

BIJDRAGE TOT DE KENNIS
DER VIRUSZIEKTEN VAN DE SPINAZIE ¹⁾
(*Contribution à l'étude des maladies à virus de l'épinard*)

DOOR
G. ROLAND

Uitgangsmateriaal	261
Symptomen	261
Scheikundig onderzoek	262
Aard der ziekte	263
Besmettingsproeven	264
A. <i>Inoculatie met sap</i>	264
a. van uit Maastricht afkomstige spinazie	264
1. Op <i>Spinacia oleracea</i>	264
2. op <i>Beta vulgaris</i>	265
3. op <i>Cucumis sativa</i>	266
4. op <i>Nicotiana tabacum</i>	266
5. op <i>Nicotiana glutinosa</i>	267
6. op andere planten	267
b. van uit den Haag afkomstige spinazie	267
B. <i>Inoculatie met bladluizen van de soort Myzus persicae</i> .	267
a. van uit Maastricht afkomstige spinazie	267
1. op <i>Spinacia oleracea</i>	267
2. op <i>Beta vulgaris</i>	268
b. van uit den Haag afkomstige spinazie	268
1. op <i>Spinacia oleracea</i>	268
2. op <i>Beta vulgaris</i>	268
C. <i>Vergelijking van het mozaiek van spinazie met dat van biet</i> <i>en komkommer</i>	268
1. met het bietenmozaiek	268
2. met het komkommermozaiek no 1	269
Samenvatting	270
Literatuur	271
Résumé	272
Verklaring der figuren	274

¹⁾ Dit werk werd aan het *Laboratorium voor Mycologie en Aardappelpel-onderzoek te Wageningen* verricht en geldelijk gesteund door het Belgisch Ministerie van Openbaar Onderwijs ingevolge het verdrag betreffende intellectuele toenadering tusschen België en Nederland.

UITGANGSMATERIAAL

In Maart 1938 kreeg ik van den Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen enkele zieke spinazieplanten. Deze waren gezonden door den Heer Ir W. G. VAN DER KROFT, Rijkstuinbouwconsulent te Maastricht.

SYMPTOMEN

De planten, die het minst aangetast waren, vertoonden een oranjeachtige vergeling tusschen de nerven van de oudste bladschijven, die zeer kroezig waren. Bij toepassing van de Jodiumreactie van SACHS kleurden de gele plekken zich donkerblauw. In het secundair phloëem was dezelfde verandering te zien als reeds beschreven (10) bij door vergelingsziekte der biet aangetaste spinazie. De zieke oudste bladeren waren gewoonlijk tweemaal zoo dik als de gezonde van denzelfden leeftijd. Bij onderzoek van in alcohol bewaard materiaal bleek, dat de dikte der zieke bladeren 700 à 800 μ en die der gezonde ongeveer 400 μ was. De grootere dikte bij zieke bladeren is niet te wijten aan een vermeerdering der cellagen; bij gezonde en zieke bladeren was het aantal cellagen gelijk (10 à 12). De verdikking der bladschijven is dus niet toe te schrijven aan hyperplasie, maar wel aan hypertrophie. Dezelfde waarneming werd gedaan, wat de verdikking betreft, bij door vergelingsziekte aangetaste bietenbladeren (8).

Des te erger de planten door de ziekte waren aangetast, des te grooter was het aantal gele bladeren en des te kleiner de planten zelf. Bij de ergst aangetaste planten was het geheele loof geel en de bladeren ontwikkelden zich niet meer.

In het midden van de gele plekken der oudste bladeren komen kleine grijsachtige vlekken voor, die zich uitbreiden en verbleeken. Die droge vlekken vloeien samen en de bladeren verdrogen. De verdroging begint aan de randen van het topgedeelte der bladschijven. Tenslotte zijn de bladeren heelemaal droog en lichtgrijs; ze hangen om de koppen der planten.

Tot zoover blijven de wortels gezond; maar wanneer het loof grootendeels verdord is, beginnen ze te rotten en de geheele plant sterft. Op de meeste velden met winterspinazie bleven in Maart minder dan 50% der planten in leven en een groot deel van de nog levende planten was ziek en onverkoopbaar. Volgens de kweekers was de ziekte de eenige oorzaak van de schade.

TABEL I (TABLEAU I).

Resultaten der analyse van spinazieplanten
(*Résultats des analyses d'épinards*)

Toestand (État)	Gewicht (gr.) (Poids)			% droge stof in de blad- schijven (Mat. sec. % limbes)	Tot N % vers. stof (N tot. % mat. fraic.)		Zetmeel in de bladsch. (Amidon dans les limbes)
	der planten (des plantes)	der wortels (des racines)	van het loof (des feuilles)		in de wortels (dans les racines)	in de blad- schijven (dans les limbes)	
Gezonde planten (Plantes saines)	121	5,2	115,8	14,5	3,3	6,3	leeg (vide)
Zieke planten . (Plantes malades)	61	2,3	58,7	20,1	4,7	4,9	gevuld (rempli)

SCHEIKUNDIG ONDERZOEK

Eenige zieke en gezonde spinazieplanten werden chemisch onderzocht. De planten werden 's middags gerooid en in het donker bewaard tot den volgende morgen; dan werd de analyse verricht.

Techniek der analyse.

a. Droge stof. De bepaling van de droge stof werd verricht met de oudste bladschijven zonder de primaire nerf. De gewogen weefsels werden met een weinig aether gedood, om de veranderingen, die zich in de suikersamenstelling tengevolge van verwarming zouden voordoen, te vermijden. Daarna werden de monsters 24 uur lang in een op 105°C geregelde oven gelegd.

b. Totale stikstof. De bepaling van het totaal stikstof werd, zooals voor de droge stof, met de oudste bladschijven zonder de primaire nerf verricht. Voor deze bepaling werd de methode van FÖRSTER (15) toegepast.

c. Zetmeel. Het zetmeelonderzoek werd door middel van SACHS' reactie (jodiumreactie) verricht. De resultaten van deze onderzoeken zijn in Tabel I weergegeven.

Aan de cijfers van Tabel I kan men duidelijk zien, dat de zieke spinazieplanten, zooals de door vergelingsziekte aangetaste bieten, een veel kleiner gewicht bezitten dan de gezonde planten. Door de ziekte is de totale N (per duizend) in de oudste bladschijven verminderd en het percentage droge stof van die weefsels vermeerderd. De zieke wortels zijn rijker aan totaal N, wat ook voorkomt bij vergelingszieke bieten (3).

De resultaten komen, wat het droge stof gehalte der bladeren en het totaal N gehalte der wortels betreft, overeen met de door

TRUE en zijn medewerkers verkregen resultaten bij hun analyse van door „spinach blight” aangetaste spinazie (13). Wat het gehalte aan totaal N der bladeren aangaat, komen zij daarmee niet overeen. Daar TRUE en zijn medewerkers hun resultaten der N-analyse in % droge stof hebben berekend — hetgeen onjuist is met het oog op het groote verschil in suikergehalte der zieke en gezonde bladeren — en daar mijn resultaten in $\frac{0}{100}$ verse stof verkregen werden, zijn hun uitkomsten onmogelijk te vergelijken met de mijne. Daarom zijn in Tabel II de resultaten van TRUE opgenomen en het totaal N-gehalte der bladeren is in $\frac{0}{100}$ verse stof berekend. De cijfers zijn overgenomen uit de Tabellen II en III, blz. 390 van het werk van TRUE.

TABEL II (TABLEAU II).

Totaal N $\frac{0}{100}$ verse stof van spinazieplanten, gerooid op 16 Mei 1916
(N total $\frac{0}{100}$ de matière sèche d'épinards arrachés le 16 mai 1916)

Toestand (Etat)	droge stof % verse stof (matière séc. % matière fraîche)	Totaal N % droge stof (N total % matière séc.)	Totaal N $\frac{0}{100}$ verse stof (N total $\frac{0}{100}$ mat. fraîche)
Gezonde wortels . (Racines saines)	21,41 (100-78,59)	2,36	5,0
Gezonde bladeren . (Feuilles saines)	16,19 (100-83,81)	3,40	5,5
Zieke wortels . . . (Racines malades)	23,69 (100-76,31)	2,74	6,5
Zieke bladeren . . . (Feuilles malades)	22,61 (100-77,39)	3,07	6,9

Zooals uit Tabel II blijkt, zijn de wortels van door „spinach blight” aangetaste spinazie rijker aan N dan wortels van gezonde planten, zooals ook het geval is bij de zieke Nederlandsche spinazie. Bij „spinach blight” zijn ook de bladeren rijker aan N dan die van gezonde planten, wat niet het geval is bij de zieke Nederlandsche spinazie. Het is niet waarschijnlijk, dat het verschil tusschen de uitkomsten van TRUE en de mijne ligt in het feit, dat het eerste werk met het geheele loof gedaan werd en het mijne met de bladschijven alleen; H. COLIN en BOUGY (2) toch hebben aangetoond, dat de samenstelling van de bladstelen zeer weinig veranderlijk is.

AARD DER ZIEKTE

De volgende redenen laten veronderstellen, dat de ziekte wel niet anders dan door één of meer dan één virus veroorzaakt wordt:

1. Aan het Rijkslandbouwproefstation voor Zaadcontrôle

heeft Mej. Dr L. C. DOYER geen besmetting door *Phoma* of *Colletotrichum* op de zieke planten kunnen vinden. Ook ik heb geen schimmelaantasting gevonden op de bladeren, die de primaire verschijnselen der ziekte vertoonden.

2. Volgens Ir W. G. VAN DER KROFT heeft zaadontsmetting ter bestrijding van de ziekte geen resultaat opgeleverd.

3. Van een mineraal gebrek kan men niet spreken, omdat de ziekte op de meest verschillende gronden voorkomt, die op verschillende wijze werden bemest.

4. Ook kan de ziekte niet worden toegeschreven aan de weersgesteldheid, omdat zij al jaren achtereen verschenen is.

5. Volgens den Heer ZWAAN, directeur van de N.V. Maatschappij voor Zaadselectie en Zaadteelt te Voorburg, waar ik de ziekte ook gezien heb, komt zij eerst voor op enkele planten, om zich vervolgens op de naburige planten te verspreiden. De velden vertoonen dan zieke plekken, in welker centra de eerst besmette planten staan.

6. De ziekte komt niet uit den grond, want de wortels der zieke planten blijven gezond tot aan het laatste en hevigste stadium.

In het volgende hoofdstuk breng ik verslag uit over de proeven, die genomen werden om de oorzaak der ziekte vast te stellen. Als uitgangsmateriaal diende zieke spinazie uit Maastricht en uit Den Haag. Inoculatie werd verricht met sap, om zoo mogelijk de aanwezigheid eener mozaiekziekte op het spoor te komen. Ook werden bladluizen gebruikt om meer te weten te komen van de blijkbaar aanwezige vergelingsziekte.

BESMETTINGSPROEVEN

A. Inoculatie met sap

a. van uit Maastricht afkomstige spinazie.

1. Op *Spinacia oleracea* (spinazie).

1e proef. Op 2 April werden vier gezonde spinazieplanten met het sap van zieke besmet. In Mei werden deze planten ziek en vertoonden de volgende symptomen: Ontkleuring van bladmoes tusschen de kleine nerven der jongste bladeren. Al de nerven, zelfs de kleinste, bleven groen. De kleine bladeren van het hart der planten zijn soms opgerold. De vergeling breidde zich later uit op de oudste bladeren, die tenslotte geler van uiterlijk werden dan de jongste bladeren (fig. 1). De 's morgens geplukte en met de Joodproef behandelde bladeren vertoonden kleine blauwe punten in de zieke plekken.

2e proef. Van zeven spinazieplanten, op 9 Mei besmet met sap van een zieke plant van de eerste proef, vertoonden vier dezelfde symptomen als hierboven beschreven.

3e proef. Hetzelfde onderzoek werd eind Mei met vijf spinazieplanten verricht. Vier van die planten vertoonden dezelfde symptomen als de planten van de eerste proef. In Juli waren de bladschijven der jonge bladeren zeer misvormd door opbolling der weefsels tusschen de nerven.

Conclusie: De uit Maastricht afkomstige zieke spinazieplanten waren aangetast door een ziekte, die men met het sap kan overbrengen en waarvan de eerste symptomen bij de jongste bladeren optreden. Daardoor schijnt deze ziekte onder de Mozaiekziekten te kunnen worden geclassificeerd.

Het volgende onderzoek werd ingesteld naar de waardplanten der ziekte.

2. Op *Beta vulgaris* L. (Biet).

4e proef. Van drie bieten, op 2 April besmet met sap der uit Maastricht afkomstige spinazieplanten, vertoonde er één van af 2e April bleekgroene plekken met onregelmatige randen op de jonge bladeren. De diameter dezer plekken was ongeveer 0,5 cm (fig. 2). Daar het aantal plekken zich vermenigvuldigde, vloeiden ze in één en na zekeren tijd vertoonde de bladschijf een enkele bleekgroene plek over een min of meer groot deel van de oppervlakte. Op de donkergroene weefsels vertoonden zich kleine bleke punten, zooals men kan waarnemen bij het „Punktmosaik”. Later was deze zieke biet kleiner dan de contrôles. Eén van haar zieke bladeren, op 17 Mei 's morgens geplukt en met jodium behandeld, vertoonde kleine blauwe punten rondom de bleke plekken. Dezelfde behandeling, op 8 Juni verricht, gaf geen kleuring meer; op dien datum waren de oudste bladeren geel tusschen de nerven; in het phloëem was geen gommosse te zien.

5e proef. Dezelfde proef werd op 22 Juni met zes bieten aan gezet, maar deze keer werd sap van in een kas besmette spinazie gebruikt. De eerste symptomen traden de 5de Juli, d.w.z. na 13 dagen incubatie, bij één plant op. Later werden al deze planten ziek. Alle zes planten vertoonden een lichte opbolling der tusschen de nerven liggende weefsels bij de jonge bladeren, maar twee bieten hadden daarenboven bleke plekken en soms geelachtige puntjes, eerst op de middelste bladeren, en daarna op de oudste.

6e proef. Twee spinazieplanten, op 9 Mei besmet met sap der zieke biet van de vierde proef, vertoonde op 4 Juni dezelfde symptomen als beschreven bij de derde proef.

Conclusie: De biet is een waardplant der ziekte, die inderdaad een mozaiekziekte moet zijn. Andere onderzoekingen zullen aantoonen, dat dit mozaiek niet het gewone mozaiek der biet is.

De kortste waargenomen incubatieperiode van deze ziekte duurt 13 dagen. De door kunstmatige inoculatie verkregen symptomen waren van het „systemic infection”-type, wat niet het geval zou zijn, wanneer men met „spinach blight” (dat door hetzelfde virus als het komkommermozaiek no. 1 veroorzaakt wordt) te doen had.

Inderdaad schrijft HOGGAN (5):

„Systemic infection of sugar beet with the cucumber-mosaic virus was not secured, however, by either method of artificial inoculation.”

3. Op *Cucumis sativa* (Komkommer).

7e proef. Twee jonge komkommerplanten, op 6 April met het sap der zieke spinazie besmet, vertoonden op 24 April de eerste chlorotische plekken op de jonge bladeren. De plekken vermenigvuldigden zich en na enkele dagen waren de bladschijven geheel geel en verdorden spoedig (fig. 3). De planten groeiden niet meer, vergeelden volkomen en waren op 6 Mei afgestorven, d. w. z. een maand na de inoculatie. Op de middelste bladeren begint de vergeling soms aan het onderste deel van de bladschijf, langs de nerven. Indien men de inoculatie uitvoert op het middelste deel van een nerf, ontkleurt deze eerst in de richting van den bladsteel; het andere deel der nerf, naar de punt van het blad toe, verbleekt vaak later. Misschien is dit verschijnsel toe te schrijven aan de migratie van het virus door het phloëem, waarin het, gemengd met het naar de stengel vloeiende organische sap, vervoerd wordt.

8e proef. Een komkommer, met sap der zieke biet van de vierde proef besmet, vertoont een hevige chlorose op al de jonge en middelste bladeren; deze chlorose begon met het optreden van bleke plekken op de jongste bladeren. De vergeling breidde zich ten slotte uit op de oudste bladeren. Deze plant leefde, in tegenstelling met die van de vorige proef, nog anderhalve maand na inoculatie, maar ze was kleiner dan de contrôle.

9e proef. Drie komkommers werden op 29 Juli met sap van een zieke biet van het vijfde onderzoek besmet. Twee van deze planten bleven gezond, de derde plant kreeg een nogal gelijkmatige chlorose op de middelste bladeren; bij de jonge bladeren traden talrijke geelachtige vlekken op, die vaak den vorm van een ring hadden. Op 19 Augustus waren de oudste bladeren nog groen, maar de plant was kleiner dan de contrôle.

Conclusie: De komkommer is een waardplant dezer ziekte en kan door haar gedood worden.

4. Op *Nicotiana tabacum* (tabak).

10e proef. Twee tabaksplanten, op 6 April besmet met sap van zieke spinazie, vertoonden op 24 April een tamelijk gelijkmatige bleke verkleuring op de middelste bladeren. De schijven dezer bladeren waren vaak aan de rand naar boven opgebold, op de plaats waar secundaire nerven ineenloopen.

11e proef. Een komkommerplant, op 24 Mei met sap van de zooveen genoemde zieke tabak besmet, vertoonde van 4 Juni af chlorotische symptomen. Op 28 Juli waren al de bladeren met gele en groene vlekken als bezaaid; de gele kleur volgt soms de nerven; de middelste bladeren waren op sommige plaatsen onregelmatig naar boven opgebold.

12e proef. Twee spinazieplanten werden op 2 Mei met sap van

zieke tabak van de tiende proef besmet. Een van die planten vertoonde een vergeling tusschen de nerven der jonge bladeren.

13e proef. Van twee komkommerplanten, besmet met sap der zieke tabaksplant van de vorige proef, vertoonde er een dezelfde symptomen als de zieke plant van de negende proef.

14e proef. Dezelfde symptomen als in de negende proef beschreven zijn, deden zich ook voor bij twee komkommers besmet met sap der plant van de elfde proef.

15e proef. Twee tabaksplanten, besmet met sap der zieke komkommerplant van de elfde proef, vertoonden eerst dezelfde symptomen als beschreven in de tiende proef; later beperkte de chlorose zich voornamelijk tot een strook langs de nerven der midden- en buitenbladeren.

16e proef. Twee tabaksplanten werden met sap der zieke komkommerplant van de dertiende proef besmet. Een van die planten vertoonde een benedenwaartsche kromming der randen bij de jonge bladeren; in de jonge bladeren der andere plant trad een hevig mozaiek op, met kromming der bladranden naar beneden.

Conclusie: De tabak is een waardplant der ziekte. De symptomen (chlorose, kromming der bladeren) zijn somtijds bij deze plant zeer hevig.

5. Op *Nicotiana glutinosa*.

17e proef. Vier planten van *Nicotiana glutinosa* werden op 20 Juli met sap der zieke komkommerplant van de achtste proef besmet. Twee van die planten vertoonden van 8 Augustus af bleke vlekken op de jonge bladeren.

Conclusie: Het schijnt, dat *Nicotiana glutinosa* een waardplant der ziekte is.

6. Op andere planten.

Talrijke proeven met *Datura stramonium*, *Chenopodium album*, *Atriplex siberica*, *Amaranthus retroflexus*, *Phaseolus vulgaris*, *Atriplex hortensis* en *Lycopersicum esculentum* verricht, hebben geen resultaat opgeleverd.

b. Van uit Den Haag afkomstige spinazie.

18e proef. Vier spinazieplanten werden op 15 April met sap van zieke spinazie uit Den Haag besmet. Op 1 Mei, dus 16 dagen na de inoculatie, traden dezelfde symptomen op als in de eerste proef.

Conclusie: De uit Den Haag afkomstige zieke spinazie was ook door een mozaiekachtige ziekte aangetast.

B. Inoculatie met bladluizen van de soort *Myzus persicae*

a. Van uit Maastricht afkomstige spinazie.

1. Op *Spinacia oleracea* (spinazie).

19e proef. Vier spinazieplanten, op 10 April besmet, vertoonden een maand later de in het eerste onderzoek beschreven symptomen

op de jonge bladeren en de symptomen der vergelingsziekte op de buitenste bladeren (fig. 4).

20e proef. Van 16 planten, behoorend tot de acht soorten: Virginia Savoy, Hollandia, Summer Savoy, Old Dominion, Dark Green, Bloomsdale, King of Denmark, Nordland en Darkie, en besmet met luizen, die geleefd hadden op spinazie, die symptomen der vergelingsziekte had, vertoonden negen planten de verschijnselen dezer ziekte. Alleen de soorten: Virginia Savoy en Hollandia bleven vrij van ziekte. Dit is waarschijnlijk aan het toeval te wijten, daar iedere soort maar door twee planten vertegenwoordigd was.

2. Op Beta vulgaris (Biet).

21e proef. Vijf bieten, begin April besmet, vertoonden de symptomen der vergelingsziekte begin Juni.

22e proef. Hetzelfde resultaat werd met drie in het midden van Mei besmette bieten bereikt.

Conclusie: De luizen, die op de zieke planten uit Maastricht geleefd hadden, waren in staat om de symptomen zoowel der mozaiek- als der vergelingsziekte op spinazie over te brengen. Op de biet brengen zij de vergelingsziekte over.

De ontvangen planten leden dus aan twee ziekten: de eene, de vergelingsziekte, wordt overgebracht alleen door luizen, de andere, een mozaiek, kan ook met sap overgeënt worden.

b. Van uit Den Haag afkomstige spinazie.

1. Op Spinacia oleracea (Spinazie).

23e proef. Twee spinazieplanten werden op 15 April besmet. Een plant, zeer klein gebleven, vertoonde na eenigen tijd symptomen van mozaiek; op de andere plant, die grooter werd, verschenen symptomen van vergelingsziekte.

2. Op Beta vulgaris (Biet).

24e proef. Vier bieten, op 15 April besmet, vertoonden als gevolg daarvan symptomen der vergelingsziekte.

25e proef. Hetzelfde resultaat werd verkregen met op 8 Juli besmette bieten.

Conclusie: De spinazie te Den Haag lijdt aan dezelfde virus-ziekten als te Maastricht.

C. Vergelijking van het mozaiek van spinazie met dat van biet en komkommer

Daar de verschijnselen der spinazieziekte van het mozaiek-type eenigszins gelijken op die van het bietenmozaiek en van het virus no 1 der komkommerplant (12), hetwelk de „spinach blight” veroorzaakt, heb ik enkele proeven genomen om die twee ziekten met het mozaiek der spinazie te vergelijken.

1. Met het bietenmozaiek.

26e proef. *Vergelijking der symptomen.* Terwijl drie bieten, op 22 Juni met sap van het bietenmozaiek besmet, op 2 Juli de symptomen van het „Netzmosaik” op de hartbladeren hadden, vertoonden drie andere bieten, dezelfde dag met sap van zieke spinazie besmet, op 10 Juli bleeke plekken op de midden- en soms op de buitenste bladeren. Deze plekken hadden, zooals beschreven bij proef 4 en 5, een geheel ander beeld dan die welke door het bietenmozaiek worden veroorzaakt (9).

27e proef. *Invloed der bewaring van het sap op de viren.* Sap van zieke spinazie en van een mozaiekieke biet werd 24 uur lang bij ongeveer 20° C. bewaard. Na dezen tijd werden zes spinazieplanten besmet, drie met elke soort sap. Een plant, die met het eerste sap besmet was, vertoonde symptomen, die al hierboven (bij proef 1, enz.) beschreven werden. De drie met het mozaiek der biet besmette spinazieplanten bleven gezond.

28e proef. Deze proef verschilt hierin van de vorige, dat de duur der bewaring 48 uur was en dat meer planten aan besmetting werden onderworpen. Twee van de vijf spinazieplanten, die besmet waren met sap van zieke spinazie, werden ziek. Ook bij deze proef verkreeg ik geen positief resultaat bij het besmetten van spinazie met sap van de mozaiekieke biet. Het blijkt, dat het virus der spinazie een bewaringsduur van 48 uur op ongeveer 20° C. kan doorstaan. Volgens HOGGAN (5) weten wij, dat het mozaiekvirus der biet in sap 24 à 48 uur kan worden bewaard.

29e proef. *Invloed van verwarming van het sap.* Van acht spinazieplanten besmet met sap van zieke spinazie, dat 10 minuten tot 60° C. was verwarmd, werden drie planten ziek. Het virus van deze ziekte kan dus een temperatuur van 60° C. verdragen, terwijl, volgens HOGGAN, het mozaiekvirus der biet tusschen 55° en 60° onwerkzaam wordt.

Conclusie: De ziekte der spinazie is verschillend van de mozaiekiekte der biet.

2. Met het komkommermozaiek no 1.

Aangezien de hier bestudeerde ziekte der spinazie veel overeenkomst vertoont met de ziekte, veroorzaakt door het komkommervirus no 1, die in Amerika „spinach blight” genoemd wordt (4), heb ik door deze ziekte aangetaste komkommerbladeren gevraagd aan G. C. AINSWORTH. Deze onderzoeker schreef een zeer belangrijk artikel over de virusziekten der komkommer. In deze publicatie wordt de door het komkommervirus no 1 veroorzaakte ziekte „yellow mottle mosaic” genoemd (1).

30e proef. *Nicotiana glutinosa.* Van acht planten van *Nicotiana glutinosa*, besmet met het sap der zieke bladeren, die mij door AINSWORTH waren gezonden, vertoonden drie planten een zwakke chlorose tusschen de nerven op de jonge bladeren. Deze symptomen kwamen tamelijk goed overeen met die, welke verkregen werden met de zieke spinazie uit Maastricht (17e proef).

31e proef. *Cucumis sativa.* Dezelfde proef werd met vier komkommerplanten verricht. Op een van deze planten kwamen symptomen voor, die veel geleken op die, waargenomen op met de ziekte der spinazie besmette komkommers.

Daar mijn verblijf te Wageningen ten einde liep, heb ik geen verder onderzoek kunnen doen.

SAMENVATTING

De uit de praktijk komende zieke spinazieplanten waren door twee virusziekten aangetast, en wel de *vergelingsziekte* der biet en een met sap en bladluizen over te brengen virusziekte met de symptomen eener mozaiekziekte. Daarom stel ik voor deze ziekte *mozaiekziekte der spinazie* te noemen.

Het virus dezer ziekte verschilt van dat der mozaiekziekte van de biet voornamelijk door de symptomen, die het op deze plant en op komkommer veroorzaakt, evenals door een grooter weerstand tegen verwarming.

Wegens de symptomen, die het virus op spinazie (proef 1, 2, 3), komkommer (proef 7, 8, 9) en *Nicotiana glutinosa* (proef 17) veroorzaakt, en wegens zijn weerstand tegen een temperatuur van 60°C (proef 29) gelijkt de mozaiekziekte der spinazie op de zeer schadelijke „spinach blight”.

Aan den anderen kant wijkt het spinaziemozaiek wegens zijn symptomen op biet en wegens het uitblijven van verschijnselen op tomaat, op *Datura stramonium*, komkommervruchten en *Amaranthus retroflexus* af van „spinach blight”.

Het lijkt mij niet onwaarschijnlijk, dat het mozaiekvirus der spinazie een variëteit is van het komkommervirus no 1. Voortgezet onderzoek, zou noodig zijn om de identiteit van dit virus nauwkeuriger te bepalen.

In Duitschland meent SCHAFFNIT de aanwezigheid van „spinach blight”, dat hij mozaiek der spinazie noemt, te hebben vastgesteld (11). Hij veronderstelt, dat die ziekte en de mozaiekziekte van de biet dezelfde zouden zijn, hetgeen onjuist is. VOLK (14) meent de meening van SCHAFFNIT te kunnen bevestigen, wat de aanwezigheid van „spinach blight” in Duitschland betreft.

Het mozaiek der spinazie schijnt veel minder gevaarlijk voor de biet te zijn dan de vergelingsziekte. Een aan mozaiek lijdende spinazieplant, die *Myzus persicae* droeg, werd half Juni midden in een bietenveld geplant. Niettegenstaande er veel luizen op die plant zaten en de ziekte op de biet kan overgaan, heeft geen van de naburige bieten haar symptomen vertoond. Het schijnt dus dat de biet op het veld er niet gemakkelijk mee besmet wordt, terwijl ze er in een kas soms veel van te lijden heeft.

Wat de *bestrijding* der virusziekten der spinazie betreft — dat onderwerp heb ik al in een vorig artikel behandeld (10). In het

kort zijn de voornaamste bestrijdingsmiddelen: laat zaaien van tegen koude resistente winterspinazie-soorten, en laat dunnen van de velden der winterspinazie.

Tienen, Januari 1939.

LITERATUUR

1. AINSWORTH, G. C. Mosaic diseases of the cucumber. *Ann. Appl. Biol.* Vol. XXII, 1935, p. 55.
2. COLIN, H. et BOUGY, E. Phosphore et azote dans la betterave. *Publ. Inst. Belge Amélior. Bett. Tirlemont*, 4e Année, 1936, p. 271.
3. DECOUX, L. et SIMON, M. L'influence de la Jaunisse et de la Pourriture du coeur sur la composition de la betterave sucrière. *Publ. Inst. Belge Amélior. Bett. Tirlemont*, 6e Année, 1938, p. 267.
4. HOGGAN, I. A. Transmission of cucumber mosaic to spinach. *Phytopathology*, Vol. 20, 1930, p. 103.
5. ——— Some viruses affecting spinach and certain aspects of insect transmission. *Phytopathology* Vol. 23, 1933, p. 446.
6. MCCLINTOCK, J. A. and SMITH, LOREN B. True nature of spinach blight and relation of insects to its transmission. *Journ. Agric. Res.* Vol. 14, 1918, p. 1.
7. QUANJER, H. M. Enkele kenmerken der „Vergelingsziekte” van suiker- en voederbieten ter onderscheiding van de „Zwarte houtvaten”-ziekte. *Tijdschr. o. Plantenz.*, Jg. 40, 1934, p. 201.
8. ROLAND, G. Recherches sur la Jaunisse de la betterave et quelques observations sur la Mosaïque de cette plante. *Sucrerie Belge*, LV, 1^o et 15 février et 1^o et 15 mars 1936. — *Publ. Inst. Belge Amélior. Betterave*, Tirlemont, Année 4, 1936, p. 35.
9. ——— Quelques jaunissements des feuilles de betteraves. *Ann. Gembloux*, 1938, p. 1.
10. ——— Onderzoekingen verricht in 1937 over de vergelingsziekte en enkele minerale gebreken bij de biet en de spinazie. *Tijdschr. o. Plantenz.*, Jg. 45, 1939, p. 1.
11. SCHAFFNIT, E., Ueber die wechselseitige Uebertragbarkeit der Mosaikkrankheiten von Rübe und Spinat. *Centralbl. f. Bakt. Abt.*, 2, Bd. LXXI, 1927, p. 490.
12. SMITH, K. M. *A Textbook of Plant Virus Diseases*. London, J. & A. Churchill Ltd., 1937.
13. TRUE, RODNEY H.; BLACK, OTIS F.; KELLY, JAMES W.; BUNZELL, H. H.; HAWKINS, LON A.; JODIDI, SAMUEL L., and KELLOGG, EDWARD H., Physiological studies of normal and blighted spinach. *Journ. Agric. Res.* Vol. 15, 1918, p. 369.
14. VOLK, A. Das diesjährige starke Auftreten der Mosaikkrankheit (Gelbfleckigkeit) des Spinats. *Inst. f. Pflanzenkrankheiten der Landw. Hochschule, Bonn-Poppelsdorf*, 1929.
15. Méthodes de convention pour l'analyse des matières fertilisantes et des substances alimentaires du bétail. *Labor. Analyses de l'Etat.*, Duculot, Gembloux, 1930, p. 15.

RÉSUMÉ

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES MALADIES À VIRUS DE L'ÉPINARD

Ce travail a eu pour but de déterminer les causes du jaunissement et la mort d'un grand pourcentage des épinards dans les régions de Maestricht et de La Haye.

Des observations et des déterminations analytiques préliminaires ont permis d'établir dès le début que l'on avait affaire à une ou plusieurs maladies à virus. Des essais ont montré par la suite que ces épinards étaient atteints de deux maladies à virus: l'une, la Jaunisse de la betterave, transmissible uniquement par pucerons et dont il a déjà été question dans ce périodique (7 et 10), l'autre, à laquelle a été donné le nom de Mosaïque de l'épinard, est transmissible par le jus et par pucerons. De virus de cette dernière maladie semble être une variété du virus 1 du Concombre, agent du „spinach blight” qui règne en Amérique (6 et 12) et que SCHAFFNIT (11) et VOLK (14) estiment avoir observé en Allemagne. L'auteur ne croit pas pouvoir conclure à la similitude du „spinach blight” et de la Mosaïque de l'épinard qu'il a étudié; car, contrairement à ce qui a été décrit par d'autres pour le „spinach blight”, on n'a pas obtenu de symptômes lors de l'inoculation de plantes de tomates, de *Datura stramonium* et d'*Amaranthus retroflexus* avec la Mosaïque de l'épinard.

Sur le champ, l'aspect des épinards malades, infectés donc avec la *Jaunisse* et la *Mosaïque*, était le suivant: le feuillage des plantes était plus ou moins jaune, le jaunissement débutant principalement entre les nervures des feuilles extérieures, dont les limbes étaient assez frisés, épais, cassants et bleuisaient par la réaction de SACHS. Le phloème secondaire de ces feuilles présentait de la gommose (10). Sur les plantes plus atteintes, les feuilles du coeur cessaient de se développer et finissaient par jaunir à leur tour. A ce stade les feuilles extérieures commençaient à se dessécher de telle sorte que le bouquet foliaire des plantes n'était plus, à un certain moment, représenté que par une rosette de petites feuilles jaunâtres non développées. Finalement la plante entière mourait par suite de la pourriture de la racine, pourriture qui prenait naissance à la suite du manque de vitalité des plantes.

En serre. Les symptômes occasionnés par la *Mosaïque de l'épinard* sont les suivants:

a. *Sur épinard* (*Spinacia oleracea*), (fig. 1 et 4), les symptômes se caractérisent surtout par la décoloration du parenchyme situé entre les nervures des feuilles du coeur et des feuilles moyennes. La trame des nervures mêmes des plus fines, se détache en vert

sur le parenchyme jaunâtre du limbe. Les feuilles du coeur sont parfois enroulées, d'autre part, le jaunissement envahit les feuilles extérieures qui peuvent finalement avoir un aspect plus jaune que les jeunes feuilles. On peut observer sur les feuilles cueillies le matin, et traitées suivant la réaction de SACHS à l'iode, de petits points bleus aux endroits des plages malades. Parfois les limbes des jeunes feuilles sont assez bien déformés par un léger bombement des tissus internerviens.

b. *Sur betterave* (*Beta vulgaris*), (fig. 2), les effets de la Mosaïque de l'épinard se marquent par l'apparition de taches vert pâle, à contours irréguliers, sur les jeunes feuilles. Le diamètre de ces taches peut atteindre 0,5 cm, augmentant ultérieurement en nombre, elles confluent et le limbe est bientôt envahi, sur une plus ou moins grande surface, par une plage vert pâle. Les plantes infectées restent plus petites que les témoins. Parfois les tissus internerviens des jeunes feuilles présentent un léger bombement.

c. *Sur Concombre* (*Cucumis sativa*), (fig. 3), les progrès de la maladie sont très rapide, elle entraîne parfois la mort de la plante. Les premières taches chlorotiques apparaissent sur les jeunes feuilles, leur nombre croît très vite et bientôt les feuilles jeunes et moyennes sont entièrement jaunes; la croissance de la plante est fortement ralentie et parfois même arrêtée. Dans certains cas les taches jaunâtres avaient la forme d'anneaux.

d. *Sur tabac* (*Nicotiana tabacum*), les symptômes dus à la Mosaïque ne sont pas toujours très visibles, ils se caractérisent par une chlorose plus ou moins marquée envahissant les feuilles moyennes. La chlorose apparaît tantôt plus ou moins uniformément sur les limbes, tantôt entre les nervures et tantôt le long de celles-ci. Les limbes sont souvent bombés vers le haut non loin du bord, à l'endroit de jonction des nervures secondaires.

e. *Sur tabac glutineux* (*Nicotiana glutinosa*), les symptômes sont apparus sous l'aspect de taches pâles sur les jeunes feuilles.

VERKLARING DER FIGUREN

- Fig. 1. Oude spinaziebladeren; van links naar rechts:
 1 en 2: aangetast door de vergelingsziekte van de biet,
 3: gezond,
 4: aangetast door de mozaiekziekte der spinazie.
 (Fig. 1. Vieilles feuilles d'épinard, de gauche à droite:
 1 et 2: atteintes par la Jaunisse de la Betterave;
 3: saine,
 4: atteinte par la Mosaique de l'épinard).
- Fig. 2. Bietenbladeren, links: aangetast door de mozaiekziekte der spinazie; rechts: gezond.
 (Fig. 2. Feuilles de betterave, à gauche: atteinte par la Mosaique de l'épinard; à droite: saine).
- Fig. 3. Komkommerbladeren, rechts: gezond; links, beneden: begin van aantasting door de mozaiekziekte der spinazie; links, boven: laatste stadium der ziekte.
 (Fig. 3. Feuilles de concombre, à droite: saine; à gauche, en bas: début d'attaque de la Mosaique de l'épinard; en haut: fin de la maladie).
- Fig. 4. Spinazieplanten van dezelfde ouderdom. Links, kleine plant: aangetast door de vergelingsziekte van de biet en de mozaiekziekte der spinazie; groote plant: aangetast door de vergelingsziekte van de biet. Rechts: gezond.
 (Fig. 4. Épinards de même âge. A gauche, petite plante: atteinte par la Mosaique de l'épinard et par la Jaunisse de la betterave; grande plante: atteinte par la Jaunisse de la betterave. A droite: saine).

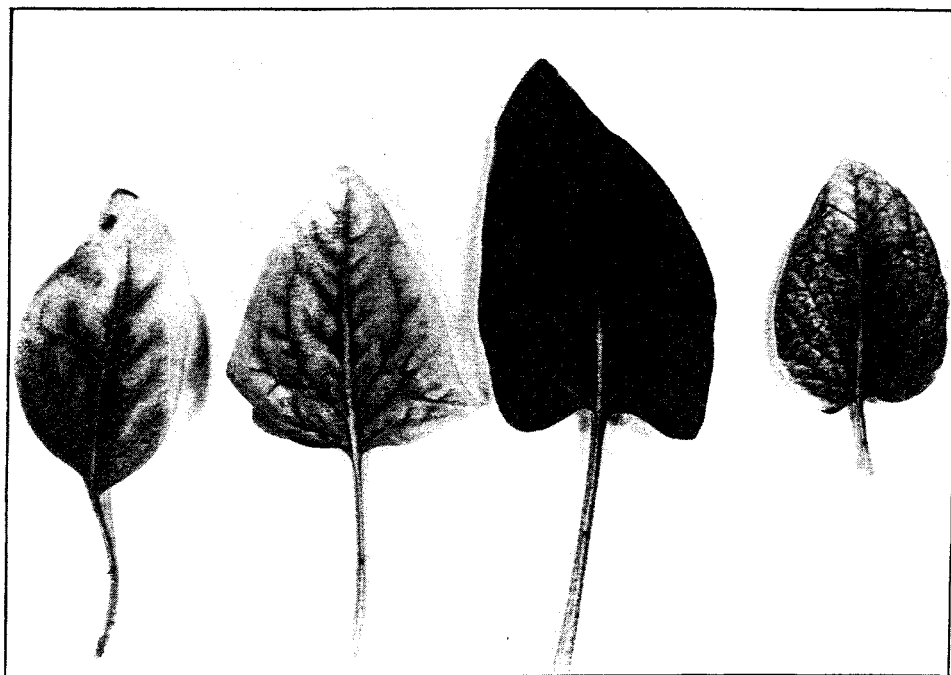


Fig. 1

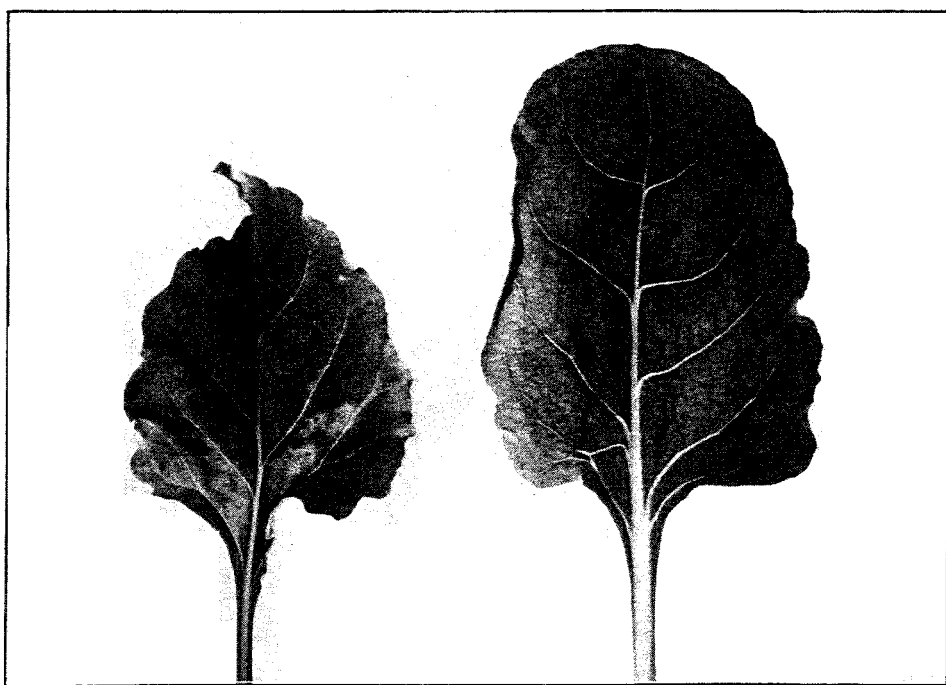


Fig. 2

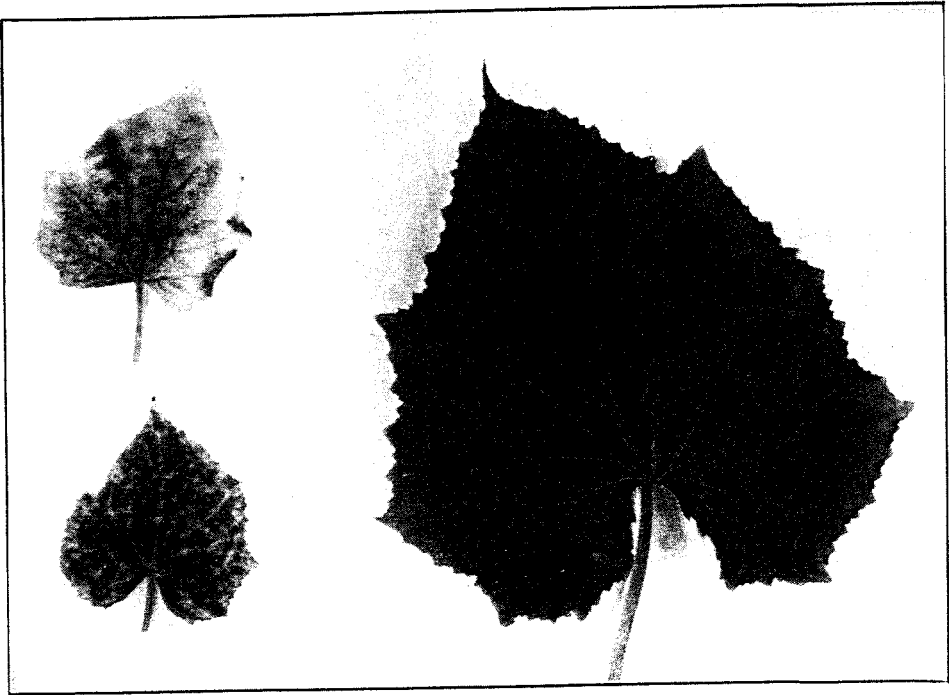


Fig. 3



Fig. 4