

Het kweken op schurftresistentie

BIJ APPEL EN PEER ¹⁾

Scab resistance of apple and pear

INHOUD

1. Inleiding	519	2.5. Kruisingen tussen cultuurrassen onderling	523
2. Uitgangsmateriaal en methoden die tot het doel voeren	520	3. Erfelijkheid van de resistentie	524
2.1. Kruisingen tussen <i>Malus species</i> en cultuurrassen	521	4. Oorzaken van de resistentie	524
2.2. Nakomelingen van vrij bestoven cultuurrassen	523	5. Methoden en materiaal voor infectie	525
2.3. Kruisingen tussen <i>Malus species</i> onderling	523	6. Variabiliteit van de schimmel	527
2.4. Nakomelingen van <i>Malus species</i> uit vrije bestuiving	523	7. Conclusies en Samenvatting	530
		Discussie	530
		Summary	531
		Literatuur	532

1. INLEIDING

In de loop van deze eeuw is aan de chemische schurftbestrijding al heel wat gedokterd. De kosten ervan worden vergoed door het oogsten van gaaf fruit. Ondanks deze bestrijding treedt echter toch elk jaar nog een oogstderving op.

Het heeft weinig zin uitvoerige berekeningen te maken over de verliezen door schurftaantasting. Waar het om gaat is, dat schurft als een der belangrijkste ziekten van appel en peer altijd nog gevoelige verliezen veroorzaakt. Daardoor wordt het streven gerechtvaardigd, om door het kweken op schurftresistentie uiteindelijk de fruitteelt te verblijden met schurftresistente appel- en pererassen. Deze maken een chemische bestrijding overbodig, terwijl bovendien de oogstderving wordt opgeheven.

In het buitenland werkt men reeds ongeveer 25 jaar aan het resistentie-onderzoek. Hoewel nog geen definitieve resultaten zijn bereikt, is men al een eind gevorderd en zijn de vooruitzichten hoopgevend.

Voor Nederland is een dergelijk onderzoek betrekkelijk nieuw. Ik heb dan ook gemeend mijn beschouwing voornamelijk te moeten baseren op buitenlandse gegevens (Duitse, Amerikaanse en Engelse), omdat het er in de eerste plaats om gaat een overzicht te geven van wat er op dit gebied bereikt en nog te doen is.

Het zal blijken, dat de peer weinig genoemd wordt, omdat aan de schurftresistentie van de peer vrijwel geen aandacht is besteed. Ik moge echter opmerken, dat de schurft-

¹⁾ Literatuuroverzicht samengesteld en onderzoek verricht voor het fonds Landbouw Export Bureau 1914-1918, aan de laboratoria voor Phytopathologie en Tuinbouwplantenteelt, Landbouwhogeschool, Wageningen.

resistentie van de appel en die van de peer problemen zijn, die veel met elkaar gemeen hebben.

Ik stel mij voor, de volgende punten nader te belichten:

- a. De methoden volgens welke een schurftresistent ras gekweekt kan worden en het plant-materiaal dat hierbij gebruikt wordt.
- b. De methoden voor kunstmatige infectieproeven en het schimmelmateriaal dat hierbij gebruikt wordt.
- c. De erfelijkheid van de resistentie en de resistentie-oorzaken.
- d. De variabiliteit van de schimmel.

2. UITGANGSMATERIAAL EN METHODEN DIE TOT HET DOEL VOEREN

Het is logisch, dat men bij het zoeken naar resistentiebronnen het eerst gedacht heeft aan bestaande cultuurrassen. Men begon dan ook met een teleurstelling, want alle cultuurrassen zijn meer of minder vatbaar, hoewel het beeld er bij de peren over het algemeen iets gunstiger uitziet dan bij de appels. De gegevens zijn meestal gebaseerd op jarenlange waarnemingen in de praktijk, waarbij de schurftgevoeligheid wordt uitgedrukt in een cijferschaal. Zulk een cijferschaal kan men o.a. vinden in de Rassenlijst voor Fruitgewassen 1948, waar de schurftgevoeligheid der appel- en pererassen wordt aangegeven met een schaal van 1-5, waarbij 1 = zeer vatbaar en 5 = resistent. Van de phytopathologische kant bekeken, wordt deze schaal meestal omgekeerd.

Het spreekt vanzelf, dat de resultaten nogal afhankelijk zijn van de klimatologische factoren (dus of er al of niet sprake is van een „schurftjaar”). Het is echter ieder bekend, dat appelfrassen als Goudreinette, Yellow Transparant, Golden Delicious, Cox's Orange Pippin zeer gevoelig zijn voor schurft, terwijl b.v. Jonathan, Zoete Ermgaard, Present van Engeland wat minder gevoelig heten te zijn. Van peren noemen wij als zeer vatbaar b.v. Clapp's Favourite, Précoce de Trévoux, Beurré Hardy, Bonne Louise d'Avranches en als minder vatbaar Beurré Giffard, Conference, Comtesse de Paris, Doyenné du Comice, Zwijndrechtse Wijnpeer.

Men vond al spoedig resistente soorten onder de kleinvruchtige wilde appels, waarvan natuurlijke formaties worden gevonden in Oost-Europa, het Midden-Oosten en Centraal Azië. Nevenstaande afbeelding geeft hier een overzicht van. Van daar uit is de verspreiding van het geslacht *Malus* over de gehele wereld en bovendien de evolutie van de huidige cultuurappel begonnen. Exacte kennis omtrent de oorspronkelijke geniteurs bestaat echter niet.

Als onvatbaar of resistent worden o.a. de volgende wilde appels genoemd: *M. coronaria*, *M. toringo*, *M. micromalus*, *M. spectabilis*, *M. Zumi*, *M. atrosanguinea*, *M. ioensis* en *M. floribunda*.

De waarnemingen over de schurftgevoeligheid van cultuurrassen en wilde *Malus* species komen niet steeds met elkaar overeen. Voor de cultuurrassen moet hier gedacht worden aan de modifierende invloed der klimatologische factoren, voor de wilde *Malus* species bovendien aan de verre van eenvoudige systematische indeling. Wij wijzen hier op het feit dat binnen de soort verschillende stammen kunnen bestaan die op grond van botanische kenmerken tot één soort gedetermineerd worden, doch erfelijk verschillen in hun reactie tegen schurft. Van *M. prunifolia* b.v. zijn vatbare en resistente herkomsten bekend. Het is voorts denkbaar dat de variabiliteit van de schimmel een rol speelt. Hierop komen we straks nog terug.



..... = *M. pumila*; ---- = *M. baccata*; ●●●● = *M. ioensis*; ++++ = *M. coronaria*;
 ■■■■ = *M. micromalus*; -.-.- = *M. prunifolia*

We willen nu in het kort nagaan volgens welke methoden een schurftresistent ras gekweekt kan worden.

2.1. Kruisingen tussen *Malus species* en cultuurrassen

Het best kunnen we beginnen met een geniteur, die onvatbaar is voor schurft. Zoals ik reeds zeide moeten we hiervoor terug naar de wilde Malussoorten. Ik zeg met opzet „terug”, omdat we verplicht zijn, behalve de gunstige eigenschap resistentie, ook een aantal ongunstige eigenschappen te accepteren. Als belangrijkste hiervan kunnen we noemen de kleinvruchtigheid en de slechte smaak. Ter oriëntering diene, dat de vruchtgrootte van de wilde appels zich beweegt tussen 3/4 en 4 cm, terwijl de smaak door een hoog looizuurgehalte verre van aantrekkelijk is.

Genoemde onvatbaarheid moet betrouwbaar zijn, d.w.z. de betreffende kruisingsouder mag noch onder natuurlijke, noch onder kunstmatige omstandigheden worden aangetast.

De eenvoudigste methode volgens welke nu verder gewerkt kan worden, is die der herhaalde terugkruisingen, hetgeen niets anders zeggen wil dan dat we in de nakomelingschap van de kruising: wild ras *a* (schurftresistent, overigens slecht) met praktijk-ras *b* (schurftvatbaar, overigens goed) zolang met ras *b* terugkruisen tot we een praktijkras *c* krijgen, dat voor de goede eigenschappen gelijk is aan ras *b*, echter met toevoeging van de schurftresistentie uit ras *a*.

Uit de nakomelingschappen worden, indien aanwezig, alleen die zaailingen aangehouden, die na herhaald kunstmatig infecteren met schurft resistent blijken te zijn. Daarna worden deze zaailingen in de praktijk beoordeeld en later bij de terugkruisingen gebruikt.

De lange generatieduur (dus van zaad tot bloem) vertraagt de verwezenlijking van het doel ten zeerste. Deze is ongeveer 3–10 jaar. Wanneer we daarbij 5 terugkruisingsgeneraties als norm noemen om het doel te bereiken, valt het gemakkelijk te begrijpen

dat men volgens deze methode nog niet de beschikking heeft gekregen over een schurftresistent appel- of pereras.

Naast de schurftresistentie moeten we in de nakomelingschappen in eerste instantie letten op de vruchtgrootte, waarna geleidelijk ook de andere eigenschappen bij de selectie worden ingeschakeld.

Een nadeel is, dat eigenschappen als vruchtgrootte en smaak van de wilde soorten vaak de neiging hebben dominant op de nakomelingschap over te gaan. Dat deze moeilijkheden niet onoverwinnelijk zijn, bewijst het bestaan van de huidige cultuurrassen. Deze zijn immers ook door bastaardering en selectie uit de wilde soorten ontstaan.

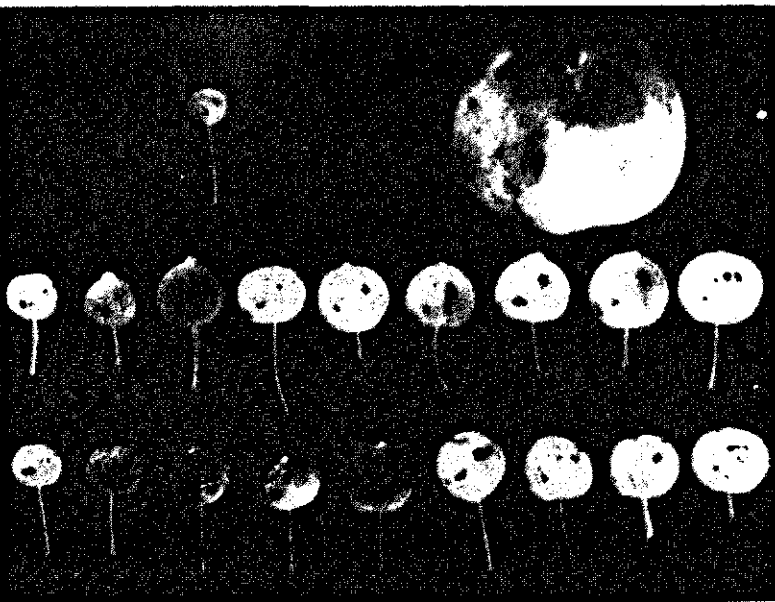
Afbeelding 2 geeft een indruk van de vererving der vruchtgrootte.

Voor de wilde Malussoorten wordt bij de veredeling op schurftresistentie een belangrijke plaats ingenomen door *M. floribunda*, *M. micromalus*, *M. prunifolia*, *M. pumila* en *M. atrosanguinea*. Van de cultuurrassen zijn als kruisingsouder meestal die rassen gekozen, waaraan plaatselijk het grootste belang werd toegekend. Voor Amerika noemen we b.v. McIntosh, Golden Delicious, Rome Beauty, Wolf River, Twenty Ounce, Jonathan, Wealthy.

Wij hebben kruisingen gemaakt tussen Cox's Orange Pippin en Jonathan als cultuurrassen en *M. floribunda*, *M. micromalus* en *M. Soulardii* als wilde *Malus* species. Voorts hebben we de beschikking gekregen over Amerikaans kruisingsmateriaal, waar enkele der eerdergenoemde cultuurrassen bij betrokken zijn en als tweede ouder *M. pumila*, *M. floribunda*, *M. prunifolia* of *M. atrosanguinea*.

Doordat het geslacht *Malus* behept is met een sterke heterozygotie, is het noodzakelijk met grote hoeveelheden materiaal te werken. We vergroten daarmee de kans schurftresistente zaailingen in de nakomelingschappen aan te treffen en bovendien individuen met een zo gunstig mogelijke combinatie van andere eigenschappen.

Het is nuttig de veredelingsbasis zo breed mogelijk te maken, door uit te gaan van meerdere resistente *Malus* species en deze elk te kruisen met een aantal cultuurrassen. Daardoor wordt de kans groter dat we selecties krijgen, die wat de schurftresistentie betreft genetisch verschillend zijn. Dit kan een belangrijk wapen vormen tegen de schimmel. Hierover straks nog iets meer.



Afb. 2. De vererving van de vruchtgrootte. Links een vrucht van *M. zumi*, rechts van Dantziger Kantappel. Daaronder vruchten van zaailingen uit de F_1 . (overgenomen van SCHMIDT, 1947)

*Inheritance of fruit size. Upper row: fruits from *M. zumi* and from Dantziger Kantappel. Lower row: Fruits from F_1 . (from Schmidt, 1947)*

2.2. *Nakomelingen van vrij bestoven cultuurrassen*

Bij de volgende methode zijn de wilde soorten niet nodig. Het is namelijk gelukt uit nakomelingen van vrij bestoven cultuurrassen resistente zaailingen te selecteren. Zo bevonden zich onder 1638 zaailingen van het ras Antonowka 117 resistente, of 7%. Dit is niet toevallig, want dit ras (van Poolse herkomst) is in vergelijking met de meeste andere cultuurrassen resistent en beschikt dus vermoedelijk over een resistentiefactor. Voor de meeste vrij bestoven cultuurrassen ligt dit percentage ver beneden 1. Ook hier geldt dus, dat we met zeer veel materiaal moeten werken.

Een voordeel is, dat de vruchtgrootte in de nakomelingschap goeddeels behouden blijft, als bij de vrije bestuiving tenminste niet te veel „wild bloed” is binnengedrongen. De heterozygotie belet echter, dat dit voordeel ten volle kan worden uitgebuit. De kans wordt namelijk kleiner, dat de verkregen appel uit de eerste generatie de gewenste andere eigenschappen heeft, omdat men uit principe alle schurftgevoelige individuen (welke ook hier kunstmatig getoetst dienen te worden) moet verwijderen. Men loopt dus de kans toch één of meermalen te moeten terugkruisen.

Ik ben niet van mening dat deze methode veel sneller tot het doel zal leiden dan de eerstgenoemde. De snelheid waarmee resultaten worden bereikt, is afhankelijk van de eisen die men aan het eindproduct stelt. Neemt men genoeg met een ras van matige kwaliteit, dat niet volledig schurftresistent is, dan spant men het paard achter de wagen, omdat de schimmel op dit ras „vrij spel” krijgt.

2.3. *Kruisingen tussen Malus species onderling*

2.4. *Nakomelingen van Malus species uit vrije bestuivingen*

2.5. *Kruisingen tussen cultuurrassen onderling*

Deze en de besproken twee methoden verschillen van elkaar door het uitgangsmateriaal. De kruisingen tussen *Malus species* onderling en de vrije bestuivingen van *Malus species* geven in de nakomelingschap het hoogste percentage resistente zaailingen. De praktische waarde van deze methoden is gering, omdat de vruchtgrootte en de overige gewenste eigenschappen weinig of niet vooruitgaan. In de nakomelingschappen van kruisingen tussen cultuurrassen onderling moeten we daarentegen weer rekening houden met een zeer gering percentage resistentie.

De tabel (blz. 524) geeft een overzicht van de resultaten van zaailingenselecties, na kunstmatige infectie en tevens een overzicht van de methoden die bij het kweken op schurftresistentie gebruikt kunnen worden.

De methoden „cultuur $\times$ wild” en „cultuur vrij bestoven” zijn in de praktijk het best te gebruiken. Naar onze mening verdient eerstgenoemde methode de voorkeur, omdat met een resistente ouder wordt begonnen en de kans op resistentie in de nakomelingschap daardoor groter is.

Overzicht van schurftinfectieproeven aan zaailingen
(naar onderzoeken van SCHMIDT; verkort weergegeven)

Nakomelingen van	Jaar	Aantal zaailingen			% resistent
		getoetst	vatbaar	resistent	
Cultuurrassen (vrij bestoven en onderlinge kruisingen)	1935	4 936	4 932	4	0,08
	1936	3 726	3 487	239	8,4
	1938	25 556	23 572	337	1,5
	1940 ¹⁾	297	16	281	94,61
Malus-species (vrij bestoven; zelf best., F ₁ uit onderlinge kruisingen; vrij best. F ₁ uit onderl. kruisingen)	1935	12 879	12 386	493	3,8
	1936	171	130	41	24,0
	1938	35 385	19 741	9 030	2,55
	1940 ¹⁾	5 036	526	4 491	89,18
Malus species × cultuurrassen (vrij best. F ₁ ; F ₁ van onderl. Malus species kruisingen × cultuurr.)	1935	21 893	21 452	441	2,0
	1936	2 829	2 639	190	6,7
	1938	9 208	6 020	2 637	28,63
	1940 ¹⁾	2 236	140	2 090	93,47
Terugkruisingen van F ₁ (Malus sp. × cultuurr.) met cultuurrassen	1935	220	207	13	5,9
	1936	228	225	3	1,3
	1938	51	38	10	19,61
	1940 ¹⁾	21	0	21	100,0

¹⁾ De cijfers van het jaar 1940 hebben betrekking op een tweede toets van zaailingen van het jaar 1938.

3. ERFELIJKHEID VAN DE RESISTENTIE

Over de erfelijkheid der resistentie is weinig met zekerheid bekend. Waarnemingen over schurftvatbaarheid van nakomelingschappen, verkregen volgens de zojuist besproken methoden, geven evenveel aanwijzingen voor een recessiviteit als voor een dominantie van de resistentie. Eén geval is bekend van een splitsing van 3 resistent: 1 vatbaar in de nakomelingschap van een zelf bestoven *M. floribunda*. Blijkbaar is dus de resistentie van deze „kloon” dominant en berust deze op één factor waarvoor „deze” *M. floribunda* heterozygoot is.

Voorlopig moeten we aannemen dat de resistentie, evenals de andere eigenschappen, op een groter aantal genen berust, die voor de uitgangsvormen (de *Malus species*) waarschijnlijk niet identiek zijn. Het genetisch onderzoek wordt bemoeilijkt doordat zelf bevruchting vrijwel is uitgeschakeld en men dus niet de F₂ kan verkrijgen, die men wenst.

4. OORZAKEN DER RESISTENTIE

Over de resistentie-oorzaken kan ik kort zijn. We kunnen onderscheid maken tussen een morfologische en een fysiologische resistentie.

Vruchten met een dikke waslaag, die dus minder water kunnen vasthouden, vertonen minder schurftvlekken dan vruchten, welke door de aanwezigheid van haren juist in staat zijn water vast te houden. Voor bladeren bestaat ook een zekere correlatie tussen de beharing en de schurftaantasting. Bij een dichte beharing kunnen de sporen soms de cuticula niet bereiken. Een minder dichte beharing kan daarentegen weer gunstige omstandigheden voor de kieming van sporen geven. De vochtigheid speelt hierbij de belangrijkste rol.



Afb. 3. Reactietypen van appelschurft: 1 en 2. resistente reactie (zeer kleine necrotische puntjes) op resp. *M. atrosanguinea* en *M. micromalus*; 3. resistente reactie (meer of minder scherp begrensde chlorotische vlekken) op (*Rome* × *M. floribunda*); 4. vatbare reactie (sporulerende vlekken) op Red Rome. (Overgenomen van SHAY en HOUGH, 1952)

1—4. Typical symptoms expressed by certain *Malus* clone following inoculation with *Venturia inaequalis*. (From Shay and Hough, 1952)

De morphologische resistentie is slechts een schijnbare, omdat ze alleen onder bepaalde omstandigheden en dan nog onder invloed van de klimatologische factoren, enige invloed kan uitoefenen.

Blad en vrucht maken een periode van maximale vatbaarheid door, waarvan de duur per ras kan variëren. Hierbij spelen niet alleen de ontwikkeling van de beharing en de waslaag een rol, maar ook de physiologie van het substraat. Het is algemeen bekend dat jonge delen gemakkelijker en sterker worden aangetast dan oudere delen.

De cuticula blijkt geen hinderpaal te zijn voor het binnendringen der sporen.

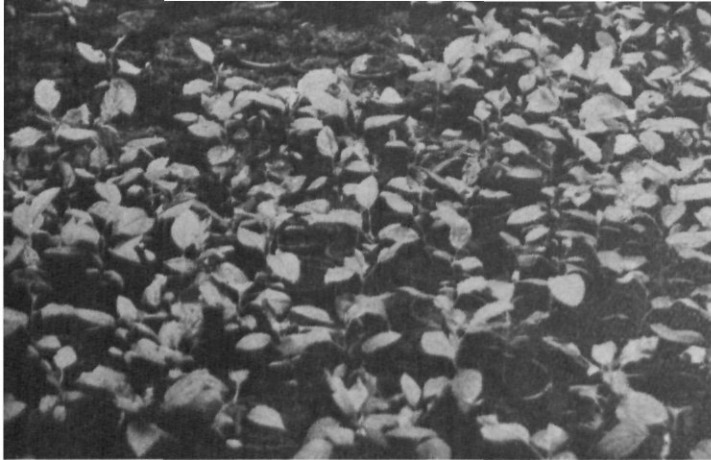
Omtrent de physiologische resistentie tast men nog in het duister. Ze moet in verband staan met de aard van de stoffen in de omgeving der epidermiscellen, in welke omgeving de schimmel moet leven. In vrijwel alle gevallen dringt de schimmel de plant binnen, om zich tussen cuticula en epidermis te vestigen. Als de plant vatbaar is, verschijnen na de incubatietijd de bekende schurftvlekken. Als de plant resistent is, zien we of geen uitwendig reactiebeeld, of een lichte verkleuring van het bladoppervlak, die meer of minder scherp begrensd blijft. Afhankelijk van de kwantitatieve resistentie van de plant, ontstaan daarbij geen of weinig sporen.

Bovenstaande afbeelding laat verschillende aantastingen zien.

Hetgeen hier over de appel is medegedeeld, zal in grote trekken ook voor de peer gelden.

5. METHODEN EN MATERIAAL VOOR INFECTIE

Om de schurftgevoeligheid van het uitgangsmateriaal en de nakomelingschappen betrouwbaar te kunnen nagaan, moet men over een kunstmatige infectiemethode beschikken. In de ruimte waarin de toets wordt verricht, moeten temperatuur en vochtigheid regelbaar zijn, waarbij de vochtigheid belangrijker is dan de temperatuur. Bij voorkeur zal men dus onder glas werken. Het sporenmateriaal voor de infectie kan bestaan uit ascosporen (door bladeren met peritheciën op gaas boven de planten aan te brengen en nat te houden), of uit conidiën van natuurlijke infecties, of uit conidiën



Afb. 4. Zaailingenselectie, na infectie met *Venturia inaequalis*

*Selection of apple seedlings, after inoculation with *Venturia inaequalis**

van kunstmatige schurffculturen op een voedingsbodem. Het voordeel van de laatste methode is, dat men op elk gewenst moment conidiën tot zijn beschikking heeft.

Bij ons infectiemateriaal zijn isolaties van verschillende appelrassen uit verschillende delen van Nederland en ook isolaties uit het buitenland betrokken. Hierop komen we straks nog terug.

Wij infecteren met conidiën welke kunstmatig gekweekt worden. Dit kweken gelukt tamelijk goed in flessen met kaasdoek langs een der wanden. Het kaasdoek levert door opzuiging van moutextract voedsel aan de schimmel. De kweek duurt 2-3 weken. De temperatuur is 16-18°C.

De conidiën worden, gesuspenderd in water, met behulp van een verstuiver op de te infecteren planten gespoten. Na de infectie wordt de vochtigheid gedurende 2-3 dagen zeer hoog gehouden (bladeren nat) en de temperatuur steeds op ongeveer 16°C.

Ongeveer twee weken na de infectie worden de symptomen zichtbaar en kan met de selectie worden begonnen. Als regel volgen twee herhalingen der kunstmatige infectie, om de kans op ontsnapping zo klein mogelijk te maken. De resistente zaailingen worden buiten geplant en gedurende de volgende jaren onder natuurlijke omstandigheden beoordeeld. Later is dit het terugkruisingsmateriaal.

Afbeelding 4 toont de eerste selectie van aangetaste zaailingen van vrij bestoven Ananasreinette. De zaailingen zijn opgepot en staan in een inoculatiebak. Deze bak staat op een tablet in een kas en kan met glas worden afgedekt. De overblijvende (niet aangetaste) zaailingen worden een tweede en zo nodig een derde maal geïnfecteerd.

Op deze plaats wil ik ook enkele onzer resultaten noemen. Wij infecteerden dit jaar 900 zaailingen van Ananasreinette, vrij bestoven. Niet één bleek resistent. Van 350 zaailingen van Sterappel, vrij bestoven, was 10% resistent. Dit was vorig jaar. Het resultaat was niet betrouwbaar, omdat onze infectiemethode nog niet betrouwbaar genoemd kon worden. Dit jaar moet dus opnieuw geselecteerd worden. Hetzelfde kan gezegd worden van 3 groepen zaailingen, welke Amerikaans kruisingsmateriaal vertegenwoordigen. Amerikaanse onderzoekers vonden na selectie resistentie-percentages van resp. 67, 49 en 67. Die van ons lagen vorig jaar hoger, namelijk ongeveer 80, 70 en 85. Ook deze groepen moeten dus nogmaals getoetst worden.

De virulentie van het schimmelmateriaal is vermoedelijk betrouwbaar genoeg, temeer daar we ook enkele vertegenwoordigende culturen uit Amerika in onze proeven betrekken.

Van twee kleine groepjes zaailingen uit kruisingen tussen Jonathan en *M. micromalus* of *M. floribunda*, vonden we voorlopig resistentie-percentages van 40 en 60.

6. DE VARIABILITEIT VAN DE SCHIMMEL

De levenscyclus van de schimmel mag ik bekend veronderstellen. Ik kan echter niet zonder meer heenstappen over het probleem van de variabiliteit van de schimmel, omdat zich vele vragen voordoen, omtrent welke beantwoording wij nog meer of minder in het onzekere verkeren. Het object schimmel kan hier niet geheel los gezien worden van het object plant.

Om de gedachten te bepalen, noem ik U hier enkele dezer vragen:

a. Bestaan er virulentieverschillen tussen ascosporen, conidiën van bladschurft, vruchtschurft en takschurft?

b. Blijft een resistent bevonden plant resistent? Deze vraag heeft twee kanten. Kan de plant t.o.v. de schurftgevoeligheid tijdens haar ontwikkeling (dus van zaailing tot vruchtdragende boom) veranderen? Kan de schimmel door mutatie of aanpassing vroeg of laat een resistente plant toch aantasten?

De appel- en pereschurft, *Venturia inaequalis* en *Venturia pirina*, zijn heterothallisch, d.w.z. onderworpen aan de normale wetten van de kruisbevruchting. Deze vindt plaats op het dode blad gedurende de winter en resulteert in de vorming van ascosporen. Dit is de oorzaak van de morphologische en physiologische differentiatie, die we bij deze schurftschimmels kunnen onderscheiden.

Van enige honderden willekeurig gemaakte één-ascospore-isolaties op cultuurbuizen in vitro, van verschillende herkomst naar appel- of pereras en gebied, stemden er geen twee met elkaar overeen, wanneer deze vergeleken werden op o.a. groeisnel-

Infectieresultaten met de éénsporeherkomsten M 29 (van Ernst Bosch) en M 46 (van Schone van Boskoop) en met éénascosporeculturen uit de kruising M 29 × M 46 op een toetssortiment appellassen. (Naar SCHMIDT in Gartenb.-wiss. 9, 1935; verkort weergegeven).

+ = sterk aangetast; (+) = licht aangetast; — = niet aangetast.

			Ernst Bosch	Schone v. Boskoop	Antonowka	Grävensteiner	Wintergoldpm.
ouders M 29 M 46			+	+	(+)	+	+
			—	+	(+)	—	+
Ascosporen uit M 29 × M 46	perithecium no 45	eensp. cult. no					
		1	(+)	.	(+)	.	.
		2	—	+	(+)	.	+
		6	—	+	—	+	+
		8	(+)	+	.	(+)	+
		9	(+)	+	.	(+)	+
		18	+	+	.	—	.
		20	(+)	.	(+)	+	+
		22	(+)	+	.	+	+
		24	—	+	—	.	.
	46	1	(+)	+	.	—	+
		3	(+)	+	.	+	+
		4	—	+	(+)	+	+
		6	(+)	+	(+)	+	+
		9	(+)	+	.	+	+
		10	(+)	—	(+)	+	+
		14	—	+	—	+	+
		16	—	.	—	.	.
		17	+	+	(+)	.	.

heid en -wijze, kleur van het mycelium, productie van conidiën. Deze eigenschappen worden bestuurd door erfactoren, welke dus aan de kruisingswetten meedoen. Zo is het ook gesteld met de pathogeniteit, dus het aantastend vermogen van de schimmel voor de plant. Daarom bestaat er ook een fysiologische differentiatie, hetgeen betekent dat een bepaalde schurftisolatie een toetssortiment appels of peren verschillend kan aantasten, terwijl een tweede isolatie weer anders op hetzelfde sortiment reageert. Hoever deze morfologische en fysiologische differentiatie gaan, is geheel afhankelijk van de erfactoren, waardoor genoemde eigenschappen worden geregeerd.

Vorenstaande tabel laat de reactie van twee stammen van *Venturia inaequalis* zien op een gegeven toetssortiment. Door kunstmatige infectie zijn deze stammen op het blad met elkaar gekruist. Uit enkele der gevormde peritheciën zijn een aantal één-spore-isolaties gemaakt, waarvan de reactie op hetzelfde toetssortiment in de tabel is weergegeven. Daaruit is te zien, dat ook andere reactietypen kunnen optreden dan de reactie van de ouders.

Een vraag welke onze bijzondere belangstelling heeft, is of de morfologische en fysiologische eigenschappen van een schurftcultuur behouden blijven. Deze vraag kan, althans voor de kunstmatige omstandigheden, waarschijnlijk bevestigend worden beantwoord, omdat in proeven is aangetoond, dat een schurftcultuur constant kan worden voortgekweekt. Zelfs na passage door het ras, waarvan ze geïsoleerd was, of na passage door andere rassen, bleven de oorspronkelijke cultuureigenschappen behouden. Ook de pathogeniteit t.o.v. een bepaald toetssortiment was na deze behandeling gelijk gebleven.

In vitro-culturen kunnen mutaties ontstaan, welke constant kunnen worden voortgekweekt. De pathogeniteit bleek steeds zwakker te zijn dan die van de oorspronkelijke cultuur. Dit is ook aannemelijk, omdat mutaties altijd minder conidiën produceren en zelfs vaak steriel zijn.

Het is niet met zekerheid na te gaan of deze processen zich in de natuur op dezelfde wijze zullen voltrekken.

Ik kom hier nog even terug op de zaailingselectie. Moet elke aangetaste zaailing vernietigd worden, of moet ook de categorie der zeer weinig aangetaste zaailingen worden aangehouden? Het is namelijk denkbaar dat deze categorie veldresistent is, d.w.z. in de praktijk schurftvrij blijft. Onze aandacht wordt hierop gevestigd, wanneer we in de literatuur lezen, dat het van belang is te weten of de reactie van een zaailing in de periode enkele maanden na de kieming, merkbaar zal veranderen wanneer deze 1 of 2 jaar in de boomgaard heeft gestaan. Zaailingen van *M. floribunda* en van *M. prunifolia*, die in het kiemplantstadium na infectie een beperkt sporuleren gaven, waren onder natuurlijke omstandigheden (in een schurftperceel) aan het einde van het derde groeiseizoen onvatbaar. Bepaalde zaailingen van *M. atrosanguinea* waren juist sterker aangetast.

Worden deze verschillen door de plant of door de schimmel veroorzaakt? Men is geneigd te veronderstellen, dat de plant hier de schuldige is.

Onze aandacht wordt ook nog voor het volgende gevraagd. We selecteren de zaailingen alleen op gevoeligheid van het blad. Zijn echter, als een resistente plant vruchtdragend wordt, de vruchten ervan ook resistent? Voor de peer zijn hierover enkele

gegevens. Het is dikwijls zo, dat een vatbaar pereras vaker gezonde bladeren en zieke vruchten draagt dan omgekeerd.

In infectieproeven met blad- en vruchtschurftconidiën werd geconstateerd, dat beiden het beter deden op de vrucht, terwijl de bladschurftconidiën hierbij meer infecties veroorzaakten dan de vruchtschurftconidiën. Deze resistentieverschillen tussen blad en vrucht kunnen het kweekwerk bemoeilijken. Dit kan, voor zover in ons vermogen ligt, worden ondervangen door uit te gaan van tenminste één volledig resistente ouder (dus zowel voor blad- als vruchtschurft).

Hoewel dit een punt voor nader onderzoek kan vormen, zijn we toch van mening, dat de schimmel bij voorbaat alle kansen moeten worden ontnomen en dus alleen die zaailingen mogen worden aangehouden, welke na herhaald infecteren met schurft resistent bevonden zijn.

Welke moet nu onze conclusie over de schimmel zijn?

Men kan zich *Venturia* voorstellen als een populatie van verschillende morpho- en pathogeniteitstypen. Het is niet met zekerheid vast te stellen of deze populatie zich uitstrekt over alle gebieden in de wereld waar schurft optreedt, of dat binnen deze populatie een specialisatie optreedt, in de zin van een gebondenheid aan een bepaalde streek. Er zijn enkele aanwijzingen, die voor het laatste pleiten. De veranderingen binnen de populatie worden veroorzaakt door de ascosporenverspreiding door de wind.

In Amerika veronderstelt men een constantheid van de *Venturia*-populatie. Want resistent veredelingsmateriaal is gedurende een aantal jaren resistent gebleven, terwijl dit stond blootgesteld aan natuurlijke infectie te midden van vatbaar materiaal. De schimmel heeft hier dus de kans gehad een vorm uit haar populatie te selecteren die door een grotere virulentie het resistente materiaal zou kunnen aantasten. Dit is blijkbaar niet gebeurd. We kunnen niet met zekerheid zeggen dat dit in de toekomst ook niet zal gebeuren.

Hoewel men bepaalde wetmatigheden bij de morphologie en de physiologie van de schimmel heeft kunnen vaststellen (waarop we hier niet verder kunnen ingaan), is het niet mogelijk gebleken de physiologische differentiatie tot enkele physio's te herleiden. Te meer daar men nog niet voldoende inzicht heeft in het aantal pathogeniteitsfactoren waarover de schimmel beschikt en het aantal resistentiefactoren dat de plant hier tegenover kan stellen.

We kunnen slechts hopen dat de pathogene capaciteit van de schimmel niet zover gaat, dat alle bij de appel en peer aanwezige resistentiefactoren worden opgebruikt. Van onze kant kunnen we zoveel mogelijk doen door steeds nieuwe schurftisolaties, zeker ook uit het buitenland, in de infectieproeven te betrekken. Volledige zekerheid alle virulentere vormen van de schimmel in handen te krijgen kan helaas niet geëist worden. Het gevaar kan slechts kleiner gemaakt worden.

In het begin heb ik reeds gewezen op het belang de resistentiebasis zo breed mogelijk te maken door meerdere resistente *Malus* species te kruisen met meerdere cultuurrassen. Het doel is een „reserve” te kweken, om eventuele veranderingen van de schimmel direct het hoofd te kunnen bieden.

7. CONCLUSIES EN SAMENVATTING

1. Volledig resistente cultuurrassen zijn er niet, noch van appels, noch van peren.
2. Bij de wilde soorten van appels en peren kunnen we wel onvatbare individuen aantreffen.
3. Van enige cultuurrassen is ook het bezit van resistentiegeenen waarschijnlijk geworden.
4. Het kweken op schurftresistentie kan geschieden door selectie in de nakomelingen van kruisingen tussen cultuurrassen en wilde soorten of door selectie in de nakomelingen van vrij bestoven cultuurrassen. De resistentiebasis moet zo breed mogelijk gemaakt worden.
5. Het aantal resistentiefactoren en de vererving van deze factoren is nog niet duidelijk.
6. Over de oorzaak van de resistentie kan geen definitieve uitspraak gedaan worden.
7. We moeten de eis stellen, alleen verder te werken met onvatbare zaailingen.
8. Daartoe moeten we over een betrouwbare infectiemethode beschikken.
9. De schimmel vertoont een fysiologische differentiatie, welke binnen de populatie waarschijnlijk constant blijft.
10. Het infectiemateriaal moet bestaan uit naar ras en gebied verschillende schurft-isolaties, om de pathogene capaciteit zoveel mogelijk te overbruggen.
11. Gezien de lange duur van het veredelingsprogramma verdient het aanbeveling de mogelijkheden te onderzoeken om de resistentie tegen schurft te combineren met de resistentie tegen enkele andere ziekten. We noemen hier bijvoorbeeld meeldauw, kanker en monilia.

Hoewel U misschien hier en daar wat minder geruststellende berichten hebt gehoord durf ik, gezien de tot nu toe bereikte resultaten, toch wel het kweken op schurftresistentie van appel en peer te propageren.

Punten uit de discussie

Dr TEN HOUTEN wordt geantwoord, dat we het op natuurlijke wijze ontstaan van vormen van de schimmel, die pathogener zijn dan de bestaande, niet in de hand hebben (in Amerika heeft men kunstmatige mutaties kunnen verwekken die pathogener zijn). De kans is vermoedelijk niet groot, omdat we bij *Venturia* met een populatie te doen hebben.

Dr s'JACOB wijst in dit verband op een groter gevaar bij de graanroesten, omdat daar met zuivere lijnen gewerkt wordt.

Dr TEN HOUTEN ziet een gevaar in het importeren van *Venturia*-isolaties. Inleider merkt hierover op, dat van een sterkere pathogeniteit van geïmporteerde stammen tot nu toe niets is gebleken. Niettemin blijft waakzaamheid geboden.

Op een vraag van dr s'JACOB, of de *Malus* species zich gemakkelijk laten kruisen met cultuurrassen, wordt bevestigend geantwoord. Op een tweede vraag van dr s'JACOB, of de resistente Amerikaanse rassen ook in andere delen van de wereld resistent zijn, blijft inleider het antwoord schuldig. Dat moet namelijk nog beproefd worden. Het zou inderdaad inlichtingen kunnen verschaffen over de variabiliteit van de *Venturia*-populatie.

Dr MULDER vraagt of het schurftresistentie-onderzoek niet beter uitgebreid kan worden in de richting van het fysiologisch onderzoek naar de aard van de resistentie, terwijl tegelijkertijd zou kunnen worden overgegaan tot het hier te lande beproeven van buitenlandse schurftresistente rassen. Hem wordt geantwoord, dat beter direct voor Nederlandse omstandigheden een resistentie-basis gekweekt kan worden, omdat ingeval geïmporteerde resistente rassen hier niet voldoen, toch weer moet worden gekruist.

Op een vraag van ir HUBBELING, of het niet wenselijk is, ook andere ziekteverwekkers in het onderzoek op resistentie te betrekken, wordt geantwoord, dat hoewel het in de eerste plaats om schurftresistentie gaat, een gecombineerde resistentieteeelt wel zeer aantrekkelijk lijkt.

Ir MEYNEKE wijst in dit verband nog op de mogelijkheid de nieuwe bloedluisresistente Engelse onderstammen als geniteur in te schakelen.

Ir HUBBELING wordt geantwoord, dat men reeds ver gevorderd is de resistentie uit de *Malus* species te verenigen met goede kwaliteit en vruchtgrootte van cultuurrassen. De methode, door onderlinge kruising van cultuurrassen nieuwe rassen te kweken, heeft het voordeel dat de vruchtgrootte goeddeels behouden blijft, echter het nadeel dat de kans op resistentie zeer gering is.

Op een vraag van ir VISSER, of er kans bestaat dat na een aantal terugkruisingen met hetzelfde appelras intersteriliteit optreedt, antwoordt inleider, dat hem daarvan niets bekend is. Het lijkt aannemelijk dat een aantal zaailingen uit een bepaalde kruising niet met een der kruisingsouders kan worden teruggekruist, omdat deze te veel „bloed” van deze ouder hebben.

SUMMARY

SCAB RESISTANCE OF APPLE AND PEAR

This paper mainly deals with apple scab resistance.

The methods which may be employed in breeding scab resistant apple varieties include:

1. crosses between *Malus* species and cultivated varieties.
2. progeny of free-pollinated cultivated varieties.
3. crosses within *Malus* species.
4. progeny of free-pollinated *Malus* species.
5. crosses within cultivated varieties.

The methods nos. 1 and 2 are mainly employed. The *Malus* species used for this purpose include: *M. floribunda*, *M. micromalus*, *M. prunifolia*, *M. pumila*, *M. atrosanguinea*. The cultivated varieties chosen are of local interest.

The seedlings are inoculated with a spore suspension in an inoculation chamber under optimum growth conditions for the fungus (high humidity and temperature 16-20°C). The inoculum is cultivated on cheese cloth in bottles with malt extract. Only the resistant seedlings are retained and used in the back-cross method.

The inheritance and origin of resistance are briefly discussed. Some resistance to scab may be simply inherited. The origin of resistance is probably based on unknown substances of the leaf.

The variability of the fungus is discussed. *Venturia* is a population of different strains concerning morphology and pathogenicity. This population seems to be constant. It has not been possible to reduce this pathogenic differentiation to a few strains.

It is of great importance to broaden as much as possible the base of the resistance. This can be done by crossing different resistant *Malus* species with different cultivated varieties.

LITERATUUR ¹⁾

1. HENNING, W.: Morphologisch-systematische und genetische Untersuchungen an Arten und Artbastarden der Gattung *Malus*. Züchter 17/18, 1946/47: 289-349.
2. HOCKEY, J. E. and C. C. EIDT: Resistance of apple seedlings to scab. Sci. Agric. 24, 1944: 542-550.
3. HOUGH, L. F.: A survey of the scab resistance of the foliage on seedlings in selected apple progenies. (Proc. Am. Soc. Hort. 44, 1944: 260-272.
4. JOHNSTONE, K. H.: Observations on the varietal resistance of the apple to scab (*Venturia inaequalis*, Aderh.) with special reference to its physiological aspects, I and II. J. Pom. a. Hort. Sci. 9, 1931: 30-52 and 195-227.
5. KEITT, G. W., C. LEBEN and J. R. SHAY: *Venturia inaequalis* (Cke.) Wint. IV. Further studies on the inheritance of pathogenicity. Am. J. Bot. 35, 1948: 334-336.
6. PELKWIJK, A. J. TER: Waarnemingen over appelschurft op sierappels te Wijster. Tijdschr. Plantenz. 55, 1949: 312-314.
7. SCHMIDT, M.: *Venturia inaequalis* (Cooke) Aderhold. IX. Fünfjährige Freilandbeobachtungen über den Schorfbefall von Apfelsorten. Gartenbauwiss. 13, 1939: 567-586.
8. SCHMIDT, M.: Erreichtes und Erstrebtes in der Obstzüchtung. Züchter 19, 1948: 135-153.
9. SHAY, J. R. and L. F. HOUGH: Evaluation of apple scab resistance in selections of *Malus*. Phytopath. 39, 1952: 288-297.
10. SIEBS, E.: Über die Schorfanfälligkeit von Birnen und die Aussichten auf ihre Resistenzzüchtung. Phytopathol. Zeitschr. 18, 1951: 270-286.

¹⁾ Verkorte literatuurlijst. Volledige lijst ligt bij de schrijver ter inzage.