

Udenlandske undersøgelser

Blandt de planteslægter, hvori der ved nævnte danske undersøgelser er blevet påvist TMV-infektion, er denne fra udenlandsk side blevet omtalt som forekommende i *Capsicum annuum*, *Chrysanthemum indicum* og *Pelargonium zonale*.

I *Capsicum annuum* (15) er to linier af viruset blevet påvist, hvoraf den ene har vist sig at være frøbåren. Fra *Chrysanthemum indicum* (2) er viruset blevet overført til forskellige indikatorplanter. Viruset har ikke reageret med TMV-antiserum, ligesom tilbageføringsforsøg til chrysanthemum ikke lykkedes.

I *Pelargonium zonale* (7) er der i planter, der var inficeret med krølle-mosaik-virus, blevet påvist tobak-mosaik-virus (på basis af forskellige testplanter samt ved fysiske, kemiske og elektronmikroskopiske undersøgelser).

Engelske undersøgelser har gentagne gange vist, at det i langt de fleste tilfælde er tomatlinien af TMV, der forekommer i de inficerede tomatplanter. *Broadbent* (3) har således fundet, at der af 203 undersøgte tomatprøver var 187, der indeholdt tomatlinien, mens kun 4 var inficeret med tobaklinien af TMV. Tilsvarende nyere undersøgelser af 78 tomatprøver viste, at samtlige var inficeret med tomatlinien af TMV (6).

Svækkelse af virus ved hjælp af varme er bl.a. omtalt af *Smith* (19). Ved at dyrke TMV-inficerede planter ved meget høj temperatur vil det svækkede virus være en definitiv variant, der ikke vender tilbage til den normale type.

Kapitsa (10) har tilsyneladende fået TMV til at mutere ved passage af viruset gennem enkelt-læsioner i *Nicotiana glutinosa* blade ved en temperatur på 34,5°C. Det opnåede infektiøse materiale var en blanding af den oprindelige linie og en termoresistent linie.

Krydsbeskyttelse er blevet omtalt af *Broadbent* (3), hvor tomatlinier af TMV ofte beskyttede planterne imod tobaklinierne.

En tobaklinie, der forblev symptomløs i tomat, ydede derimod ingen beskyttelse mod senere inokulerede tomatlinier af TMV (5).

Udbytteforsøg i tomatkulturer under glas er beskrevet fra flere lande. *Jones og Burnett* (9) fandt således en reduktion af udbyttet på 15 pct. ved

almindelig TMV og 44 pct.s reduktion ved stribesygevirus, afhængig af planternes alder ved infektionstidspunktet.

Smittetidspunktets indflydelse er bl.a. blevet beskrevet af *Alexander* (1), der opnåede en stigende produktion jo senere infektionen fandt sted (18. januar til 12. april), hvorimod *Hollings* (8) fandt en dalende produktion, jo senere smitten fandt sted. Smittetidspunkterne var her 13/3, 4/4, 3/5 og 7/6 med en udbyttereduktion på henholdsvis 9, 6, 13 og 20 pct.

Flere forsøg (4 og 5) har givet lignende resultater, hvor sen infektion har forårsaget større tab end tidlig infektion og derudover større nedgang i frugtkvaliteten. Således er der ved infektion i april og 31. maj udviklet frugter med nekrose i henholdsvis 10 og 31 pct.

II. Påvisning og liniebestemmelse af tobak-mosaik-virus (TMV) i forskellige planteslægter

Tobak-mosaik-virus har igennem de senere år (1962-66) næsten altid kunnet påvises i de mange tomatprøver, der fra almindelige handelsgartnerier er blevet indsendt til Statens plantepatologiske Forsøg i Lyngby. Viruset er imidlertid yderligere blevet påvist i en lang række andre planter, hvor denne virusinfektion ikke umiddelbart var forventet. De først påviste infektioner blev derfor bedømt med en vis skepsis, men efterhånden som viruset blev erkendt i flere og flere planteslægter, og det ved liniebestemmelser desuden viste sig, at forskellige linier af viruset var repræsenteret, styrkedes troen på, at de opnåede resultater var rigtige.

For at bestemme viruslinien blev den inficerede saft fra prøverne inokuleret til afplukkede blade af *Nicotiana tabacum* 'White Burley' (Naaldwijk-typen) og *Phaseolus vulgaris* 'Scotia.' Tomat-viruslinierne fremkaldte lokale, brune 1 mm læsioner i tobakbladene, mens tobak-viruslinierne fremkaldte lokale, røde 1 mm læsioner i bønnebladene.

Plantematerialet, hvori TMV er blevet påvist, og beskrivelsen af de her forekomne virussymp-tomer samt resultaterne fra liniebestemmelsen, fremgår af tabel 1.

Tabel 1. Planter med TMV-infektion, symptombeskrivelse samt liniebestemmelse af viruset

Navn	Symptomer	Viruslinie
<i>Agapanthus umbellatus</i>	gule striber og ringe	
<i>Campanula isophylla</i>	opadrullede blade	tomat
<i>Capsicum annuum</i>	gullig nervelysning	tomat
<i>Cheiranthus cheiri</i>	gullig klorose	tomat
<i>Chrysanthemum indicum</i>	små, affarvede blomster	tomat
<i>Cucumis sativus</i>	nervelysning, rynkning; deforme, lyse frugter	tomat
<i>Cyclamen persicum</i>	med og uden nekrotiske striber i kronbladene	tobak
<i>Dipladenia rosea</i>	spætning	
<i>Euphorbia fulgens</i>	klorotiske, rynkede topblade	tomat
<i>Freesia sp.</i> 'Snow Queen'	brune bladpletter; korte, deforme kronblade	tomat
<i>Hippeastrum sp.</i>	røde, udflydende bladpletter; spætning i kronblade	tomat
<i>Lactuca sativa</i>	spætning	tomat
<i>Lycopersicum esculentum</i>	spætning og rynkning	tomat*)
<i>Nicotiana tabacum</i>	(tørrede blade af røgtobak)	tomat
<i>Nicotiana tabacum</i>	(» » » »)	tobak
<i>Oncidium flexuosum</i>	gule pletter og nekrose**)	tomat
<i>Paphiopedilum sp.</i>	klorotiske, nekrotiske striber i blade og kronblade	tobak
<i>Pelargonium domesticum</i>	gullig klorose og brune 2 mm pletter	tomat
<i>Pelargonium hortorum</i>	» » » » 2 » »	tobak
<i>Peperomia magnoliifolia</i>	mosaik og skeformede blade	tomat
<i>Primula sp.</i>	spættede og deforme blomster	tomat
<i>Zygocactus truncatus</i>	klorose og hvide, indsunke pletter	tobak

*) 37 isolater undersøgt.

**) Tobak-nekrose-virus også påvist i planten.

Tobak-mosaik-virus er således blevet påvist i 20 forskellige planteslægter inden for *Solanaceae* og 14 andre familier.

Yderligere undersøgelser er blevet udført med de vira, der blev påvist i chrysanthemum, cyclamen, freesia, capsicum og peperomia.

Chrysanthemum indicum: TMV (tomatlinien) blev påvist i sorten 'Portrait', hvor blomsterne var mindre end normalt og tillige affarvede.

Ved infektionsforsøg med forskellige indikatorplanter, hvor almindelige saftinokulation blev anvendt (natriumsulfit tilsat), udvikledes symptomer i følgende planter:

Gomphrena globosa (lokale, klorotiske 2-3 mm)

Lycopersicum esculentum (systemisk gul spætning og rynkning)

Nicotiana clevelandii (lokale, brune 2-4 mm + systemisk spætning)

Nicotiana glutinosa (lokale, brune 1-2 mm)

Nicotiana tabacum 'Samsun' (lokale, hvide 2-3 mm + systemisk spætning)

Nicotiana tabacum 'White Burley' Naaldwijk (lokale, brune 1-2 mm)

Petunia hybrida (lokale, brune 1 mm).

Tilbageføring af viruset ved saftinokulation (natriumsulfit tilsat) til chrysanthemumsorterne 'Blazing Gold', 'Dynamo', 'Fanfare', 'Friendly Rival', 'Good News' og 'Mistletoe' mislykkedes.

Undersøgelser af den inficerede plantesaft fra *Nicotiana tabacum* 'Samsun' gav følgende resultater:

Viruset tålte fortyndingen 1:128, men ikke 1:1024

» » opvarmningen til 70°C, men ikke til 85°C i 10 min.

» » ikke opbevaring ved +20°C i 1 døgn

» » opbevaring ved ÷20° i 1 år (længste afprøvningstid).

Viruset gav serologisk reaktion både ved agglutinations- og præcipitationsmetoden, hvor inficeret saft fra *Nicotiana tabacum* 'Samsun' blev blandet med TMV-antiserum.

Cyclamen persicum: TMV (tobaklinien) er flere gange i 1964 blevet påvist i cyclamenplanter, hvor blomsterne var kraftigt deformerede med krøllede og flossede kronblade, i hvilke der forekom nekrotiske, brune streger. Viruset er dog yderligere blevet påvist i symptomløse planter. Tilbageføringsforsøg har vist, at det er muligt at inficere planterne med viruset ved saftinokulation (fosfatstødpude tilsat).

Virusinfektion med TMV alene har ikke fremkaldt symptomer i blomsterne.

Forsøgene er blevet nærmere beskrevet i 1965 (16).

Freesia sp.: TMV (tomatlinien) blev påvist i freesiasorten 'Snow Queen', der viste kraftige bladsymptomer, og hvor blomsterne var deformede, med krøllede, forkortede kronblade, der ikke åbnede sig; knoldene var symptomløse.

Saftinokulation fra inficerede blomster og blade viste, at der blandt andet var tale om TMV-infektion. Ved videreføring af viruset til tomatplanter udvikledes der i disse en kraftig, gullig spætning i hjertebladene.

Saftoverføring fra de inficerede freesiablade blev yderligere forsøgt til *Chenopodium quinoa* og *Tetragonia expansa* ved tilsætning af følgende opløsninger: Boratstødpude (pH 8), fosfatstødpude (pH 7,2), 0,5 pct. natriumsulfit, 2 pct. nikotin (2 pct. styrke anvendt ved saftudpresningen, hvorefter vand blev tilsat i forholdet 20:1) og phenol 1:40. Symptomer fremkom kun i *Chenopodium quinoa*, og kun hvor der blev tilsat borat- og fosfatstødpude samt nikotin.

Tilbageføringsforsøg med ovennævnte inficerede saft blev udført til freesiafrøplanter i varierende størrelse, omfattende 7 sorter, men det lykkedes ikke at inficere nogen af planterne.

Capsicum annuum: TMV (tomatlinien) er blevet påvist adskillige gange i planter af sød peber, hvor bladene var klorotiske eller viste tydelig spætning samt ofte med topnekrose i hjertebladene. Frugterne var desuden svagt deformede med klorotiske til gullige stribes.

Tilbageføringsforsøg med forskellige tomatlinier af viruset har vist, at peberplanter er meget modtagelige over for sygdommen. Sorterne imellem er der imidlertid stor forskel på infektionens

videre forløb, idet planter fra nogle sorter bliver systemisk inficeret, mens planter fra andre sorter reagerer med et bladfald (overfølsomhed), der tilsyneladende forhindrer, at viruset spreder sig systemisk.

Forsøgene er blevet nærmere beskrevet i 1966 (18).

Peperomia magnolifolia: TMV (tomatlinien) er blevet påvist i *Peperomia magnolifolia*, hvor bladene var svagt deformede (skeformede) med mosaik samt enkelte brune, udflydende pletter.

Viruset blev overført med saft (tilsat fosfatstødpude) til *Chenopodium quinoa*, hvorfra det blev videreført til bl.a. *Nicotiana tabacum* 'Samsun' og tomat. Sidstnævnte reagerede med kraftig, gullig spætning og rynkning.

Viruset blev yderligere påvist serologisk (præcipitationsmetoden) i inficeret saft fra *Nicotiana tabacum* 'Samsun'.

Sunde peperomiaplant, der blev podet med TMV-inficerede skud, udviklede ingen virussymp-tomer over en periode af 16 måneder.

III. Undersøgelse af indsamlede TMV-liniers virulens

TMV-inficerede tomatprøver blev i 1963 indsamlet fra forskellige gartnerier med det formål om muligt at finde frem til en meget svag linie af viruset.

For at undersøge tomatliniernes virulens blev saft fra tomatprøverne inokuleret til planter af tomat, *Nicotiana glutinosa* og *Nicotiana tabacum* 'Samsun'. Den inficerede plantesafts temperatur-resistens blev desuden undersøgt ved opvarmning til henholdsvis 84° og 92° C i 10 minutter.

I tomatplanterne fremkaldte 7 af 28 undersøgte tomat-viruslinier lokale symptomer efter 11 til 13 døgn. Symptomerne varierede mellem vanddrukne, sorte og gule pletter fra 1-2 mm's størrelse.

Systemisk infektion fremkom i samtlige inokulerede tomatplanter efter 11 til 27 døgn. Symptomerne varierede fra svag til kraftig lysegrøn, gul eller hvidlig spætning, samt en mer eller mindre deformation af bladene i form af rynkning eller smalle, spidse, delvis trådformede blade.

Højdemåling af tomatplanterne 60 døgn efter inokulationen viste en variation fra 28 til 45 cm.



Figur 1. Tomat og *Nicotiana tabacum* 'Samsun' inficeret med kraftig Tomat-viruslinie af TMV.
Foto: M. H. Dahl.



Figur 2. Tomatsorten 'Potentat AH8' inficeret med almindelig tomat-viruslinie af TMV (t.v.) og det tilsvarende svækkede isolat efter 150 døgn varmebehandling ved 38°C (t.h.)

Foto: J. Begtrup.

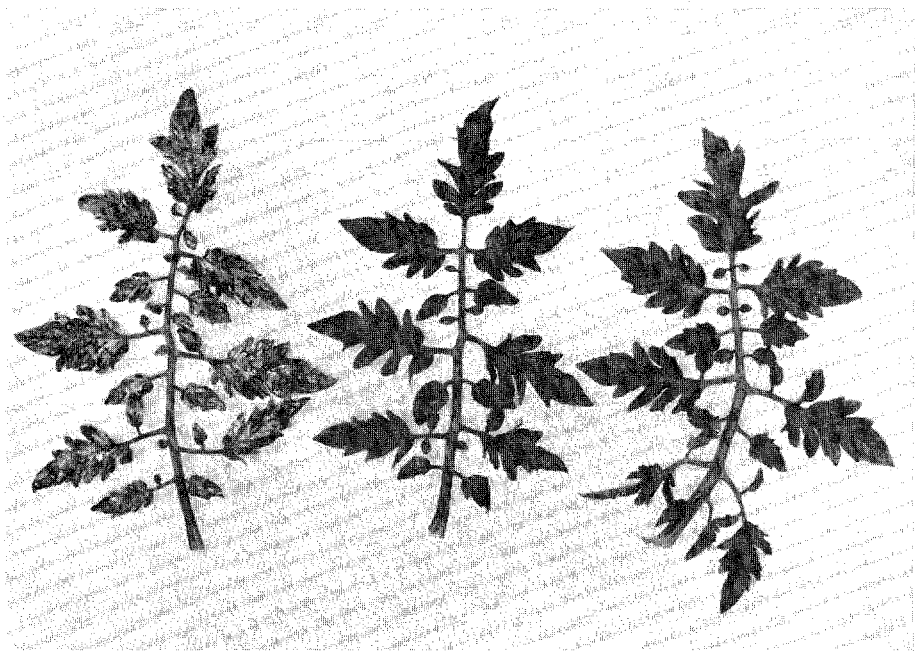


Fig. 3 Krydsbeskyttelsesforsøg: Tomatsorten 'Revermun' inokuleret med viruslinier af TMV henholdsvis (fra v. til h.): Kraftig, almindelig samt almindelig + kraftig. Foto: M. H. Dahl.

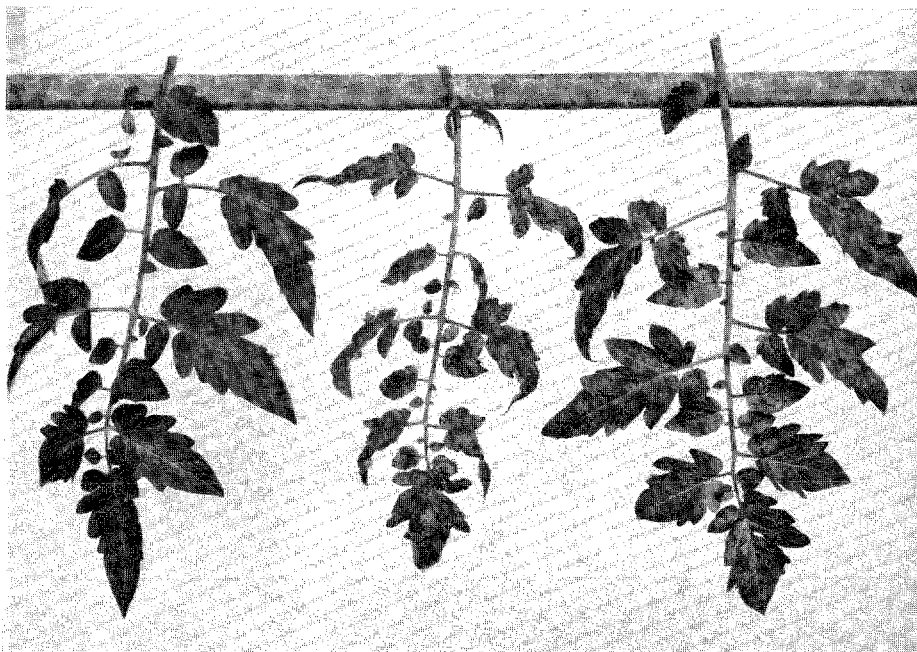


Fig. 4. Tomatsorten 'Revermun' (fra v. til h.): Sund samt inficeret med henholdsvis almindelig og svækket (150 døgn ved 38°C) tomat-viruslinie af TMV. Foto: J. Begtrup.

I *Nicotiana tabacum* 'Samsun' fremkaldte 25 af de 28 tomat-viruslinier lokale symptomer efter 11 til 15 døgn. Symptomerne bestod af vanddrukne eller brune, mer eller mindre udflydende pletter.

Systemisk infektion fremkom i samtlige inokulerede *Nicotiana tabacum* 'Samsun'-planter efter 11 til 30 døgn. Symptomerne varierede fra svag til kraftig lysegrøn eller gullig spætning, i enkelte tilfælde klorose med mørkegrønne, uregelmæssige ophøjninger, samt en mer eller mindre deformation af bladene i form af rynkning eller smalle, aflange blade.

Højdemåling af tobakplanterne 60 døgn efter inokulationen viste en stor variation af højderne fra 14 til 35 cm.

I *Nicotiana glutinosa* udvikledes fra samtlige tomat-viruslinier lokale, vanddrukne læsioner efter 2 til 4 døgn forløb. Kun i et tilfælde fremkom der systemisk infektion i form af rynkede blade og nekrotiske 1 mm prikker.

Undersøgelsen af 20 tomat-virusliniers termoresistens (inficeret saft fra *Nicotiana tabacum* 'Samsun') viste, at viruset stadig var aktivt i de 18 efter opvarmning til 84°C og i 4 efter opvarmning til 92°C i 10 minutter.

Resultaterne fra undersøgelsen af disse 2 tomat-viruslinier fremgår af tabel 2.

Den svageste linie var kun svag i relation til den kraftigste, idet den mindede om de angreb, der al-

mindeligvis forekommer i tomatkulturerne, med tydelige symptomer. Tomat-viruslinien blev derfor benævnt almindelig TMV (TMV alm.) (fig. 2). Den kraftigste tomat-viruslinie, der forårsagede sribesygessymptomer, blev benævnt kraftig TMV (TMV kr.) (fig. 1). Disse 2 linier blev anvendt til forsøg med krydsbeskyttelse og udbyttmåling som beskrevet på side 77 og 75.

Undersøgelsen af de indsamlede linier viste, at der blandt disse 28 ikke fandtes nogen, der virkelig var svage linier af viruset.

IV. Svækkelse af TMV ved varmebehandling

Forsøg på at svække TMV ved varmebehandling blev startet i 1965 og videreført i 1966. *Nicotiana tabacum* 'Samsun'-planter, inficerede med almindeligt forekommende tomat-viruslinier, blev varmebehandlet ved 38°C og prøver (isolater) udtaget efter 0, 75, 115, 150, 190, 240, 280 og 340 døgn. De udtagne prøver blev inokulerede henholdsvis den 13/12 1965 og 30/4 1966 til tomatplanter af følgende sorter: 'Danimuna', 'Earlymuna', 'Eurocross B3', 'Growers Pride', 'Potentat AH 8', 'Regina', 'Revermun', 'Safir', 'Selandia' og 'Ware Cross'.

Planternes reaktion over for virusinfektionen var uafhængig af sorterne. Af samtlige varmebehandlede isolater var der, bedømt på symptombasis, tilsyneladende kun 4, der var svækket. Isolatet

Tabel 2. Udvalgte tomat-virusliniers symptomudvikling og termoresistens

Indikatorer	Antal døgn	Symptomregistrering efter infektion med TMV	
		svageste linie	kraftigste linie
Tomat	13		kraftig gul nervelysning
	20		gule pletter og visne blade
	27	svag rynkning	
	60	kraftig rynkning; 40 cm høje	gule til hvide områder og stribes på stængler; 28 cm høje
<i>Nicotiana tabacum</i> 'Samsun'	13		vanddrukne læsioner og kraftig gul nervelysning
	20	vanddrukne læsioner og spætning	gul spætning og visne blade
	60	svag spætning; 27 cm høje	gul klorose; 14 cm høje
Viruset inaktiveret efter 10 min. ved:		92°C	84°C

efter 150 døgn varmebehandling ved 38°C var det eneste, som slet ikke fremkaldte symptomer i planter fra nogen af sorterne igennem de første 78 døgn efter inokulationen (fig. 2). Virusinfektionen blev her konstateret ved testning til blade af *Nicotiana glutinosa*. De øvrige 3 svækkede isolater (190, 240 og 280 døgn ved 38°C) viste til tider ingen og til tider fra svage til kraftige symptomer i planterne.

For yderligere at undersøge de varmebehandlede isolaters virulens, blev der udført termoresistens- og fortyndingsforsøg samt serologiske undersøgelser med den inficerede plantesaft. Resultaterne fremgår af tabel 3, hvor kun de isolater, der har givet udslag for varmebehandlingen, er taget med.

Antiserum fortynding blev anvendt i 1:16. Kontrol med normalserum gav ingen reaktion.

Isolatet, udtaget efter 150 døgn varmebehandling ved 38°C, har ved de serologiske undersøgelser givet den svageste reaktion. Dette svækkede isolat (sv. TMV 150 døgn) blev sammen med den ubehandlede tomat-viruslinie (alm. TMV 0 døgn) anvendt til orienterende udbyttmålinger beskrevet på side 76.

V. Krydsbeskyttelsesforsøg med forskellige tomat-viruslinier af TMV

19 hold tomatplanter af sorten 'Revermun' S 61 blev i 1964 inokuleret med forskellige almindelige tomat-viruslinier og 14 døgn senere geninokuleret med den kraftige, udvalgte tomat-viruslinie be-

Tabel 3. Fysiske og serologiske undersøgelser af TMV-inficeret saft fra varmebehandlede *Nicotiana tabacum* 'Samsun'-planter

Forsøg	Tomatlinie 1 antal døgn ved 38°C			Tomatlinie 2 antal døgn ved 38°C				
	0	150	240	0	240	280	340	
<i>Termoresistens:</i>								
Antal læsioner ved	0°	200	65	14	50	92	120	50
» » » 60 og 70°	100	100	100	100	100	100	100	100
» » » 80°	47	0	21	28	20	1	17	
» » » 90°	34	33	3	4	2	1	0	
» » » 95°	14	4	70	17	17	0	40	
<i>Fortynding:</i>								
Antal læsioner ved 1:1	200	65	14	50	92	120	50	
» » » 1:100	120	160	30	20	2	18	30	
» » » 1:1000	60	80	20	12	2	21	23	
» » » 1:8000	28	12	0	8	14	0	20	
» » » 1:130000	5	1	2	21	1	0	6	
» » » 1:500000	6	2	1	1	1	0	1	
» » » 1:1000000	1	0	2	21	0	0	0	
<i>Serologisk reaktion:</i>								
Antigenfortynding: 1:2	xx	x	xxx	xxx	xx	xx	xxx	
» » 1:4	xx	x	xx	xxx	xx	x	xx	
» » 1:8	xx	—	xx	xx	xx	x	xx	
» » 1:16	x	—	x	xx	x	—	x	
» » 1:32	x	—	—	x	—	—	—	
» » 1:64	x	—	—	—	—	—	—	
» » 1:128	—	—	—	—	—	—	—	

xxx = kraftig reaktion. xx = middel reaktion. x = svag reaktion. — = ingen reaktion

skrevet i tabel 2. Ingen af de inokulerede planter viste imidlertid symptomer karakteristiske for den kraftige tomat-viruslinie. De almindelige tomat-viruslinier ydede således alle beskyttelse mod den kraftige.

Forsøget blev gentaget med 2 hold tomatplanter af sorten 'Revermun', der blev inokuleret med en almindelig og en kraftig tomatlinie af TMV (de udvalgte linier beskrevet i tabel 2).

19 døgn senere blev halvdelen af de tomatplanter, der var inficeret med den almindelige linie, yderligere inokuleret med den tidligere nævnte kraftige linie. Symptomudviklingen i planterne fremgår af tabel 4.

ne blev smittet med henholdsvis den almindelige og den kraftige tomat-viruslinie af TMV efter følgende forsøgsplan, hvor hvert forsøgsled bestod af 9 planter:

- a. planterne smittet i priklestadiet
- b. » » ved udplantning
- c. » » » blomstring på 1. klase
- d. » » » » » 5. »
- e. kontrol (ubehandlet)

Kontrolparcellen blev spontant inficeret med den almindelige tomatlinie af TMV i juli måned, hvor planterne havde en højde på 1,60 m og ca. 5 ansatte klaser. Resultaterne fremgår af tabel 5.

Ved infektion med den almindelige tomat-virus-

Tabel 4. Symptomer i tomatplanter inokuleret med almindelig, almindelig +kraftig og kraftig tomat-viruslinie

TMV-linie	Antal døgn	Systemiske symptomer
Almindelig	19	rynkede hjerteblade
	27	lysegrøn klorose og deforme hjerteblade
	40	» » » » »
Almindelig +kraftig	19	rynkede hjerteblade
	27	lysegrøn klorose og deforme hjerteblade
	40	» » » » »
Kraftig	7	enkelte gule pletter
	14	kraftig gulmosaik
	21	gul klorose, deforme hjerteblade og visnende blade
	46	brune streger på stængler

Den almindelige tomat-viruslinie ydede ligeledes her beskyttelse mod den kraftige tomat-viruslinie (fig. 3).

VI. Orienterende udbyttmålinger med TMV i tomat

Ved samtlige udbyttmålinger er tomatsorten 'Revermun' blevet anvendt. Planteantallet har i de omtalte 3 forsøg været af lille omfang, henholdsvis 9, 36 og 18 planter pr. forsøgsled, og dyrkningen har, grundet manglende drivhusplads, fundet sted i 2 bakker (4×20 m) uden varme med udplantning ca. 1. maj.

1. Udbyttmåling med almindelig og kraftig tomat-viruslinie ved forskellige smittetidspunkter

Forsøget blev i 1964 udført med de 2 udvalgte tomat-viruslinier beskrevet i tabel 2. Tomatplanter-

linie blev, uanset smittetidspunktet, hverken frugtkvaliteten eller -kvantiteten nedsat.

Frugtkvaliteten blev imidlertid kraftigt forringet i alle forsøgsled ved infektion med den kraftige tomat-viruslinie, der ligeledes forårsagede en kraftig udbyttereduktion i forsøgsled a, b og c, der må anses som signifikant, selv med det lille antal forsøgsplanter.

Udbyttet har været jævnt faldende med det senere smittetidspunkt til og med inokulation foretaget ved blomstring på 1. klase (forsøgsled c).

Ved inokulationen udført ved 5. klases blomstring (forsøgsled d) var planterne så store ved infektionen med den kraftige tomat-viruslinie, at denne ikke forårsagede nogen udbyttereduktion, men derimod en betydelig kvalitetsforringelse, hvor 28 pct. af frugterne viste virussympotomer.

Tabel 5. Udbyttmåling med almindelig og kraftig tomat-viruslinie ved forskellige smittetidspunkter

Forsøgsled	Inokulation		Udbytte i		Udbyttre-		Frugtvægt		Pct. frugter m.	
	trin	dato	alm.	kraftig	dukt. i pct.	tomat-viruslinie	i gr.	virussymp.	alm.	kraftig
a.	prikling	2/4	70,8	32,8	0	48	101	73	3,6	67,0
b.	udplantning	30/4	72,1	28,4	0	55	106	60	4,0	87,0
c.	1. bl. klase	12/5	75,0	25,6	0	59	101	62	2,5	80,0
d.	5. bl. klase	19/6	70,1	69,8	0	0	92	94	0,8	28,0
e.	kontrol	(juli)	68,1	62,7			92	90	4,6	2,5

2. Udbyttmåling med almindelig og svækket tomat-viruslinie ved 2 smittetidspunkter

Forsøget blev i 1966 udført med almindelig tomat-viruslinie af TMV og den tilsvarende svækkede viruslinie (150 døgn ved 38°C) som omtalt på side 73 og 74.

Tomatplanterne blev inokuleret med ovennævnte tomat-viruslinier efter følgende forsøgsplan, hvor hvert forsøgsled bestod af 36 planter:

- planter smittet med alm. tomat-viruslinie efter potning
- planter smittet med svækket tomat-viruslinie efter potning
- planter smittet med alm. tomat-viruslinie ved 5. klases blomstring
- planter smittet med svækket tomat-viruslinie ved 5. klases blomstring
- kontrol (ubehandlet)

Planterne blev sået den 5. april og pottet den 22. april. Tidlig infektion blev foretaget den 29. april og sen infektion den 23. juni. Planterne blev udplantet i koldhus den 16. maj og frugterne høstet fra den 19. juli til og med den 25. september 1966.

Infektion med den almindeligt forekommende tomat-viruslinie fremkaldte en tydelig mosaik i planterne, mens infektionen med den svækkede form ikke fremkaldte nogen symptomer (fig. 4). Disse symptomløse planter blev alle testet for virusinfektion, som blev påvist i samtlige planter. Kontrolplanterne holdt sig virusfrie til den 23. juni, men blev herefter gradvis inficeret. Den 27. juli var 20 af 36 planter (55 pct.) blevet inficeret, og den 20. august var 22 af 36 planter (61 pct.) blevet inficeret. Resultaterne fremgår af tabel 6.

Tabel 6. Udbyttmåling med almindelig og svækket tomat-viruslinie ved 2 smittetidspunkter

Forsøgsled	Samlet udbytte fra hele forsøgsperioden	antal udbytte frugtv.	
		frugter	i kg i g
a. alm. TMV tidl. infek.	1371	174,8	128
b. svækket TMV » »	1380	173,9	126
c. alm. TMV sen infek.	1409	161,6	115
d. svækket TMV » »	1505	174,1	116
e. kontrol (sen infek.)	1488	171,3	115

Frugterne viste ingen virussympotomer fra nogen af parcellerne forsøgsperioden igennem.

Den sene infektion, hvor kontrolparcellen også må medregnes, har, uanset smitekilden, forårsaget en reduktion af frugtstørrelsen på 12 g (9,5 pct.).

Udbyttmæssigt har der for hele forsøgsperioden været en svag og ikke sikker nedgang ved sen infektion med almindelig tomat-viruslinie (forsøgsled c) på 5,7 pct.

Infektionens indflydelse på udbyttet i forskellige plukkeperioder fremgår af tabel 7.

Den tidlige infektion med de 2 smitekilder (forsøgsled a og b) har kun forårsaget en svag og ikke sikker udbyttreduktion. Denne har kulmineret efter 42 døgn høst ved infektion med alm. tomat-viruslinie (forsøgsled a) med en reduktion på 6,8 pct. Ved forsøgets afslutning var der imidlertid ingen forskel i høstudbyttet fra planter inficeret med de 2 viruslinier.

Den sene infektion har for begge smitekilder vedkommende (forsøgsled c og d) reduceret udbyttet sikkert efter 28 døgn høst (14 pct.) og med 8 til 10 pct. efter 42 døgn høst. Almindelig tomat-

Tabel 7. Udbytte samt udbyttereduktion opdelt i plukkeperioder
Plukkeperioder

For- søgs- led	19/7-16/8		19/7-29/8		19/7-8/9		19/7-23/9	
	28 døgn		42 døgn		52 døgn		66 døgn	
	antal kg	reduktion i pct.	antal kg	reduktion i pct.	antal kg	reduktion i pct.	antal kg	reduktion i pct.
a.	65,0	4,0	101,8	6,8	154,5	0,1	174,8	0
b.	69,3	0	104,7	4,1	154,0	0,4	173,9	0
c.	58,1	14,2	98,3	10,0	143,8	7,0	161,6	5,7
d.	58,2	14,0	100,5	8,0	152,9	1,1	174,1	0
e.	67,7		109,2		154,6		171,3	

viruslinie (forsøgsled c) har desuden forårsaget en svagere, dog ikke sikker nedgang af udbyttet efter 52 og 66 døgn's høst, i modsætning til den svækkede linie, der her ikke har påvirket udbyttet.

Frø, høstet fra forsøgsleddene a-e, er blevet anvendt ved yderligere forsøg udført af stipendiat *T. L. Steepy* som beskrevet under titlen: *Studies Involving Two Tomato Strains of Tobacco Mosaic Virus (TMV) in Tomato (*Lycopersicon esculentum* L. 'Revermun')*.

3. Udbyttmåling vedrørende krydsbeskyttelse mellem almindelig og kraftig tomat-viruslinie ved forskellige smittetidspunkter

Forsøget blev i 1964 udført med de 2 udvalgte tomat-viruslinier beskrevet i tabel 2. Tomatplanterne blev først smittet med den almindelige og senere med den kraftige tomatlinie af TMV efter følgende forsøgsplan, hvor hvert forsøgsled bestod af 18 planter:

a. Inokulation med svag tomat-viruslinie i prik-lestadiet (kontrol)

b, c, d. Inokulation med svag tomat-viruslinie i prik-lestadiet

samt for

b. Inokulation med kraftig tomat-viruslinie ved udplantning

c. Inokulation med kraftig tomat-viruslinie ved blomstring på 1. klase

d. Inokulation med kraftig tomat-viruslinie ved blomstring på 5. klase

e. Ubehandlet

Den ubehandlede parcel blev spontant inficeret med den almindelige tomat-viruslinie af TMV i juli måned, hvor planterne havde en højde på 1,60 m og ca. 5 ansatte klaser. Resultaterne fremgår af tabel 8.

Ingen af planterne i nogen af forsøgsparellerne viste på noget tidspunkt symptomer karakteristiske for den kraftige tomat-viruslinie. Den almindelige tomat-viruslinie ydede således fuld beskyttelse mod den kraftige linie, og infektionen med denne har derfor ikke haft nogen indflydelse på frugtkvantiteten eller -kvaliteten. Udbyttmæssigt har der ikke været sikkert udslag for de for-

Tabel 8. Udbyttmåling vedrørende krydsbeskyttelse med almindelig (alm.) og kraftig (kr.) tomat-viruslinie ved forskellige smittetidspunkter

For- søgs- led	Smitning udviklingstrin	Smitning dato		Frugter ialt		Udbytte- reduktion (i forhold til a) i pct.	Frugt- vægt i g
		alm.	kr.	antal	kg		
		a.	prikl. (kontr.)	2/4	—		
b.	» +udplantn.	2/4	30/4	1257	131,7	0,6	105
c.	» +1. bl. klase	2/4	12/5	1274	133,2	0	105
d.	» +5. bl. klase	2/4	19/6	1353	145,2	0	107
e.	ubehandlet	(6/7)	—	1229	119,9		98

skellige smittetidspunkter sammenlignet med kontrolparcellen (forsøgsled a).

De omtalte udbyttmålinger har, grundet dyrkningsforholdene og det lille planteantal, kun været af orienterende art, og forsøgene bør derfor fortsættes under forhold svarende til dem, der forekommer ved almindelig tomatdyrkning.

VII. Sammendrag

Tobak-mosaik-virus (TMV) er blevet påvist i 20 planteslægter inden for *Solanaceae* og 14 andre familier.

15 plantearter var inficeret med tomatlinien af TMV, 5 med tobaklinien (tabel 1).

Forsøg med tilbageføring af viruset til chrysanthemum, cyclamen, freesia, sød peber og peperomia lykkedes kun til planter af cyclamen og sød peber.

28 indsamlede tomat-virusliniers virulens blev undersøgt ved infektionsforsøg og ved den inficerede safts termoresistens. Den tilsyneladende svageste og kraftigste tomat-viruslinie (tabel 2) blev udvalgt til forsøg med krydsbeskyttelse og udbyttmåling som beskrevet på side 77. og 75. Den svageste tomat-viruslinie svarede til den almindeligt forekommende linie i tomatkulturene, mens den kraftigste fremkaldte sribesygge (fig. 1).

Svækkelse af tobak-mosaik-virus med varme har resulteret i fremkomsten af en svækket linie af viruset efter 150 døgn ved 38°C (tabel 3), (fig. 2 og 4).

Den svækkede tomat-viruslinie blev sammen med den oprindelige, ubehandlede tomat-viruslinie anvendt til orienterende udbyttmålinger beskrevet på side 76.

Gentagne forsøg med krydsbeskyttelse mellem almindeligt forekommende og en kraftig tomat-viruslinie viste, at de førstnævnte ydede fuld beskyttelse mod sidstnævnte (fig. 3).

Orienterende udbyttmålinger er blevet foretaget med tomat-sorten 'Revermun', hvor dyrkningen fandt sted i bakker uden varme med udplantning ca. 1. maj.

Udbyttmåling (9 planter pr. forsøgsled) med almindelig og kraftig tomat-viruslinie ved forskellige smittetidspunkter viste ved infektion med førstnævnte, at der, uanset smittetidspunktet, ikke

forekom nogen reduktion af udbyttet. Kontrolparcellen blev spontant inficeret med den almindelige tomat-viruslinie på et sent tidspunkt (juli). Infektion med kraftig tomat-viruslinie forårsagede en udbyttereduktion på 48, 55 og 59 pct. ved inokulation henholdsvis 2/4, 30/4 og 12/5 samtidig med en kraftig tiltagende kvalitetsforringelse af frugterne (67 til 80 pct. frugter med virussymp-tomer). Infektionen den 19/6 forårsagede ingen udbyttereduktion, men en kvalitetsforringelse af frugterne, hvor 28 pct. viste virussymp-tomer (tabel 5).

Udbyttmåling (36 planter pr. forsøgsled) med almindelig tomat-viruslinie samt den tilsvarende svækkede viruslinie i koldhus med tidlig og sen inokulation viste for hele forsøgsperioden ingen sikker udbyttenedgang (tabel 6). Kontrolparcellen blev spontant inficeret i juni-juli måned. Opdelt i plukkeperioder forårsagede begge tomat-viruslinier ved sen inokulation en sikker udbyttereduktion på 14 pct. efter 28 døgn høst (tabel 7).

Udbyttmåling (18 planter pr. forsøgsled) vedrørende krydsbeskyttelse i koldhus mellem almindelig og kraftig tomat-viruslinie ved forskellige smittetidspunkter viste, at førstnævnte tomat-viruslinie ydede fuld beskyttelse mod sidstnævnte. Den almindelige tomat-viruslinie forårsagede ingen sikker udbyttereduktion uanset smittetidspunktet (tabel 8). Kontrolparcellen blev spontant inficeret med den almindelige tomat-viruslinie i juli måned.

VIII. Summary

TOBACCO MOSAIC VIRUS (TMV)

Investigation concerning TMV in different plant genera, the virulence of TMV strains, virus attenuation by heat treatment, crossprotection and yield

Tobacco mosaic virus (TMV) has been established in 14 families outside *Solanaceae* including 20 plant genera. 15 plant species were infected with the tomato strain of TMV, 5 with the tobacco strain (table 1).

Re-infection of the virus to *Chrysanthemum indicum*, *Cyclamen persicum*, *Freesia sp.*, *Capsicum annum* (sweet pepper), and *Peperomia magnolifolia* was only established to cyclamen and capsicum.

The virulence of 28 collected tomato virus strains was investigated by infection trials and by the determination of the thermal death point. The apparently

weakest and strongest tomato virus strain (table 2) were selected for experiments concerning cross protection and small crop trials described on page 77 and 75.

The weakest tomato virus strain corresponded to the normal strain occurring in tomato cultures, while the strongest developed streaksymptoms in the plants (figure 1).

Heat treatment of TMV did result in an attenuated strain of the virus after 150 days at 38°C (table 3), (figure 2 and 4).

The attenuated together with the original, untreated tomato virus strain were used in a small yield experiment, described on page 76.

Several experiments concerning cross protection between the normal and the strong tomato virus strain showed, that the former did protect fully against the latter (figure 3).

Preliminary small yield experiments have been carried out with the tomato 'Revermun' grown in cold greenhouses (4 × 20 m) and planted out around the first of maj.

Investigations with normal and strong tomato virus strains at different inoculation times showed, that infection with the former did not cause any reduction of the yield regardless of the inoculation time. The control plants became spontaneously infected with the normal tomato virus strain during the month of July. Infection with the strong tomato virus strain caused a yield reduction on 48, 55 and 59 per cent where the dates for inoculation were respectively 2/4, 30/4 and 12/5.

The fruit quality became during the same time strongly reduced as 67 to 80 per cent of the fruits showed symptoms. The latest inoculation (on the 19th of June) did not cause any yield reduction, but a lowering of the quality where 28 per cent of the fruits showed virus symptoms (table 5).

Investigations with the normal tomato virus strain and the attenuated strain, inoculated early as well as late, showed for the whole period no significant reduction in yield (table 6).

The control plants became spontaneous infected during the months of June and July. Divided in different picking periods, both tomato virus strains where late infection was applied caused a significant reduction of the yield comprising 14 per cent after harvest during the first 28 days (table 7).

Investigations concerning cross protection between normal and strong tomato virus strains dealing with different time for inoculation showed that the former

did protect fully against the latter. The normal tomato virus strain did not cause any significant reduction of the yield, regardless of the time for inoculation (table 8). The control plants became spontaneously infected with the normal tomato virus strain during the month of July.

Table 1-8.

Table 1 (page 71) Plants where TMV infection has been established, description of the symptoms and determination of the virus strain.

Table 2 (page 73) Development of symptoms and thermal death point in 2 selected tomato virus strains.

Table 3 (page 74) Physical and serological investigations of TMV infected sap from heat treated *Nicotiana tabacum* 'Samsun' plants.

Table 4 (page 75) Symptoms in tomato plants inoculated with normal, normal + strong and strong tomato virus strain.

Table 5 (page 76) Yield experiment with normal and strong tomato virus strain at different inoculation times.

Table 6 (page 76) Yield experiment with normal and attenuated tomato virus strain at 2 inoculation times.

Table 7 (page 77) Yield and yield reduction divided in different picking periods.

Table 8 (page 77) Yield experiment concerning cross protection between normal and strong tomato virus strain at different inoculation times.

General terms and definitions:

almindelig	=	normal
blade	=	leaves
bladpletter	=	leafspots
brun	=	brown
forsøgsled	=	treatment
fortynding	=	dilution
frugtvægt	=	fruit weight
gule	=	yellow
hvide	=	white
klase	=	truss
klorotiske	=	clorotic
kraftigste	=	strongest
kronblade	=	petals
linie	=	strain
middel	=	medium
navn	=	name
nekrotiske	=	necrotic
nervelysning	=	veinclearing
ringe	=	rings
rynkede	=	rugosed

rød	=	red
serologisk reaktion	=	serological reaction
spætning	=	mottling
striber	=	streaks
svageste	=	weakest
svækket	=	attenuated
symptomer	=	symptoms
systemiske	=	systemic
termoresistens	=	thermal death point
udbytte	=	yield
udvikling	=	development
viruslinie	=	virus strain

IX. Litteratur

1. *Alexander, L. J.*: Effect of tobacco mosaic virus on yield of glasshouse and field grown tomatoes. *Phytopath.* 40:1 (1950): 1.
2. *Brierley, P.* and *P. Lorentz*: A virus from florists chrysanthemums with som characteristics of tobacco mosaic virus. *Pl. Dis. Repr.* 43:7 (1959): 685-687.
3. *Broadbent, L.*: Tomato mosaic. Glasshouse Crops Research Institute. Annual Report (1961): 74-75.
4. *Broadbent, L.*: Tomato mosaic. Glasshouse Crops Research Institute. Annual Report (1963): 89-91.
5. *Broadbent, L.*: The epidemiology of tomato mosaic. VII. The effect of TMV on tomato fruit yield and quality under glass. *Ann. appl. Biol.* 54:2 (1964): 209-224.
6. *Broadbent, L.* and *J. T. Fletcher*: The epidemiology of tomato mosaic. XII. Sources of TMV in commercial tomato crops under glass. *Ann. appl. Biol.* 57:1 (1966): 113-120.
7. *Casalichio, G.*: A strain of tobacco mosaic virus isolated from *P. zonale* attacked by leaf curl. *Rev. appl. Mycol.* 45:9 (1966): 442.
8. *Hollings, M.*: Tomato mosaic. Glasshouse Crops Research Institute. Annual Report (1962): 92-93.
9. *Jones, L. K.* and *G. Burnett*: Virus diseases of greenhouse-grown tomatoes. *Bull. Washington agric. Exp. Sta.* 308 (1935): 1-36.
10. *Kapitsa, Mme O. S.*: Variability in tobacco mosaic virus under the influence of high temperature. *Rev. appl. Mycol.* 41:10 (1962): 617.
11. *Kristensen, H. Rønde*: Agapanthus-mosaik, Dipladenia-mosaik. *Plantesygdomme i Danmark 1962.* *Tidskr. f. Plt.* 67:4 (1963): 594-595.
12. *Kristensen, H. Rønde*: Nye angreb af virussygdomme i 1963. *Plantesygdomme i Danmark 1963.* *Tidskr. f. Plt.* 68:3 (1964): 408.
13. *Kristensen, H. Rønde*: Cyclamen-virose. *Plantesygdomme i Danmark 1964.* *Tidskr. f. Plt.* 69:2 (1965): 173.
14. *Kristensen, H. Rønde*: Nye angreb af virussygdomme. *Plantesygdomme i Danmark 1965.* *Tidskr. f. Plt.* 70:3 (1966): 315.
15. *Mc. Kinney, H. H.*: Two strains of tobacco mosaic virus one of which is seed borne in an etch immune pungent pepper. *Pl. Dis. Repr.* 36:5 (1952): 184-187.
16. *Paludan, N.*: Virussygdomme hos cyclamen. *Statens plantepatologiske Forsøg. Månedsoversigt september nr.* 419 (1965): 83-88.
17. *Paludan, N.*: Virusproblemer i væksthuse med særlig henblik på tomater. *Nordisk Jordbrugsforskning* 48:4 (1966): 313-314.
18. *Paludan, N.*: Sød peber (*Capsicum annum*). *Sortsmodtagelighedsforsøg, udbytte og frøundersøgelser med diverse viroser.* *Tidskr. f. Plt.* 70:4 (1967): 445-458.
19. *Smith, Kenneth M.*: Virus, livets fjende (original titel: *The Virus, Lifes Enemy*). *Det Schønbergske Forlag, København* (1943): 149.