

TIJDSCHRIFT OVER PLANTEZIEKTEN

Onder redactie van Mej. H. L. G. DE BRUYN; Dr J. A. A. M. H. GOOSSENS;
Dr J. VAN DER WANT; Prof. Dr A. J. P. OORT en Dr H. J. DE FLÜITER (Secretaris)

Redactie-adres:

p/a Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek, Binnenhaven 4a, Wageningen

Drukkers-Uitgevers: H. Veenman & Zonen - Wageningen

63e JAARGANG (1957)

ONDERZOEKINGEN OVER EEN VIRUSZIEKTE BIJ STOPPELKNOLLEN (*BRASSICA RAPA* VAR. *RAPIFERA*)¹⁾

With a summary: Investigations on a virus disease of turnip

DOOR

A. B. R. BEEMSTER

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.), Wageningen

INLEIDING

In 1950 werd door SAALTINK (1950) melding gemaakt van het optreden van een virusziekte in stoppelknollen (*Brassica rapa* var. *rapifera*), die in de herfst van 1949 in zeer sterke mate optrad en op verscheidene plaatsen hevige oogst-depressies veroorzaakte. Vóór 1949 was van deze ziekte van stoppelknollen nooit melding gemaakt, waardoor omtrent de aard van de veroorzaker op dat moment nog niets bekend was. Door VAN DER WANT (niet gepubliceerd) werden in 1950 een aantal infectieproeven uitgevoerd, waaruit bleek, dat het virus een uitgebreide waardplantenreeks, waaronder vele vertegenwoordigers der Cruciferen, bezit. De ziekte trad vooral in het zuid-oosten van Nederland, waar stoppelknollen het belangrijkste stoppelgewas vormen, zeer algemeen op en bedreigde naar het zich liet aanzien de stoppelknollencultuur. Merkwaardigerwijze is de ziekte in de jaren 1950 tot en met 1956 in stoppelknollen niet meer opgetreden. Uit het gedurende deze periode uitgevoerde en thans beschreven onderzoek werden sterke aanwijzingen verkregen omtrent de oorzaak van dit verschijnsel.

LITERATUUR

Het voorkomen van virusziekten in kruisbloemige gewassen is reeds lang bekend. De eerste beschrijvingen gaven GARDNER & KENDRICK (1921). Uit de door hen verstrekte, nog vrij spaarzame gegevens kan worden vastgesteld, dat het door hen beschreven virus grote overeenkomst vertoont met het in Nederland in stoppelknollen opgetreden virus. De eerste meer uitvoerige studie verrichtten HOGGAN & JOHNSON (1935), die een aantal eigenschappen van het virus nader

¹⁾ Aangenomen voor publikatie 19 januari 1957.

beschreven. Nadien hebben vele andere onderzoekers in verschillende landen virusziekten van kruisbloemige gewassen onderzocht en beschreven. Uit deze beschrijvingen is dikwijls moeilijk af te leiden met welk virus men te maken heeft gehad. WALKER, LeBEAU & POUND (1945) hebben aan de hand van de beschikbare literatuur en eigen onderzoek kunnen vaststellen, dat voornamelijk twee groepen van virusziekten op koolgewassen voorkomen, deze groepen vertonen zeer duidelijk te onderscheiden kenmerken. Tussen de virussen binnen de groepen bestaan veelal kleine verschillen, die van ondergeschikt belang geacht kunnen worden. De door genoemde auteurs beschreven groepen zijn de „cauliflower virus 1”-groep en de „turnip virus 1”-groep. Het in Tabel 1 gegeven overzicht geeft de kenmerken aan, waarop de indeling is gebaseerd. De gegeven indeling is enigszins schematisch, daar het niet altijd mogelijk is scherpe grenzen tussen de groepen te trekken.

LARSON, MATTHEWS & WALKER (1950) hebben nog een duidelijk verschil tussen de beide groepen aangegeven. Zij slaagden er nl. in om een antiserum te bereiden tegen een virus, behorende tot de „turnip virus 1”-groep; pogingen echter om een antiserum te bereiden tegen vertegenwoordigers van de „cauliflower virus 1”-groep faalden. Gebruik makend van het antiserum tegen het virus van de eerstgenoemde groep kon worden vastgesteld, dat virussen, die op grond van de in Tabel 1 gegeven kenmerken tot de „turnip virus 1”-groep gerekend werden, ook serologische verwantschap vertoonden. Daarentegen bleek, dat virussen ingedeeld bij de „cauliflower virus 1”-groep geen serologische verwantschap met die van de „turnip virus 1”-groep bezaten. De serologische onderzoeken bevestigden dus de juistheid van de op grond van andere eigenschappen gemaakte indeling.

TABEL 1. Samenvatting van de kenmerken van de „cauliflower virus 1”-groep en de „turnip virus 1”-groep volgens WALKER, LeBEAU & POUND (1945).

TABLE 1. *Review of characteristics of the cauliflower virus 1 and the turnip virus 1 groups, according to WALKER, LeBEAU & POUND (1945).*

Kenmerken <i>characteristics</i>	„cauliflower virus 1”-groep <i>cauliflower virus 1 group</i>	„turnip virus 1”-groep <i>turnip virus 1 group</i>
symptomen op kruisbloemigen. <i>symptoms on Cruciferae</i>	nerven opvallend licht tegen het bladmoes afgetekend <i>vein clearing</i>	mozaïek en misvorming der bladeren <i>mosaic and deformation of leaves</i>
waardplantenreeks	bepert tot kruisbloemigen	ook andere dan kruisbloemigen, karakteristiek zijn de lokale, necrotische vlekken op tabak
<i>host range</i>	<i>restricted to Cruciferae</i>	<i>also other plants than Cruciferae, local, necrotic lesions on tobacco are characteristic</i>
inactiveringstemperatuur <i>thermal inactivation point</i>	>70°C >70°C	58–60°C 58–60°C
invloed van temperatuur op ziektebeeld	>20°C zwakke symptomen, <20°C hevige symptomen	>20°C hevige symptomen, <20°C zwakke symptomen
<i>effect of temperature on symptom expression</i>	>20°C <i>mild symptoms</i> , <20°C <i>severe symptoms</i>	>20°C <i>severe symptoms</i> , <20°C <i>mild symptoms</i>

SYLVESTER (1953) meende op grond van onderzoek, verricht aangaande een virus voorkomend op *Brassica nigra*, een derde groep te kunnen onderscheiden. Het zgn. „radish mosaic virus”, dat door TOMPKINS (1939) werd bestudeerd, zou hiertoe eveneens behoren. Daarom heeft SYLVESTER deze groep de naam van „radish virus 1”-groep gegeven.

Het door MARKHAM & SMITH (1949) beschreven „turnip yellow mosaic virus” wordt, in tegenstelling met alle reeds vermelde groepen, niet door bladluizen overgebracht en valt daardoor in een geheel andere groepering.

Hoewel in Nederland vele kruisbloemige gewassen tot de cultuurgewassen behoren en in omliggende landen, als Engeland en Duitsland, reeds lang het voorkomen van virusziekten bekend was, werd in Nederland tot voor enkele jaren weinig aandacht aan deze ziekten als zodanig besteed. Zoals echter uit een onderzoek van VAN HOOFF (1952) bleek, wordt het zgn. „stip” in kool, een verschijnsel, dat reeds tientallen jaren bekend was, veroorzaakt door een virus, behorende tot de „cauliflower virus 1”-groep. Het navolgende onderzoek betreffende het stoppelknolvirus heeft uitgewezen, dat dit virus behoort tot de „turnip virus 1”-groep. VAN DER MEULEN (1928) verrichtte reeds enig onderzoek aangaande de mogelijkheid of bladluizen mozaïekverschijnselen vanaf koolzaad, koolraap en *Sinapis alba* konden overbrengen, hetgeen inderdaad mogelijk bleek. Waarschijnlijk heeft genoemde auteur ook reeds te maken gehad met het stoppelknolvirus.

EIGEN ONDERZOEK

Door VAN DER WANT ¹⁾ werden in de herfst van 1949 viruszieke stoppelknollen, afkomstig uit verschillende plaatsen, als uitgangsmateriaal gebruikt. Daar tussen de verschillende herkomsten geen verschillen konden worden aangetoond, werd in het verdere stadium van het onderzoek uitsluitend gewerkt met het virus, dat verkregen was uit zieke stoppelknollen uit de omgeving van Venlo. Dit virus werd in stand gehouden in stoppelknol, bloemkool of koolzaad. Tijdens het onderzoek werd het virus in het vrije veld nog op enkele andere planten dan stoppelknollen aangetroffen; hierover zullen nadere bijzonderheden volgen. Het virus werd, indien niet anders vermeld, steeds met sap overgebracht; hierbij werd gebruik gemaakt van carborundumpoeder. De proeven werden uitgevoerd in luisvrije ruimten bij een temperatuur van 20–24°C. Onderzocht werden: de waardplantenreeks en de eigenschappen van het virus, de serologie, de overbrenging van het virus door bladluizen en de invloed van de temperatuur op het ziektebeeld. In de volgende paragrafen zal het onderzoek aangaande elk van de genoemde onderwerpen nader worden beschreven.

SYMPTOMEN EN WAARDPLANTEN

Zoals reeds in de inleiding werd vermeld, heeft het virus een uitgebreide waardplantenreeks. In Tabel 2 worden alle planten, die na inoculatie met het virus symptomen vertoonden, met een korte aanduiding van het meest kenmerkende symptoom vermeld. Aangaande enige planten, die voor de praktijk of voor het onderzoek van belang geacht kunnen worden, volgt hieronder een

¹⁾ Dr. Ir. J.P.H. VAN DER WANT wordt hierbij dank gezegd voor het materiaal en de gegevens mij aan het begin van het onderzoek verstrekt.

meer uitvoerige beschrijving van de ziektebeelden, die de planten vertonen na sapinoculatie.

Stoppelknol, ras *Jobé*. Op de geïnoculeerde bladeren zijn in de meeste gevallen geen symptomen zichtbaar; soms echter verschijnen hierop 8–10 dagen na de inoculatie bruine, necrotische vlekken, die na verloop van enige tijd een zo grote uitbreiding ondergaan, dat gehele bladgedeelten of zelfs gehele bladeren afsterven. Zowel bij planten, die geen lokale verschijnselen op de geïnoculeerde bladeren te zien geven, als bij planten, die deze verschijnselen wel vertonen, treedt ongeveer 10 dagen na de inoculatie op de jongste bladeren een sterke necrose op, die aanvankelijk bestaat uit een groot aantal kleine, bruine, necrotische stipjes, spoedig overgaande in een sterke nerfnecrose. Voordat een dergelijk blad volgroeid is, sterft het meestal geheel af. Aanvankelijk vertonen alle jonge blaadjes een sterke nerfnecrose, doch 3–4 weken na de inoculatie verschijnen weer bladeren, nu zonder necrose, echter wel met sterke mozaïeksymptomen, die gepaard gaan met hevige bladmisvorming en kroezing. Opmerkelijk is verder, dat de bladeren van de planten 10–14 dagen na de inoculatie een typische horizontale bladstand gaan vertonen. De bladeren, die op het moment van de inoculatie volgroeid zijn, vertonen eveneens deze horizontale bladstand, doch geen andere afwijkingen.

Koolraap. Op de jongste bladeren verschijnen ongeveer 10 dagen na de inoculatie gele nerfverkleuringen, die in een later stadium in een sterke nerfnecrose overgaan. Enige tijd later geven de jongst ontplooid bladeren een hevige, grof mozaïekbeeld te zien, waarbij ook hevige bladmisvorming optreedt. De planten blijven aanmerkelijk in groei achter. In sommige jaren kan de ziekte ook in de praktijk ernstige schade aanrichten, speciaal in de zuidelijke provincies van Nederland.

Bloemkool. Op de geïnoculeerde bladeren verschijnen 10–14 dagen na de inoculatie ronde, grijze, zich geleidelijk uitbreidende vlekken, die tot 10 cm in doorsnede kunnen worden. In de topbladeren ontwikkelen zich ronde, chlorotische vlekken, die bij doorrvallend licht zeer opvallend zijn; in een later stadium worden vele van deze vlekken necrotisch, waarbij een grijze tot zwarte verkleuring optreedt. Slechts zeer sporadisch vindt men in het veld bloemkoolplanten, die door dit virus zijn aangetast. De symptomen in het veld zijn: op de jongste bladeren zeer talrijke, ronde, bij doorrvallend licht zeer duidelijke, chlorotische vlekjes. Naarmate de bladeren ouder zijn, worden deze vlekken meer en meer necrotisch. Het tussenstadium tussen de chlorotische en de necrotische vlek is een necrotische ring, die aan de onderzijde der bladeren duidelijk zichtbaar is. De onderste bladeren van een aangetaste plant vertonen zeer veel necrose en sterven tenslotte geheel af.

Tabak, ras *White Burley*. Op de geïnoculeerde bladeren verschijnen 3–4 dagen na de inoculatie ronde, bruine, necrotische vlekjes, die zich slechts langzaam uitbreiden; na ongeveer 10 dagen kunnen de vlekken een doorsnede bereiken van ca. 10 mm. Het centrum van de vlekken is dan lichtbruin, de rand donkerbruin, in een enkel geval kan een vlek zich uitbreiden langs een nerv. Speciaal op de iets oudere bladeren van een tabaksplant kunnen na de inoculatie met het virus talrijke vlekken optreden. Als indicatorplant om het virus te onderscheiden van het bloemkoolmozaïekvirus is tabak zeer geschikt.

TABEL 2. Waardplanten van het stoppelknolvirus

TABLE 2. *Hosts of the turnip virus*

Waardplant <i>Host</i>	Kenmerkend ziektebeeld <i>Characteristic symptoms</i>
* Stoppelknol, <i>Brassica rapa</i> var. <i>rapifera</i>	mozaïek, misvorming, necrose
Boterzaad, <i>B. rapa</i> var. <i>oleifera</i>	hevige necrose, mozaïek
* Koolraap, <i>B. napus</i> var. <i>napobrassica</i>	mozaïek, necrose, kroezing
* Koolzaad, <i>B. napus</i> var. <i>biennis</i>	mozaïek
Chinese kool, <i>B. pekinensis</i>	necrose, kroezing, mozaïek
Witte kool, <i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	zwak mozaïek
Rode kool, <i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i>	mozaïek, soms necrose
Spruitkool, <i>B. oleracea</i> var. <i>gemnifera</i>	mozaïek, soms necrose
Koolrabi, <i>B. oleracea</i> var. <i>gongylodes</i>	mozaïek
Boerenkool, <i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i>	zwak mozaïek
* Bloemkool, <i>B. oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	necrose, mozaïek
Savoye kool, <i>B. oleracea</i> var. <i>sabauda</i>	mozaïek
Herderstasje, <i>Capsella bursa-pastoris</i>	hevige necrose
Steenraket, <i>Erysimum cheirantoides</i>	necrotische vlekken op de gehele plant
Akkerkers, <i>Nasturtium officinalis</i>	fijn mozaïek, necrose
* Gele mosterd, <i>Sinapis alba</i>	mozaïek, kroezing, necrose
* Judaspenning, <i>Lunaria biennis</i>	geen bladsymptomen, gebroken bloemkleur
* Zomerviolier, <i>Matthiola annua</i>	necrose, mozaïek gebroken bloemkleur
<i>Nicotiana tabacum</i> var. <i>White Burley</i>	lokale, necrotische vlekken
<i>N. glutinosa</i>	necrose, mozaïek
<i>N. langsdorffii</i>	lokale, necrotische vlekken, mozaïek
<i>N. rustica</i>	necrose
<i>N. sylvestris</i>	necrotische vlekken, mozaïek
<i>Petunia hybrida</i>	sterk mozaïek, kroezing
<i>Physalis floridana</i>	mozaïek, misvorming
<i>Gomphrena globosa</i>	lokale, necrotische vlekken
<i>Zinnia elegans</i>	lokale necrose, mozaïek

* Met het virus besmet in de vrije natuur aangetroffen.

* *Found naturally infected in the field.*

Nicotiana glutinosa. Op de geïnoculeerde bladeren verschijnen na 6–8 dagen een aantal necrotische, meestal onregelmatig gevormde vlekken, die zich geleidelijk kunnen uitbreiden tot grote, necrotische bladgedeelten, die zich vooral langs de nerven uitbreiden. Enkele dagen later vertonen de jonge bladeren een mozaïekbeeld, gepaard gaande met bladmisvorming. Op deze bladeren treedt meestal ook een hevige necrose op, waaraan gehele bladeren te gronde kunnen gaan. Merkwaardig is, dat de plant als geheel dikwijls een eenzijdige afsterving te zien geeft.

Gomphrena globosa. Op de geïnoculeerde bladeren verschijnen na ongeveer 10 dagen zeer kleine, grijsachtige vlekjes, die zich daarna langzaam uitbreiden. Na 4 weken zien de vlekken er als volgt uit: in grootte enigszins variërende (3–6 mm in doorsnede), ronde vlekken met een necrotisch centrum, waaromheen een roodachtige ring. Om deze vlekken vertoont het blad een sterke vergeling, speciaal langs de nerven. Het virus verspreidt zich niet in de plant.

Zinnia elegans. Ongeveer 10 dagen na de inoculatie vertonen de jonge bladeren een licht mozaïekbeeld. Bij het ontplooien van deze bladeren is een grof

mozaïekbeeld met de donkergroene bladgedeelten langs de hoofdnerven zichtbaar; de randen van deze bladeren zijn naar beneden omgekruld. Op de geïnoculeerde bladeren ontstaan ongeveer 3 weken na de inoculatie gele, chlorotische vlekken, die geleidelijk in een onregelmatige, bruine necrose overgaan.

De volgende plantesoorten werden met het virus geïnoculeerd, maar werden er niet mee besmet, zoals bleek uit herinoculaties op tabak en stoppelknollen: radijs (*Raphanus sativus*), tuinboon (*Vicia faba*), boon (*Phaseolus vulgaris*), erwt (*Pisum sativum*), doornappel (*Datura stramonium*), tomaat (*Solanum lycopersicum*), biet (*Beta vulgaris*), komkommer (*Cucumis sativus*). Op te merken valt, dat radijs de enige van de onderzochte kruisbloemige gewassen is, die niet met het virus kon worden geïnfecteerd.

EIGENSCHAPPEN VAN HET VIRUS

Op de gebruikelijke wijze werden de hieronder genoemde eigenschappen van het virus onderzocht. Hiertoe werd uitgegaan van perssap van viruszieke stoppelknolplanten. De *inactiveringstemperatuur* ligt bij 56–58°C, de *houdbaarheid in vitro* is 2–3 dagen en de *verdunningsgrens* 1:1000.

Van besmette stoppelknolplanten, koolzaad en Chinese kool werd enkele malen zaad gewonnen. Uit het verkregen zaad werd na uitzaai nooit een zieke plant verkregen, zodat overgang van het virus met het zaad vrijwel uitgesloten wordt geacht.

SEROLOGIE

Daar het virus, gezien de eigenschappen, slechts weinig stabiel is, werd getracht een antiserum te bereiden door konijnen in te spuiten met gedialyseerd, ruw perssap van zieke stoppelknolplanten. Gedurende twee weken werden hiertoe telkens vier dagen per week injecties toegediend, beginnend met 1 ml en oplopend tot 5 ml. Het serum werd gewonnen 1 week na de laatste inspuiting. Vóór de insputingen werd het sap gedurende 6–8 uur in cellofaanhulzen in stromend leidingwater gedialyseerd. Het verkregen antiserum bleek na mengen met sap van gezonde stoppelknolplanten in de verhouding 1:15 geen antilichamen meer te bevatten tegen antigenen van gezonde stoppelknollen. Het aldus verzadigde antiserum reageerde met sap van zieke stoppelknolplanten, zowel in de agglutinatie- als in de precipitatiereactie. De titer van het antiserum bleek 1:520 te zijn. Met behulp van dit antiserum kon worden aangetoond, dat verschillende isolaties van het virus – afkomstig van stoppelknolplanten en andere kruisbloemige gewassen – die overigens ook andere eigenschappen gemeen bleken te hebben, ook serologisch met het stoppelknolvirus verwant waren en er waarschijnlijk als identiek mede beschouwd mogen worden. Het door VAN HOOFF (1952) beschreven virus, dat het zgn. „stip” in kool veroorzaakt, werd tevens met het antiserum getoetst, maar hiermee werd geen positieve reactie verkregen. In samenwerking met VAN HOOFF werd nog getracht een antiserum te bereiden tegen het „stip”-virus, maar herhaalde pogingen hiertoe leidden niet tot het gewenste resultaat. De hier verkregen resultaten stemmen dus geheel overeen met hetgeen door LARSON, MATTHEWS & WALKER (1950) werd gevonden.

BLADLUIZEN ALS OVERBRENGERS VAN HET VIRUS

Met de belangrijkste op koolgewassen voorkomende bladluisoorten, nl. *Myzus persicae* SULZ. en *Brevicoryne brassicae* L. werden proeven uitgevoerd betreffende hun vermogen om het stoppelknolvirus over te brengen. Beide soorten bleken hiertoe in staat. Het beste resultaat werd bereikt als de bladluizen voor het zuigen op de zieke planten 2-3 uren hadden gehongerd en vervolgens gedurende korte tijd op de zieke planten werden geplaatst. Met *M. persicae* b.v. werden op stoppelknollen in een der proeven de in Tabel 3 samengevatte resultaten bereikt.

TABEL 3. Overbrenging van stoppelknolvirus door *Myzus persicae* van stoppelknol op stoppelknol.

TABLE 3. Transmission of the turnip virus by *Myzus persicae* from turnip to turnip.

Vasttijd Fasting period.	Zuigtijd op zieke stoppelknol Feeding period on infected turnip	Zuigtijd op gezonde stoppelknol Feeding period on healthy turnip	Resultaten Results
geen/no	24 uren/hours	24 uren/hours	1/10 ²⁾
3 uren/hours	20 min.	24 uren/hours	9/10
3 uren/hours	20 min.	20 min.	9/10

²⁾ 1/10 = 1 van de 10 proefplanten werd geïnfecteerd.

1/10 = 1 out of 10 test plants became infected.

We zien hieruit, dat met korte zuigtijden na voorafgaand vasten een zeer goede overbrenging werd verkregen, hetgeen kenmerkend is voor de non-persistente virussen. De proeven zijn niet op zodanig grote schaal genomen, dat verschillen tussen *M. persicae* en *B. brassicae*, wat betreft hun vermogen het virus over te brengen, konden worden aangetoond. Later werd nog geëxperimenteerd met White Burley tabak als proefplant. Deze plant reageert met necrotische vlekken op elke plaats waar een bladluis een infectie teweeg heeft gebracht. De hiermee verkregen gegevens stemden overeen met die, welke de proeven met stoppelknolplanten opleverden. Zo werden in een proefje met stoppelknol als virusbron, tabak als toetsplant en *M. persicae* en *B. brassicae* als vectoren de volgende resultaten verkregen (Tabel 4).

TABEL 4. Overbrenging van stoppelknolvirus door *Myzus persicae* en *Brevicoryne brassicae* van stoppelknol op White Burley tabak.

TABLE 4. Transmission of the turnip virus by *Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae* from turnip to White Burley tobacco.

Vasttijd Fasting period	Zuigtijd op zieke stoppelknol Feeding period on infected turnip	Zuigtijd op gezonde tabak Feeding period on healthy tobacco	Aantal op tabak teweeggebrachte vlekken Number of lesions caused on tobacco	
			door/by <i>M. persicae</i>	door/by <i>B. brassicae</i>
2 uren/hours	5 min.	1 uur/hour	18	11
2 uren/hours	60 min.	1 uur/hour	2	0

De hier weergegeven resultaten stemmen overeen met hetgeen uit de literatuur bekend is betreffende de overbrenging door bladluizen van het stoppelknolvirus (HAMLYN, 1953).

DE INVLOED VAN DE TEMPERATUUR OP HET ZIEKTEBEELD

Zoals reeds is vermeld, hebben Amerikaanse onderzoekers verschillen gevonden tussen de vertegenwoordigers der 2 groepen van virussen van kruisbloemige gewassen wat betreft de symptomen, die bij verschillende temperaturen door het betreffende virus worden veroorzaakt. Daar uit de verkregen gegevens reeds kon worden afgeleid, dat we met een stam van het „turnip virus 1” te maken hadden, werden enkele proeven met het stoppelknolvirus uitgevoerd om de invloed van de temperatuur op het ziektebeeld te bestuderen. Hiertoe werden met het stoppelknolvirus geïnfecteerde stoppelknol- en Chinese-koolplanten bij de volgende temperaturen geplaatst: 15°, 20°, 25° en 30°C. Deze temperaturen werden verkregen in het voorjaar in Wisconsin tanks, die met glazen platen waren bedekt en in een onverwarmd kasje (bij vrij lage buitentemperatuur) waren geplaatst. Bij controle bleek, dat de gewenste temperaturen vrij nauwkeurig werden benaderd, uitgezonderd een enkele maal, wanneer de zon scheen en de ruimte van 15°C voor enige tijd een hogere temperatuur bereikte. Tweemaal werd een proefserie ingezet met in iedere tank 5 stoppelknol- en 5 Chinese-koolplanten, terwijl later nog afzonderlijk werd nagegaan hoe White Burley tabak bij verschillende temperaturen reageerde. De resultaten met stoppelknollen en Chinese kool gaven in beide series volkomen hetzelfde beeld te zien. Een korte beschrijving van de verkregen resultaten volgt hieronder.

15°C. Alle planten zagen er 2 weken na de inoculatie volkomen normaal uit d.w.z. er was geen enkele aanwijzing, dat de planten met virus besmet waren geworden. Na 3 weken was er slechts één stoppelknolplant met zeer zwakke mozaïeksymptomen. De Chinese kool vertoonde evenmin ziekteverschijnselen. Toen de planten na 4 weken in een kas werden geplaatst, waar een temperatuur heerste van 22°C, vertoonden alle planten na 3 dagen ernstige symptomen met veel necrose, waaruit dus bleek, dat de planten inderdaad met virus besmet waren geworden.

20°C. Alle stoppelknolplanten gaven ongeveer 10 dagen na de inoculatie duidelijke kroezing en necrose te zien, die enkele dagen later leidde tot volkomen afsterven van de groeitoppen. De Chinese kool vertoonde na 10 dagen eveneens ernstige symptomen.

25°C. Bij deze temperatuur vertoonden de stoppelknolplanten vrijwel hetzelfde beeld als bij 20°C, hoewel de reactie iets minder hevig leek. De Chinese kool vertoonde dezelfde symptomen als bij 20°C.

30°C. Zowel de stoppelknolplanten als de Chinese kool hadden te lijden van de blijkbaar te hoge temperatuur; dit uitte zich in een lichte bladkleur en een ijle stand van de planten, die slechts zwakke mozaïeksymptomen vertoonden.

Uit bovenstaande gegevens blijkt, dat bij 20° en bij 25°C het virus bij stoppelknollen en Chinese kool aanleiding geeft tot ernstige ziektesymptomen. Bij 15° en 30°C daarentegen zijn de symptomen veel minder hevig (Fig. 1).

Op helften van tabaksbladeren werd stoppelknolvirus geïnoculeerd op een zodanige wijze, dat steeds 10 bladhalften na inoculatie bij een bepaalde temperatuur werden geplaatst en de bijbehorende bladhalften bij een andere temperatuur. Het resultaat van deze proef is weergegeven in het volgende overzicht, waarin het totaal aantal necrotische vlekken van 10 bladhalften telkens is vermeld.

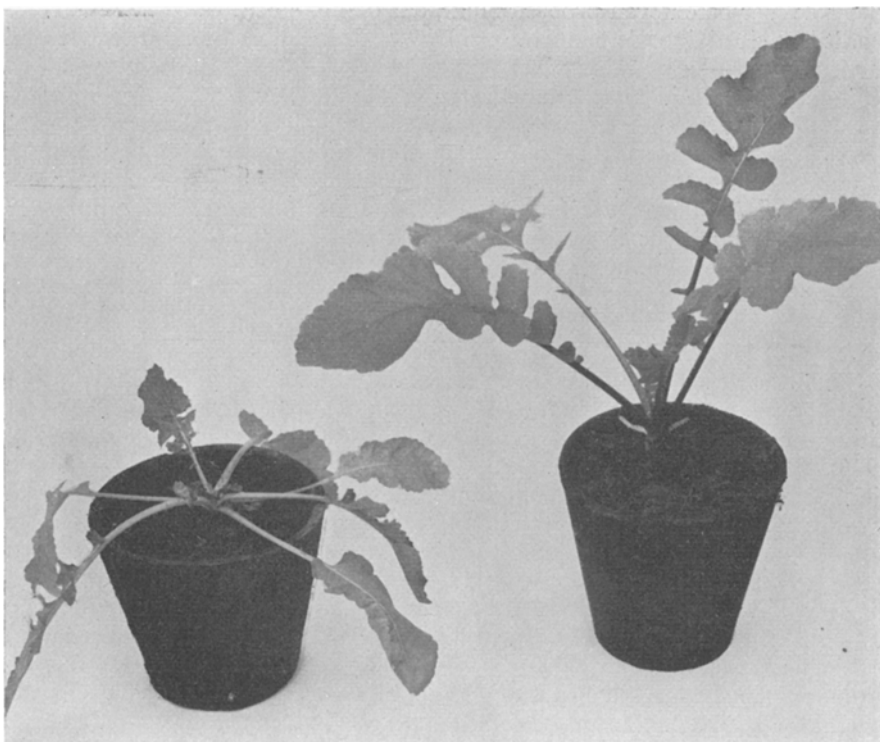


FIG. 1. Stoppelknolplanten twee weken na inoculatie met het stoppelknolvirus; de plant links heeft bij een temperatuur van 20°C gestaan, de plant rechts bij 15°C.

Turnips two weeks after inoculation with the turnip virus; the plant on the left was kept at 20°C after inoculation and the plant on the right at 15°C.

Bij 15° en 20°C resp.	6 en 242 vlekken.
Bij 15° en 25°C resp.	5 en 438 vlekken.
Bij 15° en 30°C resp.	1 en 1 vlek
Bij 20° en 25°C resp.	432 en 328 vlekken.
Bij 20° en 30°C resp.	1001 en 0 vlekken.
Bij 25° en 30°C resp.	715 en 0 vlekken.

Uit bovenstaande cijfers zien we, dat ook het aantal necrotische vlekken op tabak het hoogst is bij 20° en 25°C.

Verschillende malen werd nagegaan, welke concentratie het virus bereikte in stoppelknollen, die bij verschillende temperaturen hadden gestaan. Door uitwrijven op tabaksbladeren konden hierover kwantitatieve gegevens worden verkregen. Een representatief voorbeeld van de resultaten geven de volgende cijfers van een desbetreffend proefje; bij 15°, 20°, 25° en 30°C gaf sap van stoppelknolplanten, die 2 weken eerder waren geïnoculeerd, de volgende aantallen vlekken op 3 tabaksbladeren: 0, 132, 62 en 2. We zien dus, dat de virusconcentratie het grootst is bij die temperatuur, waarbij ook de hevigste symptomen optreden, nl. 20°C.

Uit de hier beschreven proeven blijkt, dat de heftigheid van het ziektebeeld wordt beïnvloed door de temperatuur. Dit zou kunnen berusten op een verschil in virusvermeerdering in de plant bij verschillende temperaturen, hetgeen zou blijken uit de verschillende hoeveelheden vlekken op tabak, verkregen uit planten, die bij verschillende temperatuur hadden gestaan. Echter blijkt uit de proef, waarbij de geïnoculeerde tabaksbladeren direct bij de betreffende temperatuur werden geplaatst, dat na inoculatie bij lage temperatuur ook veel minder virusdeeltjes op de plant aanslaan dan bij hogere. Blijkbaar worden de twee processen: aanslaan van het virus en vermeerdering van het virus door de temperatuur op overeenkomstige wijze beïnvloed.

BESPREKING DER RESULTATEN

Uit de resultaten van de proeven aangaande waardplanten, eigenschappen, serologie en overbrengen door bladluizen van het stoppelknolvirus blijkt, dat dit virus behoort tot de groep van „turnip virus 1” (WALKER, LeBEAU & POUND, 1945). Ook de eigenschap, dat het virus bij lage temperatuur minder hevige ziekteverschijnselen teweeg brengt dan bij hoge temperatuur, was reeds bekend (POUND & WALKER, 1945). Zeer waarschijnlijk moet hieruit het merkwaardige optreden van het virus in de herfst van 1949 worden verklaard. Stoppelknollen worden nl. pas midden augustus uitgezaaid. Van de tijd af, dat stoppelknollen uit de grond komen (laatste week van augustus), is gevaar van besmetting met het virus aanwezig. Daar echter het virus in een stoppelknollenveld niet ineens tot een massale uitbreiding zal kunnen komen bij gebrek aan voldoende infectiebronnen, zal het enige tijd duren voor een infectie op grote schaal op kan treden; tegen de tijd, dat het zover is, is september bereikt en bij de dan heersende temperaturen treedt in normale jaren geen reactie op, welke voor het gewas schadelijk is. Waarschijnlijk kunnen eventuele hoge temperaturen in september niet alleen de reactie verergeren, doch bovendien een ander effect hebben nl. een activering der bladluizen, waardoor deze veel virus zullen verspreiden. Uit de gegeven feiten zou dus volgen, dat alleen bij vrij hoge temperaturen in september het virus schadelijk kan zijn in stoppelknollen. Inderdaad valt uit de gegevens van het K.N.M.I. te De Bilt op te maken, dat de septembermaand van 1949 uitermate warm is geweest, nl. $3\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ boven het gemiddelde. Dit betekent, dat het de warmste septembermaand was, die ooit te De Bilt werd geregistreerd. Uit de gegeven feiten moet worden geconcludeerd, dat in normale jaren de temperatuur in september blijkbaar steeds iets beneden de temperatuur ligt, waarbij het virus schadelijk kan worden. Uit geregeld terugkerende meldingen over het optreden van het virus in koolraap en andere planten kan worden opgemaakt, dat het virus vrijwel ieder jaar aanwezig is. Afwezigheid van het virus kan niet de oorzaak zijn, dat de ziekte niet in stoppelknollen optreedt. Reeds VAN DER MEULEN (1928) gaf een beschrijving van mozaïekziekten in koolzaad, koolraap en *Sinapis alba*, welke ziekten waarschijnlijk aan het hier beschreven virus moeten worden toegeschreven. Dit wil dus zeggen, dat het virus al zeer lang in ons land aanwezig is. Echter is vóór 1949 nooit melding gemaakt van het optreden ervan in stoppelknollen. Hoewel het virus in andere koolgewassen dan koolraap sporadisch wordt aangetroffen, is het niet duidelijk, waarom in koolgewassen zoals bloemkool nooit uitbreiding van het virus van enige betekenis is waargenomen. Te velde door dit virus aangetaste bloemkoolplanten zouden

direct opvallen, aangezien deze plantesoort er met vrij sterke ziekteverschijnselen op reageert.

SAMENVATTING

Beschreven worden de eigenschappen van een virus, behorende tot de groep van „turnip virus 1”, dat in 1949 ernstige schade in stoppelknollen aanrichtte. Uit het onderzoek is komen vast te staan, dat het virus bij temperaturen van omstreeks 20–25°C hevige symptomen bij stoppelknollen teweeg brengt, bij lagere temperaturen daarin echter vrijwel gemaskeerd aanwezig is en daardoor dan geen schade van betekenis aanricht. Vóór noch na 1949 werd deze virusziekte in stoppelknollen waargenomen, hetgeen verklaard kan worden uit de omstandigheid, dat september 1949 uitermate warm was.

SUMMARY

A description is given of a virus disease causing heavy damage in turnips (*Brassica rapa* var. *rapifera*) in 1949. Investigations on the properties of the virus led to the following results: the virus has a wide host range (Table 2) all cruciferous plants tested, with the exception of *Raphanus sativus*, being susceptible to infection. The physical properties of the virus are: thermal inactivation point: 56–58°C, dilution end point: 1:1000 and longevity in vitro 2–3 days. A number of plants outside the Cruciferae could also be infected (Table 2). *Nicotiana tabacum* var. White Burley reacts with local necrosis 3–4 days after inoculation. The virus is non-persistent in its vector and is transmitted by *Myzus persicae* SULZ. and *Brevicoryne brassicae* L. (Tables 3 and 4). According to these properties the virus belongs to the turnip virus 1 group as described by WALKER, LEBEAU & POUND (1945) (Table 1). An antiserum could be prepared by injecting rabbits with untreated, dialysed sap from turnip, infected with the virus. The antiserum did not react with the virus causing „stip” in cabbage, described by VAN HOOFF (1952). This can be explained by the fact that the latter virus belongs to the cauliflower virus 1 group, as has been demonstrated by VAN HOOFF.

Studies on the effect of temperature on symptom expression showed that symptoms are much more severe at temperatures of 20–25°C than at lower temperatures. Plants grown at temperatures of about 15°C do not show any symptoms (fig. 1), but after such plants are transferred to higher temperatures, necrotic symptoms appear within 3 days. These results probably explain the fact that the virus has not been observed before or after 1949. According to data from the Royal Meteorological Institute in the Netherlands, September 1949 was exceptionally warm. The turnip crop is in full growth at the beginning of September and thus the virus can only cause damage when September temperatures are high. A remarkable fact is that the virus does not cause damage to crops of summer cabbage. However, cabbages are grown in other parts of the country than those where turnips are important.

LITERATUUR

- GARDNER, M. W. & J. B. KENDRICK, – 1921 Turnip mosaic. J. agr. Res. 71:255–278.
HAMLYN, B. M. G., – 1953. Quantitative studies on the transmission of cabbage black ring spot virus by *Myzus persicae* (Sulz.). Ann. appl. Biol. 40:393–402.

- HOOF, H. A. VAN, - 1952. Stip in kool, een virusziekte. Meded. Dir. Tuinb. 15:727-742.
- HOGGAN, H. A. & J. JOHNSON, - 1935. A virus of crucifers and other hosts. Phytopath. 25:640-644.
- LARSON, R. H., R. E. F. MATTHEWS & J. C. WALKER, - 1950. Relationship between certain viruses affecting the genus Brassica. Phytopath. 40:955-962.
- MARKHAM, R. & K. M. SMITH, - 1949. Studies on the virus of turnip yellow mosaic. Parasitology 39:330-342.
- MEULEN, J. G. J. VAN DER, - 1928. Voorlopig onderzoek naar de specialisatie en de infectiebronnen der mozaïekziekten van landbouwgewassen. T. Pl. ziekten 34:155-176.
- POUND, G. S. & J. C. WALKER, - 1945. Differentiation of certain crucifer viruses by the use of temperature and host immunity reactions. J. agr. Res. 71:255-278.
- SAALTINK, G. J., - 1950. Een virusziekte in stoppelknollen. T. Pl. ziekten 56:95-98.
- SYLVESTER, E. S., - 1953. Host range and properties of Brassica nigra virus. Phytopath. 43:541-546.
- TOMPKINS, C. M., - 1939. A mosaic disease of radish in California. J. agr. Res. 58:119-130.
- WALKER, J. C., F. J. LEBEAU & G. S. POUND, - 1945. Viruses associated with cabbage mosaic. J. agr. Res. 70:379-404.