

Statens plantepatologiske Forsøg (H. Ingv. Petersen)

Virologisk afdeling (H. Rønde Kristensen)

Kålroe-mosaik-virus i peberrod (*Armoracia lapathifolia* Gilib)

Turnip mosaic virus in horse-radish

Niels Paludan

Resumé

Infektion af kålroe-mosaik-virus (KMV) i peberrod har forårsaget en udvikling af klorotiske til gule nervepletter og ringe i bladene. Symptomer forekom kun i de ældre blade. Virussyntomerne har været tydeligst om efteråret.

Viruskoncentrationen har været lavest i de yngste og størst i de ældste, symptombærende blade, og viruskoncentrationen har været kraftigst ved den laveste temperatur (efterår).

Væksthuskontrol har kun været mulig ved dyrkning i 2 måneder under gode belyningsforhold (10.000 lux).

KMV er blevet overført til en lang række indikatorplanter samt til afplukkede blade placeret i fugtigt kammer.

KMV er blevet inaktiveret ved varmebehandling i stigende grad med øget behandlingstid.

KMV er blevet elimineret ved meristemkultur i 97 pct. af de etablerede meristemplanter.

KMV-infektion har reduceret rodudbyttet med 37 pct. i forhold til virusfrit meristemmateriale.

Udover KMV er følgende vira blevet påvist i danske peberrodkulturer: Arabis-mosaik-virus, blomkål-mosaik-virus, tobak-nekrose-virus og tobak-mosaik-virus.

Indledning

Som mange andre vegetativt formerede kulturer er peberrod ofte angrebet af forskellige virus-sygdomme. Under danske forhold er der hovedsagelig tale om angreb af kålroe-mosaik-virus (KMV), der spredes dels via udlægsmaterialet og dels med bladlus. Almindelige forekommende angreb af KMV i peberrodkulturer kan derfor forventes.

Interessen har som følge heraf specielt samlet sig om KMV-problemerne: Hvilke muligheder er der for påvisning af vira og for fremskaffelse af virusfrie planter, og hvilken indflydelse har virusinfektion på rodudbyttet?

Da der yderligere fremkom ønsker om en nærmere undersøgelse af disse virusproblemer fra Statens forsøgsstation i Spangsbjerg blev der, ved Statens plantepatologiske Forsøg i Lyngby i årene 1962-70, udført forsøg og undersøgelser med KMV i peberrod omfattende: Diagnostik,

etablering af virusfrie planter ved henholdsvis termoterapi og meristemkultur, ligesom der blev foretaget orienterende udbyttmålinger.

Fra tidligere udførte undersøgelser foreligger der en del resultater om diagnostik og enkelte om termoterapi og meristemkultur, mens udbyttmålinger ikke har været foretaget.

Tidligere undersøgelser af virussygdomme i peberrod

Peberrod kan angribes af forskellig vira, hvoraf nogle optræder latent i planten, som arabis-mosaik-virus (*Hickman og Varma* 1968), mens andre forårsager enten synlige bladsymptomer, som kålroe-mosaik-virus (*Pound* 1948) og dette virus i forbindelse med blomkål-mosaik-virus (*Hickman et al* 1968), eller degeneration som ved angreb af bedebledrulle-virus (*McKay* 1928, *Kadow og Andersen* 1940).

Engelske undersøgelser (*Hickman og Varma* 1968) vedrørende udbredelsen af forskellige virus-sygdomme i peberrods materiale, omfattende 47 kloner fra 5 lande viste, at 53 pct. var inficeret med arabis-mosaik-virus (AMV), 36 pct. med kålroe-mosaik-virus (KMV) og 13 pct. med blomkål-mosaik-virus (BMV).

I danske peberrods kulturer er følgende vira blevet påvist: Arabis-mosaik-virus (*Cadman* 1959), blomkål-mosaik-virus (*Paludan* 1972 ikke publiceret), kålroe-mosaik-virus (*Kristensen* 1951), tobak-nekrose-virus (TNV) (*Kristensen* 1959) samt tobak-mosik-virus (TMV) (*Paludan* 1970 ikke publiceret). TNV er blevet påvist i symptomløse planter, mens TMV kun er fundet i forbindelse med KMV. Tilbageføringsforsøg med TNV eller TMV til peberrod er ikke lykkedes.

Fra U.S.A. berettes, at peberrods kulturer i flere distrikter er næsten 100 pct. inficeret med KMV (*Pound* 1948). Kålroe-mosaik-viruset er, på grund af dets meget store udbredelse, det hidtil bedst undersøgte og hyppigst beskrevne (*Fernow* 1924, *Herold* 1957, *Chenu* og *Thornberry* 1965).

Undersøgelser vedrørende temperaturens indflydelse på viruskoncentration og bladform har således vist, at dyrkning ved høj temperatur (28° C) inducerer lav virus-koncentration og normale blade, mens lav temperatur (16° C) medfører høj virus-koncentration og dannelsen af bregneagtige blade (*Pound* 1949).

Symptomerne i peberrodsplanter inficeret med KMV er blevet beskrevet af flere forskere. *Pound* (1948) omtaler symptomerne først som klorotiske, udflydende pletter med eller uden forudgående nervelysning. Bladene bliver som regel klørotiske og dværgagtige. Med alderen bliver den klorotiske spætning mere diffus og ændrer farve til klar gul. Senere på sommeren forekommer desuden ofte nekrotiske, sorte pletter og streger på bladstilke og langs bladnerver. Nekrosen udvikler

sig også i roden, der ved gennemskæring har et plettet udseende.

Fra dansk (*Kristensen* 1951), engelsk (*Hickman og Varma* 1968) og tysk side (*Herold* 1957) beskrives symptomerne udelukkende som store klorotiske til gule pletter (mosaik) og ringe, der kun forekommer i plantens ældre blade.

Forsøg på at inaktivere KMV i rødder af peberrod, henholdsvis ved varmtvandsbehandling (40-55° C), varmluftbehandling (37-50° C) samt en kombination af sidstnævnte og kemikaliebehandling (malakitgrønt), er til dato ikke lykkedes med overbevisende sikkerhed (*Holmes* 1965). Derimod er virusfrie peberrodsplanter blevet etableret ved meristemkultur, hvor det oprindelige materiale var inficeret med KMV og BMV (*Hickman og Varma* 1968).

Danske undersøgelser i 1962-1970 af kålroe-mosaik-virus (KMV) i peberrod

Symptomatologi

Symptomudviklingen i peberrodsplanter, der stammede fra KMV-inficeret formeringsmateriale (rødder), er blevet registreret igennem 2 vækstsæsoner (1966 og 1968). Virussyntomerne bestod af klorotiske til gule pletter og ringe på planternes ældre blade (fig. 1). Rødderne blev begge år udplantet på friland den 17. maj. Resultaterne fremgår af tabel 1.

Overvintret formeringsmateriale, der blev udtaget fra kule medio maj, viste sig udviklingsmæssigt at variere, idet de sunde rødder var begyndt at spire med 3 mm nye skud i modsætning til KMV-inficeret materiale, der slet ikke var begyndt at bryde. For at følge udviklingen af skud og evt. virussyntomer, blev 10 rødder af hver kategori med en rodtykkelse varierende fra 1 til 8 mm, lagt til spiring i fugtigt kammer (plasticbakker foret med filterpapir og dækket med glas-

Tabel 1. Symptomudvikling i KMV-inficerede peberrodsplanter på friland
(Development of symptoms in horse-radish infected with TurMV)

Peberrodsplanter	Registreringsdato					
	20/6	10/7	25/7	25/8	20/9	20/10
Antal i alt.....	60	59	57	49	16	16
Antal med symptomer....	12	22	45	44	15	16
Pct. » »	20	37	79	90	94	100

plade) ved konstant belysning (1000 lux) og temperatur (22° C). Resultaterne fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Skud- og symptomudvikling i sunde og KMV-inficerede rødder af peberrod i fugtigt kammer
(Development of shoot and symptoms at healthy and infected roots of horse-radish kept in humid chamber)

Antal døgn v. 22 °C	Antal rødder af 10 med			
	skudvækst		bladsymptomer	
	sunde	syge	sunde	syge
5	6	2	0	0
12	9	7	0	0
22	9	7	0	1

Undersøgelser vedrørende muligheden for en symptomudvikling under andre kulturforhold er blevet udført med samme udgangsmateriale og ydermere fulgt op med en testning, hvor der blev

anvendt afplukkede blade af *Chenopodium amaranticolor* Coste og Reyn. Resultaterne fremgår af tabel 3.

Infektionsforsøg

Muligheden for at påvise KMV i peberrod ved anvendelse af testplanter er blevet nærmere undersøgt. Foruden brugen af forskellige testplanter, er anvendelsen af testplanter contra afplukkede blade blevet undersøgt, ligesom forskellige overføringsmetoder som saft- og tørinokulation er blevet forsøgt. Resultaterne fra testning af KMV-inficeret rodmateriale til afplukkede blade af *Chenopodium amaranticolor*, fremgår af tabel 4.

Påvisning af KMV i bladmateriale fra inficerede peberrodsplanter, henholdsvis fra blade med og uden symptomer, er blevet forsøgt på forskel-

Tabel 3. Symptomudvikling og testningsresultater fra KMV-inficerede rødder dyrket ved 22 °C under varierende dyrknings- og belysningsforhold
(Development of symptoms and results from testin of infected roots kept at 22 °C under different growing and illumination conditions)

Dyrknings- sted	Dyrknings- måde	Belysning lux	Antal planter af 12 med	
			virussympmt.	testpl.reaktion
Laboratorie	»fugtigt kammer«	1000	0	0
»	»multipots« 3 cm	1000	0	2
Drivhus	» 3 »	10000	usikre	—
»	10 cm potter	10000	8*)	10

*) = kraftige symptomer efter 2 måneders kultur.

Tabel 4. Infektionsforsøg med KMV-inficeret rodmateriale fra peberrod
(Infection experiment with root material from horse-radish infected with TurMV)

Infektormateriale	Antal prøver af 10 undersøgte, hvor KMV blev påvist i			
	friskt materiale ved		frosset materiale ved	
	tørinok.	saftinok.	tørinok.	saftinok.
Rodspirer (unge blade) . . .	—	8	—	1
Rødder i vækst	0	8	0	1
» » hvile	0	3	0	0

Tabel 5. Infektionsforsøg med KMV-inficeret bladmateriale fra peberrod
(Infection experiment with leaf material from horse-radish infected with TurMV)

Infektormateriale	Gennemsnitlig »antal« læsioner pr. indikatorblad ved			
	saftinokulation		tørinokulation	
Yngre blade uden sympt.	8/8	1/9	24/9	24/9
Ældre » » »	0	0	10-19	10-19
Ældre » » »	—	1-9	10-19	10-19
Ældre » med »	10-19	10-19	> 20	> 20

lige årstider. Resultaterne, hvor afplukkede blade af *Chenopodium amaranticolor* blev anvendt som indikator, fremgår af tabel 5.

For at undersøge om det evt. skulle være tilstedeværelsen af hæmstoffer, der forårsagede en ringere overførsel fra de symptomløse blade, blev der den 24/9 yderligere udført et fortyndingsforsøg, idet der til inokulatet blev tilsat stigende mængder stødpude. Resultaterne, hvor samme indikatormateriale blev anvendt som nævnt under tabel 5, fremgår af tabel 6.

Hvor der tidlig på vækstsæsonen blev anvendt symptomløse yngre peberrodsblade som inokulat (saftinokulation) udvikledes der ingen symptomer i indikatorplanterne *Brassica pekinensis* Rupr., *Chenopodium amaranticolor*, *Nicotiana clevelandii* Gray., *N. glutinosa* L. og *N. tabacum* L. 'Samsun'. Karakteristiske virussymp-tomer udvikledes derimod i samtlige nævnte indikatorer, hvor der blev anvendt inokulat dels fra symptom-bærende, ældre peberrodsblade, dels fra inficerede planter af *Brassica pekinensis*.

Muligheden for at anvende afplukkede blade i fugtigt kammer som diagnosemetode er blevet forsøgt ved saftinokulation fra KMV-inficerede

planter af *Brassica pekinensis* ved tilsætning af forskellige stødpuder. Der udvikledes ingen symptomer ved anvendelse af 0,5 pct. natriumsulfitstødpude, hvorimod tilsætning af 0,2 pct. nikotinopløsning gav et anvendeligt resultat. Langt det bedste resultat opnåedes dog ved brug af følgende stødpudeblandning:

0,5 pct. natriumsulfit
0,5 » natriumdiethylthiocarbamat
0,03 m fosfatstødpude pH 7,1

Resultaterne opgjort 1 uge efter inokulation, fremgår af tabel 7.

Der udvikledes ingen symptomer i blade af *Nicotiana clevelandii*, *Phaseolus vulgaris* L. eller *Solanum demissum* x *S. tuberosum* 'Aquila' (A6).

Overføringen af KMV fra inficerede til sunde planter af *Brassica pekinensis* med bladlusen *Myzus persicae*, lykkedes efter 3,5 og 10 minutters sugning på infektor, men ikke efter 1 og 20 minutters sugning.

Muligheden af at inficere sunde peberrodsplanter med KMV er blevet forsøgt dels ved saftinokulation og dels med ferskenbladlus, hvor

Tabel 6. Fortyndingsforsøg med KMV-inficeret inokulat fra peberrodsblade
(Experiment with dilution of inoculum from horse-radish infected with TurMV)

Infektormateriale	Gennemsnitlig »antal« læsioner pr. indikatorblad ved saftinokulation med fortyndet inokulat		
	+2 ml*)	+12 ml	+24 ml
Yngre blade uden sympt.	10-19	1-9	0
Ældre » » »	10-19	10-19	1-9
Ældre » med »	> 20	10-19	1-9

*) = kontrol.

Tabel 7. Infektionsforsøg med KMV-inficeret inokulat fra *Brassica pekinensis* til afplukkede indikatorblade
(Infection experiment with inoculum from *Brassica pekinensis* (TurMV) to detached indicator leaves)

Indikatorblade	Symptomudvikling 1 uge efter saftinokulation
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	Mange klorotiske 2 mm pletter
» <i>quinoa</i> Willd.	» » 2 mm »
<i>Gomphrena globosa</i> L.	» brune 2 mm m. hvidt centrum
<i>Nicotiana glutinosa</i>	» » 7 » pletter
» <i>tabacum</i> 'Samsun'	» » 5 » m. hvidt centrum
» » 'Xanthi'	» hvide 2 » pletter

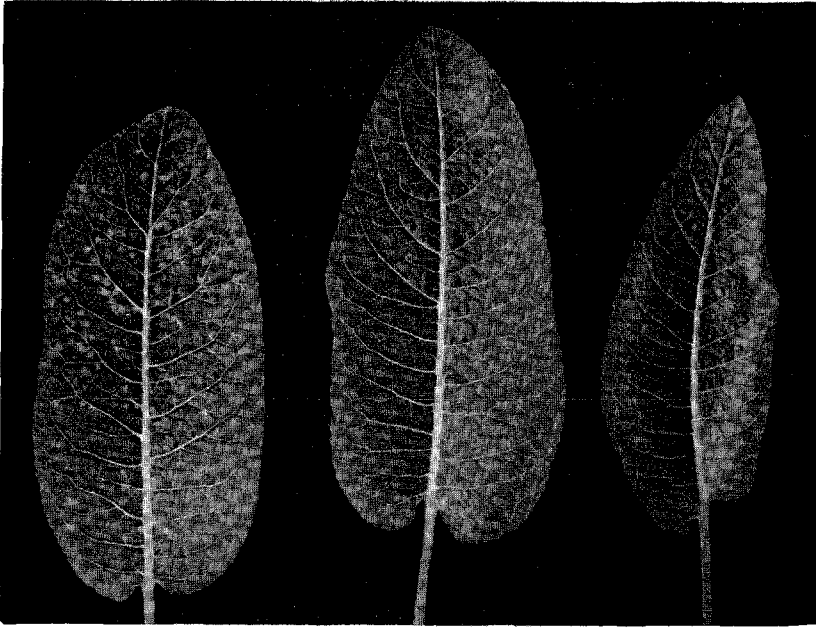


Fig. 1. Peberrodsblade på forskellige udviklingstrin (yngst t.h.) inficeret med kålroe-mosaik-virus (KMV).

Leaves of horse-radish at different age (youngest right) infected with turnip mosaic virus (TurMV).



Fig. 2. Rodstiklinger skåret fra varmebehandlede peberrod.

Root cuttings from heat treated horse-radish.

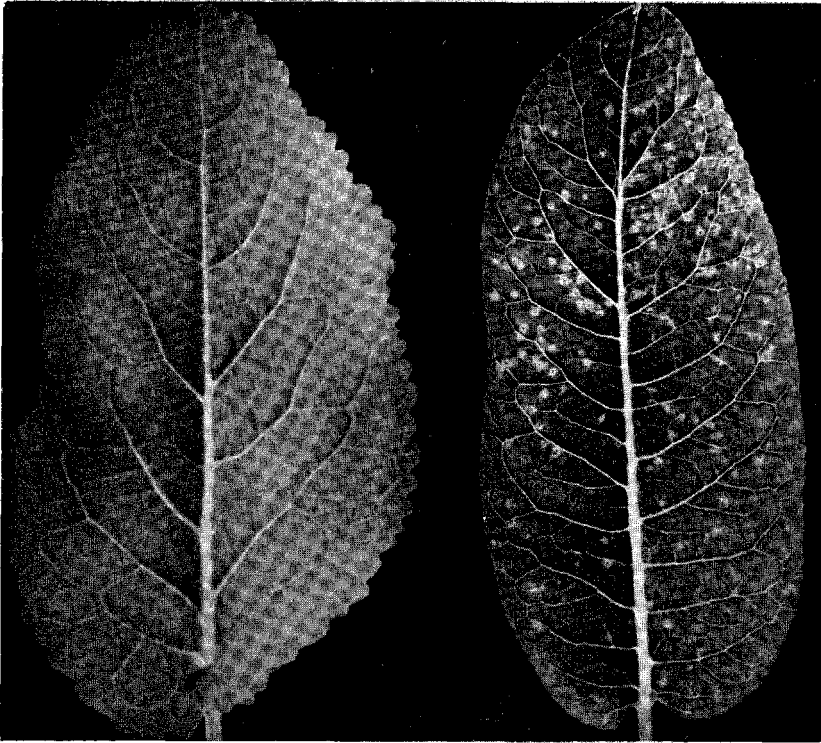


Fig. 3. Peberrodsblade fra henholdsvis virusfri meristemplante t.v. og fra KMV-inficeret kontrolplante t.h.

Healthy leaf from meristem-tip plant (left) and leaf from TurMV-infected control plant (right).



Fig. 4. Udbytteforsøg med peberrod med henholdsvis meristemplanter i højre række og inficerede (KMV) i venstre række.

Yield experiment with horse-radish. Meristem-tip plants in the right row and infected plants (TurMV) in the left row.

Foto: J. Begtrup.

viruset blev taget fra inficerede planter af *Brassica pekinensis*. Det lykkedes ikke at overføre viruset ved saftinokulation, hvor den tidligere beskrevne stødpudeblanding blev anvendt, hvorimod viruset blev overført med bladlus (korttidssugning) til 5 af i alt 30 peberrodsplanter.

Elektronmikroskopi

Muligheden for at anvende elektronmikroskopi som diagnosemetode (suspensionspræparater) er blevet undersøgt. Stavformede viruspartikler med en længde af ca. 720 nm kunne iagttages i KMV-inficeret plantesaft, hvor denne stammede fra symptombærende, ældre peberrodsblade eller blade fra *Brassica pekinensis*. Viruspartikler kunne derimod ikke iagttages i inficeret saft fra hverken rødder eller yngre og ældre symptomløse blade af peberrod.

Holdbarhedsforsøg

Holdbarhedsforsøg ved $\div 20^{\circ}\text{C}$ er blevet udført med symptomløse og symptombærende blade fra KMV-inficerede peberrodsplanter. Forsøget blev startet primo september. Som indikator blev anvendt afplukkede blade af *Chenopodium amaranticolor*. Resultaterne fremgår af tabel 8.

Tabel 8. Holdbarhedsforsøg ved $\div 20^{\circ}\text{C}$ med KMV-inficerede peberrodsblade høstet primo september (Longevity experiment at $\div 20^{\circ}\text{C}$ with horse-radish leaves infected with TurMV)

Antal døgn v. $\div 20^{\circ}\text{C}$	Antal lokale læs. i indikatorblade*) ved		
	yngre-uden sympt.	og ældre uden sympt.	med sympt.
0	0	9	45
10	0	3	24
19	0	1	42
24	0	9	20
62	0	0	0
90	0	0	6

*) = *Chenopodium amaranticolor*.

Holdbarhedsforsøg og termoterapi er ydermere blevet udført med KMV-inficeret saft fra peberrod. Viruset tålte ikke opbevaring i et døgn ved $+ 20^{\circ}\text{C}$ og ikke opvarmning til 50°C i 10 min.

Viruskoncentration

KMV-koncentrationen i inficerede planter af *Brassica pekinensis* er blevet undersøgt 10, 20 og 40 døgn efter inokulationen, ved udtagelse af ensartede bladprøver. Afplukkede blade af N.t. 'Xanthi' blev anvendt som indikator. Viruskoncentrationen nåede sit maximum efter 20 døgn og forblev uændret op til 40 døgn efter inokulationen.

Termoterapi

Forsøg på at inaktivere viruset ved varmebehandling er blevet udført med KMV-inficerede peberrodsplanter, dyrket ved 38°C . Rodstiklinger (fig. 2) bestående af et rodstykke (0,5 til 1 cm i længden og 0,2 til 0,4 cm i bredden) med nyudviklede blade (2 til 10 cm store), blev skåret fra de inficerede planter med forskellige tidsintervaller. De inficerede moderplanter blev udtaget fra varmerummet efter henholdsvis 60, 75, 90 og 105 døgn.

Det varmebehandlede materiale blev, efter genetableret vækst, symptomregistreret samt testet til *Chenopodium amaranticolor* fra 2 til 6 måneder efter behandlingens afslutning. Resultaterne fremgår af tabel 9.

Tabel 9. Inaktiveringsforsøg med KMV i peberrod ved 38°C

(Inactivation experiment at 38°C with horse-radish infected with TurMV)

Plante-materiale	Antal	Antal	Pct. virusfrie planter
	døgn v. 38°C	etablerede planter i alt u. KMV	
Rodstiklinger	15	8	53
»	30	6	47
»	60	6	83
Moderplanter	60-105	16	0

Meristemkultur

Meristemplanter er blevet etableret efter 1-2 måneders forløb ved dyrkning på *Murashige* og *Skoogs* næringsmedium (1962) henholdsvis med 47 pct. (18 af 38 planter) og 60 pct. (15 af 25 planter) i vækst, hvor dels fast (agar) og dels flydende (filtrerpapir-væge) medium blev anvendt.

KMV er blevet elimineret i 97 pct. (31 af 32) af de etablerede meristemplanter (fig. 3).

Tabel 10. Udbytteforsøg med symptomløse og KMV-inficerede peberrodsplanter i 1966 og 1968
(Yield experiment with symptomless and infected (TurMV) horse-radish)

Plantemateriale	Udlægsmateriale			Gennemsnitlig rod-		
	antal rødder	gennemsnitlig rod- længde (cm)	vægt (gr)	udbytte gr/plante	reduktion gr/plante	(pct.)
Uden sympt.....	46	19	38	343		
KMV-inf.....	46	19	38	253	90	(26,2)

Tabel 11. Udbytteforsøg med peberrod, henholdsvis virusfrie (meristemer) og KMV-inficerede planter i 1969 og 1970

(Yield experiment with virus free meristem plants and infected (TurMV) horse-radish)

Plantemateriale	Udlægsmateriale			Gennemsnitlig rod-		
	antal rødder	gennemsnitlig rod- længde (cm)	vægt (gr)	udbytte gr/plante	reduktion gr/plante	(pct.)
Virusfrie.....	46	11	10	294		
KMV-inf.....	39	11	10	185	109	(37,1)

Orienterende udbyttemålinger

Forsøg er blevet udført (fig. 4), hvor rodmateriale blev anvendt, dels fra udvalgte, symptomløse peberrodsplanter, dels fra virusfrie meristemplanter samt fra KMV-inficerede planter. Det lykkedes ikke at rense det udvalgte plantemateriale helt for kålroe-mosaik-virus gennem udvalg og testning, mens viruset ikke kunne påvises i det anvendte meristemmateriale.

Resultaterne fra forsøgene, hvor udlægsmaterialet stammede fra udvalgte, symptomløse peberrodsplanter, fremgår af tabel 10.

Resultaterne fra forsøgene, hvor udlægsmaterialet stammede fra virusfrie meristemplanter, fremgår af tabel 11.

Diskussion

Kålroe-mosaik-viruset, der har været arbejdet med i omtalte undersøgelser, er blevet bedømt, dels på symptomudviklingen i peberrod og følsomme indikatorplanter, dels ved fysiske og elektronmikroskopiske undersøgelser.

Symptomudviklingen i peberrod falder helt sammen med den tidligere beskrevet fra dansk, engelsk og tysk side. De afvigende, kraftigere symptomer beskrevet af Pound i 1948 kunne tyde på, at der her har været tale om angreb af flere vira. Reaktionen i indikatorplanterne, specielt inden for de korsblomstrede og slægten *Nicotiana*, har været helt i overensstemmelse med den, der er beskrevet i litteraturen.

De fysiske undersøgelser af den inficerede saft fra peberrod tyder på en relativ svag viruslinie. Svingningerne i viruskoncentrationen og symptomfremkomst i peberrodsplanter harmonerer med Pounds undersøgelser fra 1949.

Inaktivering af viruset ved varmebehandling er ikke tidligere lykkedes i nævnte omfang (Holmes 1965), hvorimod etablering af virusfrie planter ved meristemkultur er omtalt af Hickmann og Varma i 1968.

De udførte undersøgelser viser, at det diagnostiske arbejde under danske klimatiske forhold kun kan udføres tilfredsstillende om efteråret ved lave temperaturer, idet såvel viruskoncentration som virussympotomer er uhyre svage sommeren igennem. Undersøgelserne viser imidlertid også, at det er muligt at gennemføre en drivhuskontrol i vinterhalvåret.

De gennemførte udbyttemålinger som ikke tidligere er blevet beskrevet, viser klart formålet og værdien af såvel det diagnostiske som det terapeutiske arbejde.

Konklusion

Muligheden for at bedømme evt. forekommende KMV-infektion i peberrodsplanter på friland er blevet undersøgt, henholdsvis ved symptomregistrering, ved anvendelse af følsomme testplanter og ved elektronmikroskopi. I alle 3 tilfælde har resultaterne været afhængig af plantens viruskoncentration og denne igen af temperaturfor-

holdene. De bedste resultater er blevet opnået om efteråret i september og oktober måned (laveste temperatur).

Bedømmelse af evt. forekommende virusinfektion i udlægsmateriale (rødder) gennem vinterhalvåret har vist sig at være mulig ved dyrkning i drivhus suppleret med kunstlys.

Etablering af virusfrie peberrodsplanter har været mulig dels ved meristemkultur og dels ved varmebehandling. Sidstnævnte metode har dog kun teoretisk interesse, idet meristemkulturen er langt den hurtigste og samtidig sikreste måde at opnå et positivt resultat på.

Forsøgsresultaterne har yderligere vist, at KMV-infektion i peberrod reducerer rodudbyttet væsentligt.

Summary

Turnip mosaic virus (TurMV) in horse-radish caused development of chlorotic to yellow vein spots and rings in the leaves. The symptoms occurred only in the older leaves (fig. 1) and were most distinct during the fall (table 1).

The virus concentration was lowest in the youngest and highest in the oldest leaves with symptoms, like wise the virusconcentration was highest at the lowest temperatur during the fall (table 5).

Virus control during the wintertime in greenhouse based on leaf symptoms was only possible by illuminating the plants during two months with 10.000 lux (table 3).

TurMV was transmitted to several indicator plants and furthermore to detached leaves kept in a moist chamber (table 7).

TurMV was inactivated by heat treatment (root cuttings), the best results being obtained by 60 days at 38° C (table 9, fig. 2).

TurMV was eliminated by meristem-tip culture in 97 per cent of the established meristem plants (fig. 3).

TurMV reduced the yield of roots with 37 per cent compared with virus free meristem plants (table 11, fig. 4).

The following viruses have been recorded in danish

cultures of horse-radish: Arabis mosaic virus, cauliflower mosaic virus, tobacco mosaic virus, tobacco necrosis virus and turnip mosaic virus.

Litteratur

- Cadman, C. H.* (1959): Soil-borne viruses. Rep. Scott. hort. Res. Inst. 1958, 9, 36-7.
- Chenulu, V. V. and H. H. Thornberry* (1965): Properties of turnip mosaic virus Marmor brassicae H., from a clone of horse-radish showing mosaic symptoms. *Phytopathologische Zeitschrift* 52,4, 363-371.
- Fernow, K. H.* (1924): Horse-radish. Pl. Dis. Rep. suppl. 34, 199.
- Herold, F.* (1957): Zur Symptomatik und Schadwirkung des Kohlschwarzringfleckenvirus. *Phytopathologische Zeitschrift* 31, 2, 149-157.
- Hickman, Anthea J. and Anupam Varma* (1968): Viruses in Horseradish. *Plant Pathology* 17, 1, 26-30.
- Holmes, Francis O.* (1965): Elimination of Turnip mosaic virus from a Stock of Horseradish. *Phytopathology* 55, 5, 530-532.
- Kadow, K. J. and H. W. Anderson* (1940): Virus diseases and 'Deterioration' mosaic. Bulletin 469. University of Illinois. Agricultural Experiment Station 553.
- Kristensen, H. Rønde* (1951): Peberrod-mosaiksyge. *Tidskr. f. Planteavl* 57, 48.
- Kristensen, H. Rønde* (1959): Tobaksnekrose (peberrod-isolat). *Tidskr. f. Planteavl* 65, 1, 40.
- Kristensen, H. Rønde* (1962): Jordbårne Plantevira. *Tidskr. f. Planteavl* 66, 75-148.
- Larson, R. H. and J. C. Walker* (1941): Ring necrosis of cabbage. *J. Agric. Res.* 62, 475.
- McKay* (1928): Armoracia (Curly top). Pl. Dis. Rep. suppl. 61, 267.
- Murashige, T. and F. Skoog* (1962): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Pl.* 15, 473-497.
- Pound, Glenn S.* (1948): Horseradish mosaic. *Jl. of Agr. Res.* 77, 97-114.
- Pound, Glenn S.* (1949): The effect of air temperature on virus concentration and leaf morphology of mosaic infected horseradish. *Journal of Agricultural Research* 78, 7, 161-170.

Manuskript modtaget d. 22. august 1972