

Virussygdomme hos æbletræer

Ved *H. Rønde Kristensen* og *Arne Thomsen*

378. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Nærværende beretning omhandler de virussygdomme, der hidtil er påvist hos æbletræer i Danmark, og er baseret på såvel udenlandske som danske forsøgs- og undersøgelsesresultater.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

INDHOLDSFORTEGNELSE

| | Side |
|---|------|
| I. Indledning | 2 |
| II. Viroser påvist hos æbletræer i Danmark | 3 |
| A. Viroser, der fremkalder karakteristiske stamme- og grensymptomer | 4 |
| 1. Furede grene | 4 |
| 2. Gummived | 4 |
| 3. Hestesko-ar | 5 |
| B. Viroser, der fremkalder karakteristiske bladsymptomer | 6 |
| 1. Æble-mosaik | 6 |
| 2. Buklede blade | 11 |
| C. Viroser, der fremkalder karakteristiske frugtsymptomer | 11 |
| 1. Småfrugter | 11 |
| 2. Bukkelæbler | 12 |
| 3. Stjernerevner | 13 |
| D. Viroser, der oftest optræder latent | 13 |
| 1. Klorotisk bladplet | 13 |
| 2. Grubet ved | 14 |
| 3. Epinasti | 15 |
| 4. Skællet bark | 15 |
| 5. Tobak-mosaik | 15 |
| III. Påvisningsmetoder | 16 |
| A. Overføring ved podning | 16 |
| 1. Barkpodning | 16 |
| 2. Kopulation og spaltpodning | 16 |
| 3. Okulation og »chip budding« | 17 |
| B. Mekanisk saftinokulation | 17 |
| C. Indikatorplanterne og deres reaktion | 18 |
| D. Farvereaktionsmetode | 20 |
| IV. Konklusion | 20 |
| V. Sammendrag | 21 |
| VI. Summary | 21 |
| Litteratur | 21 |

I. Indledning

Æbletræet er modtageligt for en lang række virus sygdomme, af hvilke mange er stærkt udbredte i de fleste lande, hvor æbler dyrkes. Enkelte af disse sygdomme har været kendt ret længe; det gælder således æble-mosaik, der allerede omkring 1825 blev iagttaget i Frankrig. Først mange år senere blev man imidlertid klar over, at et virus var årsag til sygdommen.

Furede grene hos æbletræer omtales så tidligt som i 1905 i beretninger fra Australien, hvor man oprindeligt antog, at der var tale om et genetisk fænomen; først i 1942 bliver furede grene i en amerikansk beretning omtalt som en virose.

Bortset fra æble-mosaik og furede grene er alle de øvrige kendte virus sygdomme hos æbletræet imidlertid af ret ny dato, d.v.s. deres påvisning, thi den store udbredelse flere af disse sygdomme har, tyder i høj grad på, at de har eksisteret i mange år. Takket være et meget omfattende arbejde, der de sidste 20-25 år er foregået verden over på frugttræ-virosernes område, har man i dag et betydeligt kendskab til mange af disse sygdomme.

Dette arbejde er utvivlsomt blevet stærkt fremmet som følge af et særdeles udmærket internationalt samarbejde mellem frugttræ-virologerne, hvilket bl.a. har manifesteret sig i afholdelsen af en lang række internationale symposier på dette område.

Disse sammenkomster og hele det europæiske samarbejde vedr. frugttræ-viroserne blev i 1954 påbegyndt i Schweiz, og er i de sidste 13 år blevet forestået af en europæisk samarbejds-komite (European Committee for Cooperation in Fruit Tree Virus Research), hvori bl.a. Danmark er repræsenteret. Udover de særdeles udbytterige symposier har komiteen udarbejdet lister over standard-indikatorer til påvisning af frugttræ-vira – lister der med passende mellemrum bliver revideret og ført up to date, efterhånden som ny viden gør dette hensigtsmæssigt. I forbindelse med sidstnævnte arbejde bliver kollegaer gjort opmærksom på, hvorfra det pågældende indikatormateriale kan fremskaffes, hvilket har bevirket en omfattende

udveksling og sparet de enkelte virologer for et meget betydeligt arbejde. Ligeledes har den europæiske samarbejds-komite ved hjælp af et udstrakt kontaktnet i de forskellige lande, udarbejdet en række fortegnelser over udkomne publikationer på frugttræ-virologiens område, ligesom man ved hjælp af samme kontaktnet har udarbejdet oversigter over de forskellige frugttræ-virosers udbredelse i Europa.

Endelig har en nedsat redaktionskomite (A. F. Posnette, England, R. Bovey, Schweiz og H. Rønne Kristensen, Danmark) forestået tilrettelæggelsen af en international håndbog over kernefrugt-viroser (Virus diseases of apples and pears), som udkom i 1963.

I denne håndbog er omtalt 19 æble-viroser, af hvilke de 17 er påvist i Europa; i de senere år er yderligere to vira påvist hos æbletræer i Europa.

Her i landet er hidtil 13 virus sygdomme påvist hos æbletræet, men derudover må man regne med, at de kommende års undersøgelser vil afsløre enkelte andre.

Virus sygdommenes indflydelse på væksten og udbyttet hos de angrebne træer afhænger for det første af, hvilket virus der er involveret; nogle vira har en overordentlig skadelig virkning på de fleste inficerede æblesorter, mens andre tilsyneladende kun har ringe virkning.

Dernæst afhænger de inficerede træers reaktion af hvilke viruslinier, der er impliceret. De fleste (måske alle) virusarter optræder nemlig i flere linier (saml. smitteracer hos svampe), der kan udvise store indbyrdes forskelle med hensyn til virulens, og dermed i indflydelsen på de angrebne træers vækst og ydeevne.

Endvidere afhænger virusinfektionens virkning i høj grad af hvilken æblesort, der angribes; mens nogle sorter måske reagerer særdeles kraftigt overfor infektion med et bestemt virus, udviser andre kun svage eller slet ingen ydre symptomer. Og ikke alene spiller æblesorten en rolle, men infektionens forløb kan i flere tilfælde også påvirkes af grundstammen, på hvilken den pågældende sort er tiltrukket. Endelig må man regne med, at også vækstbetin-

gelseerne kan have en større eller mindre indflydelse på symptomudvikling og vækst hos virusinficerede æbletræer.

I de senere år er der i udlandet og herhjemme udført adskillige forsøg, hvor man har sammenlignet udbytte og vækst hos henholdsvis virusangrebne og sunde (eller relativt sunde) æbletræer.

Resultaterne fra disse forsøg viser, at der i mange tilfælde forvoldes meget store udbytte-tab hos æbletræer p.gr. af virusangreb. Eksempelvis skal her blot nævnes, at gummived-virus ved danske forsøg (37) fremkaldte en udbytte-reduktion hos sorten James Grieve tiltrukket på vildstamme og M IV på henholdsvis 37 og 33 pct., mens de tilsvarende tal for Lord Lambourne var 65 og 78 pct.

Danske forsøg med andre æble-viroser har ligeledes givet store udslag til fordel for de sunde træer.

Overføring af virussygdomme hos æbletræer foregår først og fremmest ved hjælp af en eller anden form for podning. Dyrisk smitteoverføring, som er meget almindelig for talrige andre virussygdomme, er ikke i noget tilfælde påvist med sikkerhed. Ganske vist foregår der tilsyneladende en langsom spontan smittespredning for så vidt angår de vira, der er årsag til æble-småfrugter og klorotisk bladplet, men hvorledes denne spontane smitteoverføring effektueres er endnu ikke klarlagt. Enkelte æblevira er rent eksperimentelt overført ved mekanisk saftsmitte, men dette har næppe nogen betydning for den spontane virusspredning.

Muligheden for frøsmitte har været undersøgt, men er kun påvist med sikkerhed for et enkelt af de omtalte vira, d.v.s., at uagtet man tager frø (æblekerner) fra virusinficerede æbletræer, vil vildstammerne hidrørende fra dette frø, være virusfrie. Derimod er mange af de vegetativt formerede æble-grundstammer virusinficerede – især de ældre typer. Årsagen til æble-virosers store udbredelse er derfor hverken frøsmitte, dyrisk smitteoverføring eller mekanisk saftsmitte (redskabssmitte), men de vegetative formeringsmetoder man anvender i planteskolerne og frugtavlens.

Podkviste og okulationsøjne blev tidligere taget fra æblesorter, uanset om disse var virusinficerede eller ej, og ligeså blev aflæggere taget i grundstammekvartererne, selv om planterne i disse ofte har været mere eller mindre virusangrebne.

Denne praksis har været gennemført i alle lande, og har i høj grad været tilgivelig, idet man tidligere ikke har haft nogen mulighed for at undgå de inficerede moderplanter, med mindre disse viste meget tydelige symptomer.

Den omfattende internationale handel med plantemateriale, hvor nye sorter og grundstammetyper er blevet udvekslet landene imellem, har tillige i høj grad befordret den internationale udbredelse af mange virussygdomme hos æbler.

Herhjemme såvel som i adskillige andre lande er man imidlertid blevet klar over disse sygdommes udbredelse og den trusel, de indebærer for frugtavlens rentabilitet. Følgelig har man søgt at gennemføre foranstaltninger til at trænge æble-viroserne såvel som andre virusangreb tilbage, dels ved en omfattende sundhedskontrol i planteskolerne og dels ved et fremavlsarbejde, hvor man søger at fremskaffe sundest muligt formeringsmateriale til planteskolerne.

I det følgende afsnit skal i korte træk gives en beskrivelse af de 13 virussygdomme, man hidtil har påvist hos æbler her i landet, og i sidste hovedafsnit skal metoderne til påvisning af disse viroser omtales.

II. Æbleviroser påvist i Danmark

Ved beskrivelsen af de enkelte virussygdomme vil det være hensigtsmæssigt med en vis gruppdeling, idet det dog bør bemærkes, at grænsen mellem grupperne er ret udflydende. Dette gælder især grænsen mellem de såkaldte latente viroser og de øvrige omtalte sygdomme, idet disse sidstnævnte i virkeligheden også i adskillige sorter kan optræde latent – omend ikke i så udstrakt grad, som de sygdomme, der er grupperet under latente viroser.

A. VIOSER, DER FREMKALDER KARAKTERISTISKE SYMPTOMER PÅ STAMMER OG GRENE

1. Furede grene (Flat limb)

Furede grene kendtes allerede i 1905 i Australien og i 1907 i U.S.A., og er siden rapporteret fra talrige lande (24). I Danmark, hvor sygdommen er iagttaget af frugtavlerner for ca. 50 år siden, regnede man tidligere med, at overdreven anvendelse af kvælstof eller eventuelt zink- eller bormangel var årsag til sygdommen, men i 1948 påbegyndte man ved Statens plantepatologiske Forsøg undersøgelser ud fra den antagelse, at her var tale om en infektionssygdom, hvilket de opnåede resultater fuldt ud beviste (24).

Ved de danske forsøg er sygdommen ved podning overført til æblesorterne Bodil Neergaard, Graasten, Ildrød Pigeon og Ingrid Marie, af hvilke sidstnævnte tilsyneladende kan optræde som symptomløs smittebærer. Endvidere er følgende æble-grundstammer eksperimentelt inficeret, uden at ydre symptomer fremkaldtes: M I, M II, M IV, M VIII, M IX, M XIII og M XVI.

Spontan infektion er i Danmark registreret hos æblesorterne: Bodil Neergaard, Dronning Louise, Filippa, Graasten (diverse typer), Guldborg, Høve Reinet, Idared, Ildrød Pigeon, James Grieve, Lord Lambourne, Lord Suffield, Redcoat Grieve, Rød Ananas, Rød Calvil, Signe Tillisch og Stark Earliest.

De kraftigste symptomer, der er registreret i ovennævnte sorter, forekom hos Graasten og Idared.

Endvidere er grundstammerne M II og M IV fundet spontant inficerede, uden at udvise symptomer, og det samme gælder flere æblesorter.

Ved smitteforsøgene, hvor det forårsagende virus har været overført ved mange former for podning (kopulation, barkpodning, okulation etc.), har inkubationstiden varieret overordentlig meget (fra 6 måneder til 5 år), hvilket kan skyldes varierende virulens hos forskellige linier af det pågældende virus, ligesom grundstamme og vækstbetingelser utvivlsomt også har indflyet på hele sygdommens udvikling.

Hos følsomme sorter, som f.eks. Graasten, viser de første symptomer sig som svage liniære fordybninger i grene eller kviste eller eventuelt som en mere eller mindre tydelig udfladning af disse. I nogle tilfælde fremkommer sådanne symptomer allerede på første-års skuddene. De svage fordybninger udvikles efterhånden til dybe furer, eller grenene bliver stærkt udfladede og ofte forvredne. I sådanne kraftigt påvirkede grene udvikles tillige ofte nekrose. Selve frugtkvaliteten påvirkes tilsyneladende ikke, men frugtmængden på syge træer hos følsomme sorter reduceres, ligesom de stærkt medtagne træer efterhånden går til grunde.

Hos visse æblesorter, f.eks. Ontario og Signe Tillisch, optræder undertiden et fænomen, der benævnes tenformede grene. Muligvis er viruset, der fremkalder furede grene, også involveret i de tenformede grene. Ligeledes har der været fremsat hypoteser om, at viruset, der er årsag til furede grene, skulle være nært beslægtet med gummived-viruset, men noget sikkert bevis herfor er endnu ikke fremført. Det er imidlertid en kendsgerning, at gummived-viruset kan påvises i talrige træer, der er angrebet af furede grene.

2. Gummived (Rubbery wood)

Symptomer på gummived hos æbletræer blev i begyndelsen af 1930-erne iagttaget i England (55) i tilvæksten fra podekviste af sorten Lord Lambourne, der i 1920 blev indpodet i flere ældre æbletræer af forskellige sorter. Dette tyder i høj grad på, at de ompodede træer har været latent inficeret med viruset, der er årsag til gummived. Denne sygdom er siden rapporteret fra talrige lande verden over, først og fremmest som forekommende i forskellige æblesorter samt i æble-grundstammer, men endvidere i flere pæresorter.

I Danmark foreligger den første rapport om gummived i 1938, og siden er sygdommen registreret talrige gange – både på symptombasis samt ved hjælp af talrige testninger (37).

Eksperimentelt er gummived-viruset ved danske forsøg overført til flere æblesorter bl.a. Bodil Neergaard, Cortland, Cox's Orange, Golden

Delicious, Graasten, James Grieve, Jonathan og Lord Lambourne m.fl. Endvidere er gummived-viruset eksperimentelt overført til æblegrundstammerne M I, M II, M IV, M VII, M IX, M XII, M XIII og M XVI. Endelig er det pågældende virus overført til forskellige pæresorter samt til kvæde.

Spontane angreb af gummived-virus er som tidligere nævnt registreret mange gange hos talrige sorter (37) bl.a. Alice, Bramley, Close, Cortland, Cox's Orange, Golden Delicious, Graasten, Guldborg, Ingrid Marie, James Grieve, Laxtons Superb, Lobo, Lord Lambourne, McIntosh, Melba, Spartan, Stark Earliest, Transparente Blanche o.m.åa. Blandt de her nævnte sorter manifesterede infektionerne sig imidlertid kun tydeligt ved ydre symptomer i sorterne Golden Delicious, Guldborg, Ingrid Marie, James Grieve og Lord Lambourne. De kraftigste gummived-symptomer er hidtil iagttaget hos sorterne Lord Lambourne, Golden Delicious, James Grieve og Alice, men forsøg (37) har imidlertid vist, at visse linier af det pågældende virus også kan optræde latent i Golden Delicious og James Grieve, hvorimod Lord Lambourne tilsyneladende altid reagerer (svagt eller kraftigt) ved infektion med gummived-viruset.

Modtagelige sorter af æbletræer (og det er utvivlsomt de fleste) inficeres let med gummived-viruset ved alle former for podning.

Hos følsomme sorter (især Lord Lambourne) kan man 2-3 år efter inokulation iagttage typiske symptomer, d.v.s. bløde gummiagtige grene og stammer, der skyldes mangelfuld lignindannelse i de inficerede træer. Efterhånden som årene går »forsvinder« undertiden noget af det gummiagtige, men de angrebne træer er let kendelige på grund af deres stærkt nedadbøjede grene og svage vækst.

Frugtbarheden hos angrebne træer indtræder ofte relativt tidligt, og selve frugtkvaliteten er upåvirket af infektionen. Adskillige forsøg bl.a. danske (37) viser imidlertid, at over en længere årrække bærer inficerede træer af de følsomme sorter langt mindre end tilsvarende sunde træer. Danske forsøg er nu iværksat for at be-

lyse infektionens indflydelse hos æblesorter, der ikke viser ydre symptomer.

3. Hestesko-ar (*Horse-shoe wound*)

Den første danske omtale af sygdommen hestesko-ar forekommer i årsoversigten over plantesygdomme i Danmark 1958 (29). Det nævnes her, at man som følge af rapporter fra konsulentvirksomheden fra plantepatologisk side har besøgt adskillige frugtplantager, hvor den pågældende sygdom fandtes, samt at smitteoverføringsforsøg er blevet iværksat.

Disse forsøg har omfattet følgende æblesorter: Belle de Boskoop, Blangstedgaard 156, Cortland, Cox's Orange, Golden Delicious, Graasten, Ingrid Marie, Jonathan, Lobo, Lord Lambourne og McIntosh.

Sorterne Graasten, Jonathan, Lobo og McIntosh har hidtil (9 år efter inokulation) ikke vist nogen symptomer på hestesko-ar, hvorimod de øvrige 7 sorter har reageret positivt. For nogle af de sidstnævnte sorter har inkubationstiden været særdeles lang (8 år); de tidligst reagerende sorter var Cox's Orange, Lord Lambourne og Ingrid Marie, der efter 2 års forløb viste tydelige symptomer på infektionen. Cox's Orange og Lord Lambourne reagerede meget kraftigt, mens Ingrid Marie reagerede betydeligt svagere.

Spontan forekomst af hestesko-ar er først og fremmest registreret hos Cox's Orange, men endvidere hos Ingrid Marie, Golden Delicious, James Grieve og Rød Ingrid Marie.

Typiske symptomer hos følsomme sorter omfatter udviklingen af hestekoformede læsioner under knopperne på de unge skud. Hver vinter sker der en tilbagevisnen (»toptørhed«) af årskuddene på de inficerede træer, og uanset vintertemperaturen gentages dette år efter år. Hos de angrebne træer sker løvspring og blomstring betydeligt senere end hos sunde træer, og blomsteransætningen formindskes. I Danmark har angrebne Cox's Orange træer år efter år båret normalt udseende frugter – omend frugtmængden har været betydeligt reduceret. Ifig. undersøgelser i England (54), hvor hestesko-ar første gang beskrives i 1955, er denne sygdom altid

forbundet med virussygdommen stjernerevner, hvorfor man tilskriver de to sygdomme samme årsag. Hvorvidt noget tilsvarende gælder i Danmark er endnu ikke klarlagt.

B. VIROSER, DER FREMKALDER KARAKTERISTISKE BLADSYMPTOMER

1. Æble-mosaik (*Apple mosaic*)

Æble-mosaik, der som tidligere nævnt er den tidligst omtalte æble-virose, blev iagttaget i Frankrig allerede for ca. 145 år siden, men virusnaturen blev først sikkert påvist i 1924 (33). Sygdommen synes ifølge talrige rapporter udbredt overalt, hvor æbler dyrkes, og når symptombeskrivelsen fra de forskellige lande varierer i betydelig grad, skyldes det utvivlsomt, at det forårsagende virus optræder i mange forskellige linier af varierende virulens, og at de anvendte æblesorter samt vækstbetingelserne ligeledes har betydelig indflydelse på de inficerede træers reaktion.

I Danmark er æble-mosaik første gang fundet i 1929 (33), nemlig i sorten *Beauty of Bath*, og ved smitteforsøg, der i 1948-49 blev udført ved Statens plantepatologiske Forsøg, er sygdommen eksperimentelt overført ved podning.

Siden 1948 er i øvrigt omfattende undersøgelser og forsøg vedr. æble-mosaik udført ved førnævnte institution, og resultaterne fra adskillige af disse forsøg blev i 1963 offentliggjort i *Tidsskrift for Planteavl* (33). Da denne beretning blev skrevet, var mosaik allerede registreret i 70 æblesorter og 8 æble-grundstammer, hvilket siger lidt om sygdommens daværende udbredelse.

Æble-mosaik er hyppigst fundet i sorterne *Belle de Boskoop*, *Ingrid Marie*, *Golden Delicious*, *Jonathan* og *James Grieve*, men da visse linier af viruset kan inficere flere sorter uden at fremkalde ydre symptomer, er det sandsynligt, at infektion med æble-mosaik er endnu mere almindelig end ofte antaget.

Ved danske forsøg (31 og 33), hvor man har arbejdet med 4 linier af æble-mosaik-viruset, var således kun een af disse linier i stand til i et enkelt tilfælde at fremkalde svage symptomer i sorten *McIntosh*, mens de samme linier

alle forårsagede tydelige og i de fleste tilfælde særdeles kraftige symptomer i sorten *Jonathan*.

Ved forsøgene herhjemme har det vist sig, at det pågældende virus bevæger sig ret langsomt i inficerede træer, og at partiel infektion er almindelig – ihvert fald hos ny-inficerede træer; på sådanne forekom ikke alene virusfrie grene, men på angrebne skud kunne virusfrie knopper forekomme mellem de inficerede.

Eksperimentelt er æble-mosaik-viruset ved de danske forsøg overført til *Sorbus aucuparia*, *Amelanchier laevis*, *Crataegus oxyacantha* og *Prunus persicae*, og viruslignende symptomer er ved inokulation med det pågældende virus fremkaldt i 10 andre plantearter.

Æble-mosaik-viruset har ved nyere udenlandske undersøgelser (12 og 47) vist sig at være nært serologisk beslægtet med rose-mosaik-viruset og lidt fjernere beslægtet med båndmosaik-virus hos blomme og nekrotisk ringplet-virus hos kirsebær. Overføringen af viruset sker uhyre let ved alle former for podning, og selv hvor der ikke sker nogen sammenvoksning mellem det indsatte podemateriale – f.eks. et okulationsøje eller blot et barkstykke – og træet, der indpodes i, overføres mosaik-viruset i mange tilfælde.

Iflg. engelske forsøg (7) er overføring således sket, hvor det indsatte okulationsøje blev fjernet allerede 1 døgn efter okulationen; i de fleste tilfælde skulle de indsatte okulationsøjne dog sidde 1-2, uger for at overføring kunne finde sted.

Følsomme æblesorter, der under frilandsforhold, inokuleres med æble-mosaik-virus om sommeren, viser som regel først symptomer næste år; ved danske forsøg har symptomerne dog i enkelte tilfælde vist sig om efteråret få måneder efter inokulationen. Under væksthusforhold, hvor inokulation foretages om foråret, kan symptomer måske iagttages i løbet af tre uger, men stort set udvikles symptomerne på æble-mosaik dårligt under væksthusforhold – især hvis temperaturen her er høj.

Symptomerne på æble-mosaik kan som tidligere nævnt variere meget afhængig af viruslinien, æblesorten og vækstbetingelserne.

I nogle tilfælde fremkommer på angrebne blade enkelte små gullig-hvide pletter, mens bladene i andre tilfælde kan være mere eller mindre dækket af store gullig-hvide partier, ja undertiden er de påvirkede blade næsten gullige over det hele. I andre tilfælde udvikles langs bladnerverne brede lyse bånd. Stærkt følsomme sorter som Jonathan får efterhånden kraftigt nekrotiserede blade, og de pågældende træer svækkes betydeligt.

Som regel ses symptomerne kun på bladene, men i enkelte sorter er både bark- og frugtsymptomer iagttaget. Såvel udenlandske (54) som danske forsøg har tydeligt vist, at æblemosaik kan forårsage endog meget store udbyttereduktioner; dette gælder således hos sorten Cox's Orange.

Ved termoterapi er det muligt at inaktivere æble-mosaik-viruset (53).

2. Buklede blade (*Leaf pucker* – *Russet ring*)

Symptomer på buklede blade blev såvidt vides første gang iagttaget i Canada i 1954 (49); i 1957 beskrives sygdommen i en canadisk beretning (56) som en virussygdom.

I årsoversigten over plantesygdomme i Danmark 1962 (32) omtales en tilsvarende sygdom fra Danmark, og i England nævnes sygdommen i den årlige rapport fra East Malling Forsøgsstation for 1963 (44). Buklede blade eller lignende sygdomme er nu rapporteret fra følgende lande: Belgien, Bulgarien, Canada, Danmark, England, Holland, Italien, Moldavia, Norge, Rumænien, Schweiz, Sverige, Tyskland og U.S.A.

Herhjemme blev sygdommen først set i æblesorten Rodgers McIntosh, der udviste karakteristiske bladsymptomer. Det følgende år (1963) blev frugtsymptomer, der ofte ledsager den pågældende sygdom, iagttaget i sorten Golden Delicious (34), og senere er lignende symptomer registreret her i landet i sorterne: Belle de Boskoop, Ildrød Pigeon, James Grieve, Lobo, Merton Bounty, McIntosh, Golden Delicious, Reinette Coulon og Rød Melba. Ved forsøg, der påbegyndtes 1964, er sygdommen her i landet overført ved podning til flere sor-

ter, af hvilke især Golden Delicious reagerede meget kraftigt.

Typiske symptomer hos angrebne træer kan ofte ses om forsommeren på de første udviklede blade, der er dværgagtige og buklede (heraf sygdomsnavnet). Ofte er bladene tillige forvredne, samtidig med at klorotiske partier udvikles – især omkring midternerven. De her nævnte bladsymptomer udvikles særlig kraftigt ved relativt lave temperaturer. Senere på vækstsæsonen bliver symptomerne svagere, og i tilfælde af meget varmt vejr maskeres de måske fuldstændigt.

Frugterne på inficerede træer viser varierende symptomer afhængig af æblesorten, men sandsynligvis især afhængig af viruslinien eller -arten (arterne?).

Fælles for næsten alle frugtsymptomer er imidlertid, at der er tale om mere eller mindre udprægede ring-symptomer. Disse udvikles især tydeligt hos inficerede træer af sorten Golden Delicious, hvor der på få eller mange frugter forekommer store brunlige, korkagtige ringe, ofte den ene uden om den anden. Det er dog langt fra altid, at alle frugter på angrebne træer viser frugtsymptomer, ligesom der kan være betydelig variation fra det ene år til det andet.

Eksempelvis kan nævnes resultaterne fra symptomregistreringen i to år af frugterne på et angrebet træ af sorten Golden Delicious. I 1964 forekom korkringe på 68 pct. af frugterne, mens 53 pct. viste symptomer i 1965 (angrebsprocent udregnet på vægtmæssig basis).

Selve sygdommens natur samt sygdomsårsagen er endnu langt fra klart belyst. Adskillige forsøgsresultater – udenlandske såvel som danske – tyder stærkt på, at mere end et virus er involveret, og at sygdommen således skyldes et viruskompleks. Ligeledes er relation til andre vira, der fremkalder frugtsymptomer (se senere), heller ikke klarlagt.

C. VIROSER, DER FREMKALDER KARAKTERISTISKE FRUGTSYMPTOMER

1. Småfrugter (*Chat fruit*)

I en engelsk beretning fra 1944 (55) omtales abnormt små frugter, der forekom hos sorten

Lord Lambourne, der i 1929 blev toppodet ind i gamle æbletræer af en ukendt æblesort. Senere udførte forsøg viser, at de små frugter skyldes en smitsom sygdom, der kan overføres ved podning, og det forårsagende patogen (virus!) har utvivlsomt været tilstede i ovennævnte gamle frugttræer, hvori Lord Lambourne blev indpodet. Latent infektion med det pågældende virus er ved engelske undersøgelser påvist i andre æblesorter såvel som i flere grundstammetyper.

En tilsvarende og antagelig identisk sygdom omtales i årsoversigten over plantesygdomme i Danmark 1955 (28), men har allerede tidligere været iagttaget af danske frugtavlere. Småfrugter er udover England og Danmark rapporteret fra følgende lande: Belgien, Bulgarien, Holland, Irland, Italien, Norge, Schweiz, U.S.A. og Østtyskland. Sygdommen er herhjemme eksperimentelt overført til sorterne Lord Lambourne, Golden Delicious, Cox's Orange og Ingrid Marie. For de to førstnævnte sorters vedkommende var den korteste inkubationstid henholdsvis 3 og 6 år, mens den for de to sidstnævnte sorter var 7 år.

Spontan forekommende angreb af den her omtalte eller en lignende sygdom er i Danmark iagttaget hos sorterne Ingrid Marie, Lord Lambourne, Lobo, Signe Tillisch og Stark Earliest, men for alle sorters vedkommende kun i få tilfælde.

Ved overføringsforsøg på Long Ashton i England (54) er symptomerne i frugterne hos Lord Lambourne fremkommet så tidligt som året efter inokulationen, hvorimod forsøg på East Malling i England (45) viser, at der kan gå adskillige år, før syge frugter fremkommer på et inokuleret træ. Sidstnævnte resultater svarer således temmelig godt til de danske. Variationerne i inkubationstid kan imidlertid skyldes forekomster af viruslinier af varierende virulens.

Engelske såvel som danske iagttagelser tyder på, at der foregår en langsom spontan spredning af den pågældende sygdom, men nogen dyrisk vektor er hidtil ikke påvist.

Sorten Lord Lambourne kan skades over-

ordentlig meget ved infektion med viruset, som fremkalder småfrugter, hvilket er vist ved forsøg både i England og Danmark.

I værste tilfælde påvirkes alle frugterne på et angrebet træ, men oftest er der kun tale om partiel infektion (eller partiel påvirkning), således at der på samme træ kan forekomme frugter af normal størrelse og udseende tillige med de syge frugter. Disse sidste er ved sædvanlig plukketid meget mindre end sunde og tillige dårligt farvede og i realiteten komplet værdiløse. Selve væksten hos stærkt angrebne træer er mere opret og kraftig end hos tilsvarende sunde træer.

2. Bukkeæbler (*Green crinkle False sting*)

I 1934 iagttog man på New Zealand (5) en sygdom hos æbler, der utvivlsomt har været identisk med bukkeæbler. Senere er sygdommen rapporteret fra Canada (17), og i 1952 omtales bukkeæbler første gang herhjemme (22), men allerede to år tidligere i 1950 påbegyndtes plantepatologiske undersøgelser af sygdommen.

Udover New Zealand, Canada og Danmark er bukkeæbler rapporteret fra Australien, Belgien, Tjecoslovakiet, England, Frankrig, Italien, Moldavia, Norge, Polen og U.S.A. Endvidere er lignende sygdomme omtalt fra Holland og Japan. I danske sortsmodtagelighedsforsøg er bukkeæbler eksperimentelt overført til sorterne Bodil Neergaard, Guldborg og Lanes Prince Albert. Spontan forekommende angreb er her i landet iagttaget hos sorterne Belle de Boskoop, Bodil Neergaard, Cox's Pomona, Early Victoria, Golden Delicious, Graasten, Guldborg, Ildrød Pigeon, Maglemer Stribling, Melba og Nonnetit. Bukkeæbler er både ved udenlandske og danske forsøg overført ved podning, og nogen anden overføringsmåde kendes ikke.

Ved udenlandske forsøg er der gået mindst 3 år efter inokulationen, før frugter med symptomer er fremkommet på de inficerede træer, og i danske forsøg har der været tale om inkubationstider fra 3 til 8 år.



Fig. 1. Mosaik hos Virginia Crab. Mosaic in Virginia Crab.
Foto: J. B.



Fig. 2. Buklede blade hos McIntosh. Leaf pucker in McIntosh.
Foto: M. H. D.

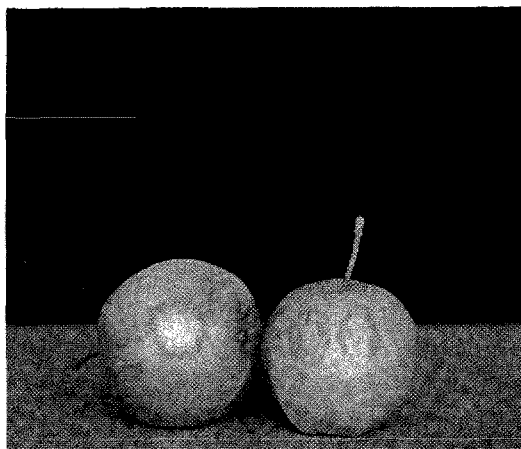


Fig. 3. Korkring hos Golden Delicious. Russet ring (leaf pucker) in Golden Delicious.
Foto: J. B.

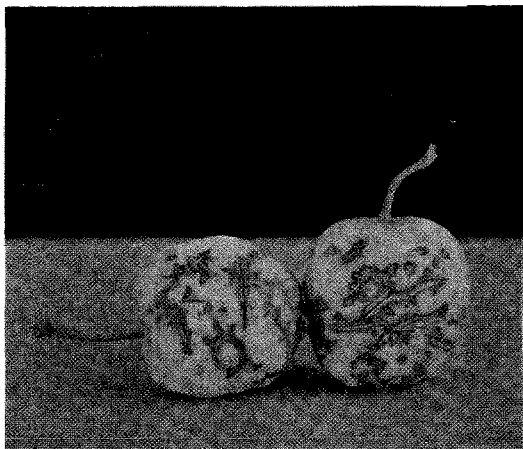


Fig. 4. Stjernerevner hos Golden Delicious. Star crack in Golden Delicious.
Foto: J. B.

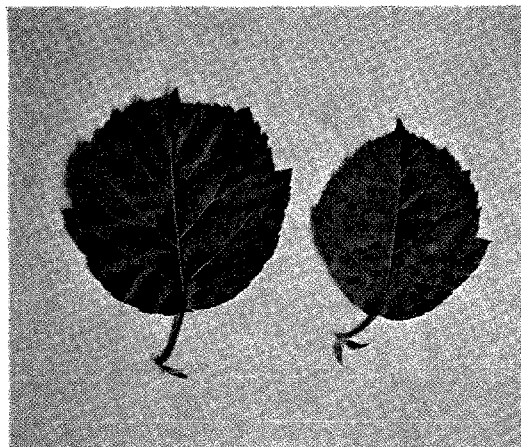


Fig. 5. Klorotisk bladplet-virus hos Malus platycarpa. Chlorotic leaf spot virus in Malus platycarpa.
Foto: J. B.

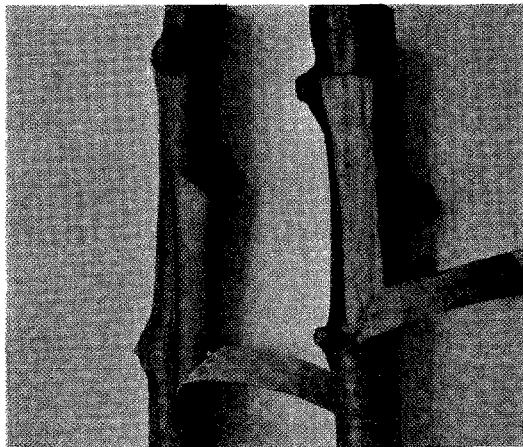


Fig. 6. Grubet ved-virus hos Virginia Crab K.6. T.v. sundt ved. Stem pitting virus in Virginia Crab K.6. Left: healthy wood.
Foto: J. B.



Fig. 7. Furede grene hos Gråsten.
(Flat limb in Gravenstein).
Foto: J. B.

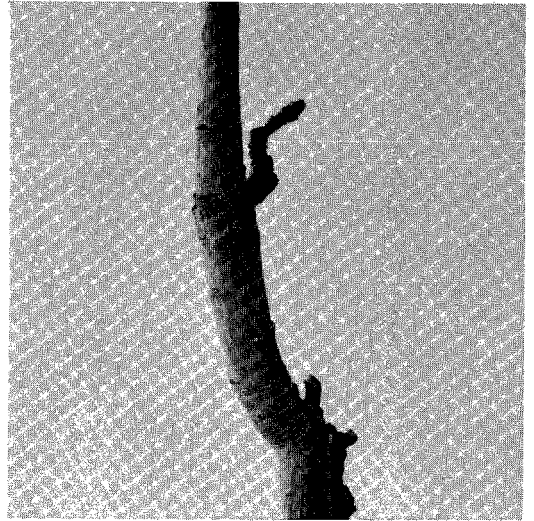


Fig. 8. Tenformet gren hos Signe Tiffish.
Branch Swelling in Signe Tiffish.

Foto: J. B.

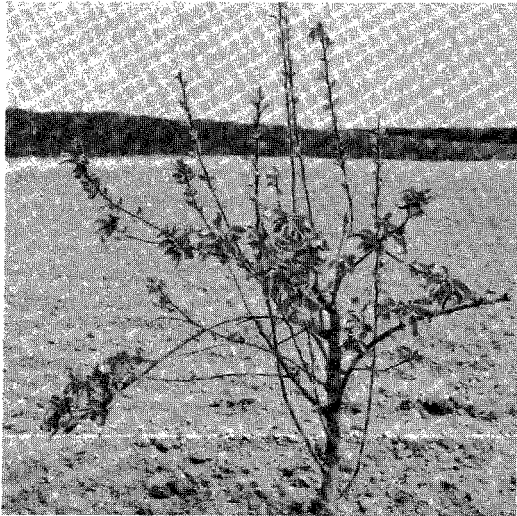


Fig. 9. Gummived hos Lord Lambourne.
Rubbery wood in Lord Lambourne.
Foto: J. B.



Fig. 10. Hestesko-ar hos Ingrid Marie.
Horse-shoe wound in Ingrid Marie.
Foto: J. B.

Fig. 11. Småfrugter hos Lord Lambourne.
T.v. sund frugt.
Chat fruit in Lord Lambourne. Left: healthy fruit.
Foto: J. B.

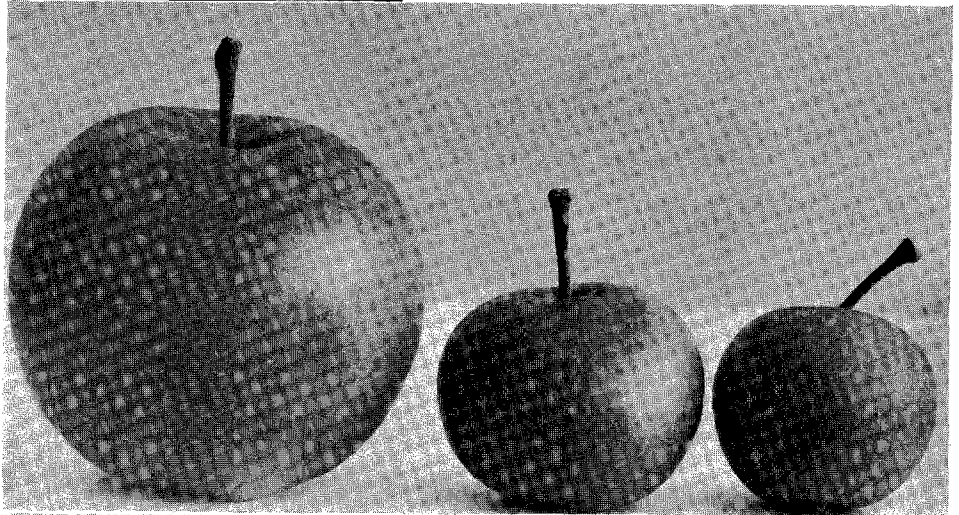


Fig. 12. Bukkelæbler hos Guldborg (tidligt stadium).
Green crinkle in Guldborg (early stage).
Foto: J. B.



Fig. 14. Skællet bark hos *Malus platycarpa*.
T.v. sund *Malus platycarpa*.
Scaly bark in *Malus platycarpa*.
Left: healthy *Malus platycarpa*.

Foto: J. B.

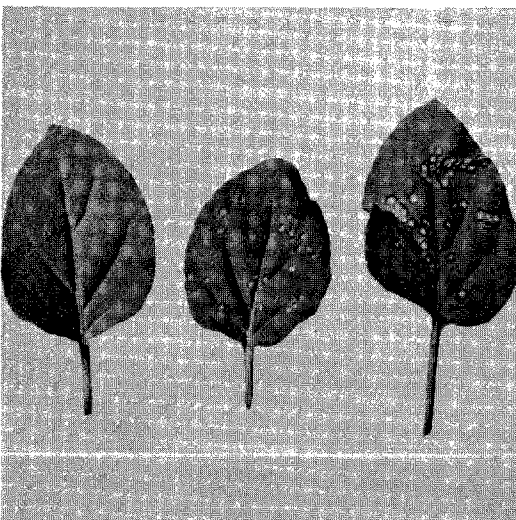
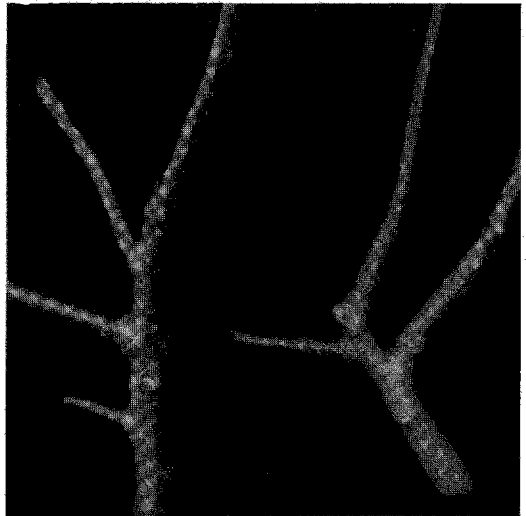


Fig. 15. Tobak-mosaik-virus med lokale læsioner
hos *Nicotiana glutinosa*. T. v. sundt blad.
Tobacco mosaic virus. Local lesions in *Nicotiana*
glutinosa. Left: leaf without lesions.
Foto: Hertz.

Partiel infektion er – især de første år efter inokulationen – meget almindelig, og i virkeligheden er det ret sjældent, at samtlige frugter på et angrebet træ viser symptomer. Hvor sådanne forekommer, er de ofte mulige at iagttage allerede på de unge frugter 2-3 uger efter blomstringen. Overfladen på disse frugter er svagt bulet, og efterhånden som frugterne vokser, bliver buleerne mere og mere iøjnefaldende, ligesom også mere eller mindre dybe revner eller gruber opstår. Under de påvirkede partier på frugterne er frugtkødet ofte misfarvet.

Bukkelæble-symptomer er ofte set i æbler, der tillige er angrebet af stjernerevner.

3. Stjernerevner (*Star crack*)

I årsrapporten over plantesygdomme i Danmark 1954 (27) omtales stjernerevner hos æbler, men allerede i 1942 blev sygdommen, der i Danmark også har været kaldt smårevner og Boskoop-ar, registreret ved Statens plantepatologiske Forsøg.

Lignende sygdomme er senere rapporteret fra flere andre lande, nemlig Belgien, Bulgarien, Canada, England, Frankrig, Holland, Irland, Italien, Moldavia, New Zealand, Norge, Schweiz, Sverige, Ungarn, U.S.A., Vesttyskland, Østrig og Østtyskland.

Hvorvidt rapporterne om stjernerevner fra de her nævnte lande i alle tilfælde drejer sig om den samme sygdom er dog ikke fuldt klarlagt, ligesom relation til visse andre æble-viroser ikke er fuldt belyst. Således har det fra schweizisk side (54) været antydnet, at der muligvis er et vist slægtskab mellem de vira, der fremkalder bukkelæbler og stjernerevner, og fra engelsk side (54) anser man det for sandsynligt, at hestesko-ar og stjernerevner er fremkaldt af nært beslægtede vira.

I Danmark, hvor nærmere undersøgelser vedrørende stjernerevner, blev påbegyndt ved Statens plantepatologiske Forsøg i 1952, er sygdommen eksperimentelt overført ved podning til Belle de Boskoop, Cox's Orange, Golden Delicious, Guldborg, Lobo og Stark Earliest.

Spontant forekommende angreb er herhjemme registreret hos sorterne: Belle de Boskoop, Bodil Neergaard, Cox's Orange, Crimson Cox, Golden Delicious, Graasten, Guldborg, Herman, Ildrød Pigeon, Ingrid Marie og Pederstrup. Særlig hyppigt er angreb iagttaget hos Belle de Boskoop og Pederstrup, men langt de kraftigste symptomer er fundet hos Golden Delicious. Denne sort samt Stark Earliest har ligeledes reageret kraftigt ved smitteoverføringsforsøgene.

I huden (skrællen) på angrebne frugter fremkommer få eller mange forkorkede revner af varierende størrelse og form. Når flere af disse revner støder sammen, dannes ofte stjerneformede mønstre (deraf sygdomsnavnet). Hos nogle angrebne træer viser samtlige frugter hvert år symptomer, men i adskillige andre tilfælde er der tale om partiel symptomudvisning, ligesom angrebets omfang kan variere betydeligt fra år til år, muligvis afhængig af vækstbetingelserne.

D. VIROSER, DER OFTEST OPTRÆDER LATENT

1. Klorotisk bladplet (*Chlorotic leaf spot*)

Ved amerikanske undersøgelser, der blev offentliggjort i 1959 (43), påviste man ved anvendelse af den russiske æble-hybrid R 12740-7A som indikator, et latent forekommende virus i adskillige æblesorter og -grundstammer, og da viruset i den anvendte indikatorplantes blade fremkaldte klorotiske bladpletter, er det siden overalt i verden blevet benævnt som klorotisk bladplet-virus. Samme år som den første amerikanske beretning om klorotisk bladplet-virus udkom, beskrives fra England (41) et latent æble-virus, der ved overføring til *Malus platycarpa* fremkaldte klorotiske linieformede figurationer i bladene. Senere undersøgelser (54) tyder stærkt på, at der også her er tale om klorotisk bladplet-virus.

Dette virus er i de senere år rapporteret fra talrige lande verden over, og må antages at forekomme overalt, hvor æbler dyrkes.

Det har endvidere vist sig, at pære-ring-

mosaik, som er ret udbredt i adskillige pæresorter, fremkaldes af det her omtalte virus. Klorotisk bladplet-virus er ligeledes i enkelte tilfælde fundet i kirsebær (15), og et beslægtet virus fremkalder hos hindbær dværgbusk-syge. (6).

Det pågældende virus har i øvrigt været betydeligt lettere at undersøge end mange andre æble-vira, idet det relativt let kan overføres til urteagtige indikatorplanter ved mekanisk saftinokulation. Her har især *Chenopodium* spp. været anvendelig. Fra denne plante er viruset tilbageført til æble (9).

Ved elektronmikroskopiske undersøgelser (9) har det vist sig, at klorotisk bladplet-virus har fleksible, stavformede partikler, og ved andre undersøgelser (9) har det vist sig, at det termale inaktiveringspunkt ligger mellem 43 og 46° C.

Viruset overføres meget let ved alle former for podning. Dyrisk overføring er ikke påvist, men udførte undersøgelser tyder på, at der foregår en langsom spontan spredning.

I en amerikansk beretning fra 1965 (42), anføres, at det pågældende virus tilsyneladende kan overføres fra træ til træ ved kontakt mellem syge og sunde grenpartier, men endeligt bevis for at dette virkelig kan foregå mangler endnu.

Klorotisk bladplet-virus' indflydelse på inficerede træers vækst og ydeevne har endnu ikke været tilstrækkeligt belyst, uagtet foreløbige resultater fra engelske forsøg tyder på, at angrebne træers vækst kan hæmmes.

I Danmark påbegyndte man ved Statens plantepatologiske Forsøg i 1960 undersøgelser vedrørende latent forekommende æble-vira, og igennem dette arbejde har man påvist klorotisk bladplet-virus i talrige æblesorter og -grundstammer, ligesom viruset også er påvist i flere pæresorter.

Ved det danske forsøgsarbejde er det endvidere ved anvendelse af særlige »filterplanter« lykkedes at adskille klorotisk bladplet-virus fra komplekserne, hvori dette virus forekom sammen med æble-mosaik-virus (52). Ligeledes er det ved termoterapeutiske forsøg lyk-

kedes at inaktivere klorotisk bladplet-virus i adskillige æblesorter og -grundstammer (53).

2. Grubet ved (*Stem pitting*)

Grubet ved omtales første gang som en virose i 1956 (16) i en amerikansk beretning, og siden da er det forårsagende virus rapporteret fra talrige lande. I langt de fleste sorter og grundstammer optræder viruset latent, og kan kun påvises ved overføring til følsomme indikatorsorter.

Til disse hører Virginia Crab, som man omkring 1940 begyndte at anvende som særlig frostresistent grundstamme i Nordamerika (30). Denne grundstamme blev dog ret hurtigt upopulær, idet den udviste stor »ufordragelighed« overfor mange af de indpodede sorter. Denne »ufordragelighed« var imidlertid ikke genetisk betinget, men skyldtes simpelt hen at mange af de sorter, der blev tiltrukket på Virginia Crab, indeholdt et latent virus, der ved podning på denne grundstamme fremkaldte en sygdom – grubet ved.

I Virginia Crab og andre følsomme sorter ses symptomerne på sygdommen ved at fjerne et lille barkstykke på stamme eller grene. Her ved kan man i det blotlagte ved se bådformede fordybninger, som senere kan udvikles til dybe gruber og furer, der løber parallelt med stammens eller grenenes længderetning. Efterhånden revner barken over de påvirkede ved-partier, og i adskillige tilfælde er der tale om en alvorlig væksthæmning hos de angrebne træer. Udover reaktionerne i stammer og grene er symptomer også iagttaget i rødder hos inficerede træer (57), ligesom frugterne hos Virginia Crab kan blive mere eller mindre riflede. Udover Virginia Crab er mange andre Crabtyper følsomme overfor infektion, og det samme gælder *Malus floribunda*, *M. platycarpa* og *M. sikkimensis* samt Spy 227 (54). Derimod synes langt de fleste æblesorter samt de her i landet anvendte æble-grundstammer tolerante overfor infektion; i hvert fald fremkaldes ingen symptomer i disse.

Imidlertid tyder enkelte udbytteforsøg på, at selv latent infektion med det pågældende virus

kan påvirke udbyttet i nedadgående retning. Viruset overføres let ved podning, og udover æbler findes modtagelige arter inden for slægterne *Amelanchier*, *Crataegus* og *Prunus*.

Undersøgelser vedr. grubet ved blev her i landet påbegyndt i 1961 (50), og infektion er påvist i mange æblesorter og grundstammer.

Endvidere er viruset ved danske forsøg (53) inaktiveret i flere æblesorter.

3. *Epinasti* (*Spy epinasty*)

I 1946 beskrives fra U.S.A. (13) den letale virkning, som visse æblesorter har ved indpodning på grundstammen *Spy 227*, hvilket skyldes et virus, der forekom latent i de pågældende æblesorter. Den alvorlige sygdom, der fremkaldtes ved overføring til *Spy 227*, er siden benævnt *epinasti*.

Det forårsagende virus er fundet overordentlig udbredt i mange lande og må antagelig betragtes som universelt forekommende.

Ved engelske undersøgelser (54) er viruset således fundet i næsten alle ældre grundstammer samt i de fleste æblesorter. Symptomerne, der fremkaldes ved inokulation til *Spy 227* eller andre følsomme sorter (især mange *Crab*-sorter), afhænger af viruslinien samt af den podemetode, der anvendes ved overføringen. Såfremt *Spy 227* okuleres på en grundstamme, der er inficeret med en kraftig virus-linie, dør de indsatte øjne i mange tilfælde uden at bryde, eller i hvert fald meget hurtigt herefter.

Inficerer man ved okulation med sygt materiale en *Spy 227*, reagerer denne ved at udvikle klorotiske bladpletter samt med en nedadrulning af bladene – især topbladene; tillige fremkalder infektionen en udpræget væksthæmning og endvidere nekrotisering af bark og blade. Inficerede planter af følsomme sorter som *Spy 227* lever højst 3 år efter inokulationen og ofte kun 1 eller 2 år. Selve inkubationstiden varierer fra 4 til 8 måneder afhængig af inokulationstiden, samt om de inokulerede planter henstår i væksthuse eller på friland.

I Danmark påbegyndtes i 1961 undersøgelser vedrørende *epinasti*, der herved blev påvist i adskillige æblesorter og -grundstammer,

bl.a. hos *Belle de Boskoop*, *Close*, *Cortland*, *Cox's Orange*, *James Grieve*, *Rodgers McIntosh*, *Spartan*, *Stark Earliest*, M II, M IV, M VII, M IX, M XIII, MM 104, MM 109 og A 2.

Ved forsøgene herhjemme er det endvidere lykkedes at inaktivere *epinasti*-viruset ved termoterapi (53).

4. *Skællet bark* (*Scaly bark*)

Skællet bark er ligesom de to foregående sygdomme fremkaldt af et virus, der i de fleste æblesorter optræder latent. Det pågældende virus blev første gang omtalt fra England i en beretning fra 1959 (41). Siden da er viruset rapporteret fra følgende andre lande: Belgien, Bulgarien, Danmark, Frankrig, Holland, Italien, Moldavia, Polen, Rumænien, Schweiz, Ungarn, Vesttyskland og Østtyskland.

Fra England, hvor viruset har været underkastet de fleste undersøgelser (54), er latent infektion påvist i de fleste æblesorter samt i mange grundstammer. Hos *Malus platycarpa* fremkalder viruset en ru, skællet bark hos unge træer, ofte ledsaget af en mindre opsvulmen. Symptomerne ses især nær basis af et-års-skuddene, men kan også forekomme på hovedstammen. I nogle tilfælde har inokulation af *Malus platycarpa* med viruset, der fremkalder skællet bark, ført til den inficerede plantes død, men en sådan letal virkning skyldes muligvis den kombinerede effekt af det nævnte virus samt af viruset, der forårsager grubet ved.

En overgang var man tilbøjelig til at antage, at skrællet bark og *epinasti* fremkaldes af samme virus eller af nært beslægtede vira. Senere udførte undersøgelser tyder imidlertid på, at her er tale om to uafhængige vira.

I Danmark er skællet bark bl.a. påvist i sorterne *Cox's Orange*, *James Grieve*, *Lobo*, *Lord Lambourne* og *Rød Melba* samt i grundstammerne M IV og MM 109. Inkubationstiden har varieret fra halvandet til to år.

5. *Tobak-mosaik* (*Tobacco mosaic*)

Den første egentlige påvisning af et virus fandt sted i 1892, da russeren *Iwanowski* viste, at saft fra en mosaik-angrebet tobaksplante

kunne passere et bakteriefilter uden at miste infektiviteten. Siden da har tobak-mosaik-viruset været underkastet talrige undersøgelser, og i tusindvis af beretninger er skrevet om dette virus. De udførte undersøgelser har bl.a. vist, at det pågældende virus optræder i mange forskellige linier, og at talrige planter kan inficeres. Langt de fleste af disse modtagelige planter er urteagtige, men infektion er dog også i flere tilfælde påvist hos træagtige planter.

I 1964 omtales infektion hos æble af tobak-mosaik-virus i en amerikansk beretning (19), og det nævnes i denne, at det i løbet af en 5-års periode er lykkedes at isolere det pågældende virus fra 37 pct. af 78 prøver, taget fra æblesorter såvel som fra æble-frøplanter. Blandt de inficerede sorter fandtes Jonathan, Golden Delicious, Lord Lambourne og Red Delicious. Prøver, hvori viruset blev påvist, hidrørte fra æbleblade og -bark.

Fra Canada rapporteredes i 1965 (58), at tobak-mosaik-virus er fundet i 14 prøver fra æbletræer, og iflg. en anden canadisk beretning fra samme år (2) er det pågældende virus fundet i 68 af 232 undersøgte æblekerner eller æblefrøplanter; viruset blev isoleret fra kim og frøskal.

Ved amerikansk-canadiske undersøgelser offentliggjort i 1967 (14) påvist frøsmitte af tobak-mosaik-virus hos både æble og pære, og endelig berettes samme år fra U.S.A (15) om påvisning af tobak-mosaik-virus i kirsebær.

I Danmark er det omtalte virus fundet hos æblesorten Ingrid Marie ved undersøgelser, der i februar 1968 blev påbegyndt ved Statens plantepatologiske Forsøg.

Hvorvidt infektion med tobak-mosaik-viruset har nogen indflydelse på æbletræers vækst og ydeevne er endnu ikke klarlagt.

III. Påvisningsmetoder

Det diagnostiske arbejde med æbletræernes virus sygdomme er opbygget på grundlag af mange års erfaringer og forsøg. Udarbejdelse af diagnosemetoder har været og er stadigvæk ar-

bejdskrævende, men ikke mindst i kraft af det tidligere nævnte internationale samarbejde imellem virologer, er det lykkedes at skabe ensartede retningslinier for arbejdet.

A. OVERFØRING VED PODNING

Påvisning og undersøgelse af virusforekomster hos æbletræer og -grundstammer foregår først og fremmest ved hjælp af særlige indikatorplanter, som på den ene eller anden måde inficeres med patogenet (viruset), der skal undersøges. Selve smitteoverføringen foretages i langt de fleste tilfælde ved hjælp af en eller anden form for podning.

1. Barkpodning

Adskillige podningsforsøg med virusangrebne æbletræer er på Statens plantepatologiske Forsøg udført ved, at ældre virusangrebne træer i frugtplantager simpelt hen er blevet ompodet med så mange sunde æblesorter som muligt.

Frugtbæringen hos sådanne podninger indtræder som regel i løbet af få år, – ofte 2-3 år – og de forskellige sorters reaktion som følge af virusangrebet bidrager derfor på værdifuld måde med oplysninger om de indpodede æblesorters modtagelighed eller eventuelle tolerance overfor viruset eller viruskomplekset. Sådanne forsøg foretages som regel ved anvendelse af almindelig barkpodning i maj måned, og er med positivt resultat udført med en lang række vira – ikke mindst hvor det drejer sig om sådanne, der fremkalder frugt- og barksymptomer. Imidlertid er der også udført flere forsøg efter samme metode, hvor æbletræer med abnorme foreteelser har været mistænkt for virusinfektion, men hvor dette er tilbagevist af resultaterne fra de anstillede forsøg.

2. Kopulation og spaltepodning

Til overføringsforsøg er det som regel meget værdifuldt at starte med så stort et plantemateriale som muligt af de æbletræer eller -grundstammer, som ønskes undersøgt. Meget ofte er det muligt at anvende et større antal plante-skoletræer til forsøgene, når disse træer er tiltrukket på ensartet måde m.h.t. podkeviste og

grundstammer. De samme muligheder foreligger ved de klonformerede grundstammer.

Planterne, der skal undersøges, deles i hold med mindst 3 planter i hvert, og hvert hold planter kopuleres med hver sin indikatorsort (se tabel 1).

Som kontrol på indikatorplanternes sundhed indpodes disse endvidere på virusfrie grundstammer (mindst 3 for hver indikator).

Ved at kopulere inficerede planter, som er relativt gamle, fremskyndes forsøgsresultaterne, idet disse for mange virosers vedkommende opnås mindst et eller to år tidligere, end hvor okulationsmetoder anvendes.

I de tilfælde, hvor det undersøgte materiale ønskes bevaret – f.eks. hvor det drejer sig om sunde æbletræer eller – grundstammer, kan den sidst omtalte metode dårligt anvendes idet nyinfektion fra indikatormateriale eventuelt risikeres. Hvor de undersøgte planter, i tilfælde af at de er sunde, ønskes bevaret, kan man imidlertid anvende en såkaldt mellempodningsteknik. Denne metode anvendes i særlig grad, når det drejer sig om undersøgelse af æblesorter og klonformerede æblegrundstammer for latente æble-viroser.

Metoden går i korthed ud på at spaltepode kviste af 6-8 cm's længde hidrørende fra det materiale, der skal undersøges, på virusfrie grundstammer og samtidig spaltepode topenden af kvistene med indikatormateriale. Sådanne podninger kan foretages på betryggende måde i de tidlige forårsmåneder – nemlig fra februar til maj – og er udført i meget stort omfang. Ved denne metode, der har vist sig meget sikker anvendes også mindst 3 planter pr. prøve.

3. Okulation og »chipbudding«

Selv om mange infektionsforsøg med æbleviroser er foregået ved hjælp af podemetoden nævnt i de to forrige afsnit, er den hyppigst anvendte metode dog okulation. Som en klassisk metode kan nævnes virusoverføring ved dobbelt okulation, som finder sted på den måde, at der på en virusfri grundstamme okuleres henholdsvis et øje af indikatorsorten og et øje af det materiale, der skal undersøges.

Indikatorøjet placeres altid over infektorøjet på grundstammen. I de tilfælde, hvor begge øjne slår an, vil en eventuel virusinfektion hos infektormaterialet i de fleste tilfælde hurtigt overføres til indikatoren. På grund af ustabil klima er der her i landet ofte mange udfald i det okulerede materiale, og derfor er det selvsagt meget nødvendigt med flere gentagelser i forsøgene. 3 planter pr. prøve må regnes for det absolutte minimum.

En meget tilfredsstillende og effektiv metode, som i virusforsøg har meget stor anvendelse, går ud på at tiltrække indikatorplanterne, før infektionsforsøgene iværksættes. Når de tiltrukne indikatorplanter er ca. een vækstsæson gamle, okuleres de med det materiale, der skal undersøges. Det har vist sig, at der på denne måde opnås meget høje anslagsprocenter, hvilket naturligvis har stor betydning for forsøgssikkerheden. Adskillige gange er det i forsøg konstateret, at infektorknopperne er døde kort tid efter, at okulationerne af disse har fundet sted, og alligevel er virusoverføring foregået. Et positivt forsøgsresultat er derfor ikke altid afhængig af en egentlig tilvækst fra infektormaterialet.

En anden podemetode, som har relation til den sidstnævnte, kaldes »chip budding«. Denne går i korthed ud på at smitte indikatorplanten med små barkstykker fra infektorplanten. Barkstykkerne indsættes under barken på indikatorplanterne på samme måde som ved okulation. Forskellen fra okulationsmetoden er ikke stor, men der indpodes ofte flere barkstykker på samme plante, og smitteoverføringen finder som regel sted på tilfredsstillende måde.

Okulationsmetoderne, som her er omtalt, vil utvivlsomt stadig væk have stor betydning, da disse i særlig grad er egnede til virusundersøgelser under frilandsforhold.

B. MEKANISK SAFTINOKULATION

Udforskningen af virussygdommene hos træagtige planter har hidtil haft sin største begrænsning derved, at disse viroser meget vanskeligt lader sig overføre til urteagtige planter,

hvor man erfaringsmæssigt har bedst mulighed for at foretage dyberegående undersøgelser.

Imidlertid er der i de senere år sket fremskridt på dette område bl.a. på grund af forbedrede inokulationsmetoder, således at nogle overføringer i dag med held lader sig udføre. Ved udenlandske såvel som hjemlige forsøg er det således lykkedes at overføre klorotisk bladplet-virus til urteagtige indikator planter.

Her i landet blev de første positive resultater på dette område opnået ved forsøg, der i februar 1965 blev udført på Statens plantepatologiske Forsøg, hvor det pågældende virus ved mekanisk saftinokulation blev overført til *Chenopodium amaranticolor*. Som inokulat anvendtes drevne bladknopper fra æblegrene, og til inokulatet tilsattes fosfatstødpude (pH 6,8). Reaktionen hos *Chenopodium amaranticolor* fremkom som lokale læsioner efter 5 døgn, og systemisk spætning efter 14-21 døgn.

Adskillige overføringsforsøg, som siden hen er udført, har vist, at der ved denne metode opnås mange positive overføringsresultater i perioden februar-maj måned, mens der overvejende er opnået negative resultater, når metoden anvendtes i årets øvrige måneder.

Tobak-mosaik-virus blev i 1968 overført fra snitfladen i barken på æblegrene af sorten Ingrid Marie til *Chenopodium amaranticolor*, som 3 døgn efter inokulationen reagerede med talrige brunlige lokale læsioner. Identiteten af tobak-mosaik-viruset blev bestemt efter de gængse diagnosemetoder, der anvendes for de urteagtige planters virussygdomme nemlig saftinokulationsforsøg til urteagtige indikatorplanter, serologi og elektronmikroskopi.

C. INDIKATORPLANTERNE OG DERES REAKTION

Både herhjemme og i udlandet er der gennem årene undersøgt adskillige plantearter og -sorters reaktion ved infektion med de forskellige æble-vira. Resultaterne fra sådanne undersøgelser er af de implicerede virologer forelagt på internationale frugttrævirus-symposier og på basis af drøftelser og vedtagelser ved disse møder har den europæiske frugttrævirus-

komite været i stand til at anbefale et udvalgt indikatorsortiment.

I tabel 1 gives der en kort symptombeskrivelse af indikatorplanter med forskellige virusinfektioner. De anførte symptombeskrivelser er karakteristiske hos indikatorplanter ved forsøg her i landet, og svarer i øvrigt ret nøje til erfaringer fra andre lande. Inkubationstiderne er ligeledes udregnet på basis af forsøgsresultater her i landet, men kan muligvis variere en smule fra sted til sted på grund af klimatiske forhold.

Indikatorlisten vil antagelig blive revideret flere gange, idet der stadigvæk kommer nye resultater frem, og det er på nuværende stadium meget vanskeligt at forudsige, om listen fremover vil rumme flere eller færre navne.

Ved at anvende de anerkendte indikatorplanter opnås der en betydningsfuld standardisering i de fleste virusundersøgelser, men også af hensyn til kommunikationen mellem virologerne har det stor betydning at have fælles udvalg af indikatorplanter.

Foruden de i tabel 1 nævnte indikatorer har bl.a. følgende arter og sorter været inddraget i undersøgelserne på Statens plantepatologiske Forsøg: *Amelanchier laevis* (klorotisk bladplet), *Crataegus oxyacantha* (mosaik), Hopa crab* (klorotisk bladplet), *Malus floribunda* (klorotisk bladplet), *Prunus persicae* (grubet ved), *Pyrus* spp. (klorotisk bladplet), Purple Lemoine* (klorotisk bladplet) og *Sorbus aucuparia* (mosaik).

Som det fremgår af nærværende beretning, optræder flere vira meget ofte samtidigt i i æbletræerne. For at udføre nøjagtige undersøgelser af de enkelte vira i sådanne viruskomplekser, er det selvsagt nødvendigt at isolere komponenterne. Dette har vist sig muligt ved anvendelse af filterplanter, hvorved det er lykkedes at differentiere mosaik og klorotisk bladplet hos æbletræer. Forsøg på dette område er gennemført ved den virologiske afdeling på Statens plantepatologiske Forsøg, Lyngby i årene 1960-63, og det har her været muligt at

* Æblesort.

Tabel 1. Danske undersøgelser med indikatorplanter og deres reaktion overfor infektion med forskellige æble-viroser

| Virussygdom | Indikator* | Overføringsmetoder anvendt | Inkubationstid | Reaktion hos indikator |
|------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Furede grene do. | Graasten Stahls Prinz | A ₁ , A ₂ , A ₃ A ₁ , A ₂ , A ₃ | 6 mdr. - 3 år 1 år - 3 år | furer på skud og grene do. |
| Gummived | Lord Lambourne | A ₁ , A ₂ , A ₃ D | 1 år - 3 år | bløde og bøjelige grene og stammer |
| Hestesko-år do. | Cox's Orange Golden Delicious | A ₁ , A ₂ , A ₃ A ₁ , A ₂ , A ₃ | 2 år - flere år 3 år - flere år | hestesko-år lignende sår på grene samt topnekrose do. |
| Mosaik do. | Lord Lambourne Jonathan | A ₁ , A ₂ , A ₃ A ₁ , A ₂ , A ₃ | 2 mdr. - 8 mdr. do. | mosaik på blade, rødlige områder på skud og grene, samt manglende behåring af disse do. samt i enkelte tilfælde topnekrose |
| Buklede blade do. | Golden Delicious Spartan | A ₁ , A ₂ , A ₃ A ₁ , A ₂ | 6 mdr. - 1 år do. | grønlig klorotiske områder nær bladenes midtnerver. Korkringe på frugter som dog først er iagttaget efter 3 års inkubationstid do. |
| Småfrugter | Lord Lambourne | A ₁ , A ₂ | 3 år - flere år | åben opret vækst, spidse grenvinkler, små frugter |
| Bukkelæbler | Guldborg | A ₁ , A ₂ , A ₃ | 3 år - flere år | bukler på frugter |
| Stjernerevner do. | Cox's Orange Golden Delicious | A ₁ , A ₂ , A ₃ A ₁ , A ₂ , A ₃ | 2 år - flere år do. | stjernerevner på frugter do. |
| Klorotisk bladplet do. | Malus platycarpa R 12740-7A | A ₂ , A ₃ A ₂ , A ₃ | 6 uger - 8 mdr. 6 uger - 8 mdr. | diffuse klorotiske pletter på blade klorotiske bladpletter og i nogle tilfælde dværgvækst |
| do. | Kvæde C 7/1 | A ₂ , A ₃ | 6 uger - 8 mdr. | klorotiske bladpletter |
| Grubet ved | Virginia Crab | A ₂ , A ₃ | 2 år - flere år | gruber og furer i blotlagt væv, ofte, men ikke altid, rifledede frugter. Ofte, men ikke altid, væksthæmning |
| Epinasti | Spy 227 | A ₂ , A ₃ | 4-8 mdr. | nekrotiseret væv i bark og ved. Nedadbøjede blade og toptørhed samt total nekrose af hele planten ofte efter 1. vækstsæson |
| Skællet bark | Malus platycarpa | A ₂ , A ₃ | 1½ - 2 år | skællet og blæret bark på grene og skud. Ofte, men ikke altid, topnekrose |

* = indikatorplanter som er anbefalet af den europæiske frugttræviruskomite i 1967

A₁ = barkpodning

A₂ = kopulation og spaltepodning herunder mellempodning

A₃ = okulation og »chip budding«.

isolere mosaik-virus ved først at inokulere viruskomplekset (indeholdende mosaik-virus og klorotisk bladplet-virus) fra æblesorten Jonathan til *Sorbus aucuparia* (røn), hvorfra videreføring er foretaget til sunde æble-frøplanter. Ligeledes er det muligt at isolere klorotisk bladplet-virus, ved på tilsvarende måde at anvende pære som filterplante. *Sorbus aucuparia* er immun overfor klorotisk bladplet-virus, mens pære er immun overfor æble-mosaik-virus.

Endvidere er det ved termoterapeutiske behandlinger (37° C) og etablering af tipkulturer lykkedes at inaktivere klorotisk bladplet-virus fra et viruskompleks bestående af gummived-virus og klorotisk bladplet-virus, idet tipkulturer, som blev etableret efter varmebehandling i 35 døgn, kun indeholdt gummived-virus. Tipkulturer, som blev etableret efter varmebehandling i 82 døgn ved 37° C, var derimod totalt virusfrie.

I arbejdet med differentiering af de enkelte komponenter i viruskomplekser er der andre muligheder end de her nævnte, bl.a. udnyttelse af den kendsgerning, at ikke alle vira bevæger sig lige hurtigt i de inficerede planter, og flere forsøg og undersøgelser vil utvivlsomt skabe nye metoder til nærmere belysning af disse forhold.

D. FARVEREAKTIONSMETODE

Den manglende veddannelse hos æbletræer med gummived kan påvises ved en simpel farvereaktionsprøve, ved hvilken snit fra mis-

tænkte træers stammer og grene nedsænkes i floroglucinsaltsyre. Denne væske farver ved det rødt, og manglende veddannelse erkendes simpelt hen ved, at større eller mindre hvidlige områder fremkommer på den behandlede snitflade.

Ved nogle undersøgelser udført i 1966 er farvereaktionsmetoden sammenlignet med den konventionelle bøjningsmetode, hvorved man søger at afgøre, hvorvidt inokulerede træer er inficeret eller ej. I tabel 2 er resultaterne fra dette forsøg anført, og det ses, at der har været ganske god overensstemmelse mellem de to undersøgelsesmetoder.

Iflg. nyere tyske undersøgelser (40) ser det iøvrigt ud til, at variationerne i lignin-indholdet påvirker æblegrenes elektriske ledningsevner, således at man måske ved elektriske målinger kan konstatere infektion med gummived-viruset.

IV. Konklusion

De udførte undersøgelser vedr. æble-viroser viser, at flere af disse sygdomme er overordentlig udbredte. Dette gælder især gummived, æble-mosaik, klorotisk bladplet, grubet ved og epinasti.

Udbredelsen af æble-viroserne skyldes først og fremmest anvendelse af inficeret podemateriale eller inficerede grundstammer. Spontan smittespredning ved hjælp af dyriske vektorer er ikke påvist.

Æble-virosernes betydning er endnu ikke fuldt klarlagt, men udførte forsøg viser, at be-

Tabel 2. Påvisning af gummived-virus

| Afprøvning ved bøjning | Antal træer undersøgt | Reaktion ved floroglucinsaltsyre (grad af farvestyrke) | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|---|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | 109 | 0 | 2 | 5 | 31 | 71 |
| B | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 |
| C | 52 | 0 | 37 | 11 | 2 | 2 |

A = sund

B = svagt angr.

C = stærkt angr. af gummived

1, 2, 3, 4 og 5 angiver farvestyrken fremkaldt af floroglucinsaltsyre

tydelige tab kan forårsages af sygdommene furede grene, gummived og mosaik. På baggrund af de alvorlige symptomer og den kraftige væksthæmning, som hestesko-ar og buklede blade forårsager, er det rimeligt at antage, at der også her er tale om en betydelig skadevirkning, og sygdommene småfrugter, bukkelæbler og stjernerevner, der er ledsaget af alvorlige frugtsymptomer, skader naturligvis de angrebne træer overordentlig meget.

Med hensyn til de viroser, der oftest optræder latent, er skadevirkningen mere tvivlsom. Grubet ved har i Nordamerika forårsaget stor skade, når Virginia Crab har været anvendt som grundstamme for inficerede æblesorter, men hvor andre grundstammer har været anvendt, kendes ingen åbenbar skadevirkning.

Visse kombinationer mellem latente vira eller eventuelt mellem et latent virus og et af de vira, der kan erkendes visuelt, kan antagelig virke skadelig. På den anden side kan man næppe afvise den mulighed, at infektion med et latent virus måske i nogle tilfælde kan have en vis gavnlig virkning, f.eks. ved at fremkalde en lidt svagere vækst og derved måske tidligere frugtbarhed. En sådan egenkab vil måske værdsættes i moderne frugtavl med hurtig omdrift, hvor tidlig frugtbarhed betyder særlig meget.

Det vil dog endnu være for tidligt at udtale sig definitivt om de latente virosers eventuelle gavnlige indflydelse. Resultater fra iværksatte forsøg vil forhåbentlig give oplysninger herom.

Med hensyn til de diagnostiske undersøgelser er man kommet ret langt, og selv om der stadig sker en betydelig udvikling på dette område, vil det med den nuværende viden være muligt med temmelig stor sikkerhed at påvise virusinfektion hos æbletræer. Forbedringer på dette område kan især ventes vedrørende undersøgelsestidens længde, idet det må antages, at udviklingen indenfor serologi og elektronmikroskopi vil medføre at man fremover vil have mulighed for at kunne stille virusdiagnoserne hurtigere end tilfældet er i dag.

V. Sammenlægning

Af de 19 virussygdomme, man kender hos æbletræer i Europa, har man hidtil fundet de 13 i Danmark. Disse er omtalt i hvert sit afsnit, hvor der kort redegøres for de enkelte sygdommes historie, første omtale i Danmark, inficerede træers reaktion og vigtigste værtområde m.v.

I et særligt hovedafsnit omtales påvisningsmetoderne generelt, herunder de forskellige overføringsmetoder ved podning og mekanisk saftinokulation samt en farveraktionsmetode. Endvidere gives i tabelform mere detaljerede oplysninger om de anvendte indikatorplanter, deres reaktion overfor infektion med de enkelte vira samt inkubationstiderne. Og endelig omtales muligheden for differentiering af de enkelte vira i et kompleks ved anvendelse af særlige filterplanter eller ved specielle varmebehandlinger.

VI. Summary

Virus diseases of apple trees

In Denmark the following virus diseases have been found in apple trees: Flat limb, rubbery wood, horse-shoe wound, mosaic, leaf pucker, chat fruit, green crinkle, star crack, chlorotic leaf spot, stem pitting, Spy epinasty and scaly bark; furthermore, tobacco mosaic virus has been found in a single case. Especially the viruses causing rubbery wood, mosaic, chlorotic leaf spot, stem pitting and Spy epinasty are very widespread.

Each virus is being described in regard to history, first appearance in Denmark, the reaction of infected trees, host range etc.

In a special chapter the diagnostic procedures are being described, and information is given about the reaction in the different indicator plants together with the incubation periods.

Differentiation of some viruses in virus complexes have been possible by use of »filter plants« and by heat treatments.

Litteratur

1. *Ann.*: Virus diseases of apple. Res. rep. Summerland, B. C. (1961-64): 27-28.
2. *Ann.*: Recovery of tobacco mosaic virus from apple. Res. rep. Summerland, B. C. (1965-66): 21.

3. *Ann.*: Virus diseases of fruit trees. Rep. E. Malling Res. Sta. 1965 (1966): 46.
4. *Ann.*: Virus diseases of fruit trees. Rep. E. Malling Res. Sta. 1967 (1968): 40.
5. *Atkinson, J. D.*: Green crinkle shown in New Zealand apple trees. Orchard N. Z. 19:5 (1946): 10-11.
6. *Cadman, C. H.*: Raspberry bushy dwarf. Scott. Hort. Res. Inst. 12 (1965): 50.
7. *Campbell, A. I.* and *J. S. Coles*: The time factor in apple virus transmission. Rep. Long Ashton Res. Sta. 1961 (1962): 71-73.
8. *Campbell, A. I.*: Evidence against the seed transmission of some apple viruses. Rep. Long Ashton Res. Stat. 1963 (1964): 63-64.
9. *Cropley, R.*: Transmission of apple chlorotic leaf spot virus from *Chenopodium* to apple. Pl. Dis. Reprtr. 48:9 (1964): 678-80.
10. *Cropley, R.*: Varietal reactions to viruses causing star crack and russet rings on apple fruits. Journ. Hort. Sci. 43:2 (1968): 157-65.
11. *Cropley, R.*: Comparison of some apple latent viruses. Ann. appl. Biol. 61:3 (1968): 361-72.
12. *Fulton, R. W.*: Serology of viruses causing cherry necrotic ring spot, plum line pattern, rose mosaic and apple mosaic. Phytopath. 58:5 (1958): 635-638.
13. *Gardner, F. E. et al*: Lethal effect of certain apple scions on Spy 227 stock. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 48 (1946): 195-99.
14. *Gilmer, R. M.* and *J. M. Wilks*: Seed transmission of tobacco mosaic virus in apple and pear. Phytopath. 57:2 (1967): 214-17.
15. *Gilmer, R. M.*: Apple chlorotic leaf spot and tobacco mosaic viruses in cherry. Pl. Dis. Reprtr. 51:10 (1967): 823-25.
16. *Guengerich, H. W.* and *D. F. Millikan*: Transmission of the stem pitting factor in apple. Pl. Dis. Reprtr. 40:11 (1956): 934-38.
17. *Hockey, J. F.*: False sting — a virus disease of apples. Sci. Agric. 21 (1961): 242-43.
18. *Kirkpatrick, H. C.* and *R. C. Lidner*: A mechanically transmissible virus latent in apple. Phytopath. 54:2 (1964): 229-32.
19. *Kirkpatrick, H. C.* and *R. C. Lidner*: Recovery of tobacco mosaic virus from apple. Pl. Dis. Reprtr. 48:11 (1964): 855-57.
20. *Kristensen, H. Rønde*: »Furede grener« på Gravenstein. Norsk Hagetidend 64:3-4 (1948): 51.
21. — Virussygdomme hos frugttræer og frugtbuske. Årbog for frugtavl (1952): 30-47.
22. — Bukkelæbler — en ny virussygdom. Erhvervsfrugtavlren 18:12 (1952): 322-23.
23. — Frugttrævirus i Danmark. Nordisk Jordbrugsforskning (kongresberetning) 36 (1954): 305-309.
24. — Furede grene hos æbletræer I. Tidsskrift for Planteavl 59:2 (1955): 234-251.
25. — Virusangreb der påvirker æblefrugter. Erhvervsfrugtavlren 21:8 (1955): 226-229.
26. — Flat limb (furede grene) of apple trees. Proceed. Sec. Symp. Virus diseases of fruit trees in Europe. Wageningen 1955. Tijdschr. o. Pl., Jg. 62: 2e (1956): 42-46.
27. — Stjernerevner (smårevner). Plantesygdomme i Danmark 1954. Tidsskrift for Planteavl 60:4 (1957): 594.
28. — Æble-småfrugter. Plantesygdomme i Danmark 1955. Tidsskrift for Planteavl 61:4 (1957): 598.
29. — Æble-hestesko-ar. Plantesygdomme i Danmark 1954. Tidsskrift for Planteavl 64:5 (1961): 778.
30. — Virussygdomme hos æbletræer. Erhvervsfrugtavlren 28:6 (1962): 199-210.
31. — Apple mosaic virus — host plants and strains. Phytopatologia Mediterranea 2:3 (1963): 97-102.
32. — Æble — buklede blade. Plantesygdomme i Danmark 1962. Tidsskrift for Planteavl 67:4 (1963): 591.
33. *Kristensen, H. Rønde* og *A. Thomsen*: Æblemosaik I. Tidsskrift for Planteavl 66:5 (1963): 802-847.
34. *Kristensen, H. Rønde*: Æble-korkring. Plantesygdomme i Danmark 1963. Tidsskrift for Planteavl 68:3 (1964): 403.
35. — Frugttræernes virussygdomme og deres bekæmpelse. Erhvervsfrugtavlren 31:12 (1964): 447-460.
36. — Flat limb and rubbery wood of apple trees caused by two separate viruses. »Plant Protection«, Zastita Bilja XVI 85-88 (1965): 277-284.
37. *Kristensen, H. Rønde* og *A. Thomsen*: Gummived hos æbletræer. Tidsskrift for Planteavl 69:4 (1966): 477-493.
38. *Kristensen, H. Rønde*: The virus problem with special regard to fruit breeding. Proceed. of the Balsgård fruit tree breed. symp. (1964): 163-179.
39. — Virussygdomme hos frugttræer. Gartnertidende 84: 19 (1968): 295.

40. *Liebster, G. et al.*: Nachweis des Gummiholz-Virus (Rubbery wood) in Apfelbäumen mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeitsmessung. *Zeitschr. f. Pfl. krankh. u. Pfl.sch.* 75:11/12 (1968): 659-65.
41. *Luckwill, L. C. and A. I. Campbell*: *Malus platycarpa* as an apple virus indicator. *J. hort. Sci.* 34:4 (1959): 248-52.
42. *McCrum, R. C.*: Spread of apple chlorotic leaf spot virus from tree to tree. *Pl. Dis. Repr.* 49:12 (1965): 958-59.
43. *Mink, G. I.*: Preliminary evaluation of some Russian apple varieties as indicator for apple viruses. *Pl. Dis. Repr. Suppl.* 254 (1959): 13-17.
44. *Posnette, A. F. and R. Copley*: Russet ring virus disease of apples in England. *Rep. E. Malling Res. Stat.* 1963 (1964): 117-18.
45. *Posnette, A. F. and R. Copley*: Field experiments with chat fruit virus disease of apple. *Ann. appl. Biol.* 55:3 (1965): 439-45.
46. *Reynolds, J. E. and J. A. Milbrath*: Comparison of flowering crab apple varieties for fast detection of a common latent virus in apples. *Pl. Dis. Repr.* 46:4 (1962): 243-45.
47. *Sequeira, O. A. de*: Purification and serology of an apple mosaic virus. *Virology* 31:2 (1967): 314-322.
48. *Shay, J. P. and G. I. Mink*: Chlorotic leaf spot and its relation to other virus disorders of apple. *Tidsskrift for Planteavl* 65: Særnummer (1961): 25-32.
49. *Shoemaker, R. A.*: Leaf pucker. *Canad. Pl. Dis. Surv. for 1956*:36 (1957): 101.
50. *Thomsen, A.*: Grubet ved hos æbletræer (Stem pitting). *Månedsoversigt over plantesygdomme* 402 (1963): 46-47.
51. *Thomsen, A.*: Hestesko-ar hos æbletræer. *Dansk Frugtav* 65:1 (1965): 4.
52. *Thomsen, A.* Latent virusinfection of apple and pear rootstocks. »Plant Protection«, *Zastita Bilja XVI* 85-88 (1965): 271-276.
53. *Thomsen, A.*: Frugttræ-vira inaktiveret ved termoterapi. *Tidsskrift for Planteavl* 72:2 (1968): 141-52.
54. *Various authors*: Virus diseases of apples and pears. *Tech. Comm. Bur. Hort. E. Malling* 30 (1963).
55. *Wallace, T. et al*: Some new troubles in apples, with special reference to the variety Lord Lambourne. *Fruitgrower* 98 (1944): 427.
56. *Welsh, M. F. and F. W. L. Keane*: Leaf pucker — a virus disease of apple. *Proced. Canad. phytophath. Soc.* 25 (1957): 18.
57. *Welsh, M. F. and J. May*: Virus induced wood pitting in the root systems of apple seedlings, and its effect on tree vigour. *Canad. J. Pl. Sci.* 47 (1967): 51-59.
58. *Wilks, J. M.*: The detection of apple viruses by indexing on herbaceous plants. *Summary rep. of res. Summerland B. C.* 5 (1965): 28.