undersøgelsesmetoder anvendes ved diagnosen af hindbær-ringplet viruset.

Påvisning af viruset i jord kan ske som omtalt under Arabis-mosaik virus.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF HINDBÆR-RINGPLET VIRUSET

1. *Hindbær-bladrullesyge*

Blandt de talrige viroser, der forekommer i skotske hindbærkulturer, regnes hindbær-bladrullesyge for den mest ondartede. -- Sygdommen har været kendt og frygtet i det østlige Skotland i de sidste 30-40 år, og til trods for, at sygdommen spredtes mere og mere, var man i mange år i fuldkommen vildrede med smitteoverføringsforholdene. -- Nu ved man, at sygdommen forårsages af et jordbårent virus, hindbær-ringplet viruset, der sandsynligvis kan overføres ved hjælp af nematoder. Ligeledes kender man talrige planter -- bl.a. ukrudtsplanter -- der kan optræde som smittekilde og virusreservoir, ligesom frøsmitte også er påvist for nogle værtplanters vedkommende.

Der er betydelig forskel på hindbærsorternes reaktion over for angreb. Mens sorten Lloyd George ikke påvirkes, fremkalder det pågældende virus en meget alvorlig sygdom i sorten Norfolk Giant (det samme gælder i øvrigt også i Preussen).

Hos inficerede planter af modtagelige og følsomme sorter er symptomer og sygdomsudvikling ofte følgende:

I det tidlige forår er de skud, der skal bære frugt, døde, eller de har frembragt talrige misdannede sideskud, der i særlig ondartede tilfælde er meget korte med rosetstillede blade, der er nedadrullete, krøllede og skøre. Blomsterknopper, der på disse skud udvikles meget tidligt, går sædvanligvis til grunde.

I mindre alvorlige tilfælde vokser sideskuddene ud og frembrin-

ger blomster og frugt, og bladene på disse skud er i reglen fyldt med iøjnefaldende gullige og ofte nekrotiske pletter, ligesom stænglerne er tykke og skøre.

Bladene på planter, der er inficeret det foregående år, er glinsende grønne og nedadrullede. Både stængler og stilke er skøre og sivævsnekrose samt henfald af barkvævs-parenkymet er almindelig.

Ofte dør angrebne planter totalt i løbet af et par år (afhængig af sort og vækstbetingelser samt antagelig tillige af virus-linie).

Infektion af modtagelige planter fra »syg« jord kan foregå hele vækstsæsonen igennem, og det har i nogle tilfælde vist sig, at hindbær allerede er blevet inficeret efter 5 ugers vækst på den virusholdige jord.

Langvarig vekseldrift mellem hindbær fjerner ikke risikoen for jordsmitte. I et tilfælde, hvor man 11 år efter rydningen af blad-rullevirus-angrebne hindbær påny tilplantede det pågældende areal med sunde planter, blev disse inficerede og viste tydelige symptomer et år efter plantningen. – Dette forhold kan dog relativt nemt forklares, når man tager i betragtning, at mange ukrudtsplanter kan »opretholde virusbestanden« i jorden.

2. Jordbær-viroser fremkaldt af hindbær-ringplet viruset

Mens jordbærne jordbær-viroser i England i de fleste tilfælde er forårsaget af Arabis-mosaik viruset, skyldes næsten alle angreb af jordbærne jordbær-viroser i Skotland, hindbær-ringplet viruset eller tomat-sortring viruset.

Disse to sidstnævnte vira optræder tit sammen, hvorfor det ofte kan være vanskeligt og tidskrævende at stille en nøjagtig diagnose, men i mange tilfælde resulterer angrebene i dværgagtige planter, der på bladene får gullige pletter, ringe og streger.

De angrebne planter forekommer ofte i større eller mindre »pletter« i marken, og ved udtagning af jord fra sådanne områder og efterfølgende dyrkning af »fangplanter« (se under Arabis-mosaik virus) i denne, kan man ofte påvise indhold af virus af den ene eller anden slags.

En nærmere adskillelse af et eventuelt viruskompleks kan ske ved overføring til diverse indikatorplanter eller endnu bedre ad serologisk vej.

Ved skotske undersøgelser er hindbær-ringplet viruset hidtil

fundet i følgende jordbærsorter: — Favourit, Huxley, Madame Lefebvre, Merton Princess, Rearguard, Royal Sovereign, Talisman og Vigour.

3. Kirsebær-»Pfeffinger«-syge

For over 50 år siden iagttog man i distriktet Pfeffingen i Schweiz en kirsebærsygdom, der herefter blev kaldt »Pfeffinger-krankheit«.

Denne sygdom har overmåde megen lighed med raspblad (Rasp leaf), der i 1935 blev observeret i Colorado i U.S.A. og siden mange andre steder — både i U.S.A. og i Europa.

Ligeledes minder »Pfeffinger-syge« meget om den hollandske »Eckelrader-syge« (se under kirsebær-rosette virus og tomat-sort-ring virus!).

De allerseneste undersøgelser synes klart at pege på, at »Pfeffinger-syge« forårsages af en linie af hindbær-ringplet virus. Endvidere indgår hindbær-ringplet virus sammen med kirsebær-rosette virus i det viruskompleks, der fremkalder Eckelrader-syge.

Primære symptomer hos »Pfeffinger-syge« omfatter større eller mindre gullige olieagtige pletter på bladene. Senere (ofte det følgende år) forekommer på undersiden af nogle af bladene på angrebne træer små bladlignende udvækster (enationer), der som regel findes i rækker løbende parallelt med bladnerverne.

Sygdomme af Pfeffinger- og Eckelrader-typen svækker de angrebne træer overordentlig meget og regnes til de mest ondartede kirsebær-viroser i Europa.

Her i landet er der hidtil kun fundet ganske enkelte kirsebær-træer angrebet af disse eller lignende sygdomme (kirsebær-raspblad 1951).

XIV. Kirsebær-rosette virus

I 1951 beskrives fra Holland (D. MULDER) en kirsebærvirose under navnet Eckelrader ziekte.

Denne sygdom har særdeles mange fælles karaktertræk med den schweiziske Pfeffinger-krankheit og den amerikanske og engelske rasp leaf disease (raspblad).

Senere har man fra hollandsk side ændret navnet Eckelrader

ziekte til Rosetziekte, men under det 4. europæiske frugttræ virus symposium (Lyngby, 1960) blev det vedtaget at bibeholde det oprindelige navn, Eckelrader ziekte, for sygdommen, hvorimod et af de vira, der er medvirkende ved sygdommen, herefter kaldes kirsebær-rosette virus (rosetziekte virus). Det andet virus, der indgår i Eckelrader-komplekset, er hindbær-ringplet viruset (se nærmere under dette).

A. MODTAGELIGE PLANTER

Ud over kirsebær (P. avium og P. cerasus) må man regne med, at adskillige urteagtige planter er modtagelige, i hvert fald for eksperimentelt påført infektion.

Fra kirsebærtræer angrebet af Eckelraderziekte er det ved mekanisk saftinokulation lykkedes at overføre et virus til agurk og herfra til følgende planteslægter:

Beta, Chenopodium, Gomphrena, Lactuca, Lycopersicum, Nicotiana, Petunia, Physalis, Tetragonia og Tropaeolum.

Da de fleste af de her nævnte planteslægter er modtagelige for hindbær-ringplet viruset, kan det næppe efter de hidtidig udførte forsøg afgøres, hvorvidt det smitstof, man har overført fra de syge kirsebær, kun har indeholdt kirsebær-rosette viruset, eller om også hindbær-ringplet viruset har været impliceret.

B. SMITTEOVERFØRING

Kirsebær-rosette viruset kan rent eksperimentelt overføres ved mekanisk saftinokulation – en overføringsmåde, der næppe har betydning for den spontane spredning af viruset.

Derimod har viruset jordsmitte, og det anses for overvejende sandsynligt, at nematoder er i stand til at medvirke ved smitteoverføringen.

C. EGENSKABER

Virusets termale inaktiveringspunkt ligger ved 55-60°C. Fortyndingsgrænsen er 1:10 000, og holdbarheden in vitro er over 5 døgn.

Viruset har sfæriske partikler, og infektiviteten hos »syg« jord går tabt ved lufttørring.

D. DIAGNOSE

Som tidligere nævnt kan viruset overføres ved mekanisk saftsmitte til agurk, og herfra til andre modtagelige indikatorplanter.

Da virusets varmeresistens adskiller sig meget fra hindbærringplet virusets, vil det måske af den grund være muligt med en differentiering.

Muligvis vil serologiske undersøgelsesmetoder (f.eks. gel diffusionsprøven) fremover kunne anvendes ved den nøjagtige diagnose af kirsebær-rosette viruset.

E. SYGDOMME FREMKALDT AF KIRSEBÆR-ROSETTE VIRUSET

1. *Eckelrader-syge (Eckelraderziekte)*

Sygdommen, der optræder meget ondartet flere steder i Holland (særlig i provinsen Limburg) fremkalder hos angrebne kirsebærtræer et sygdomsbillede, der minder stærkt om Pfeffingersyge (se under hindbær-ringplet viruset).

2. *Kirsebær-bladrullesyge (Cherry leaf roll)*

I 1955 beskrives sygdommen første gang fra Sydengland, hvor den de foregående 2-3 år har været under observation, ligesom overføringsforsøg har været udført. Ved disse overføringsforsøg er det forårsagende virus overført ved podning.

I de allerseneste år (CROPLEY, 1960) er det endvidere lykkedes at overføre det pågældende virus ved mekanisk saftsmitte, ligesom serologisk påvisning (gel diffusionsmetoden) har været mulig med plantesaft direkte fra syge kirsebærtræer.

Angrebne kirsebærtræer får opadrullede, halvvisne blade, der endvidere er stive og raslende. Mellemnerve-nekrose kan forekomme, og visse sorter får svagt purpurrøde blade om sommeren.

Endelig forekommer hos kraftigt angrebne træer gummiflod fra stamme og hovedgrene.

Det anses nu for overvejende sandsynligt, at kirsebær-bladrullesyge fremkaldes af kirsebær-rosette viruset eller en nært beslægtet linie af dette.

XV. Fersken rosettemosaik virus

I 1917 omtales peach rosette fra Michigan. Sygdommen synes ikke at være særlig udbredt, men kan, hvor den findes, gøre betydelig skade.

Det forårsagende virus er påvist hos fersken og blommer samt enkelte andre *Prunus*-arter, men ingen planter uden for *Prunus*-slægten er fundet angrebet. Til gengæld har alle undersøgte ferskensorter vist sig modtagelige.

Hos angrebne ferskentræer forsinkes løvspringet ofte, og de først fremkomne blade bliver klorotisk spættede og er ofte deforme.

Bladene kommer på grund af stærkt forkortede internodier til at sidde meget tæt, hvorved bladrosetter dannes.

Bladene, der dannes senere på vækstsæsonen, er af mere normalt udseende, uagtet de er noget smallere end hos sunde planter. Angrebne træers blade er hen på vækstsæsonen ofte af en mørkere grøn farve end hos sunde træer. Syge træer bærer kun lidt eller ingen frugt.

Visse *Prunus*-arter og muligvis også visse ferskensorter kan optræde som symptomløse smittebærere. – Diagnosen kan her stilles ved overføring (podning) til sunde fersken-frøplanter.

Insektoverføring er ikke påvist for viruset, der forårsager fersken rosettemosaik.

Derimod tyder udførte forsøg stærkt på at det pågældende virus har jordsmitte, og muligheden for nematode-overføring kan heller ikke udelukkes.

Nyere forsøg har endvidere vist, at behandling af »syg« jord med chlordane ødelagde dens smitteevne (destruktion af eventuelle nematoder?).

SAMMENDRAG

Studiet af de jordbårne vira er i de senere år blevet intensiveret betydeligt i flere lande og jordsmitte er nu påvist for adskillige vigtige plantevira, hvoraf nogle synes at være stærkt udbredte.

I nærværende afhandling er der på basis af omtrent 100 beretninger og rapporter – hvoraf de fleste er af nyere dato – givet en

beskrivelse af de vira (i alt 15), hvor jordsmitte er påvist. Endvidere er de vigtigste sygdomme, der fremkaldes af disse vira, kort beskrevet.

I Danmark er hidtil kun fire jordbårne vira påvist; det drejer sig om tobaksmosaik-virus, tobaksnekrose-virus, rattle-virus og arabis-mosaik-virus.

Tobaksmosaik-virus er her i landet fundet i tobak, peber og tomat og spiller især i sidstnævnte plante en betydelig økonomisk rolle.

Tobaksnekrose-virus er påvist herhjemme i tulipan, bønne, tomat, agurk, peberrod, hindbær, *Primula obconica* og *Anemone coronaria*; desuden er et tobaksnekroselignende virus fundet i *Chrysanthemum*, og symptomer på ABC-syge (der fremkaldes af tobaksnekrose-virus) er iagttaget hos kartofler.

Rattle-virus er herhjemme påvist i tobak, kartofler, tulipan, crocus og *Solanum nigrum* og

Arabis-mosaik-virus er fundet i peberrod.

Udover de jordbårne vira, der allerede er påvist her i landet, er det sandsynligt, at flere andre forekommer, ligesom de allerede påviste rimeligvis findes i betydelig flere planter end i de ovenfor nævnte.

Alle, der beskæftiger sig med planter og plantesygdomme, ved, at man ofte kommer ud for »uforklarlige« angreb, f.eks. finder man »pletter« af større eller mindre omfang i forskellige afgrøder (korn, rodfrugter, bælgplanter, jordbær, hindbær m.v.), hvor planterne vantrives uden, at man altid kan give en rimelig forklaring på, hvad årsagen kan være.

I flere af disse tilfælde kan der sandsynligvis være grund til at undersøge, hvorvidt jordbårne vira er impliceret.

Erfaringer og undersøgelser fra andre lande viser imidlertid, at de jordbårne vira i mange tilfælde går ud over »pletstadiet«, d.v.s. at hele afgrøder kan totalt inficeres, og overordentlig store udbytter kan forårsages.

Bekæmpelsen, der naturligvis afhænger af virusarten, er ofte overordentlig vanskelig og kostbar. Det gælder især de jordbårne vira, der ikke kan »udsultes« ved normal vekseldrift.

Virusbefængte jorder kan i alle tilfælde »helbredes« ved varmebehandlinger, som imidlertid er særdeles kostbare. Kemikaliebe-

handlinger har i nogle tilfælde ødelagt virusholdig jords smitteevne – muligvis snarere ved at dræbe smitteoverførende nematoder end ved at ødelægge selve virusmitstoffet.

Sædskifte med langvarig omdrift mellem modtagelige afgrøder vil utvivlsomt være anbefalelsesværdig forsåvidt visse af de jordbårne vira angår, men i mange tilfælde vil en sådan foranstaltning være ret illusorisk, hvis man ikke samtidig foretager effektiv bekæmpelse af mulige smitekilder blandt ukrudtsplanter i og nær de pågældende arealer.

For at undgå en yderligere udbredelse af de jordbårne vira er det uhyre vigtigt, at man for vegetativt formerede planter kun anvender sundt udplantnings- eller læggemateriale, da man ellers med dette kan påføre en hidtil virusfri jord et smitstof, der bliver særdeles vanskeligt at fjerne senere hen. Således kan jordbårne vira overføres til jorden med plantemateriale af stiklingeroer, kartofler, hindbær og jordbær m.v. og da nogle af de jordbårne vira ligeledes har frøsmitte hos nogle af deres værtplanter, kan anvendelse af frø fra syge planter også være farlig.

Den bedste og mest effektive foranstaltning imod de jordbårne vira er dog utvivlsomt tiltrækningen og anvendelse af resistente sorter og stammer af de forskellige kulturplanter. Særlig indenfor kornforædlingen er der her opnået udmærkede resultater, uden hvilke rationel hvededyrkning visse steder i U.S.A. havde været umulig idag.

I Danmark såvel som i andre lande vil det fremover være af stor betydning med en stærk udbygget forskning på de jordbårne viras områder, således at man søger

- a) at udnytte og udbygge de bestående diagnosemetoder
- b) at kortlægge landets forskellige jorder med hensyn til jordbårne vira
- c) at supplere de allerede udførte værtplanteundersøgelser – særlig forsåvidt ukrudtsplanterne angår (herunder også frøsmitteundersøgelser)
- d) at undersøge de herværende nematodearters evne som vektorer
- e) og sidst men ikke mindst at undersøge mulighederne for effektiv bekæmpelse.

SUMMARY

The studies of soil-borne viruses have in recent years been very much intensified and soil transmission have been proved for several important and rather widespread plant viruses.

In the present report is given a description of 15 soilborne viruses (see page 78 and 79) and the more important diseases caused by these pathogens.

So far only the following four soil-borne viruses have been found in Denmark:

Tobacco mosaic virus in tobacco, pepper and tomato, *tobacco necrosis virus* in tulip, French bean, tomato, cucumber, horseradish, raspberry, *Primula obconica* and *Anemone coronaria*, *rattle virus* in tobacco, potato, tulip, crocus and *Solanum nigrum*, and *Arabis mosaic virus* in horseradish.

Besides the soil-borne viruses already found in Denmark it is highly probable that some more occur, and it is almost certain that the existing viruses are present in several more host plants than those reported above.

Everyone dealing with plants and plant diseases have come across of unexplainable cases, e.g. certain areas in a field with unhealthy looking plants of retarded growth. In several of such cases it would possibly be worth while to look for soil-borne viruses.

Control measures against soil-borne viruses will naturally depend of the virus in question.

Virus infested soil can be "cured" by heat treatment, which however is very expensive.

Application of certain chemicals have in some cases prevented infection from a virus-infested soil – presumably by destroying soil organisms acting as vectors.

Long time rotation between susceptible crops will undoubtedly be of some value in so far some viruses are concerned, but simultaneously eradication of wild hostplants (weeds) must be carried out.

In order to prevent further spread of soil-borne viruses it is very important to secure the use of healthy plant material, especially of vegetatively propagated plants, as dangerous pathogens otherwise may be introduced to soils, where it will later on be extremely difficult or impossible to remove them.

One of the most effective measures is however the breeding and use of resistant varieties of the various crop plants. Very successful results on that line have been obtained, when working with some cereal viruses in U.S.A.

In Denmark as well as in other countries much emphasis should in the future be laid upon expanded investigations concerning the soil-borne viruses.

LITTERATUR

1. *Bawden, F. C.*: Plant viruses and virus diseases. Waltham, Mass., U.S.A., third edit. 1950.
2. *Bever, W. M. and J. W. Penlton*: The effect of soil-borne wheat mosaic on yield of winter wheat. Pl. Dis. Rep. 38:4(1954): 266-267.
3. *Bird, J., H. Cibes and M. A. Tio*: Transmission of the causal agent of the chlorotic streak disease of sugarcane through the roots of plants grown in nutrient solution. Univ. Puerto Rico. Agr. Exp. Sta. Tech. Paper 27 (1958): 1-17.
4. *Breece, J. R. and W. H. Hart*: A possible association of nematodes with the spread of peach yellow bud mosaic. Pl. Dis. Rep. 43:9(1959): 889-890.
5. *Brierley, P. and R. V. Travis*: Soil-borne viruses from chrysanthemum and begonia. Plant. Dis. Rep. 42:9(1958): 1030-1033.
6. *Broadbent, L.*: Tomato mosaic. Glasshouse Crops Res. Inst. Ann. Rep. 1959 (1960): 68-70.
7. *Bull. Hatano Tobac*: Exp. Sta. 40(1956): 1-80: Studies on the tobacco stunt disease. Rev. appl. Myc. 37:6(1958): 374-375.
8. *Cadman, C. H.*: Raspberry leaf curl. Scott. Hort. Res. Inst. Ann. Rep. 1953-54 (1954): 17-18.
9. *Cadman, C. H.*: Raspberry leaf curl. Scott. Hort. Res. Inst. Ann. Rep. 1954-55 (1955): 24-25.
10. *Cadman, C. H.*: Studies on the etiology and mode of spread of Scottish raspberry leaf curl disease. J. hort. sci. 31:2(1956): 111-118.
11. *Cadman, C. H.*: Soil-borne viruses. Scott. Hort. Res. Inst. Ann. Rep. 1956-57 (1957): 25-26.
12. *Cadman, C. H.*: Soil-borne viruses. Scott. Hort. Res. Inst. Ann. Rep. 1957-58 (1958): 31-32.
13. *Cadman, C. H.*: A ring necrosis virus of potato. Proc. third conf. potato virus dis., Lisse, Wageningen, 1957(1958): 168-172.
14. *Cadman, C. H. and B. D. Harrison*: Studies on the properties of soil-borne viruses of the tobacco-rattle type occurring in Scotland. Ann. appl. Biol. 47:3(1959): 542-556.
15. *Cadman, C. H.*: Soil-borne viruses. Scott. Hort. Res. Inst. Ann. Rep. 1959-60 (1960): 48-50.
16. *Cadman, C. H. and B. D. Harrison*: Studies on the behaviour in soils of tomato black ring, raspberry ringspot and arabis mosaic viruses. Virology: 10:1 (1960): 1-20.
17. *Cadman, C. H., H. F. Dias and B. D. Harrison*: Saptransmissible viruses associated with diseases of grape vines in Europe and North America. Nature 187: 4737(1960): 577-579.
- 17a. *Cadman, C. H. and R. M. Lister*: Relationship between tomato ringspot and peach yellow bud mosaic viruses. Phytopath. 51:1(1961): 29-31.
18. *Canova, A.*: Ricerche intorno ad una virosi del pomodoro (mal della striscia). Phytopath. Z. 28:4(1957): 415-422.
19. *Cropley, R., C. E. Ellenberger and A. Jha*: Strawberry mosaic and apple

- mosaic virus in strawberry. Rep. E. Malling Res. Sta. for 1959(1960): 96-97.
- 19a. *Cropley, R.*: Serological detection of a virus in cherry trees with leaf roll disease. *Nature* 188:4753(1960):875-876.
 20. *Dorst, H. J. M.*: Virusziekten bij komkommers. Proefstation Naaldwijk, Jaarverslag(1956): 124-130.
 21. *Evenhuis, H. H.* et al: De overdracht van de rosetziekte, een virusziekte van de Kers. *T. Pl. ziekten* 65:4(1959): 122-127.
 22. *Fry, P. R.*: Note on occurrence of a tobacco-necrosis virus in roots of lettuce showing big-vein. *N. Z. Journ. Sci. Techn. Sec. A.* 34:2(1952): 224-225.
 23. *Fry, P. R.*: The relationship of *Olpidium brassicae* (Wor.) Dang. to the big-vein disease of lettuce. *N. Z. Journ. Agr. Res.* 1:3(1958): 301-304.
 24. *Fulton, R. H.* and *D. Cation*: Destruction of inoculum or possible transmitting agent of peach rosette mosaic virus by soil drenching with chlordane. *Pl. Dis. Rep.* 43:9(1959): 991-992.
 25. *Gallay, R.* et al: Infections degenerations of the vine. *Rev. appl. Myc.* 35:1 (1956): 75-76.
 26. *Gold, A. H.*: A tobacco-necrosis-like virus isolated from potato-tuber lesions and California soils. *Phytopath.* 50:1(1960): 84.
 27. *Gregory, P. H.*: Soil-borne viruses. Rep. Rothamsted Exp. Sta. for 1958 (1959): 98-99.
 28. *Grogan, R. G.* et al: The association of *Olpidium* with the big-vein disease of lettuce. *Phytopath.* 48:6(1958): 292-297.
 29. *Hadden, S. J.* and *H. F. Harrison*: Occurrence of oat mosaic in the lower coastal plain of South Carolina. *Pl. Dis. Rep.* 39:8(1955): 628-632.
 30. *Hansen, H. P.*: Undersøgelser og iagttagelser over tobaksviroser i Danmark. *Tidsskrift for Planteavl* 50(1946): 191-298.
 31. *Harrison, B. D.*: Raspberry leaf curl. *Scott Hort. Res. Inst. Ann. Rep.* 1955-56 (1956): 22-23.
 32. *Harrison, B. D.*: Soil transmission of Scottish raspberry leaf-curl disease. *Nature* 178(1956): 553.
 33. *Harrison, B. D.*: Studies on the host range, properties and mode of transmission of beet ringspot virus. *Ann. appl. Biol.* 45:3(1957): 462-472.
 34. *Harrison, B. D.*: Beet ringspot- a soil-borne virus infecting potatoes in Scotland. Proc. third conf. potato virus dis., Lisse, Wageningen 1957 (1958): 160-167.
 35. *Harrison, B. D.*: Further studies on raspberry ringspot and tomato black ring, soil-borne viruses that affect raspberry. *Ann. appl. Biol.* 46:4 (1958): 571-584.
 36. *Harrison, B. D.*: Raspberry yellow dwarf, a soil-borne virus. *Ann. appl. Biol.* 46:2 (1958): 221-229.
 37. *Harrison, B. D.*: The pattern of field infection of potato by the beet ringspot strain of tomato black-ring, a soil-borne virus. *Ann. appl. Biol.* 47:3(1959): 557-564.
 38. *Harrison, B. D.* and *C. H. Cadman*: Role of a dagger nematode (*Xiphinema*

- sp.) in outbreaks of plant diseases caused by arabis mosaic virus. *Nature* 184(1959): 1624-1626.
39. *Hewitt, W. B. and C. J. Delp*: Yellow mosaic of grapevines and evidence of retention of the virus in the soil. *Phytopath.* 43:9(1953): 475.
 40. *Hewitt, W. B.*: Some virus and virus-like diseases of grapevines. *The Bulletin Dept. Agr. Sta. of California* 43:2(1954): 47-64.
 41. *Hewitt, W. B.*: Fanleaf virus of grapevines is soil-borne. *Phytopath.* 46:1 (1956): 15.
 42. *Hewitt, W. B., D. J. Raski and A. C. Goheen*: Nematode vector of soil-borne fanleaf virus of grapevines. *Phytopath.* 48:11(1958):586-595.
 43. *Hollings, M.*: Cucumber stunt mottle. *Glasshouse Crops Res. Inst. Ann. Rep.* 1959(1960): 71.
 44. *Hollings, M.*: Celery. *Glasshouse Crops Res. Inst. Ann. Rep.* 1959(1960): 73-74.
 45. *Karle, H. P.*: Studies on yellow bud mosaic virus. *Phytopath.* 50:6(1960): 466-472.
 46. *Kassanis, B.*: Tobacco necrosis viruses affecting tulips. *Plant Pathology* 3:1(1954): 26-29.
 47. *Kristensen, H. Rønde*: Virussygdomme hos korn. *Tidsskrift for Planteavl* 56:4(1953): 660-683.
 48. *Kristensen, H. Rønde*: Indvendige rustpletter i kartoffelknolde. *Landbonyt* 8:10(1954): 522-24.
 49. *Kristensen, H. Rønde*: Hindbær-virussygdomme. *Erhvervsfrugtavl* 22:1 1955: 12-18 og 22:2(1955): 34-38.
 50. *Kristensen, H. Rønde*: Virussygdomme hos agurker i Danmark. *Horticultura* 10:11(1956): 161-172.
 51. *Kristensen, H. Rønde*: Virussygdomme hos stenfrugttræer. *Tidsskr. f. Planteavl* 60:1(1956): 69-166.
 52. *Kristensen, H. Rønde*: Om virussygdomme i blomsterløgkulturene. *Gartner-Tidende* 75:19(1959): 255-259.
 53. *Lister, R. M.*: Occurrence of soil-borne virus diseases of strawberry in Britain. *Plant Pathology* 9:3(1960): 102-105.
 54. *Lister, R. M.*: Transmission of soil-borne viruses through seed. *Virology* 10(1960): 547-549.
 55. *Lister, R. M.*: Strawberries and soil-borne virus diseases. *Agriculture* 67:1 (1960): 25-29.
 56. *McKinney, H. H.*: Mosaics of winter oats induced by soil-borne viruses. *Phytopath.* 36:5(1946):359.
 57. *McKinney, H. H.*: Soil-borne wheat mosaic viruses in the great plains. *Pl. Dis. Rep.* 37:1(1953): 24-26.
 58. *McKinney, H. H. et al*: Studies on chemical control and overseasoning of, and natural inoculation with, the soil-borne viruses of wheats and oats. *Pl. Dis. Rep.* 41:4(1957): 256-266.
 59. *Miyamoto, Y.*: Studies on soil-borne cereal mosaics II. On the barley yellow mosaic virus (part I). *Rev. appl. Myc.* 38:3(1959): 139-140.

60. *Miyamoto, Y.*: Further evidence for the longevity of soil-borne plant viruses adsorbed on soil particles. *Virology* 9:2(1959): 290-291.
61. *Moseman, J. G., H. H. McKinney and C. W. Roane*: Reaction of wheat varieties and selections to the soil-borne viruses in Southeastern United States. *Pl. Dis. Rep.* 38:1(1954): 19-24.
62. *Noordam, D.*: Waardplanten en toetsplanten van het ratelvirus van de tabak. *T. Pl. ziekten* 62:5(1956): 219-225.
63. *Noordam, D.*: Tabaksnecrosevirus in samenhang met een oppervlakkige aantasting van aardappelknollen. *Tijdschr. o. Pl. ziekte.* 63:5(1957): 237-241.
64. *Oversigt over sygdomme hos landbrugets og havebrugets kulturplanter i 1918* *Tidsskrift for Planteavl* (1919): 683-733.
65. *Oversigt over sygdomme hos landbrugets og havebrugets kulturplanter i 1921.* *Tidsskrift for Planteavl* (1922): 185-246.
66. *Peacock, F. C.*: Dagger nematodes associated with a clover sickness. *Nature* 184(1959): 123.
67. *Pfaeltzer, H. J.*: Some investigations on the rosette disease of cherry. *T. Pl. ziekten* 65(1959): 5-12.
68. *Plantesygdomme i Danmark 1951.* *Tidsskrift for Planteavl* (1954): 1-67.
69. *Plantesygdomme i Danmark 1952.* *Tidsskrift for Planteavl* (1955): 806-870.
70. *Plantesygdomme i Danmark 1956.* *Tidsskrift for Planteavl* (1958): 553-614.
71. *Plantesygdomme i Danmark 1959.* *Tidsskrift for Planteavl* (1961): 1-63.
72. *Roane, C. W., T. M. Starling and H. H. McKinney*: Observations on wheat mosaic in Virginia. *Pl. Dis. Rep.* 38:1(1954): 14-18.
73. *Schade, C.*: Untersuchungen zur serologischen Verwandtschaft des Rhabarbermosaikvirus mit dem Gelbverzwelgungsvirus der Himbeere (raspberry yellow dwarf virus). *Phytopath. Z.* 37:4(1960): 422-424.
74. *Sill, W. H., jr.*: A comparison of some characteristics of soil-borne wheat mosaic viruses in the great plains and elsewhere. *Pl. Dis. Rep.* 42:8(1958): 912-924.
75. *Sill, W. H. and C. L. King*: The 1957 soil-borne wheat mosaic epiphytotic in Kansas. *Pl. Dis. Rep.* 42:4(1958): 513-516.
76. *Slogteren, D. H. M. van*: Ratelvirus als oorzaak van ziekten in bloembolgewassen en de mogelijkheden de infectie door middel van grondontsmetting te bestrijden. *T. Pl. ziekten* 64(1958): 452-462.
77. *Smith, K. M. and R. Markham*: Two new viruses affecting tobacco and other plants. *Phytopath.* 34:3(1944): 324-329.
78. *Smith, K. M.*: A textbook of plant virus diseases. London, Sec. edit. 1957.
79. *Smith, K. M. and M. E. Short*: Lettuce-ringspot: a soil-borne virus disease. *Plant Pathology* 8:2(1959): 54-56.
80. *Soil-borne viruses.* Rep. Rothamsted, Exp. Sta. for 1959(1960): 96.
81. *Sol, H. H., J. C. van Heuven and J. W. Seinhorst*: Transmission of rattle virus and *Atropa belladonna* mosaic virus by nematodes. *T. Pl. ziekten* 66:3(1960): 228-231.

82. *Szirmai, J.*: On a variant of the root virus of seedlings. *Rev. appl. Myc.* 33:9(1954): 566.
83. *Thung, T. H.* and *T. Hadiwidjaja*: Some remarks on Rotterdam-B virus. *Proc. third conf. potato virus dis., Lisse, Wageningen 1957(1958)*: 233-238.
84. *Tomlinson, J. A.* and *B. R. Smith*: Big-vein disease of lettuce in Britain. *Plant Pathology* 7:1(1958): 19-22.
85. *Wagnon, H. K.* and *J. A. Taylor*: Results of some soil treatments for elimination of peach yellow bud mosaic virus from soil. *Phytopath.* 47:9 (1957): 537.
86. *Walkinshaw, C. H.* and *R. H. Larson*: Corky ringspot of potato (a soilborne virus disease). *University Wisc. Madison, Res. Bul.* 217(1959): 1-31.
87. *Want, J. P. H. van der*: Het stippelstreep van de boon (*Phaseolus vulgaris*), een ziekte veroorzaakt door een virus, dat in de ground overblijft. *Tijdschr. o. Pl. ziekte.* 54:3(1948): 85-90.
88. *Wilson, V. E.* and *H. C. Murphy*: Red leaf of oats. *Pl. Dis. Rep.* 37:1(1953): 21-23.
89. Virus diseases of soft fruits. *Rep. E. Malling. Res. Sta. for 1958(1959)*: 28.
90. Virus diseases of soft fruits. *Rep. E. Malling. Res. Sta. for 1959(1960)*: 27.
91. Virus diseases of fruit trees. *Rep. E. Malling. Res. Sta. for 1959(1960)*: 27.
92. *Yarwood, C. E.*: Tobacco-necrosis virus 'n lettuce. *Pl. Dis. Rep.* 38:4(1954): 263.
93. *Yarwood, C. E.*: Tobacco necrosis virus in Cleome. *Plant Dis. Rep.* 43:3 (1959): 390-393.