

9. GRAM, E. og Rostrup, S.; Oversigt over Sygdomme hos Landbrugets og Havebrugets Kulturplanter i 1924, Tidsskr. Planteavl, 31: 353-417, 1925.
10. JØRSTAD, I.: Beretning om Plantesygdommer i Land- og Havebruget 1922-1923, IV Landbruksvekster og Grønnsaker, Kristiania 1924.
11. L. C. P. KERLING; De anatomische bouw van bladvlekken. Diss. Utrecht 1928.
12. KROHN, V.; Die ersten Funde von *Phytomonas maculicola* McCULLOCH in Suomi. Phytopath. Z. 3: 531-532, 1931.
13. McCULLOCH, L.; A spot disease of Cauliflower. U.S. Dep. Agr., Bur. Pl. Ind. Bull. 225, 1911.
14. OKABE, N.; Bacterial diseases occurring in Formosa I. J. Soc. Trop. Agr. 4: 477-479, 1932.
15. PARHAM, B. E. V.; Central Agricultural Division, Annual Report for 1937, Ann. Bull. Dep. Agr. Fiji: 37-49, 1938 (Rev. App. Myc. 18: 91, 1939.).
16. SMITH, E. F.; An introduction to bacterial diseases of plants: 300-313, 1920.
17. SPIERENBURG, D.; Plantenziektenkundige waarnemingen IV, kool: Rotstronken, Stippel- en Randjeskool. Versl. en Med. P.D. 35, 1924.
18. STEVENS, F. L.; Plant disease fungi, p. 29, 1925.
19. Verslag over de werkzaamheden van de Plantenziektenkundige Dienst in de jaren 1920 en 1921. Versl. en Med. P.D. 27, 1922.
20. ——— in het jaar 1925, Versl. en Med. P.D. 44, 1926.
21. WALKER, J. C.; Diseases of Cabbage and related Plants. U.S. Dep. Agr., Farmers' Bull. 1439: 30, 1944.
22. ZHAVORONKOVA, I. P.; Bacteriosis of the Cauliflower, Pl. Prot. Leningrad, 6: 116-126, 1935 (Rev. App. Myc. 15: 696, 1936.).

ERIOPHYES GRACILIS NAL.,
ALS VERWEKKER VAN GELE BLADVLEKKEN OP FRAMBOOS¹⁾
With a summary: Eriophyes gracilis Nal. and yellow leaf spots on raspberry

DOOR

DR IR J. B. M. VAN DINTHER
Laboratorium v. Entomologie van de Landbouwhogeschool, Wageningen

INLEIDING

Bij frambozenplanten komen op de bladeren herhaaldelijk geelgekleurde plekken voor, die geen gebreksymptomen zijn, doch veroorzaakt worden door virusziekten, door de frambozenmijt *Eriophyes gracilis* NAL., of door een combinatie van beide.

Met het oog op de selectie van virusvrij plantmateriaal is het van groot belang, dat een juist onderscheid gemaakt kan worden tussen de bladverkleuring tengevolge van een virusaantasting en de verkleuring door mijtenbeschadiging, immers zolang dit niet is vastgesteld, bestaat er een grote kans, dat totaal doellose selectiemaatregelen worden genomen. Ook een bespuiting met Californische pap tegen mijt heeft alleen zin, indien de gele bladvlekken inderdaad door mijten worden veroorzaakt en niet het gevolg zijn van een virusaantasting.

¹⁾ Ontvangen voor publicatie 22-12-1950.

In de praktijk blijkt nu dat het vaak lastig is de optredende bladverkleuringen juist te interpreteren; het gevolg hiervan is, dat vaak foutieve bestrijdingsmaatregelen worden genomen. Om dit te voorkomen, zal in het onderstaande de levenswijze van de frambozenmijt, *E. gracilis*, besproken worden, terwijl daarbij speciale aandacht zal worden besteed aan de door deze mijt veroorzaakte gele bladvlekken.

MATERIAAL EN TECHNIEK

Het frambozenmateriaal was afkomstig uit de proeftuin van het Instituut voor de Veredeling van Tuinbouwgewassen te Wageningen, alsmede uit aanplantingen van particuliere telers in de omgeving Opheusden-Kesteren; tevens werden elders incidentele observaties verricht, o.a. in het Bredase.

Hoewel *E. gracilis* met behulp van een loupe (8–10 ×) in het vrije veld op het plantenweefsel wel te onderscheiden is, moet toch voor waarnemingen op grote schaal een binoculair (15 ×) gebezigd worden.

Een snelle manier om bladeren op de aanwezigheid van mijt te onderzoeken is de volgende: men observeert het blad bij doervallend licht; het binoculair wordt hiertoe gemonteerd op een ± 15 cm hoge lichtbak, waarin zich een 60-Watt lamp bevindt, die zijn stralen via een aan de bovenzijde van de bak aangebrachte melkglasplaat in het binoculair-objectief werpt. Een tussen lichtbron en objectief gehouden frambozenblad wordt nu helder doorgelicht, terwijl de eventuele aanwezige mijten tegen het verlichte bladweefsel donkergeel tot bruin afsteken.

Voor het maken van preparaten, nodig ter determinatie van de soort, werd de volgende werkwijze toegepast. In een kleine druppel chloral-phenol op een voorwerp-glaasje worden ongeveer een 100-tal mijten gebracht; na het afdekken met een dek-glaasje wordt enkele seconden boven een kleurloze vlam verwarmd, waardoor de lichaamsinhoud van de mijten spoedig, en wel meestal door de genitale opening, naar buiten komt. De mijten kunnen nu met behulp van een olie-immersie onderzocht worden. Houdbare preparaten maakt men op deze wijze natuurlijk niet. Indien men dit wel wenst, wordt een uitgebreide techniek vereist (zie HASSAN, 2).

SYSTEMATIEK EN MORPHOLOGIE

De systematische plaats van de frambozenmijt *E. gracilis* NAL. is de volgende: klasse *Arachnida*, orde *Acarina*, fam. *Eriophyidae*. De vertegenwoordigers van deze familie, die de zgn. galmijten omvat, zijn zeer kleine dieren, die uitsluitend parasitisch leven op planten, waarbij vaak tevens bepaalde plantendelen gedeformeerd worden.

Het voorste lichaamsgedeelte van de mijt, de cephalothorax, is kort en breed en sluit aan op het sterk in de lengte ontwikkelde, taps-toelopende abdomen, waarvan de chitinehuid een groot aantal regelmatig achter elkaar gerangschikte ringvormige groeven vertoont.

De cephalothorax is aan de rugzijde gewelfd en vormt hier het zgn. cephalothorax-schild. Ventraal staan, ook bij de volwassen mijt, slechts twee paar zes-ledige poten ingeplant; de beide achterste potenparen zijn geheel afwezig. De poten dragen aan het uiteinde een geveerd haar, dat als hechtorgaan dient. Mediaan bevindt zich aan de lichaamsvoorrand een paar twee-ledige maxillaire palpen met daar tussenin het rostrum, waarbinnen in rusttoestand een mandibulair stilettenpaar is opgeborgen.

Ventraal, bij de basis van het abdomen, ligt de geslachtsopening: bij het wijfje steekt het enigszins half cirkelvormige epigynium een weinig uit; bij het mannetje is de genitale opening veel kleiner en moeilijker waar te nemen.

Het abdomen eindigt in een stomp zuignapvormig uitsteeksel, waarop zich verticaal twee ovale kleine kleppen bevinden, waarmee de mijt zich aan het plantenweefsel kan vasthechten. Dit abdomenuiteinde draagt dorsaal twee zeer lange staartharen, de zgn. setae caudales, en soms nog twee kleine setae accessoriae. Verder komen over het lichaam verspreid nog enkele regelmatig en paarsgewijs gerangschikte haren voor, die voor de systematiek van de soorten van waarde zijn. Zo b.v. ventraal op het abdomen drie paar setae ventrales, op het cephalothorax-schild één paar setae dorsales en op het epigynium de setae genitales.

Hoe moeilijk het vaak is de *Eriophyiden*-soorten te onderscheiden, blijkt b.v. uit het feit, dat *Eriophyes essigi* HASSAN, de mijt die de rode vruchtziekte bij bramen veroorzaakt, gedurende lange tijd als *E. gracilis* NAL. werd gedetermineerd. (ESSIG, 1). Van *E. gracilis* geeft NALEPA (4) de volgende beschrijving:

„Körper klein, spindelförmig, Schild halbkreisförmig, im Mittelfeld 3 Längslinien, welche jederseits von sich gabelnden Bogenlinien begleitet sind; Seitenfelder granuliert. Setae dorsales so lang wie der Schild, vom Hinterrand entfernt. Glied 4 und 5 der Beine fast gleich. Fiederklaue 5 strahlig... Abdomen mit ca 80 Ringen. Setae ventrales I lang, zart, Setae ventrales II etwa so lang wie die Setae ventrales III, welche den Schwanzlappen überragen. Setae caudales lang, Setae accessoriae kurz, steif... Setae genitales mittellang. — ♂ 100 μ l., 30 μ br.; ♀ 120 μ l., 30 μ br.”

De morphologie van *E. essigi* komt hiermede practisch geheel overeen en slechts de volgende detailverschillen kunnen worden aangetoond (HASSAN, 2): het geveerde haarvormig tarsuitsteeksel is bij *essigi* vier-ledig, bij *gracilis* vijf-ledig geveerd, terwijl bij *essigi* de setae accessoriae ontbreken. De kleur van *gracilis* is lichtgeel tot geelbruin, van *essigi* in het algemeen van een doorschijnend wit.

BIOLOGIE

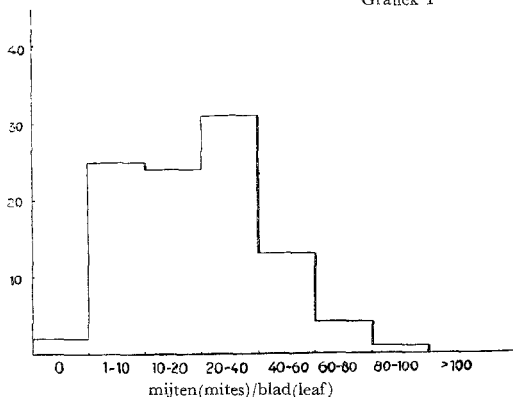
a. Verband tussen de gele bladvlekken en het optreden van *E. gracilis*. Bij het onderzoek naar de levenswijze van *E. gracilis* werden medio Mei 1950 op het I.V.T.-proefterrein te Wageningen speciaal bij het ras Indian Summer frambozenstruiken aangetroffen, waarvan meerdere bladeren eigenaardige gele vlekken vertoonden. Op de blad-onderzijde bleken de bovengenoemde galmijten aanwezig te zijn.

Half Juni werden bij dit ras mijtentellingen verricht. Van 100 bladeren, die ook maar op enigerlei wijze gele vlekken vertoonden, werden de mijtenaantallen per blad geregistreerd. De bladeren waren afkomstig van de jonge vegetatieve voorjaars scheuten, doch werden overigens geheel willekeurig van een tiental in een rij staande struiken geplukt. Voor de mijtenaantallen werd als groepindeling gekozen: 0, 1-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 en meer dan 100 (> 100) mijten per blad. De waarnemingen zijn verwerkt in grafiek I.

Begin Augustus werden de tellingen op analoge wijze bij dezelfde struiken herhaald. De resultaten zijn in grafiek II weergegeven.

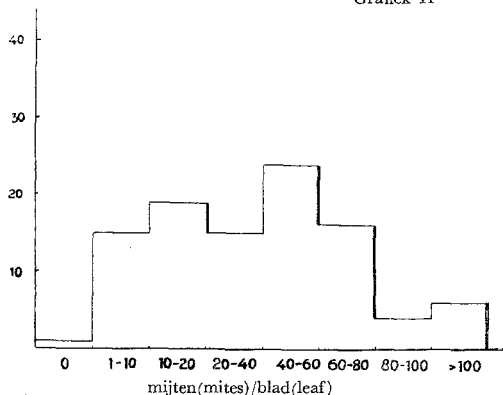
Aantal bladeren
(number of leaves)

Grafiek I



Aantal bladeren
(number of leaves)

Grafiek II



Uit beide grafieken blijkt het volgende:

Half Juni treft men op de meeste bladeren mijten aan, in aantal variërend van ongeveer 10-40 mijten/blad. Begin Augustus komen veel minder bladeren voor met mijten-aantallen kleiner dan 40 per blad dan in Juni; bij een groot aantal bladeren varieert het mijten-aantal van 40-80 mijten/blad, terwijl zelfs 10 % meer dan 80 mijten/blad bevat. Het aantal mijten in de aanplant is gedurende de zomermaanden aanzienlijk toegenomen.

Bij observatie van de frambozenstruiken in Augustus bleek zeer duidelijk, dat het aantal bladeren, dat gele verkleuringen vertoonde, ook veel groter was dan enige maanden tevoren. Een direct verband tussen de gele bladvlekken bij Indian Summer en de aanwezigheid van mijten was dus wel zeer waarschijnlijk. Uit de grafieken I en II blijkt bovendien, dat slechts in 2 % van de waarnemingen gele bladvlekken werden gevonden zonder dat de aanwezigheid van mijten ge-

constateerd kon worden. In alle overige gevallen gaan mijt en bladverkleuring samen.

Om evenwel nauwkeuriger na te gaan of er inderdaad een samenhang bestaat tussen de hier gevonden gele vlekken en de op de bladeren voorkomende *E. gracilis*, werden van bladeren, die één of meerdere gele plekken vertoonden, deze plekken uitgeknipt. Van de bladstukken werd op doorzichtig papier de omtrek getekend en met behulp van een ruitverdeling van 0,25 cm², het oppervlak berekend. Het doorzichtige papier werd hiertoe op de ruitverdeling gelegd; oppervlakte-eenheden kleiner dan 0,25 cm² werden geschat. Op gelijke wijze werd ook van het overblijvende gezonde groene bladgedeelte het oppervlak gemeten, terwijl daarna per blad, zowel op het geelgekleurde als op het groene bladgedeelte, het aanwezige aantal mijten werd bepaald. In tabel 1 zijn de resultaten van het onderzoek, dat einde Juli bij vijftien bladeren werd verricht, weergegeven:

Tabel 1.

Groen bladopp. in cm ² <i>Green coloured leaf surface in cm²</i>	Aantal mijten <i>Number of mites</i>	Mijten/cm ² = x <i>Mites/cm²</i>	Geel bladopp. in cm ² <i>Yellow coloured leaf surface in cm²</i>	Aantal mijten <i>Number of mites</i>	Mijten/cm ² = y <i>Mites/cm²</i>
50,00	10	0,2	4,00	42	10,5
27,00	5	0,2	0,75	2	2,7
36,25	3	0,1	4,25	40	9,4
8,25	1	0,1	8,75	11	1,2
19,75	3	0,2	1,75	10	5,7
50,50	5	0,1	11,25	22	1,9
43,50	3	0,1	4,75	29	6,1
75,25	25	0,3	8,00	63	7,9
6,25	8	1,3	2,50	50	20,0
67,75	15	0,2	20,50	108	5,3
58,25	36	0,6	0,50	13	26,0
23,25	5	0,2	0,75	10	13,3
12,75	4	0,3	0,75	0	0,0
29,50	0	0,0	1,00	1	1,0
9,25	6	0,6	6,00	135	22,5

Hieruit blijkt:

1. Tussen het gemiddeld aantal mijten per cm² groen bladoppervlak ($0,3 \pm 0,08$) en het gemiddeld aantal mijten per cm² geel gekleurd bladoppervlak ($8,9 \pm 2,12$) bestaat een absoluut betrouwbaar verschil.
2. Tussen het aantal mijten voorkomend op het geelgekleurde bladgedeelte en de oppervlakte van dit gele bladgedeelte bestaat een betrouwbare correlatie; de correlatie coëfficiënt (0,59) geeft met bijbehorende standaardafwijking (0,22) een zekerheidscoëfficiënt van 2,7.
3. Het verband tussen de grootte van het aangetaste geelgekleurde bladoppervlak en het daarop aanwezige mijtenaantal is evenwel niet lineair (regelmatig); de variatiecoëfficiënt van y is hoog (24 %).

Bovendien werden nog normale groene bladeren, die nergens vlekssymptomen vertoonden, onderzocht. Het bleek, dat op verscheidene van deze bladeren wel mijten voorkwamen, doch de mijtendichtheid (aantal mijten per cm²) varieerde van 0,0–0,7, hetgeen wat orde van grootte betreft, geheel aansluit bij de gevonden x-waarden in tabel 1.

De slotconclusie is dus, dat de gele vlekken, voorkomend op de bladeren van de voor deze proeven genomen frambozenstruiken, werden veroorzaakt door *Eriophyes gracilis*. Ter bestudering van de door de mijten veroorzaakte vergelings-symptomen, werden nu ook speciaal deze struiken in observatie genomen.

b. Levenswijze van *E. gracilis*. Terwijl in de natuur de frambozenknoppen omstreeks eind Maart–begin April reeds bij betrekkelijk lage temperatuur ($\pm 10^\circ\text{C}$) uitbotten, blijven de mijten bij deze temperatuur nog verscholen tussen de buitenste knopschubben en onder de oude bladsteelbases, waar ze, zoals wij zullen zien, de winter hebben doorgebracht. Eerst in de tweede helft van April, als de temperatuur overdag geregeld tussen 17 en 20 °C stijgt, verschijnen de eerste mijten, die zich langs de inmiddels uitgegroeide bladstelen naar de jonge blaadjes begeven. Begin Mei hebben de mijten hun schuilhoeken verlaten en bevinden ze zich vrij op het jonge bladweefsel, dat na enkele weken de eerste gele bladver-

kleuringssymptomen vertoont, terwijl de mijten verder zijn aan te treffen op de houtige stengels en de bladstelen. Half Mei bevinden ze zich vnl. geconcentreerd op de onderzijde van de bladeren, doch ook treft men nog meerdere mijten verspreid aan op de houtige stengels, bladstelen en bloemknoppen. Als deze laatsten zich begin Juni openen vindt men mijten op de kelkblaadjes, meeldraden en stampers. In tegenstelling tot de mijten, die zich op de bladonderzijde bevinden en zich daar hebben vastgezogen, zijn de mijten op de overige plantendelen meestal in beweging en onderweg naar hun definitieve zuigplaats: de onderzijde van het frambozenblad.

Gelijktijdig met het uitbitten van de knoppen lopen ook één of meerdere ogen, van de wortelstok uit en de opschietende vegetatieve nieuwe scheuten nemen snel in lengte toe. Hoewel aanvankelijk mijtenvrij, komen ze na enige tijd in contact met de reeds geïnfecteerde bladeren van het tweejarige hout, en de mijten hebben dan alle gelegenheid van hieruit op de jonge voorjaars scheuten over te kruipen. De mijten, die door hun geringe lichaamsafmeting weliswaar nimmer vanaf een reeds aangetaste plant naar een nog gezonde en geïsoleerd staande struik kunnen kruipen, zijn zeer zeker in staat door actieve verplaatsing de infectiehaard uit te breiden, indien de gezonde en de geïnfecteerde planten zo dicht opeen staan, dat stengels en bladeren wederzijds met elkaar in contact komen. Op deze wijze worden dan ook elk jaar in de frambozenaanplant de jonge opkomende scheuten vanuit het tweejarig hout geïnfecteerd. Ook een passieve verspreiding door de wind zal ongetwijfeld nieuwe infecties veroorzaken.

Zijn einde Mei en in Juni de gele vlekken op het blad van de tweejarige scheuten nog groter en talrijker dan op de bladeren van het jonge opkomende hout, later in de zomer vertonen de inmiddels krachtig opgeschoten eerste-jaars stengels de sterkste geelkleuring en grootste mijtenpopulatie. De verklaring hiervoor is, dat na de ontwikkeling van de vruchten aan het tweejarige hout, het blad hier langzaam begint te verdrogen en evenals de gehele tweejarige scheut geleidelijk afsterft. De op deze bladeren aanwezige mijten komen nu in een ongunstige situatie — de voedselbron droogt op — en hun ontwikkeling stopt op de duur. Een deel slaagt er nog in op de bladeren van de eerste-jaars scheuten over te kruipen, de rest gaat dood. De mijten, die daarentegen op de voorjaars scheuten voorkomen en aanvankelijk kwantitatief verre in de minderheid zijn, hebben de beschikking over jong saprijk bladweefsel en halen snel deze achterstand in. Door deze ontwikkeling (zie ook de grafieken I en II) zijn einde Augustus grote aantallen aanwezig en de populatie bereikt spoedig haar maximum. Mijten, zowel larven als imagines, komen in aantallen van 100 tot 200 per blad en zelfs groter, geregeld voor.

In de eerste helft van September begint nu een massale mijtenverplaatsing; geleidelijk verlaten vele mijten de bladeren, kruipen over de bladnerven en komen op de bladstelen terecht. In de oksel van de bladsteel aangeland, hopen ze zich op in de nauwe ruimte tussen bladsteelbasis en okselknop, en hier vindt men half September honderd en meer mijten dicht bijeen.

De mijten verschuilen zich voor de komende winterperiode evenwel niet alleen buiten de okselknoppen, doch vele dringen ook tussen de randen van de vaak wat minder dicht aaneensluitende buitenste knopschubben naar binnen om daar beschutting te zoeken. Ze slagen er echter niet in zich tussen de tere blaadjes en de in aanleg aanwezige bloeiwijze te nestelen, zodat dit door de binnenste knopschubben goed omsloten gedeelte, geheel mijtenvrij blijft. In tabel 2 zijn de mijtenaantallen vermeld van een tiental okselknoppen, die half September onderzocht werden.

Tabel 2.

Buiten de okselknop: <i>Outside the axillary bud</i>	81	50	262	20	98	16	176	65	61	208
Binnen de okselknop: <i>Inside the axillary bud</i>	23	36	102	1	213	28	78	5	24	47

Het is opvallend, dat de mijten, die in de herfst de bladeren verlaten, zich alleen verschuilen op of tussen het levend weefsel van de knoppen en nimmer tussen eventuele spleten en oneffenheden van de dode schors; het feit dat het in de nazomer afgestorven tweejarig hout dan ook geheel mijtenvrij is, sluit hierbij aan.

Begin November begeven zich nog steeds mijten vanaf de bladeren naar de okselknoppen, en zowel binnen als buiten de knopschubben neemt hun aantal gestadig toe. Mijtenophopingen variërend van 300–800 mijten per knop en meer, komen soms voor; deze zijn dan met het blote oog als rose-geel gekleurde groepjes zichtbaar.

De grote meerderheid van de mijten brengt de winter door als imago. Uit een onderzoek naar de sexe-verhouding bleek, dat deze imagines uitsluitend wijfjes zijn. Ook kunnen bij de okselknoppen andere mijten dan *E. gracilis* worden aangetroffen. Zo vond de schrijver enkele mijten behorend tot een *Tarsonemus*- en een *Tyroglyphus*-species.

Half November vallen de frambozenbladeren af; slechts een kort basisgedeelte van de bladsteel blijft aan de houtige eenjarige scheut zitten. De gedurende de wintermaanden onder dit bladsteelfragment diep weggekropen mijten bevinden zich, evenals de mijten tussen de knopschubben, in een latente toestand. Bij overbrenging op een temperatuur van b.v. 20 °C worden ze weer spoedig actief en verlaten hun schuilhoek. In de natuur loopt eerst het volgend voorjaar, omstreeks de tweede helft van April, de temperatuur voldoende hoog op om de mijten te activeren.

SYMPTOMATIEK

a. Microscopisch onderzoek van het aangetaste blad. Voor een onderzoek van de door mijten aangetaste bladgedeelten werden van de geelgekleurde bladstukken coupes gemaakt, die vergeleken werden met coupes uit gezond, mijtenvrij bladweefsel. Om bladverschillen te elimineren, werden steeds een aangetast geelgekleurd bladstuk en een niet-aangetast groen bladgedeelte, beide afkomstig uit ongeveer dezelfde bladzone van één en hetzelfde frambozenblad, met elkaar vergeleken.

De coupes werden uit de hand gesneden en ingesloten in glycerine-alcohol, terwijl de in tabel 3 vermelde metingen zoveel mogelijk verricht werden aan coupegedeelten van gelijke dikte.

Uit deze anatomische waarnemingen, bij twee bladeren A en B gedaan, blijkt:

1. De hoogte van de dwarsdoorsnede door een niet-aangetast bladstuk is tengevolge van de betere ontwikkeling van het parenchymatische weefsel, een weinig groter dan van een door mijten aangetast gedeelte. ($\bar{v}_{A-A} = 15,39 \pm 2,51 \mu$; $\bar{v}_{B-B} = 10,72 \pm 2,82 \mu$).
2. Een betrouwbaar verschil tussen het aantal epidermisharen van een niet-aangetast bladstuk en van een door mijten aangetast bladgedeelte, kon niet gevonden worden. ($\bar{v}_{A-A} = 1,29 \pm 0,94$; $\bar{v}_{B-B} = 1,71 \pm 1,19$).

Grote opvallende morfologische verschillen zijn dus niet aan te wijzen. Soms vertonen de nerven van de frambozenbladeren, die door mijten geïnfecteerd zijn, plaatselijk kleine, onregelmatige, knobbelvormige uitwassen. Hier zijn de schorsparenchymcellen een weinig uitgegroeid, doch de cellen blijven parenchymatisch en verhouten of verkurken niet (phloroglucine- en Soedan III kleuring negatief). Van enige bladgalvorming, zoals deze in vele uiteenlopende vormen door de meeste *Eriophyidae* op verschillende andere gewassen veroorzaakt wordt, is bij *Eriophyes gracilis* geen sprake.

Tabel 3.

A – aangetast bladstuk (geel)
infested leaf area (yellow coloured)

Dikte van coupe <i>Thickness of leaf section</i>	Hoogte van dwarsdoorsnede door blad <i>Width of cross section through leaf</i>	Hoogte van bovenepidermis <i>Width of upper epidermis</i>	Hoogte van palissade parenchym <i>Width of palisade parenchyma</i>	Hoogte van sponsparenchym <i>Width of spongy parenchyma</i>	Hoogte van benedenepidermis <i>Width of lower epidermis</i>	Aantal haren v. beneden epidermis over afstand van 360 μ <i>Number of hairs on the lower epidermis for each 360 μ</i>
20 μ	79 μ	14 μ	29 μ	25 μ	11 μ	7
20	79	11	32	29	7	6
20	86	14	32	31	9	7
18	79 (77,57 $\pm$ 1,84)	15	29	24	11	3 (6,0 $\pm$ 0,72)
20	72	14	32	17	9	5
20	76	18	25	26	7	5
20	72	18	29	16	9	9

A' – niet aangetast bladstuk (groen)
Non infested leaf area (green coloured)

18 μ	83 μ	11 μ	29 μ	32 μ	11 μ	8
20	94	14	32	37	11	10
20	97	14	36	38	9	8
23	94 (92,96 $\pm$ 1,70)	11	32	44	7	7 (7,29 $\pm$ 0,61)
18	94	14	43	28	9	6
23	94	18	40	25	11	5
20	94	14	46	27	7	7

B – aangetast bladstuk (geel)
Infested leaf area (yellow coloured)

20 μ	76 μ	14 μ	25 μ	28 μ	9 μ	4
18	68	14	22	25	7	8
20	68	15	29	15	9	4
23	76 (73,57 $\pm$ 1,67)	14	32	23	7	10 (7,0 $\pm$ 0,98)
20	76	14	25	30	7	6
20	79	14	36	22	7	7
18	72	13	29	21	9	10

B' – niet aangetast bladstuk (groen)
Non infested leaf area (green coloured)

20 μ	79 μ	14 μ	32 μ	26 μ	7 μ	7
18	79	11	29	32	7	7
23	79	14	29	29	7	12
20	94 (84,29 $\pm$ 2,27)	14	32	39	9	9 (8,71 $\pm$ 0,68)
23	90	11	36	36	7	8
20	83	15	29	32	7	10
20	86	15	36	26	9	8

Fig. 1. Door mijten aangetast frambozenblad -- Type I
(ras Indian Summer)
Mite infested raspberry leaf -- Type I
(variety *Indian Summer*)

Fig. 2. Door mijten aangetast blad -- Type II (ras Indian Summer)
Mite infested leaf -- Type II (variety Indian Summer)

Fig. 3. Zwaar door mijten aangetaste bladeren (ras Radboud)
Heavily mite infested leaves (variety Radboud)

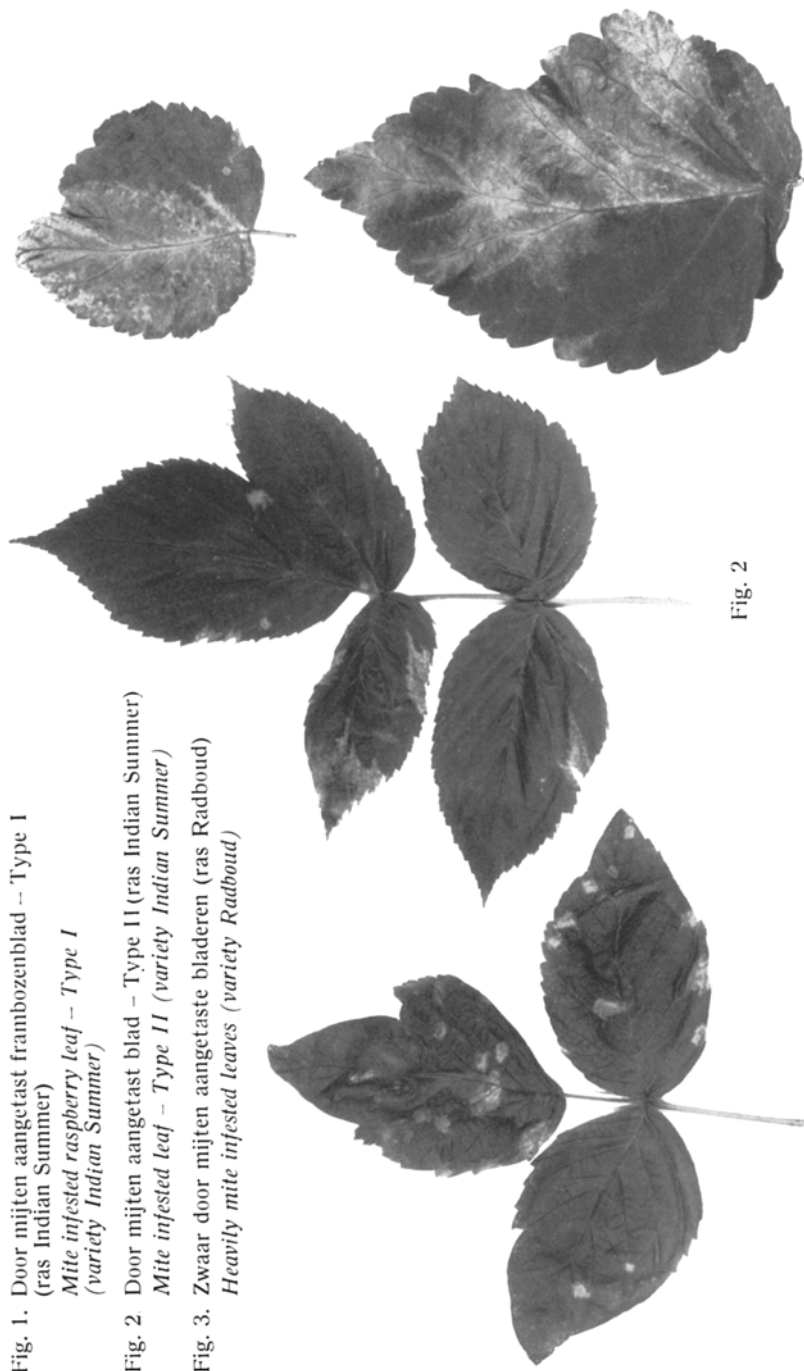


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4. Begin-symptomen van virusaantasting langs de nerven (ras Sint Walfried)
Early symptoms of vein clearing caused by a virus (variety Sint Walfried)



Fig. 6. Duidelijk zichtbare virussymptomen: langs de nerven gele zônes (ras Sint Walfried)
Clearly visible symptoms of vein clearing caused by a virus (variety Sint Walfried)

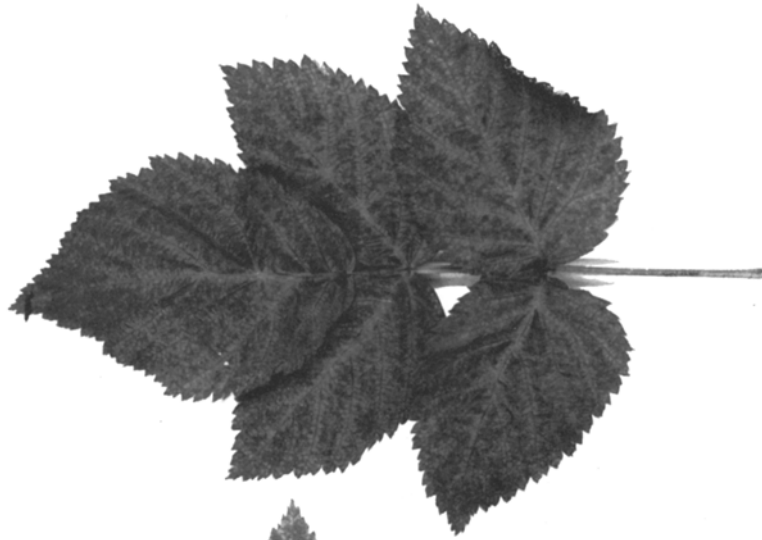


Fig. 5
 Topblad met begin-symptomen van virusaantasting; blad rechts onder reeds sterk aangetast (ras Sint Walfried)
Leaflet at top with early virus symptoms; lower right-hand leaflet already heavily infected (variety Sint Walfried)



b. Bestudering van de gele bladsymptomen door waarnemingen in het vrije veld. Het is van groot belang, dat een door mijten aangetaste frambozenstruik als zodanig kan worden onderkend en van een viruszieke plant kan worden onderscheiden. In het nu volgende zullen de door de mijten veroorzaakte bladverkleuringen besproken worden, zoals deze zich in de aanplant manifesteren.

De mijten, die de winter in en bij de okselknoppen hebben doorgebracht, kruipen, nadat in het voorjaar de knoppen zijn uitgebot, op het jonge bladweefsel over. Ongeveer half Mei zullen nu, tengevolge van het zuigen van de mijten, op meerdere bladeren de eerste gele vleksymptomen zichtbaar worden. Op de bovenzijde van het frambozenblad aan het tweejarige hout neemt men één of meerdere geelgroene vlekjes waar, die niet tot bepaalde bladgedeelten gelocaliseerd zijn, doch die op iedere plaats van de bladschijf kunnen voorkomen. Ze worden in de volgende maanden groter van omvang terwijl, zowel op de reeds geïnfecteerde bladeren als op de nog niet aangetaste bladeren van het tweejarig hout, tevens nieuwe gele vlekken kunnen verschijnen. Naarmate de mijten zich vermenigvuldigen en verspreiden, neemt men omstreeks de eerste helft van Juni ook op de bladeren van de inmiddels sterk opgeschoten nieuwe voorjaarscheuten de eerste gele vlekken waar, die eveneens in de loop van de zomer in aantal en grootte toenemen.

Juist bij het frisse groene blad van deze jonge eerste jaars-cheuten vallen de vlekken, die wat vorm en grootte betreft variabel zijn, duidelijk op.

In het algemeen zijn bij de geïnfecteerde frambozenstruik twee gele-vlek typen te onderscheiden:

- I. De vrij scherp omliggende kleine vlek, die in een groter of kleiner aantal op de bladschijf aanwezig kan zijn. Zie fig. 1.
- II. De minder scherp begrensde grote(re) vlek, die op elke plaats van de bladschijf kan voorkomen, doch speciaal bij de rand en langs de nerven. Zie fig. 2 (beide linker jukbladeren).

Beide typen komen naast elkaar voor, doch tevens zijn overgangsvormen waar te nemen. Type I moet beschouwd worden als het beginsymptoom van een aantasting, waarbij een klein aantal mijten plaatselijk dicht bijeen zit. Naarmate zij zich meer verplaatsen en vermenigvuldigen, ontwikkelt zich een vlek van type II.

In Augustus en later in het seizoen kunnen op meerdere frambozenbladeren grote aantallen mijten voorkomen, die een belangrijk gedeelte van deze bladeren hebben aangetast (zie fig. 3). De intensiteit van de bladverkleuring is dan vaak niet overal gelijk; sommige gedeelten zijn groen-geel, andere stukken meer hardgeel getint.

Werd in het voorgaande steeds gesproken over gele verkleuringen welke aan de bovenzijde van het blad zichtbaar zijn, ook de bladonderzijde kan typische symptomen van aantasting vertonen. Deze zijn evenwel alleen aan te treffen op die plaatsen, waar, tengevolge van een gelocaliseerde grote mijtendichtheid of een langdurige infectie, sprake is van een intensieve aantasting, hetgeen natuurlijk tevens weer samengaat met een sterke geelkleuring aan de bladbovenzijde. Op de onderkant van het blad komen nu lichtgroen gekleurde plekken voor, die de indruk maken alsof de beharing van de epidermis, die elders op het niet- of slechts zwak geïnfecteerde bladgedeelte als een grijze viltlaag over het donkergroene bladweefsel ligt, sterk gereduceerd is. Van een „kaalvraat” of een „wegvreten” van de epidermis-haren door de mijten, die voorzien zijn van stekend-zuigende

monddelen, kan natuurlijk geen sprake zijn, hetgeen bevestigd wordt door een anatomisch bladonderzoek (zie pag. 87).

De lichtgroene plekken hebben, daar ze beperkt blijven tot de sterkst geïnfecteerde gedeelten, uiteraard een veel beperkter omvang dan de op de bovenzijde van het blad voorkomende gele vlekken. Zelfs bij sterk met mijten bezette struiken komen meestal maar weinige bladeren voor, waarvan de onderzijden uitgestrekte aangetaste plekken vertonen.

Om uit te maken of men met een mijtenaantasting te doen heeft, mag men zich bij het onderzoek niet beperken tot enkele bladeren die een geelkleuring vertonen. Het totaalbeeld van één of meerdere frambozenstruiken is bepalend. Eventueel kan men na verloop van enige weken de aanplant nogmaals inspecteren, zodat een inzicht verkregen wordt in de wijze, waarop de reeds eerder waargenomen gele vlekken zich verder hebben ontwikkeld.

Dat het trekken van een conclusie, welke alleen gebaseerd is op een geelkleuring bij een beperkt aantal bladeren, gevaarlijk is, kan worden gedemonstreerd aan het op fig. 5 afgebeelde samengestelde blad, dat afkomstig is van het ras Sint Walfried uit een in Juni 1950 geobserveerde aanplant in de Over-Betuwe. Het topblad vertoont hier verscheidene verspreid liggende vlekken, die een overeenkomst vertonen met de door mijten veroorzaakte vlekken van het reeds eerder beschreven type II. Meerdere bladeren uit deze aanplant lieten destijds dergelijke vlekken zien. Zou men, afgaande op deze waarnemingen, de conclusie trekken dat de struiken aangetast waren door *E. gracilis*, dan kwam men wel zeer bedrogen uit. Een bladonderzoek in het laboratorium toonde nl. aan, dat alle Sint Walfried struiken volkomen mijtenvrij waren! Bij nauwkeuriger observaties in de aanplant werden echter tegelijkertijd bladeren aangetroffen (fig. 4 en 6), waarbij zeer duidelijk langs een groot aantal nerven smalle geel gekleurde zônes te zien waren. Dit karakteristieke verschijnsel, dat geheel afwijkt van de door de mijten veroorzaakte verkleuringen, kon door Dr HARRIS (East Malling) direct als het symptoom van een virusaantasting herkend worden. Vergelijkt men nu de figuren 4, 5 en 6 onderling, dan is het duidelijk, dat ook de gele vlekken van het topblad, afgebeeld in fig 5, veroorzaakt zijn door deze virusinfectie.

Uit dit voorbeeld moge volgen, hoe belangrijk het is, dat men zich eerst een totaalbeeld vormt van de vergelingsverschijnselen, alvorens tot een bepaalde conclusie te komen. Zelfs in een frambozenaanplant, die virusziek is en tegelijkertijd nog door mijten is aangetast, blijkt het op deze wijze mogelijk, de respectievelijke symptomen uit elkaar te halen. Bovendien kunnen altijd ter contrôle enkele bladeren bij doervallend licht met behulp van een zakloupe (8 × of sterker) op de aanwezigheid van mijten onderzocht worden, terwijl eventueel in de wintermaanden de knoppen bekeken kunnen worden.

SCHADELIJKHEID

Om de vraag te kunnen oplossen of *E. gracilis* schadelijk is voor de frambozen-cultuur, is in de eerste plaats nagegaan of de door de mijten aangetaste en geelgekleurde bladstukken, door het uitschakelen van de assimilatiefunctie, voor de plant waardeloos zijn.

Op een zonnige dag werden bladeren, die de door de mijten veroorzaakte geelkleuringen te zien gaven, omstreeks 2 uur in de middag afgesneden en afzonderlijk

op papier nagetekend; de omtrek van de aanwezige vlekken op de bladschijf werd daarbij nauwkeurig aangegeven. Hierna werden de bladeren eerst gedood (gedurende $\frac{1}{2}$ –1 minuut in kokend water), daarna gedurende 1 minuut in kokende alcohol chlorophyl-vrij gemaakt om tenslotte in een JJK-oplossing te worden overgebracht. Door elk blad na de jodiumkleuring te vergelijken met zijn oorspronkelijk vergelingspatroon blijkt, dat juist de geelgekleurde bladgedeelten intenser donker zijn dan het normale omliggende groene bladweefsel. De gele bladstukken zijn, speciaal bij doervallend licht, donker tot zwart, de mijtenvrije gedeelten daarentegen meer bruin getint. Binnen het zwarte weefsel ligt evenwel soms een plek, die in het geheel niet kleurt met JJK. Voert men deze proef van SACHS uit bij bladeren, die in de vroege morgenuren afgesneden zijn, dan blijken de gele bladstukken slechts een weinig te kleuren.

De intensieve donkerkleuring van de gele bladgedeelten kan nu zo verklaard worden, dat hier tengevolge van de mijtenactiviteit de afvoer van het tijdens de assimilatie gevormde zetmeel minder snel verloopt dan bij het bladweefsel dat niet door de mijten is aangetast, met als gevolg een sterkere ophoping. Bij de binnen het zwart gekleurde weefsel gelegen kleurloze plek, die vóór de proef ter plaatse aan de bladonderzijde een geelgroene verkleuring te zien geeft, is de invloed van de mijten kennelijk zo hevig geweest, dat het normale assimilatieproces niet meer heeft plaats gevonden. Afgezien van deze zwaar aangetaste plekken, die overigens slechts een klein gedeelte van het blad innemen, kan worden aangenomen, dat de geel gekleurde bladstukken bijdragen tot het assimilerend vermogen van de plant en zeker niet waardeloos zijn.

Wat nu de invloed betreft van de frambozenmijt op de overige plantendelen, kan het volgende geconstateerd worden:

Terwijl *Eriophyes essigi* HASSAN de rode vruchtziekte bij braam veroorzaakt, brengt *Eriophyes gracilis* NAL. aan de frambozenvruchten, zo ze daar al op voor mocht komen, niet de minste schade toe en in tegenstelling tot *Eriophyes ribis* NAL., de mijt, die de zgn. rondknop bij de zwarte- en rode bes doet ontstaan, is bij *E. gracilis* tijdens de overwintering in de frambozenknop geen spoor van galvorming of beschadiging van het jonge door de binnenste knopschubben omsloten weefsel te vinden, zodat de knoppen in het voorjaar dan ook normaal uitbotten.

Resumerend kunnen we zeggen, dat op het ogenblik *Eriophyes gracilis* aan de frambozenplant geen schade van betekenis toebrengt, zodat een bestrijding achterwege kan blijven. Ook MASSEE (3) is over een mijteninfectie niet erg bezorgd wanneer hij schrijft: „Until it can be ascertained with certainty that the mite is causing any harm to the plant, it seems superfluous to attempt to control it”.

Ongetwijfeld moet de natuurlijke reproductie van de frambozenstruik, waarbij ieder jaar de overjarige scheuten afsterven en vervangen worden door jong eerstejaars hout, beschouwd worden als een belangrijke remmende factor ten aanzien van de toename van een eenmaal aanwezige mijtenpopulatie. Mocht het later toch nodig geacht worden deze frambozenmijt te bestrijden, dan kan gemakkelijk op ieder gewenst ogenblik, vanaf begin Mei tot eind Augustus, een behandeling met Californische pap (2–3 %) of zwavel-bespuiting worden toegepast.

SUMMARY

Introduction. Yellow leafspots on raspberry other than those caused by nutritional deficiency frequently occur. They are due either to virus diseases, to the raspberry mite, *Eriophyes gracilis* NAL.,¹⁾ or to a combination of both. Since it is often difficult to distinguish between the spots due to viruses and those due to mites, a study of the biology of *E. gracilis* has been made to determine the symptoms produced by this mite and to compare them with those caused by viruses. Fifteen leaves from a number of raspberry plants (variety Indian Summer), known to be infested with mites, were collected at Wageningen. The yellow and normal green areas on these leaves were measured and the number of mites on each was counted (see table 1). There was a highly significant difference between the number of mites per sq. cm. on the green areas (0.3 ± 0.08) and on the yellow areas (8.9 ± 2.12); there was also a significant correlation between the number of mites on the yellow parts of the leaves and the areas of these parts (corr. coefficient 0.59 ± 0.22).

The plants from which these yellowed mite-infested leaves were taken, were used as a standard of comparison for the various cultivated raspberry varieties under observation elsewhere in Holland during 1950. They were also used for studying the life history of *E. gracilis*.

Biology. If, early in May, one searches mite-infested raspberry plants with a magnifying lens ($8\times$) or examines leaves in the laboratory with the aid of a binocular microscope, one finds very small pink-brown mites approximately 110 by $30\ \mu$, which are mainly present on the under surfaces of the leaves of the one year old canes. In the ensuing months the mites increase in number and this results in an increase in the number and size of the yellow leaf spots. Mites which are often present in small numbers on the woody parts, leaf-stalks and flowers, migrate to their final feeding places on the undersides of the leaves.

About the beginning of May most of the mites are to be found on the leaves of the one year old canes, for, as will be seen, the mites have passed the preceding winter on or within the axillary buds on these canes. After the opening of the buds in the spring the mites crawl to the newly expanding leaves. Simultaneously new shoots appear from buds on the root-stock and rapidly increase in length. After some time they come in contact with the leaves of the fruiting canes, where many mites are already present, and consequently become infested. Although in the spring the majority of the mites are on the leaves of the one year old canes, the mites on the leaves of the young shoots eventually become more abundant than those on the old canes, especially after ripening of fruit. The older stems, which are gradually dying, presumably furnish less favourable conditions for feeding and reproduction of the mites than the growth on the new shoots.

In graphs I and II are given the numbers of mites per leaf counted about the middle of June and early in August. 100 leaves were examined at each period and the counts have been arranged according to the following grouping: 0, 1-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 and more than 100 (>100).

By the end of August the mite population attains its maximum and numbers of

¹⁾ Determination was made with the aid of an oil immersion microscope; the mite was found to agree with the description given by NALEPA (4).

100–200 per leaf are very common. In the beginning of September a mass migration starts; the mites gradually abandon the foliage, crawling down the leaf veins and petioles to the axils. Many hide in the narrow space between the petiole and the axillary bud, whereas others manage to penetrate between the outer bud scales. In table 2 are shown the numbers of mites found in ten buds, examined in the middle of September. Other species of mites are sometimes found, such as a *Tarsonemus* sp. and a *Tyroglyphus* sp. At the beginning of November numbers ranging from 300–800 mites per bud can sometimes be found so many, in fact, that they may be visible to the naked eye as small pinkish yellow masses. Nymphs and adults may be found hibernating in or on the buds but eggs are not present. The great majority of the mites pass the winter in the imago stage; all that have been examined then have been found to be females.

During the winter the mites are in a dormant condition, but by exposing them to a temperature of 20 °C they soon become active and leave the buds. Under field conditions temperatures high enough to activate the mites occur about the second half of April (17–20 °C). At this time the buds on the canes have already burst (this usually occurs at about 10 °C). At the beginning of May, therefore, the mites find themselves on young leaf tissue and about the middle of the month the first yellow leaf symptoms appear.

Symptomatology. Differences in the anatomy of healthy and mite infested leaves are shown in table 3. The data show that the thickness of the mite infested leaf areas (A and B) is less than that of the healthy leaf areas (A' and B'), on account of the poorer development of the mesophyll tissue ($\bar{v}_{A'-A} = 15.39 \pm 2.51 \mu$, $\bar{v}_{B'-B} = 10.72 \pm 2.82 \mu$). There is no significant difference between the number of hairs on the epidermis of non-infested and infested leaves ($\bar{v}_{A'-A} 1.29 \pm 0.94 \mu$, $\bar{v}_{B'-B} = 1.71 \pm 1.19 \mu$). These morphological differences are not apparent to the unaided eye.

Many mites of the *Eriophyidae* produce distinctive leaf galls on plants, but on raspberries *E. gracilis* only occasionally produces very small irregular outgrowths near the leaf veins.

As already mentioned, it is important to be able to distinguish between the yellow leaf spots caused by mites and the leaf spots caused by viruses. In general there are two types of yellow mite spots:

- I Small yellow spots with definite margins occurring in variable numbers (fig. 1).
- II Small to large yellow areas with indefinite margins, occurring usually near the leaf margins or along the main veins (see the two leaflets on the left hand side of figure 2).

The above symptoms as well as intermediate symptom-types may occur at the same time on the leaves of a single plant. In August or later, large yellow areas may develop on the leaves (fig. 3).

With heavy mite infestation, large yellowed areas appear on the upper sides of the leaves and light green-coloured spots develop on the under sides. In the spots on the under sides one obtains the impression that the leaf hairs have been destroyed by the mites, but this is not the case as illustrated by the data in table 3.

In order to determine whether the symptoms are produced by mites one must have enough leaves to give a complete picture. For example: In a raspberry plantation of the variety St. Walfried many leaves showed spots such as those on the top leaflet in fig. 5. These spots resemble those of type II caused by *E. gracilis*.

Nevertheless, in this plantation no mites could be found and no evidence was obtained to demonstrate a previous mite infestation. When more leaves were examined many were found which had typical symptoms of a virus of the vein clearing-type (figs. 4 and 6) and by comparing the leaves in figs. 4, 5 and 6 it is apparent that the yellow spots shown by the top leaflet in fig. 5 are also virus symptoms.

It may be concluded that it is possible by careful examination to distinguish between the symptoms resulting from mite infestation and those due to virus infection, provided one makes sufficient observations and has some experience with the problem.

Injury to the plant. It is known that *Eriophyes essigi* HASSAN causes injury to blackberry fruits. Injury by *E. gracilis* NAL. to raspberry fruits has not been found in this investigation. During hibernation the mites penetrate between the outer bud scales but do not succeed in reaching the inner ones, nor the well protected young leaf tissues and inflorescences. No damage occurs during the winter, as the buds develop normally in the spring. The iodine test of SACHS shows that carbohydrates are produced in the yellow mite infested areas appearing on the upper surfaces of the leaves, but that no assimilation occurs in the heavily infested spots on the lower sides.

Mite injury to raspberries is rarely serious enough to affect the growth of the plants, so that no control measures are usually necessary. If, for some reason, the mite population should develop to the stage when injury became apparent, control could easily be obtained by a timely application of lime sulphur between the beginning of May and the end of August.

LITERATUUR

1. ESSIG, E. O., A history of Entomology, p. 87-88, 1931.
2. HASSAN, A. S., The biology of Eriophyidae with special reference to *Eriophyes tristriatus* Nal. Univ. Calif. Pub. in Entom. IV: 345-347; 380, 1928.
3. MASSEE, A. M., The Pests of Fruits and Hops, p. 199, 1946.
4. NALEPA, A., Eriophyiden - Gallenmilben. Zoologica 24: 236, 1911.