

Prof

1277D29

**PROEFSTATION VOOR DE FRUITTEELT - WILHELMINADORP (GOES)
INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID - HAREN (GR.)**

STIP IN APPELS


P. DELVER

**BIBLIOTHEEK
PLANTEZIEKTENKUNDIG CENTR.
Binnenhaven 8 - Postbus 8122
6700 ER WAGENINGEN**



Mededeling no. 17, december 1978.

Prijs f 15,--

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS

0000 0015 2567

15N 160282-01

Inhoud

INHOUD	Blz.
VOORWOORD	5
1. INLEIDING	7
2. SYMPTOMEN VAN STIP	9
3. SAMENHANG MET ZACHT EN ANDERE AFWIJKINGEN	13
4. FYSIOLOGISCHE ACHTERGRONDEN	15
4.1 Oude theorieën	15
4.2 Nieuwe inzichten	17
4.2.1 Betekenis van calcium voor de vruchtcel	17
4.2.2 Chemische veranderingen in stipweefsel	21
4.2.3 Transport van calcium	21
5. OMSTANDIGHEDEN DIE DE GEVOELIGHEID VOOR STIP BEINVLOEDEN	27
5.1 Boomfactoren	27
5.1.1 Vruchtgrootte, -dracht en -groei	27
5.1.2 Positie van de vrucht	35
5.1.3 Leeftijd van de aanplant	37
5.2 Teeltfactoren	37
5.2.1 Rassen, mutanten en onderstammen	37
5.2.2 Wintersnoei	42
5.2.3 Plantdichtheid en veredelingshoogte	44
5.2.4 Vruchtdunning	45
5.2.5 Groeiregulatoren	47
5.2.6 Gewasbescherming	49
5.2.7 Pluktijd	50
5.3 Béwaaromstandigheden	52
5.4 Bodemfactoren	55
5.4.1 Grondsoort	56
5.4.2 Waterhuishouding	57
5.4.3 Bemesting	59
5.4.4 Bodembehandeling	71

5.5	Invloed van het weer	76
5.5.1	Algemeen	76
5.5.2	Weersfactoren	78
5.5.3	Stip in Nederland, 1949-1976	81
6.	MAATREGELEN TEGEN STIP	90
6.1	Bespuitingen met calcium	90
6.1.1	Calciumzouten	91
6.1.2	Concentratie en nevenwerking	93
6.1.3	Tijdstip en aantal bespuitingen	94
6.1.4	Menging met o.a. gewasbeschermingsmiddelen	97
6.2	Dompelen in calciumoplossingen	97
6.3	Zomersnoei	99
6.4	Overige maatregelen	102
7.	VOORSPELLING VAN STIP	104
7.1	Het waarom en hoe	104
7.2	Bladanalyse en gewaseigenschappen	106
7.3	Vruchtanalyse en gewaseigenschappen	110
7.4	Vervroegde stipontwikkeling door behandeling met ethephon	116
	SUMMARY	118
	LITERATUUR	122

Voorwoord

Gedurende de laatste jaren is het fruitteeltkundig onderzoek niet alleen in z'n algemeenheid maar ook op het Proefstation voor de Fruitteelt meer gericht op vruchtqualiteit. De aanwezigheid van stip in appels is hierbij nog steeds een belangrijk aspect. In de moderne fruitteelt noodzaken het streven naar het telen van grote vruchten, de moderne bodembehandeling (grasstrokkenteelt) en het toepassen van stipgevoelige rassen zoals Cox's Orange Pippin, Schone van Boskoop en James Grieve tot meer aandacht voor stip.

Nadat voorheen veel onderzoek naar stip is uitgevoerd door het Sprenger Instituut en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren is het zwaartepunt na 1970 geleidelijk verlegd naar het Proefstation. Daardoor is nu onder meer bekend dat de aanleg voor stip in de teeltfase wordt bepaald.

In deze publikatie, samengesteld door de op het Proefstation door het I.B. gestationeerde onderzoeker Dr. Ir. P. Delver, is samengevat wat er nu bekend is over stip. Het is daarbij de bedoeling om niet alleen inzicht te geven in de praktisch bruikbare kennis maar ook informatie te verstrekken over de achtergronden van het verschijnsel. Dit laatste leidde tot de noodzaak hier en daar diep op de stof in te gaan. Nadat is ingegaan op de oorzaken van stip en de omstandigheden die het optreden ervan beïnvloeden, is beschreven welke maatregelen de teler kan nemen om het optreden van stip te voorspellen.

Hoewel het zeker niet zover is dat de telers met de in deze mededeling verstrekte informatie stip geheel kunnen voorkomen of bestrijden, zijn we er toch van overtuigd dat deze kennis hen meer bewust kan maken van de omstandigheden (grondsoort, teeltmaatregelen, weersomstandigheden) die het optreden van stip in gunstige dan wel in ongunstige zin beïnvloeden.

Ir. R.K. Elema,
Directeur.

1. Inleiding

In een oude publikatie van Mulder (1951) wordt stip in appels als een cultuurverschijnsel beschreven. De samenhang met een uitgebreid complex van handelingen in de boomgaard was toen al aanleiding het optreden mede toe te schrijven aan de manier waarop de teelt wordt bedreven. Zo hebben allerlei maatregelen tot produktieverbetering, zoals rassenkeuze, ziektebestrijding, snoei, vruchtdunning, grondkeuze, bodembehandeling, bemesting en de laatste jaren ook de onkruidbestrijding, tot gevolg dat de groei van de appelvrucht binnen de grenzen van de erfelijke aanleg zo sterk mogelijk wordt opgevoerd. Bovendien zijn sommige geteelde rassen van nature grootvruchtig of weinig produktief en onregelmatig dragend waardoor de vruchtgroei eveneens wordt bevorderd. Juist grote vruchten zijn gevoelig voor stip.

Over de achtergronden van stip zijn we tegenwoordig vrij goed ingelicht. Het is een cel-fysiologisch vraagstuk met de calciumvoorziening van de vrucht als centraal thema. Bij sterk uitgroeien door celvergroting ontstaat relatief calciumtekort, waardoor evenwichten in het functioneren van de vruchtcel gemakkelijk worden verbroken, vooral bij een hoge ademhalingsintensiteit tijdens de bewaring.

Mulder merkt op: "Wie stip afdoende wil bestrijden zou een stap terug moeten doen in de ontwikkeling van de appelteelt". Hoe juist deze uitspraak in de grond ook moge zijn, het zou van weinig werkelijkheidszin getuigen als men bij het zoeken naar oplossingen de huidige, door economische factoren bepaalde teeltomstandigheden en rassenkeuze niet als een gegeven uitgangspunt beschouwde. Van verschillende kanten, ook internationaal, wordt de mening uitgesproken dat het stip de laatste tien tot twintig jaar nog verder zou zijn toegenomen. Ten dele kan dit al worden verklaard uit de bewaring van een steeds groter deel van het fruit, waardoor de bij de pluk nog verborgen kwaal op een later tijdstip aan het licht komt. Uit hoofdstuk 5 zal daarnaast blijken dat er sedert de aangehaalde publikatie van Mulder nog verdere veranderingen in de teeltomstandigheden hebben plaats gevonden, die deze toename mede kunnen verklaren.

Over stip wordt steeds vaker gepubliceerd. Van de al omstreeks 1869 op gang gekomen stroom van geschriften dateert minstens driekwart van de laatste twintig jaar (Bünemann, 1972). Daaruit krijgt men de indruk dat stip in alle appelteeltcentra van de wereld een groot probleem is. Twee Europese symposia, in 1969 te Groningen en in 1974 te Bonn, werden aan stip gewijd. In 1977 werd in de Verenigde Staten een symposium over de CA-voeding van planten gehouden. Vooruitgang werd de laatste jaren vooral geboekt bij het onderdrukken van stip door calciumbesputtingen en bij de voorspelling van de kans op stip mede op grond van gegevens van de vruchtenbladanalyse. Over de achtergronden - de mineralenhuishouding in het gewas - is veel meer bekend geworden, niet in het minst dank zij onderzoekstechnieken waarbij radioactief calcium wordt gebruikt.

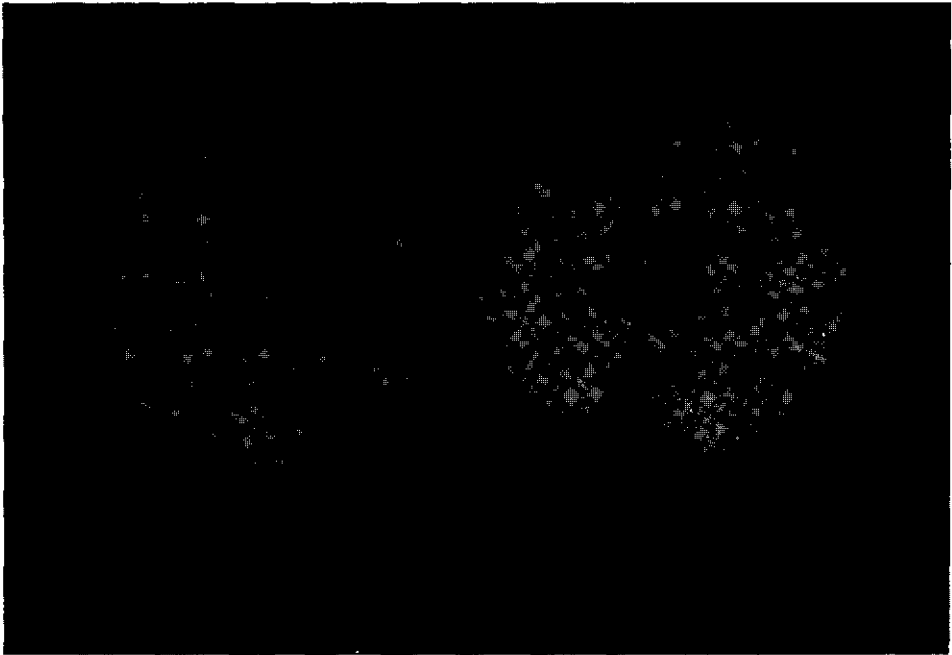
De omvang van het onderzoek weerspiegelt de economische betekenis van het vraagstuk. In Nederland mag men de directe verliezen, door uitsorteren van stippige vruchten bij de pluk of na bewaring, in normale 'niet-stip' jaren wellicht op 4 % schatten. Bij de huidige totale produktiewaarde van onze drie gevoeligste rassen Cox's Orange Pippin, James Grieve en Schone

van Boskoop van ongeveer f 100 miljoen (middenprijs f 0,70 per kg) komt dit neer op ca. f 4 miljoen. In echte stipjaren kan zeker 10 % uitval worden verwacht waaraan dan nog uitval door andere met stip samenhangende afwijkingen, voornamelijk zacht, moeten worden toegevoegd. Stip komt dan bovendien ook in andere rassen wel voor, zoals Golden Delicious. Gaat men uit van goede fruitprijzen dan bedraagt de directe schade in stipjaren al spoedig f 12 miljoen. Daarnaast is er in zulke jaren indirecte schade omdat in te veilen partijen kans op uiterlijk niet waarneembaar inwendig stip bestaat. Dit werkt voor de betreffende appelrassen over de hele linie prijsdrukkend. Het ligt dus voor de hand dat aan onderzoek over stip veel aandacht wordt besteed.

Het doel van deze publikatie is een overzicht te geven van de huidige stand van kennis omtrent de achtergronden van het verschijnsel, de omstandigheden die de stipgevoeligheid beïnvloeden, de maatregelen ter onderdrukking van stip en de methoden waarmee stip en daarmee de bewaarbaarheid van het fruit tot op zekere hoogte kunnen worden voorspeld.

2. Symptomen van stip

Dicht onder de schil van min of meer rijpe vruchten ontwikkelen zich droge plekken bestaande uit bruin, sponsachtig weefsel van afgestorven cellen. Deze bevinden zich aan de uiteinden van de vaatbundels, wat op een samenhang met de waterhuishouding van de vrucht wijst. De stipplekken zitten overwegend in het buitenste deel van de vruchtschors, in de neushelft en eventueel ook in het sterkst uitgegroeide deel van de appel (afb. 1). In ernstige gevallen worden ze tot dicht bij het klokhuis aangetroffen. De

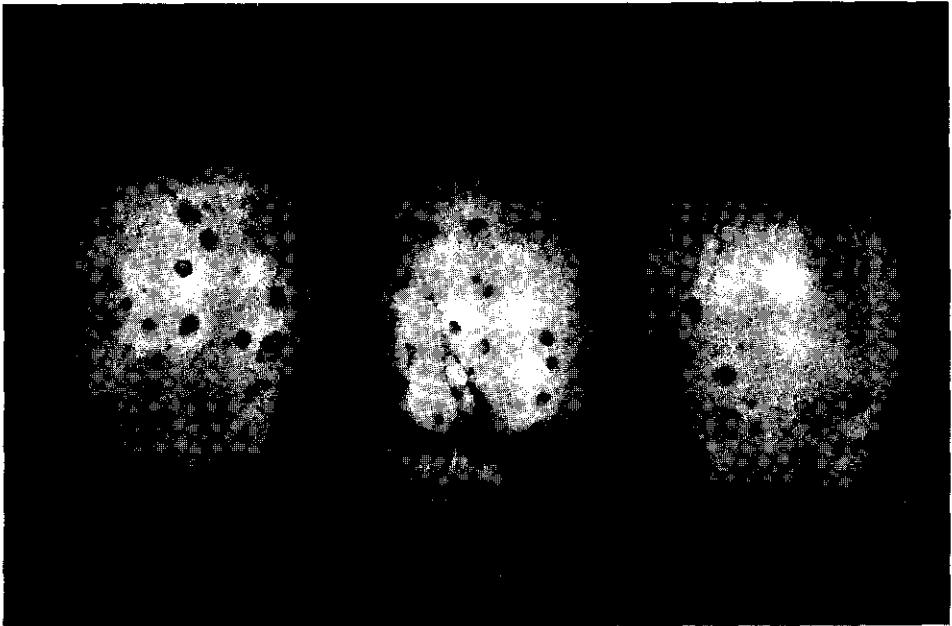


Afbeelding 1: Inwendig stip bij eenzijdig uitgegroeide Schone van Boskoop.

Figure 1: Internal pit in asymmetrically grown fruit of Beauty of Boskoop.

verdeling van de stippen over het vruchtvlees, alleen aan de buitenkant of meer inwendig, is niet steeds dezelfde en hangt o.a. samen met het appelras.

Sommige stipplekken liggen zo dicht onder de oppervlakte dat ze of uitwendig door de schil heen zichtbaar zijn of ter plaatse door uitdroging een onregelmatig gevormd onscherp begrensd putje vormen (afb. 2).



Afbeelding 2: Humor bij de naamgeving van een Amerikaans appelras? "Sir Prize", een schurftresistent, grootvruchtig (triploïd) ras met als kruisingsouders o.a. *Malus floribunda*, Rome Beauty en tetraploïde Golden Delicious, bleek verrassend gevoelig voor stip. Aanvankelijk werd dit ras "Pride" genoemd. Wellicht betekent triploiditeit een extra risico voor stipgevoeligheid.

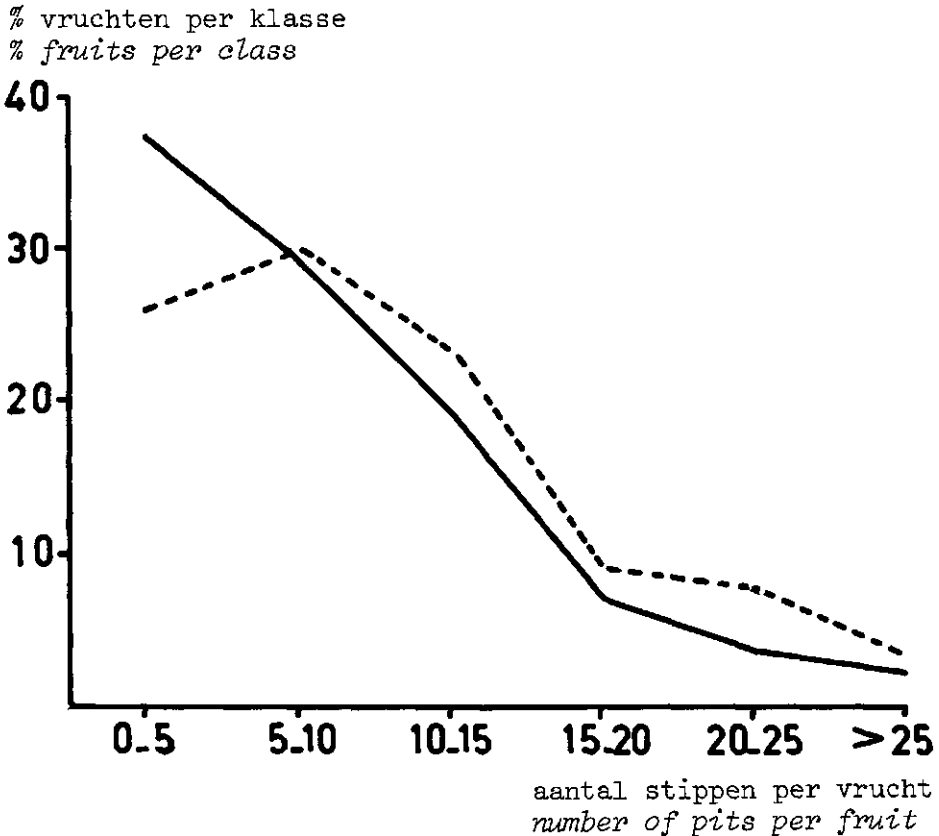
Figure 2: Humour in the name-giving of an American apple cultivar? "Sir Prize", a scab-resistant, large fruited (triploid) cv. with a.o. Malus floribunda, Rome Beauty and tetraploid Golden Delicious as breeding parents, has proved to be surprisingly susceptible to bitter pit. Perhaps triploidity holds an extra risk of susceptibility to bitter pit.

Als de schil zelf niet afsterft, wordt deze inzinking gekenmerkt door een diepere (rode, gele of groene) kleur dan de omgeving. In ernstige gevallen of bij bepaalde rassen, o.a. Cox's Orange Pippin, kunnen de stipplekken zo oppervlakkig liggen dat de schil ter plaatse afsterft, waarbij scherp begrensd opvallend donkerbruine ingezonken tot 1 cm grote plekken ontstaan die aan een vorm van rot doen denken. Deze vaak apart onderscheiden vorm van zeer oppervlakkige stipplekken wordt wel aangeduid met rotstip of lenticel-vlekken (Duits: Lentizellenflecken; Engels: lenticel bloten pit). Onlangs hebben Van der Scheer e.a. (1977a) voorgesteld hiervoor de aanduiding schilstip te gebruiken. Secundair kunnen zich op zulke plekken schimmels ontwikkelen, o.a. *Phoma macrostomum*, maar regel is dit niet.

Gewoonlijk ontwikkelt stip zich afhankelijk van de wijze van bewaring binnen enkele weken na de pluk (bewaarstip). Uitwendig stip wordt soms aan de boom al kort vóór de pluk zichtbaar, het meest bij vroegrijpende rassen en op zandgronden, maar soms ook wel bij latere rassen en op andere grondsoorten. In zulke gevallen spreekt men van boomstip. Bij bewaring kan zich

in zo'n partij nog meer stip ontwikkelen, maar niet veel (afb. 3). Tussen boom- en bewaarstip bestaat geen wezenlijk verschil.

Bij licht aangetaste vruchten is van buiten vaak niets te zien (inwendig stip). Het totale percentage vruchten met stip is in werkelijkheid dan ook groter dan uitwendig blijkt. Na uitsorteren blijft zo'n partij dus nog enigszins verdacht. Naarmate het percentage stippige appels toeneemt, neemt ook de graad van aantasting per appel toe, zij het slechts weinig (Van Lune, 1972).



Afbeelding 3: Frequentieverdeling over 6 klassen van uitwendige stipaantasting van een partij Golden Delicious appels bij de pluk op 18 oktober 1973 (boomstip, _____) en na bewaring tot 23 november in een koelcel (-----).

Figure 3: Frequency distribution over 6 classes of numbers of external pits of a lot of Golden Delicious apples at picking (18th October 1973, (tree pit, _____) and after cold storage until 23rd November (-----)).

De gevoeligheid voor stip wordt door omstandigheden tijdens de vruchtgroei bepaald. Bewaaromstandigheden beïnvloeden deze vrijwel niet. Voor het verschijnen van de stipplekken is echter een aanleiding nodig. Deze kan liggen in een schok in de waterhuishouding of in een hoge ademhalingsintensiteit. Op de laatste heeft de bewaring wel invloed zodat de snelheid van het tevoorschijn komen van de stipsymptomen mede van de bewaaromstandigheden afhangt (zie 5.3).

Volledigheidshalve moet hier op een verschil met de symptomen van boriumgebrek worden gewezen. In het verleden is wel eens verband gelegd tussen stip en de boriumvoorziening van het gewas, omdat bespuitingen met borax soms een gunstige invloed hadden op het percentage stip, zij het sterk wisselend (Van Stuivenberg en Pouwer, 1950; Van der Boon en Das, 1969). Bij echt boriumgebrek, in ons land vrijwel onbekend, komen in vruchten van allerlei grootte weliswaar ook stipachtige plekken in het vruchtvlees voor maar dichter bij het klokhuis en niet geconcentreerd onder de schil. Het afsterven van het weefsel begint in een veel vroeger stadium van de vruchtgroei, als de vrucht het vermogen tot celdeling nog niet heeft verloren. Er treedt daarbij kurkvorming op (kurkstip), wat bij gewoon stip niet het geval is. Bij boriumgebrek worden sommige vruchten misvormd en vertonen ze scheuren. Een ander symptoom is dat bij jonge scheuten de toppen kunnen insterven. Het gebrek kan met borax-bespuitingen gemakkelijk worden opgeheven.

Bij microscopisch onderzoek van stipplekken vallen enkele kenmerken op. Deze zijn mede aanleiding geweest tot het opstellen van ten dele al weer verouderde theorieën over het ontstaan van stip. De bruin verkleurde cellen bevatten opvallend veel zetmeel in vergelijking tot het naburige nog gezonde weefsel. Dit wijst erop dat de stipplekken het vermogen om zetmeel in suiker om te zetten al vóór de rijping hebben verloren. De wanden van de afgestorven cellen zien er iets verschrompeld uit maar celdeling of kurkafzetting heeft niet plaatsgevonden, wat op een relatief laat begin van het afsterven wijst. Bij electronenmicroscopisch onderzoek blijkt dat de plasma-inhoud van de bruine cellen volledig te gronde is gegaan met uitzondering van de mitochondriën, orgaantjes die een rol spelen bij de ademhaling.

Op de eveneens grote chemische verschillen tussen afgestorven en nog levend weefsel zal later nog worden ingegaan.

3. Samenhang met zacht en andere afwijkingen

Partijen appels die gevoelig zijn voor stip zijn dat gewoonlijk ook voor enkele andere afwijkingen bij de bewaring. Dat is vooral duidelijk het geval met 'zacht'. De omstandigheden waaronder vruchten stippig of zacht worden, zijn echter verschillend.

Zacht kan worden opgevat als een vroege vorm van afleving of ouderdomsbederf. Het vruchtvlees van de schors verkleurt iets, wordt zacht en melig, eerst pleksgewijs maar bij langer bewaren wordt de hele vrucht zacht. De vaatbundels in het zacht geworden weefsel verkleuren bruin. Soms is uiterlijk aan de vruchten niets te zien en merkt men de kwaal alleen doordat de vruchten sponsachtig aanvoelen. Vaak bestaan de eerste symptomen echter uit een dofpe lichte bruinverkleuring in de schil. Zacht hangt samen met een gevorderde rijpingstoestand van de vrucht. Wordt de kans op stip bij later plukken kleiner, bij zacht neemt deze juist iets toe.

Stip ontwikkelt zich in het koelhuis al na enkele weken en vrij snel. Het neemt bij langer bewaren weinig meer toe. Zacht begint echter pas op te treden na lange bewaring en het wordt erger naarmate men langer bewaart.

In dezelfde partij kan zowel stip als zacht voorkomen. De percentages zijn dan duidelijk gecorreleerd, zoals gedemonstreed wordt aan de bewaarresultaten van 64 partijen Cox's Orange Pippin appels afkomstig van verschillende veldjes van een proefveld te Oosthuizen (tabel 1). Bij vroeger of later plukken dan in deze proef en bij andere bewaarduur zou zo'n samenhang ook zijn gevonden maar op verschillend niveau van stip en zacht.

Tabel 1: Samenhang tussen de percentages stip en zacht in verschillende partijen Cox's Orange Pippin appels van één proefveld, na koelhuusbewaring; geplukt 21 september 1971, geruimd 25 januari 1972.

Table 1: Relationship between bitter pit and breakdown in a number of lots of Cox's Orange Pippin apples of one field experiment, picked on 21st September 1971, after cold storage until 25th January 1972.

stipklasse bitter pit class	zacht breakdown
%	%
0 - 1	1,0
2 - 5	4,2
6 - 10	4,2
11 - 20	7,1
21 - 40	8,1

Ook voor afzonderlijke appels, vooral bij niet-vroege of bij late pluk, geldt dat stip en zacht kunnen samengaan. In een partij uit de Wilhelminapolder werden vruchten zonder uitwendig stip na koelhuusbewaring ingedeeld naar het voorkomen van lichtbruine oppervlakkige verkleuringen in de schil (de beginsymptomen van zacht). Na doorsnijden bleek dat de vruchten met schilverkleuring inwendig meestal ook stippig waren (tabel 2).

Tabel 2: Samenhang tussen bruinverkleuring in de schil (beginsymptoom van zacht) en inwendig stip in individuele vruchten Cox's Orange Pippin; geplukt 14 september 1972, geruimd 24 januari 1973.

Table 2: Relationship between darkening of the skin (early symptom of internal breakdown) and internal pit observed in individual fruits Cox's Orange Pippin picked on 14th September 1972, after cool storage until 24th January 1973.

schilbruin darkening of the skin	vruchten zonder of met inwendig stip fruits without or with internal pit %	
	-	+
-	88	12
+	18	82

Zacht komt bijna uitsluitend voor in grote vruchten. Ook voor stip geldt dat grote vruchten gevoeliger zijn dan kleine, maar in ernstige gevallen, vooral bij slecht dragende bomen, worden ook de kleine maten stippig.

Zacht komt meer voor bij gewone dan bij C.A.-bewaring en binnen de grenzen van koele bewaring ook meer bij hogere temperaturen. Vooral calciumarme vruchten zijn gevoelig voor zacht. Daarnaast is wel een samenhang met een lage fosfaattoestand van de vruchten gevonden.

Nauw verwant met zacht is het ouderdomsbederf (eveneens senescent breakdown genoemd). Ook dit hangt samen met een lage calciumtoestand en met de omstandigheden tijdens de vruchtgroei. De symptomen komen veel overeen met die van zacht maar ze treden later op, tegen het eind van de bewaarperiode. Op de schil verschijnen donkere vlekken, de vrucht wordt zacht, het eerst aan de buitenkant, de neushelft en de gekleurde zijde. Ouderdomsbederf wordt als een normaal aflevingsverschijnsel opgevat. Het treedt vooral op bij overrijpheid en te lange bewaring. Ook hierbij kan de gevoeligheid worden verminderd door calciumbespuitingen.

Bij Notarisappels is door Keijer en Dijksterhuis (1956) een samenhang gevonden tussen 'neusscald' en stip. Vruchten met kleine soms samenvloeiende donkerbruine vlekjes op de schil in de neushelft waren meestal ook stippig (de vraag is of het hier wel dezelfde verschijnselen betrof als die bij zacht en ouderdomsbederf, de beschreven symptomen doen ook aan schilstip denken). De samenhang kan gedeeltelijk uit de vruchtdracht en -grootte worden verklaard omdat ook scald bij voorkeur in grote vruchten van slecht dragende bomen optreedt.

Melig bederf na glazigheid (water core breakdown), een weinig voorkomend verschijnsel, gaat eveneens samen met een lage calciumtoestand en hoge K/Ca-verhouding in de vruchten. Vertonen de vruchten al bij de pluk ernstige glazigheid (veroorzaakt door het uitreden van sap in de intercellulaire holten), dan ontwikkelen ze dit bederf meestal vrij vroeg tijdens de bewaring. Het bederf wordt in verband gebracht met ophoping van sorbitol in de vruchten.

Ten slotte hangt ook de gevoeligheid voor Gloeosporiumrot en waarschijnlijk ook die van andere vormen van rot tijdens de bewaring, samen met een lage calciumtoestand van de vrucht.

4. Fysiologische achtergronden

Het optreden van stip wordt door talrijke boom-, teelt-, bodem- en weerfactoren beheerst (hoofdstuk 5). Voor het begrijpen van de relaties met de groeiomstandigheden is het nodig vooraf kennis te nemen van oude en nieuwe theorieën over het ontstaan van stip.

4.1 Oude theorieën

De denkbeelden over het ontstaan van stip concentreerden zich al vroeg op de waterhuishouding van de vrucht. Deze werden ingegeven door de aard van de symptomen en de invloed van omstandigheden tijdens de groei en de bewaring. Over de mineralenhuishouding van het gewas was aanvankelijk uiteraard weinig bekend. Er werd verondersteld dat het afsterven van weefsel in stipplekken het gevolg zou zijn van plaatselijke uitdroging aan de uiteinden van vaatbundels. Bij nog niet geplukte vruchten wordt deze veroorzaakt door wateronttrekking door de bladeren. In perioden van sterke transpiratie en moeilijke vochtopname door de wortels dienen de vruchten als waterreservoir voor de bladeren. Uit de waarneming dat verwelking en bladval bij droogte eerder optreden aan slecht dan aan goed dragende bomen zou men kunnen afleiden dat juist bij slechte dracht de sterkste wateronttrekking per vrucht plaats vindt. Tijdens de rijping is de vrucht hiervoor zeer gevoelig. Vooral bij stipgevoelige rassen vindt de omzetting van zetmeel in suiker zeer onregelmatig over het vruchtvlies verdeeld plaats. De wateronttrekking is dan ook onregelmatig en betreft vooral celgroepen waarin nog veel zetmeel zit, dicht onder de schil en bij de uiteinden van de vaatbundels. Hier droogt het weefsel het sterkst in waardoor afsterving volgt. Op deze wijze zou boomstip kunnen ontstaan, vooral in perioden van sterke transpiratie tijdens de rijping. Factoren die hierbij een rol spelen, zijn: de weersomstandigheden, de vochttoestand van de grond en de blad/vrucht-verhouding. De laatste hangt af van de vruchtdracht, de bladstand en eventuele hergroei van scheuten.

Gewoonlijk ontwikkelt stip zich echter na de pluk, tijdens de bewaring. Door vroege pluk zou een schok in de watervoorziening van de vrucht worden veroorzaakt. De aanvoer langs de vruchtsteel is dan nog van betekenis omdat zich hierin nog geen afsluitende kurklaag heeft gevormd. De verdamping aan de vruchtschil put daarna uit de vochtvoorraad van de vrucht zelf en gaat wederom ten koste van bepaalde celgroepen. Bovendien kan weefsel in de omzetting van zetmeel reeds is voltooid, water onttrekken aan weefsel waarin nog veel zetmeel zit. De uitdroging vindt dus ongelijkmatig plaats. Het ligt bij deze voorstelling van zaken voor de hand dat stip zich het snelst ontwikkelt bij lage relatieve luchtvochtigheid tijdens de bewaring.

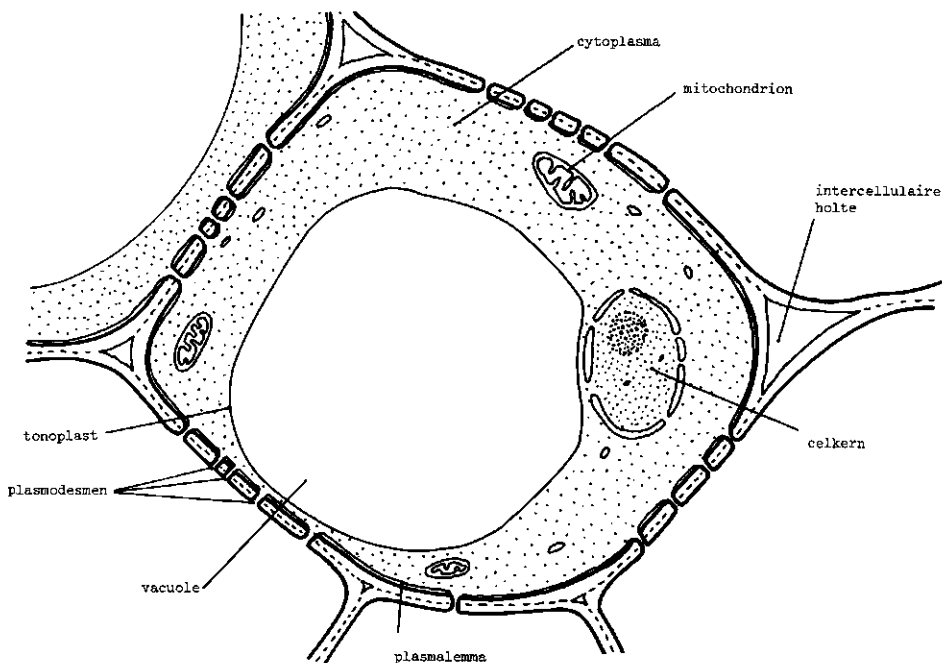
De theorie van de wateronttrekking werd lange tijd aanvaard al kon de invloed van sommige omstandigheden tijdens de vruchtgroei op het optreden van stip na bewaring niet zonder meer worden verklaard. Smock (1941) heeft deze gedachtengang echter verdiept en opnieuw actueel gemaakt door de wateronttrekking in verband te brengen met verschillen in osmotische waarde tussen bladeren en vruchten en tussen verschillende delen van de vrucht.

ding vormt het tweewaardige Ca bruggen tussen de pectine-moleculen en andere wandbestanddelen, die onderling hecht worden verbonden zodat een stevige wandstructuur ontstaat. Bij Ca-gebrek verdwijnt dit effect waardoor het weefsel te gronde zou gaan. Deze verklaring vindt weinig aanhang meer omdat waarnemingen over het effect van Ca op de eigenschappen van celwanden van andere planteweefsels hiermee in strijd zijn. Bovendien kan het bij stip duidelijk merkbare antagonistische (tegenwerkende) effect van kalium en magnesium op deze wijze niet goed worden verklaard.

Van calcium zijn verder enkele enzymfuncties bekend. Eén daarvan is de activering van α -amylase, een zetmeelsplitsend enzym. Bij de rijping van de vrucht wordt zetmeel omgezet in sucrose met als tussenproducten glucose en fructose. Dit gebeurt onder invloed van α -amylase. Ca-gebrek zou deze reactie verhinderen. De veel grotere hoeveelheid zetmeel en het lagere gehalte aan totaal-suiker in stippig weefsel vergeleken met omringend weefsel geven steun aan deze hypothese. Deze functie van calcium is echter specifiek, d.w.z. kan niet door andere ionen worden vervangen. Ook in dit geval kan het K-Ca en Mg-Ca-antagonisme in de vrucht niet worden verklaard.

Functies van calcium die eveneens aanleiding kunnen geven tot speculaties omtrent het ontstaan van stip, zijn voorts de positieve invloed op de hormoonproductie, de ademhalingsactiviteit van mitochondriën (orgaan-tjes die de energieoverdracht regelen) en de produktie van vitamine-C.

Door chemische analyse van gezond en stippig weefsel en door electro-nmicroscopisch onderzoek is de laatste jaren veel meer bekend geworden over een functie van calcium die waarschijnlijk de sleutel tot het stip-



Afbeelding 4: Sterk vereenvoudigd model van een plantecel.

Figure 4: Simplified model of a plant cell.

probleem vormt. Deze betreft de stabiliserende invloed op de doorlatendheid van celmembranen (scheidingswanden). De volgende theorie over het ontstaan van stip wordt thans algemeen aanvaard (Bangerth, 1970, 1974b; Van Goor, 1968). Voor een goed begrip moet eerst een indruk van het functioneren van een plantecel worden gegeven (afb. 4).

Elke levende cel bevat een levend gedeelte, het protoplasma, en één of meer vochtblazen, de vacuolen. Het protoplasma bevat de celkern, talrijke orgaantjes en nog andere bestanddelen. Het deel zonder de celkern wordt cytoplasma genoemd. Het staat met andere cellen in verbinding via poriën in de celwand (plasmodesmen). De orgaantjes in het cytoplasma onderhouden allerlei levensprocessen. Zo regelen de mitochondriën de energieoverdracht via adenosine-trifosfaat (ATP). De vacuolen zijn bij een jonge cel nog zeer klein. Naarmate de cel groeit nemen ze een steeds groter deel van de celinhoud in beslag. Vaak ontstaat uit meerdere kleine vacuolen één grote. Bij volwassen vruchtcellen bestaat de inhoud bijna geheel uit de vacuole en ligt het cytoplasma als een dunne film tegen de celwand. De vacuole bevat een helder vocht waarin allerlei stoffen zijn opgelost zoals sucrose, minerale zouten, organische zuren en daarvan afgeleide zouten. Verder fenolen, eiwitten, enzymen, kleurstoffen, enz.

De vacuole moet worden opgevat als een opslagplaats voor produkten van de stofwisseling zoals reserves (sucrose, aminozuren) en niet-buikbare afscheidingsprodukten waarvan sommige voor het cytoplasma schadelijk zijn, bv. organische zuren en phenolen. Daarnaast dient de vacuole als vochtreservoir.

Het cytoplasma, waarin alle levensprocessen plaats vinden, is van de vacuole gescheiden door een membraan, de tonoplast. Deze gedeeltelijk doorlatende wand maakt selectief transport van allerlei stoffen tussen cytoplasma en vacuole mogelijk en heeft voor het cytoplasma tevens een beschermende functie. Ook aan de buitenkant, tegen de celwand aan, is het cytoplasma van z'n omgeving gescheiden door een membraan. Deze, de plasmalemma, stelt de cel in staat slechts bepaalde stoffen uit de vloeistofoplossing waarmee de celwand is doordrenkt, in gewenste verhoudingen op te nemen of daaraan af te staan.

Het ligt voor de hand dat de plasmamembranen bijzondere eigenschappen moeten bezitten om actief en selectief transport (opname, afgifte) mogelijk te kunnen maken. Het passief en ongeordend binnendringen van allerlei stoffen zou de levensvatbaarheid van het cytoplasma immers in gevaar brengen. Het is nu gebleken dat de binding van calciumionen aan de membranen een stabiliserende invloed uitoefent op hun selectieve eigenschappen. Vermoed wordt dat dit door vernauwing van poriën gebeurt, waardoor vooral voor niet-electrolyten een beperkte doorlatendheid ontstaat.

De negatieve ladingen aan de membraanoppervlakken kunnen echter ook door andere positief geladen (Kat)ionen worden bezet. Bij sterke aanvoer van K- en Mg-ionen langs de zeevaten wordt Ca door uitwisseling verdrongen, het sterkst uiteraard in de buurt van de aanvoerbaan, dus de uiteinden van de vaatbundels. Het membraan verliest daardoor z'n selectieve eigenschappen en begint te 'lekker'. Daarbij dringen schadelijke stoffen het cytoplasma binnen waardoor dit afsterft. Uit electronenmicroscopisch onderzoek is gebleken dat de membranen in stipplekken te gronde zijn gegaan en dat cytoplasma- en vacuoleinhoud zich gedeeltelijk hebben gemengd. Zo zou de waargenomen verhoogde ademhalingsintensiteit van calciumarme vruchten, al vóór het stippig worden, kunnen worden verklaard uit het binnendringen van appelzuur en sucrose, uit de vacuolen, in het cytoplasma. Dit zijn ademha-

lingssubstraten die in de vacuole worden opgeslagen.

Hoewel het tweewaardige Mg-ion een veel sterker verdringend vermogen bezit dan het éénwaardige K-ion (in de praktijk kan stip worden bevorderd door magnesiumbespuitingen!), speelt het K-ion bij de verdringing van calcium de belangrijkste rol. Het komt nl. in veel hogere concentraties voor dan Mg en Ca. Dit blijkt uit de gehalten op de droge stof die in volgroeide vruchten van Cox's Orange Pippin voor K ongeveer variëren van 0,70 tot 1,20 %, voor Mg van 0,025 tot 0,040 % en voor Ca van 0,020 tot 0,045 %.

Bij de verdringing speelt het van nature lage calciumgehalte van appelweefsel uiteraard een grote rol. Dit calcium bevindt zich bovendien grotendeels in de celwand en in de vacuole zodat de K/Ca- en Mg/Ca-verhoudingen aan de membraanoppervlakken nog veel groter zullen kunnen zijn dan de bovenstaande gehalten suggereren. Omstandigheden die de aanvoer van calcium naar de vrucht beperken of die de vruchtgroei bevorderen, wat een verdunningseffect op Ca heeft (zie de hoofdstukken 4.2.3 en 5), werken de verdringing nog verder in de hand.

De grote betekenis van kalium blijkt onder meer uit de nauwe samenhang tussen de K/Ca-verhouding in verschillende zônes van het vruchtvlees en de stipgevoeligheid zoals die uit het optreden van stipplekken naar voren komt (tabel 3). Deze variaties zijn voor een groot deel door het K-gehalte veroorzaakt.

Tabel 3: K/Ca (% / %)-verhoudingen in de droge stof van weefeldelen van Golden Delicious-appels zonder en met boomstip; -----, ----- en =====: respectievelijk iets, matig en veel stippen in het betreffende geanalyseerde vruchtwefsel.

Table 3: K/Ca (% / %)-ratios in the dry matter of parts of the flesh of Golden Delicious apples without and with tree pit; -----, ----- and =====: somewhat, moderately and severely pitted flesh.

vruchthelft fruit half	vruchten / fruits					
	gezond / healthy			boomstippig / with tree pit		
	bij klokhuis <i>near core</i>	midden <i>middle</i>	bij schil <i>near skin</i>	bij klokhuis <i>near core</i>	midden <i>middle</i>	bij schil <i>near skin</i>
boven/upper	32	34	36	46	<u>79</u>	<u>77</u>
onder/lower	38	46	51	<u>64</u>	<u>81</u>	<u>100</u>

De bovengeschetste situatie is geheel het gevolg van de groei- en voedingsomstandigheden van de vrucht tot aan het moment van de pluk. Stipplekken ontstaan soms echter pas na verscheidene weken bewaring en de snelheid waarmee ze zichtbaar worden hangt mede af van de bewaaromstandigheden (luchtvochtigheid, -samenstelling, temperatuur). Daaruit moet men afleiden dat het te gronde gaan van celgroepen ook van vochtverlies afhangt. Verondersteld wordt dat de vergrote doorlatendheid van de membranen niet alleen voor de opgeloste stoffen maar ook voor het water in de vacuole geldt.

Cellen in de buurt van de vaatbundels raken daardoor bij transpiratie het meeste water kwijt. Dit leidt tot concentratieverhoging en uitdroging.

4.2.2 *Chemische veranderingen in stipweefsel*

Bij pogingen om het ontstaan van stip te verklaren is op uitgebreide schaal gebruik gemaakt van analyses van vruchtweefsel. Zo prepareerde Bangerth (1970) afgestorven weefsel uit stipvruchten en vergeleek hij de samenstelling ervan met die van gezond weefsel uit overeenkomstige plekken van niet-stippige vruchten. Hij vond talrijke duidelijke verschillen. De vraag was daarbij of deze kenmerkend waren voor het verschijnsel stip en of ze oorzaak dan wel gevolg waren van het afsterven van het weefsel.

Stipplekken bleken een hoger gehalte aan organische zuren te bezitten dan gezond weefsel. Het titreerbare (vrije, niet aan een kation gebonden) deel daarvan was echter kleiner en de pH van het extract van stipweefsel was hoger. Dit wijst op een relatief sterke binding van de organische zuren in zoutvorm (in dit geval voornamelijk K-zouten) in de stipplekken.

Ook de totaal-stikstof-, amide- en eiwitgehalten waren in stipplekken het hoogst. De samenstelling van de aminozuren verschilde daarbij weinig. Hogere gehalten werden voorts gevonden aan K, Ca en vooral Mg; het laatste gehalte was ca. 6 x zo hoog als in gezond weefsel. Het totaal-suiker gehalte en het gehalte aan reduceerbare suikers waren in stipplekken lager; het zetmeelgehalte hoger. Tenslotte werd meer pectine gevonden.

Dergelijke verschillen tussen dood en levend weefsel zijn niet alle karakteristiek voor stip. De meeste worden ook gevonden bij weefsel dat door andere oorzaken is afgestorven, bijvoorbeeld door mechanische beschadiging bij Jonathan-spot en kurkvlekken. De chemische veranderingen kunnen daarom secundair zijn en ontstaan zijn door transport van stoffen uit levend naar dood weefsel. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij uitdroging waarbij uitsluitend water aan het afgestorven weefsel wordt onttrokken. De aangevoerde stoffen hopen zich dan ter plaatse op.

Wel karakteristiek voor stip waren echter de hogere gehalten aan organische zuren, K en vooral Mg. Dit verschijnsel en de ervaring dat kalium- en magnesiumbespuitingen stip verergeren en calciumbespuitingen deze verminderen, heeft steun gegeven aan de reeds vermelde theorie dat stip in calciumarm weefsel ontstaat door verdringing van Ca-ionen aan de membranen door K- en Mg-ionen. Om het basische effect van het binnendringen van de vacuoleinhoud in het cytoplasma tegen te gaan produceert de cel meer organisch zuur.

De vraag komt nu naar voren welke factoren de veranderingen in de K-, Ca- en Mg-gehalten van vruchten beheersen. De voeding van de boom via de wortels blijkt daarbij weliswaar een rol te spelen maar zeker geen overheersende. Het zijn veel meer de vruchtgroei, de blad/vruchtverhouding en de transpiratie van bladeren en vruchten die de minerale voeding van de vrucht beheersen. De invloed daarvan komt door een ingewikkeld transport van mineralen en suikers tot stand.

4.2.3 *Transport van calcium.*

Bij vergelijking van de samenstelling van verschillende plantedelen valt op dat vruchten zeer lage calciumgehalten bezitten. Zo bedragen deze

in de droge stof van bladeren, afhankelijk van positie en leeftijd, ongeveer 0,8 tot 3,0 % Ca, in bast 2,0 tot 4,0 %, in hout 0,1 tot 0,5 %, in wortel 1,0 tot 2,0 %, maar in plukrijpe appels 0,020 tot 0,050 %. In bepaalde delen van de vrucht komen nog lagere gehalten voor, nl. tot minder dan 0,010 % dicht onder de schil van de neushelft van stippige vruchten.

Kaliumgehalten vertonen veel kleinere verschillen: in blad bedragen ze 0,6 tot 2,5 %, in bast 0,7 tot 1,2 %, in hout 0,2 tot 0,4 %, in wortel 0,4 tot 0,8 % en in vruchten bij de pluk 0,7 tot 1,2 % K.

Ook de verschillen in magnesiumgehalten zijn kleiner dan bij calcium. In blad wordt 0,2 tot 0,4 %, in bast 0,1 tot 0,2 %, in hout 0,03 tot 0,07 %, in wortel 0,10 tot 0,15 % en in vruchten 0,03 tot 0,05 % Mg gevonden.

Het opvallend lage calciumgehalte in vruchten moet worden toegeschreven aan het gedrag van dit element bij het transport door de boom. Voor vervoer over lange afstanden beschikt de plant over twee systemen: de houtvaten (het xyleem) en de zeefvaten (het floëem). Daarnaast vindt over kleine afstanden, van cel tot cel, transport plaats langs celwanden en in het cytoplasma.

Door de houtvaten wordt water, dat met voedingsstoffen door de wortels is opgenomen, onder invloed van drukverschillen vervoerd naar plaatsen waar door verdamping een onderdruk (zuigkracht) is ontwikkeld. Dit zijn overwegend de bladeren. Ook vruchten, vooral jonge, verdampen en zijn in staat een deel van de xyleemstroom naar zich toe te trekken.

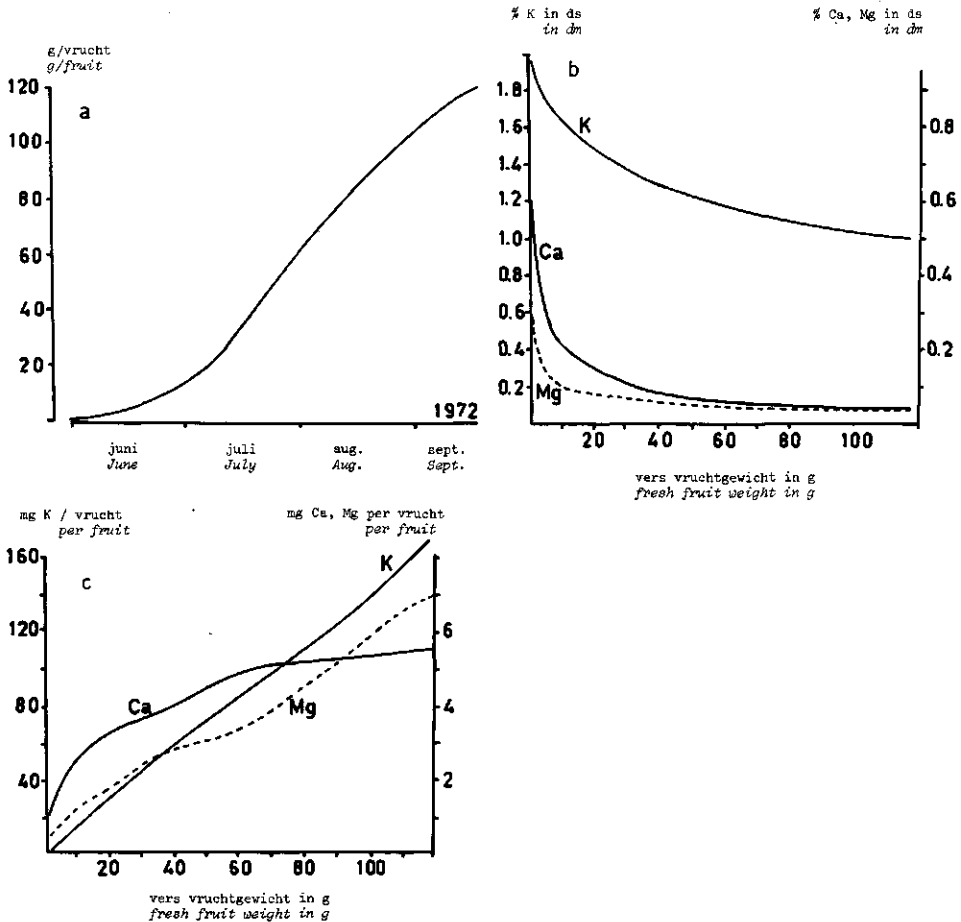
Zeefvaten dienen voor vervoer van energierijke, bij de fotosynthese in de bladeren gevormde suikers. Deze komen in de vorm van opgeloste sucrose in de zeefvaten terecht. Ze worden vervoerd naar plaatsen van verbruik, waar behoefte aan energie door verademing van suiker bestaat, of naar plaatsen van voorraadvorming. Bekende voorbeelden zijn suikertransport van bladeren naar vruchten en wortels, of van reserveweefsels zoals de bast naar jonge groeiende delen. Floëemvocht bevat daarnaast ook andere producten van de stofwisseling en mineralen. De stroming in het floëem komt tot stand door verschillen in suikerconcentraties, volgens ingewikkelde ten dele nog niet begrepen principes. De richting is niet steeds dezelfde en dus omkeerbaar: meristematische (zeer jonge, groeiende) weefsels zoals uitlopende bladeren importeren aanvankelijk. Als de bladeren ongeveer 1/3 van de uiteindelijke grootte hebben bereikt, beginnen ze zelf opgebouwde suikers af te voeren. Het transport naar de vrucht onder invloed van een verschil in suikerconcentratie komt tot stand, doordat in de vrucht sucrose in de vorm van zetmeel aan de oplossing wordt onttrokken.

Het xyleemvocht is allerminst constant van samenstelling. Afgezien van de invloed van opname door de wortels en waterafgifte door de bladeren (waardoor de stroomsnelheid kan veranderen) vinden onderweg voor verschillende mineralen concentratieveranderingen plaats doordat aanliggende weefsels stoffen opnemen of afstaan. Voor calcium is bv. gevonden dat het gehalte in houtvatensap van éénjarige scheuten tijdens de bloei duidelijk hoger is dan in de stam. Dit moet worden toegeschreven aan mobilisatie van Ca uit aanliggend reserveweefsel (jonge bast, mergstralen). In de loop van het seizoen wordt Ca echter uit de xyleemstroom opgenomen en in de aangrenzende weefsels opgeslagen, waardoor de concentratie daalt. Een groot deel van de aangevoerde calcium komt tenslotte in de bladeren terecht. Het wordt hier vastgelegd, bij veroudering van het blad in toenemende mate in de nerven, zodat verder transport, bv. via zeefvaten, grotendeels wordt verhinderd. De vastlegging blijkt o.a. uit een stijging van het Ca-gehalte: in het basisblad van langloten werd bij een onderzoek met Cox's

Orange Pippin op M.9 in 1970 in mei 0,7 % en in begin oktober 1,8 % Ca gevonden.

In het voorgaande kwam naar voren dat vruchten zowel via hout- als zeefvaten vocht krijgen aangevoerd. Voor de calciumvoorziening zijn nu twee omstandigheden van doorslaggevende betekenis: het grote verschil in calciumgehalte tussen xyleem- en floëemvocht en de gedurende de vruchtgroei veranderende verhouding in de aanvoer van beide vloeistofstromen.

Over de samenstelling van floëemvocht van appel is niets bekend. Bemonstering van bruikbare hoeveelheden voor analyse is vrijwel onmogelijk. Onderzoek bij andere plantesoorten waarvan dit vocht wel kon worden verzameld (uit de bloemstengel van de palmlilie (*Yucca flaccida* Haw.) en uit



Afbeelding 5: Vruchtgewicht (a), gehalten (b) en hoeveelheden (c) aan K, Ca en Mg tijdens de vruchtgroei, in een praktijkaanplant van Cox's Orange Pippin.

Figure 5: Fruitweight (a), contents (b), and quantities per fruit (c) of K, Ca and Mg during fruit growth in an orchard of Cox's Orange Pippin.

de bast van de wonderboom (*Ricinus communis* L.)) heeft echter uitgewezen dat het Ca-gehalte in de grootte-orde van 5 tot 15 dpm (delen per miljoen) ligt, terwijl het K-gehalte een factor 100 tot 300 keer zo hoog is.

In het xyleemvocht van appel ligt het Ca-gehalte op een veel hoger niveau, terwijl de K/Ca-verhouding slechts 1 à 2 bedraagt. Aangenomen mag worden dat dit Ca-gehalte minstens 10 keer zo hoog is als in floëemvocht. Het ligt dus voor de hand dat de calciumvoorziening van de vrucht sterk afhangt van de verhouding waarin beide vloeistofstromen worden aangevoerd.

Voor de verdere discussie is het nuttig na te gaan welke veranderingen in samenstelling en in geïmporteerde hoeveelheden mineralen plaats vinden tijdens de vruchtgroei. In afb. 5a, b en c zijn de resultaten weergegeven van een onderzoek met Cox's Orange Pippin op M.9 waarvan de vruchten tussen 30 mei en de pluk op 14 september 1972, 23 keer werden bemonsterd en geanalyseerd. Afb. 5a laat zien dat de vruchtgroei (waarmee de produktie aan droge stof in vruchten nagenoeg parallel loopt) langzaam op gang komt en rond 10 juli haar maximale intensiteit bereikt. Factoren hierbij zijn, afgezien van weersomstandigheden en de daglengte: het tot ca. half juli toenemende bladoppervlak en de door rui toenemende blad/vrucht-verhouding. In de loop van augustus en vooral in september vermindert de vruchtgroei als gevolg van de afnemende daglengte en veroudering van het blad, waardoor ook de fotosynthese afneemt.

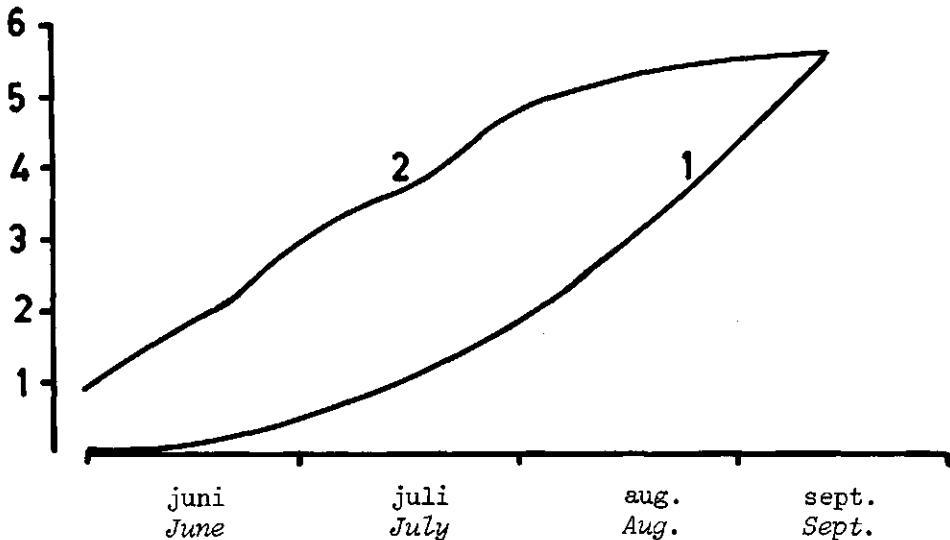
Uit afb. 5b blijkt dat de kaliegehalten in de droge stof tijdens de vruchtgroei dalen (van $\pm 1,9\%$ tot $1,0\%$ K in de plukrijpe vrucht). Deze daling is echter gering vergeleken met die van de Ca-gehalten. In vruchtjes van 0,66 g vers gewicht (eind mei) werd $0,96\%$ Ca gevonden, bij de pluk was dit gehalte ongeveer 30 keer zo laag geworden, nl. $0,030\%$. Ook de Mg gehalten daalden sterk, van $0,33\%$ tot $0,038\%$ Mg, dus ca. 10-voudig.

Gehalteredalingen worden veroorzaakt, doordat de aanvoer van het mineraal tijdens de vruchtgroei achterblijft bij de aanvoer van andere stoffen, zoals assimilaten. In dit opzicht bestaat er tussen K en Ca blijkbaar een groot verschil. De aanvoer van Ca blijft veel sterker achter dan die van K.

Afb. 5c demonstreert ten slotte dat de hoeveelheid K per vrucht vrij goed gelijke tred houdt met de groei, wat ook reeds uit de relatief geringe gehalteredaling kon worden afgeleid. Tijdens de vruchtgroei verandert er in de aanvoer van kalium ten opzichte van die van de assimilaten blijkbaar weinig. Ook de hoeveelheid magnesium neemt toe, zij het geleidelijk wat minder, naarmate de vrucht groeit.

Geheel anders is het echter met de calcium-import gesteld: als de vruchten de helft van het plukgewicht hebben bereikt (60 g), is al 87% van de uiteindelijke hoeveelheid Ca aanwezig. Vruchten betrekken het grootste deel van de Ca dus al in de eerste helft van de groeiperiode. Een dergelijke vorm van de calciumimport-kromme is niet goed denkbaar als men zou uitgaan van de aanvoer van een xyleemstroom, die gedurende de gehele groeiperiode in gelijke mate door verdamping van xyleemvocht aan het vruchtoppervlak zou worden onderhouden. Deze zou dan min of meer evenredig met het vruchtoppervlak en dus kwadratisch met de vruchtstraal moeten toenemen. Als we uitgaan van het sterk vereenvoudigde model van een gelijkblijvend calciumgehalte in dit vocht, van een per cm^2 vruchtoppervlak gelijkblijvend vermogen tot transpiratie, van gelijk blijvende weersomstandigheden, en als een mogelijke bijdrage van calciumtransport over de zeefvaten wordt verwaarloosd (wegens het zeer veel lagere Ca-gehalte van dit vocht), dan zou een importkromme moeten ontstaan zoals weergegeven door kromme 1 in afb. 6: de grootste hoeveelheid calcium zou dan juist in de tweede helft

mg Ca / vrucht
/ fruit



Afbeelding 6: Theoretische hoeveelheden Ca in een groeiende vrucht bij uitsluitend van verdamping aan het toenemende vruchtoppervlak afhankelijke import van Ca (1) en werkelijke hoeveelheden (2), ontleend aan het onderzoek in afb. 5.

Figure 6: Calculated theoretical amounts of Ca in a growing fruit if import of Ca depends solely on transpiration at the increasing fruit skin area (1), and actual amounts (2) found in the Cox's Orange Pippin fruits of fig. 5.

van de groeiperiode worden ontvangen. De werkelijke Ca-lijn (2) en dus de aanvoer van xyleemvocht wijkt hier wel heel sterk vanaf.

Uit proeven waarbij via de wortels radioactief calcium (^{45}Ca) werd aangeboden, is gebleken dat bij vroege opname kort na de bloei al spoedig ^{45}Ca in de jonge vruchtjes kon worden aangetoond. Bij aanbod in juli is dit niet meer het geval. In een vroeg groeistadium vindt blijkbaar nog belangrijke aanvoer via het xyleem plaats, later niet meer. Wiersum (1966) heeft op grond van dit soort gegevens en uit proeven met o.a. tomaat, waarbij de invloed werd nagegaan van de blad/vrucht-verhouding en van de verdamping aan het vruchtoppervlak op neusrot (een met stip verwant verschijnsel), de volgende gedachtengang ontwikkeld.

Als het blad nog klein is, staat de fotosynthese op een laag peil. Er is dan weinig aanvoer naar de vrucht van assimilaten en water via de zeefvaten. Door transpiratie wordt door de jonge vrucht hoofdzakelijk (Ca-rijk) xyleemvocht aangezogen waardoor de hoeveelheid Ca belangrijk toeneemt. Naarmate de bladoppervlakte groter wordt, worden meer koolhydraten geproduceerd. Wellicht spelen hogere temperaturen en toenemende daglengte bij deze toename een rol. De suikers worden langs het floëem naar de vruchten afgevoerd. Dit transport komt in de snelheid van de vruchtgroei tot uiting. Het gaat in de loop van juni-juli de aanvoer via het xyleem geheel overheersen waardoor de laatste vrijwel tot stilstand komt. Daarmee valt ook

de import van calcium op een veel lager peil terug. Op de kaliumvoorziening heeft deze omschakeling van het transport weinig invloed, omdat er tussen xyleem- en floëemvocht weinig verschil in K-gehalte bestaat, zodat het K-gehalte van de vrucht niet sterk daalt (afb. 5).

Bij de veranderende calciumvoorziening van de vrucht spelen nog enkele factoren een rol. Uit afb. 6 (2) blijkt dat de pas gezette vrucht al meteen over een niet onaanzienlijke voorraad calcium beschikt. Deze zal grotendeels afkomstig zijn van reserves in de bloemknop. Daarnaast lijkt het waarschijnlijk dat het xyleemvocht tijdens de eerste fasen van de vruchtgroei, waarin uitsluitend celdeling plaats vindt, rijker is aan calcium dan later. Dit is het gevolg van lage stroomsnelheden en mobilisatie van calcium uit reserves elders in de boom, o.a. uit de bast welke 8 keer zo rijk is aan Ca als hout.

Een tweede omstandigheid is dat de vruchtschil anatomische veranderingen ondergaat, welke de transpiratie doen afnemen. In 't begin assimileert de vruchtschil nog zelf. Hiervoor is veel water nodig. De cuticula (de waslaag op de opperhuid) is aanvankelijk sterk waterdoorlatend. Later vermindert de assimilatie. De cuticula groeit aan waardoor het vermogen tot transpiratie afneemt.

Tenslotte is gebleken dat niet alleen de aanvoer van calcium naar de vrucht achterblijft, maar ook de verdeling van Ca over het vruchtvlees (proeven met radioactief ^{45}Ca van Wieneke, 1974). In jonge vruchten is Ca gelijkmatig over het vruchtvlees verdeeld; van een concentratieverval van het klokhuis tot vlak onder de schil is nauwelijks sprake. Bij het ouder worden blijft het calciumgehalte in het buitenste weefsel en in de neushelft steeds verder achter bij dat van weefsel in de buurt van de aanvoerbaan. Dit wordt veroorzaakt doordat calcium steeds meer in de vaatbundels van de vruchtsteel en van de vrucht blijft hangen.

Is het lage calciumgehalte in vruchten, zoals werd geschetst, voornamelijk het gevolg van de overgang van xyleem- naar floëemtransport, dan ligt het voor de hand dat talloze factoren, buiten de overigens niet te verwaarlozen opname van mineralen door de wortels, invloed moeten hebben op de calciumvoorziening en de stipgevoeligheid. Vooral het moment tijdens de vruchtgroei waarop de aanvoer via de zeefvaten de overhand krijgt, ongeveer samenvallend met het begin van de junirui en het einde van de periode van celdelingen in de vrucht, heeft grote invloed op de uiteindelijke calciumtoestand van de vrucht. Hierbij spelen de blad/vrucht-verhouding en de intensiteit van de fotosynthese een grote rol.

Door sommige onderzoekers is een daling van calciumhoeveelheden in de vrucht tijdens de laatste fasen van de vruchtgroei aangetoond. Dit wijst op terugtransport van calcium langs het xyleem. Mogelijkerwijs ontstaat dit door grote aanvoer van suikers bij geringe waterafgifte van de vrucht. Daarnaast kan sterke onderdruk in de houtvaten in het spel zijn. Deze wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door transpiratie aan een groot bladoppervlak bij lage vruchtvrucht en beperkte vochtopname door de wortels.

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op een aantal factoren die de calciumvoorziening van de vrucht beïnvloeden.

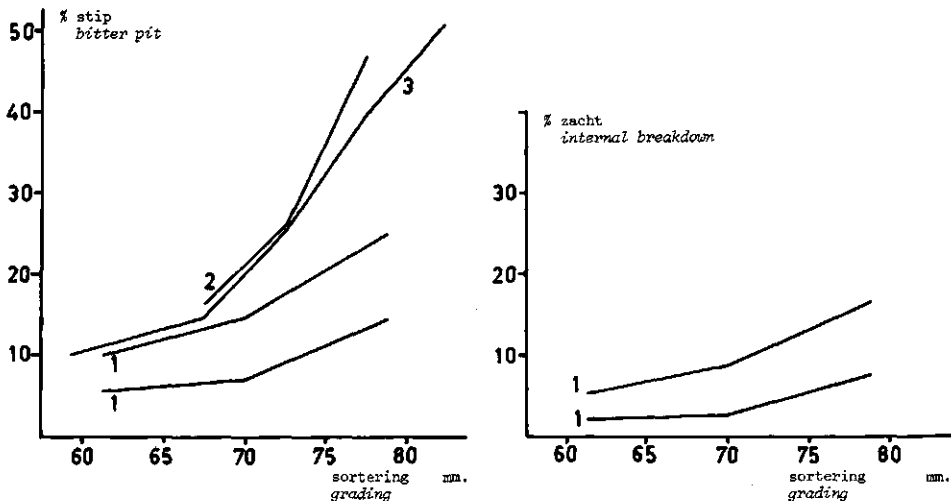
5. Omstandigheden die de gevoeligheid voor stip beïnvloeden

In dit hoofdstuk wordt de invloed van een groot aantal groeifactoren op stip besproken. Ze betreffen gewaseigenschappen, teeltmaatregelen, bewaring en bodem- en weersomstandigheden. Hun invloed kan meestal met de minerale voeding en de blad- en vruchtontwikkeling worden verklaard. De literatuur over dit onderwerp is zeer uitgebreid.

5.1 Boomfactoren

5.1.1 Vruchtgrootte, -dracht en -groei

Bij de sortering van stippige partijen appels blijkt steeds dat grote maten meer stip vertonen dan kleine. Hetzelfde geldt voor zacht. Afbeelding 7 geeft hiervan enkele voorbeelden. Voor de praktijk is dit vaak aanleiding de grote maten niet te bewaren maar direct af te zetten. Door verschillende onderzoekers is er op gewezen dat de samenhang met de sortering uitsluitend is ontstaan, doordat grote vruchten gemiddeld meer van slecht dragende en kleine vruchten meer van goed dragende bomen afkomstig zijn. Vooral matig tot slecht dragende bomen leveren stipgevoelige vruchten op. Zo vermeldden Bangerth en Link (1972) percentages stip bij bomen met zwak-



Afbeelding 7: Enkele voorbeelden uit praktijkproeven van de invloed van de vruchtgrootte op het percentage stip en zacht bij Cox's Orange Pippin (1), James Grieve (2) en Notarisappels (3).

Figure 7: Influence of fruit size on percentages bitter pit and breakdown in some experiments; 1 = Cox's Orange Pippin, 2 = James Grieve, 3 = Notarisapples.

ke en met zware vruchtdracht. Deze bedroegen bij Schone van Boskoop respectievelijk 68 % en 6 %, bij Cox's Orange Pippin 47 % en 18 % en bij Gravensteiner 29 % en 11 %.

Een ervaring is verder dat van slecht dragende bomen ook de kleine vruchten niet zelden stippig worden, terwijl grote vruchten van goed dragende bomen vaak vrij van stip blijven. Vruchten van goed dragende bomen zijn dan ook minder gevoelig dan even grote vruchten van slecht dragende bomen. Tabel 4 geeft enkele voorbeelden van proeven waarbij bomen met verschillend opbrengstniveau bij de pluk en de bewaring apart werden gehouden.

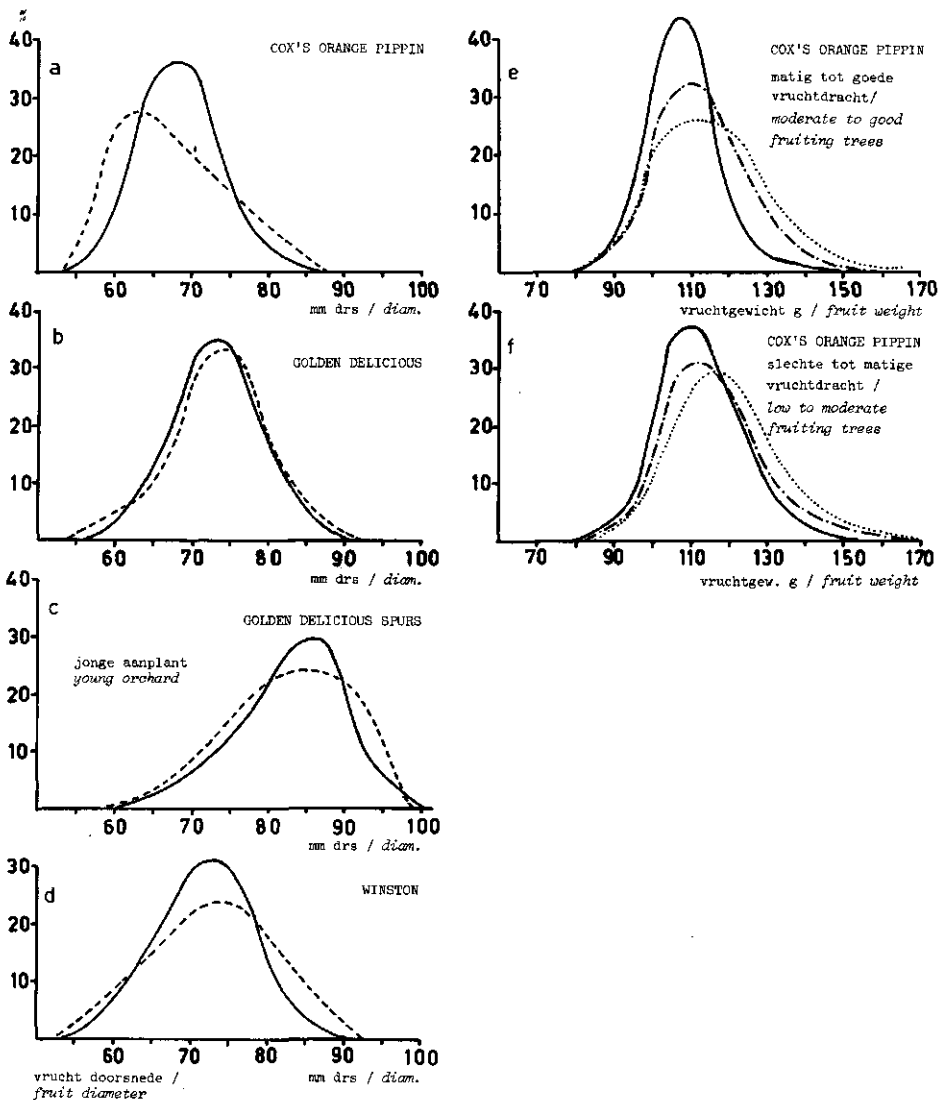
De genoemde samenhangen hebben betrekking op vruchten van één jaar en van één aanplant. Naast de invloed van de vruchtdracht ontstaat er nóg een verband tussen stip en de vruchtgrootte, doordat de vruchten onder bepaalde omstandigheden (sterke vegetatieve ontwikkeling door goede bodemvochtomstandigheden en andere oorzaken) en in bepaalde jaren sterker uitgroeien dan normaal.

Tabel 4: Invloed van de vruchtdracht op het percentage stip bij vruchten van gelijke grootte-klasse in twee onregelmatig dragende volwassen aanplantingen van Cox's Orange Pippin op M.9.

Table 4: Influence of fruiting level on bitter pit percentage in fruits of equal size, in two irregularly fruiting orchards of Cox's Orange Pippin on M.9.

Herkomst <i>Origin</i>	kg per boom <i>tree</i>	% stip in sortering <i>bitter pit % in size grading (mm)</i>		
		60 - 70	65 - 70	70 - 75
Oosthuizen 1972	13,0	7,4		
	24,0	1,0		
Ovezande 1972	4,4		35,5	52,8
	13,0		14,9	20,7

Bestudeert men stip bij vruchten van één boom, dan blijkt dat de samenhang met de vruchtgrootte veel zwakker is en niet zo duidelijk wijst op een grotere gevoeligheid van de grote maten. Zo werd in 1975 te Wilhelminadorp in enkele aanplantingen met diverse appelrassen vóór de pluk boomstip waargenomen. Van een groot aantal bomen werd door middel van steekproeven de gemiddelde doorsnede vastgesteld en wel van gave en stippige vruchten afzonderlijk. De frequentieverdelingen van deze diameters (afb. 8a-d) laten zien dat er tussen de bomen van één aanplant onderling weliswaar flinke verschillen in gemiddelde vruchtgrootte voorkwamen, maar dat de diameters van gave en van stippige vruchten onderling weinig verschilden. Conclusie: per boom is de kans op boomstip bij alle maten blijkbaar ongeveer even groot. Bij Cox's waren boomstippige vruchten gemiddeld zelfs iets kleiner dan gave. De iets grotere horizontale spreiding van de diameters van boomstippige vruchten wordt veroorzaakt omdat deze gemiddelden uit kleinere aantallen vruchten werden berekend en heeft verder geen betekenis.



Afbeelding 8 a-f: Frequentieverdelingen van per boom bepaalde gemiddelde doorsneden (a-d) en gewichten (e-f) van gave vruchten (—) en van vruchten van dezelfde bomen met boomstip (a-d: ----) of met stip (-.-.-) en zacht (.....) na bewaring (e-f). De vruchten van diverse spurtypen van Golden Delicious (c) waren voor 43 % boomstippig, die van de gewone Golden Delicious (b) slechts voor enkele procenten. Afb. 8e en f: matig tot goede, resp. slechte tot matige vruchtdracht.

Figure 8 a-f: Frequency distributions of mean fruit diameters (a-d) and mean fruit weight (e-f) determined per tree. Healthy fruits: —. Fruits on the same trees with tree pit (a-d): ----, or with bitter pit: -.-.-, and breakdown:, after storage (e-f). On Golden Delicious spurs (c) 43 % of the fruits were pitted whereas on common Golden Delicious (b) only a few percent of the fruits showed tree pit. Figs. 8e and f: moderate to good, and low to moderate fruiting level respectively.

Hetzelfde verband werd in 1978 nogmaals nagegaan in bewaarde appels Cox's Orange Pippin van de oogst 1977 van een bodembehandelingsproef te Oosthuizen. Het betrof 378 bomen (245 met overwegend matige, 133 met slechte vruchtdracht) waarvan de totale opbrengst per boom bij de bewaring apart was gehouden. Na sortering werd per boom het gemiddelde vruchtgewicht van gawe vruchten en van vruchten met stip of zacht afzonderlijk vastgesteld (afb. 8 e-f). Weliswaar zit in de verdeling van de gemiddelde gewichten van de laatstgenoemde groepen bij beide onderscheiden niveau's van vruchtdracht de tendens, dat vruchten met stip en vooral met zacht, iets groter (zwaarder) waren dan gawe, maar de verschillen zijn toch zeer klein, de spreiding tussen boomgemiddelden en zeker tussen afzonderlijke vruchten in aanmerking genomen.

De bovengeschetste samenhang tussen stipgevoeligheid en de vruchtgrootte is blijkbaar niet eenvoudig. Voor een verklaring is het noodzakelijk de vruchtgroei nader te bestuderen en het reeds in paragraaf 4.2.3 besproken mechanisme van calciumtransport naar de vrucht hiermee in verband te brengen.

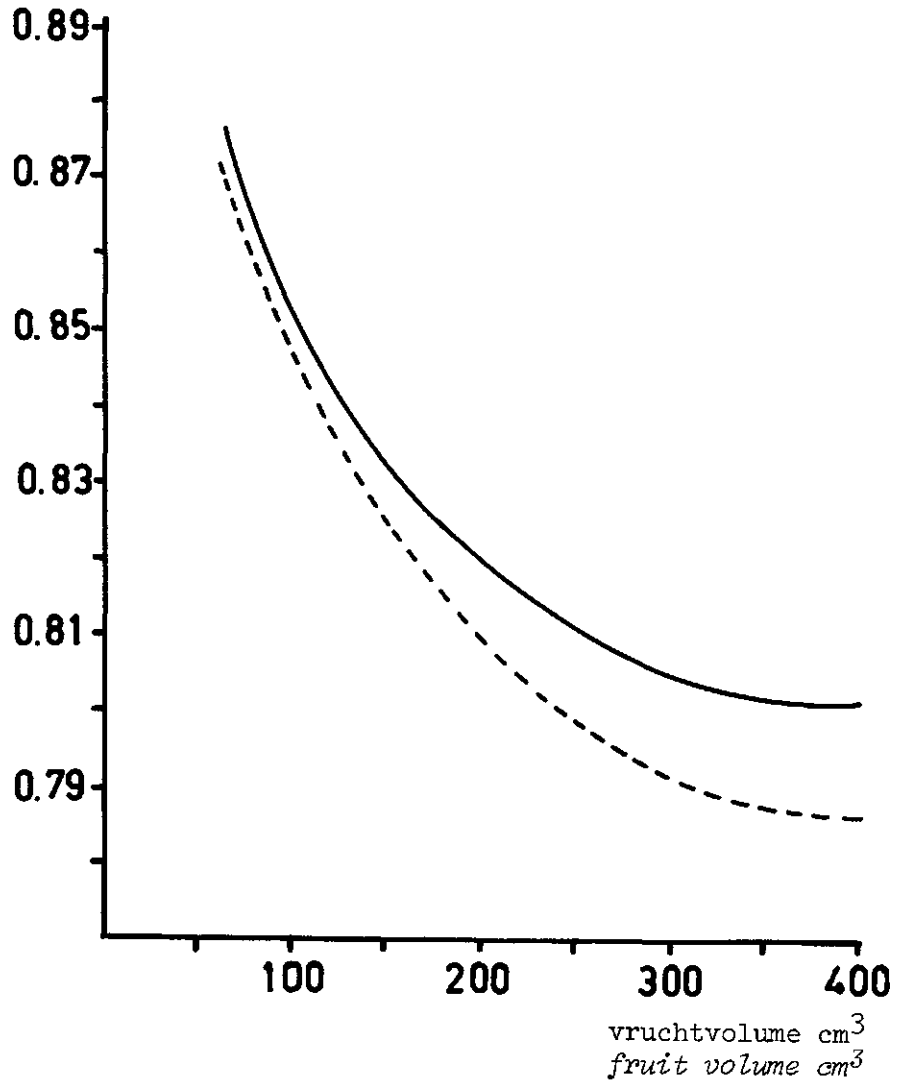
In een partij appels wordt de variatie in vruchtgrootte veroorzaakt door verschillen in de aantallen cellen per vrucht en in de celgrootte. In Cox's Orange Pippin appels vond Sharples (1964) bijvoorbeeld verschillen in vruchtgewicht tussen 60 en 230 gram. Bij microscopisch onderzoek werd daarbij een variatie in aantal cellen per vrucht van 20 tot 50 miljoen en in celvolume van 2300 tot 4800 miljoenste mm^3 aangetroffen.

Bij de vruchtgroei worden drie fasen onderscheiden. Aan het einde van de bloei begint de groei met een periode van ongeveer drie weken waarin uitsluitend celdelingen plaats vinden. Dan volgen drie weken waarin de celdeling vertraagt en het uitgroeien van de cellen geleidelijk op gang komt. Tenslotte groeit de vrucht uitsluitend verder uit door celvergroting (strekking van de celwanden). Vanaf de bloei neemt het aantal cellen per vrucht ongeveer 30-voudig en later het celvolume 150-voudig toe. De drie genoemde fasen vallen achtereenvolgens min of meer samen met de aanwezigheid van uitsluitend nog zeer jong uitgroeiend blad aan kortloten, het begin van de scheutgroei en de latere scheut- en bladontwikkeling.

Als het blad ongeveer éénderde van de uiteindelijke grootte heeft bereikt, begint het fotosyntheseprodukten naar de vrucht af te voeren. In paragraaf 4.2.3 kwam naar voren dat hierbij de aanvoer van calciumrijk xyleemvocht vrijwel tot stilstand komt, terwijl langs het floëem bijna geen calcium meer wordt aangevoerd. Hoe eerder deze overgang tijdens de vruchtontwikkeling plaats vindt en hoe sterker de toevoer langs het floëem, des te lager wordt dus de calciumtoestand aan het einde van de vruchtgroei en des te groter de stipgevoeligheid. Het is niet bekend of bij de vruchtgroei ook de overgang van de meristematische eerste fase (die der celdelingen) naar de fase van de celstrekking geïnduceerd wordt door de bladontwikkeling, maar het ligt wel voor de hand een samenhang te veronderstellen. In dat geval vormen een grote blad/vrucht-verhouding en een ten opzichte van de vruchtgroei vroege bladontwikkeling aanwijzingen dat de vruchten vooral door celstrekking zullen uitgroeien. Bijgevolg geeft een groot gemiddeld celvolume dan een betere indicatie voor een laag calciumgehalte en dus stipgevoeligheid dan een grote vruchtmaat. Vruchten kunnen immers zowel groot worden door snelle en lang aanhoudende celdelingen als door celgroei.

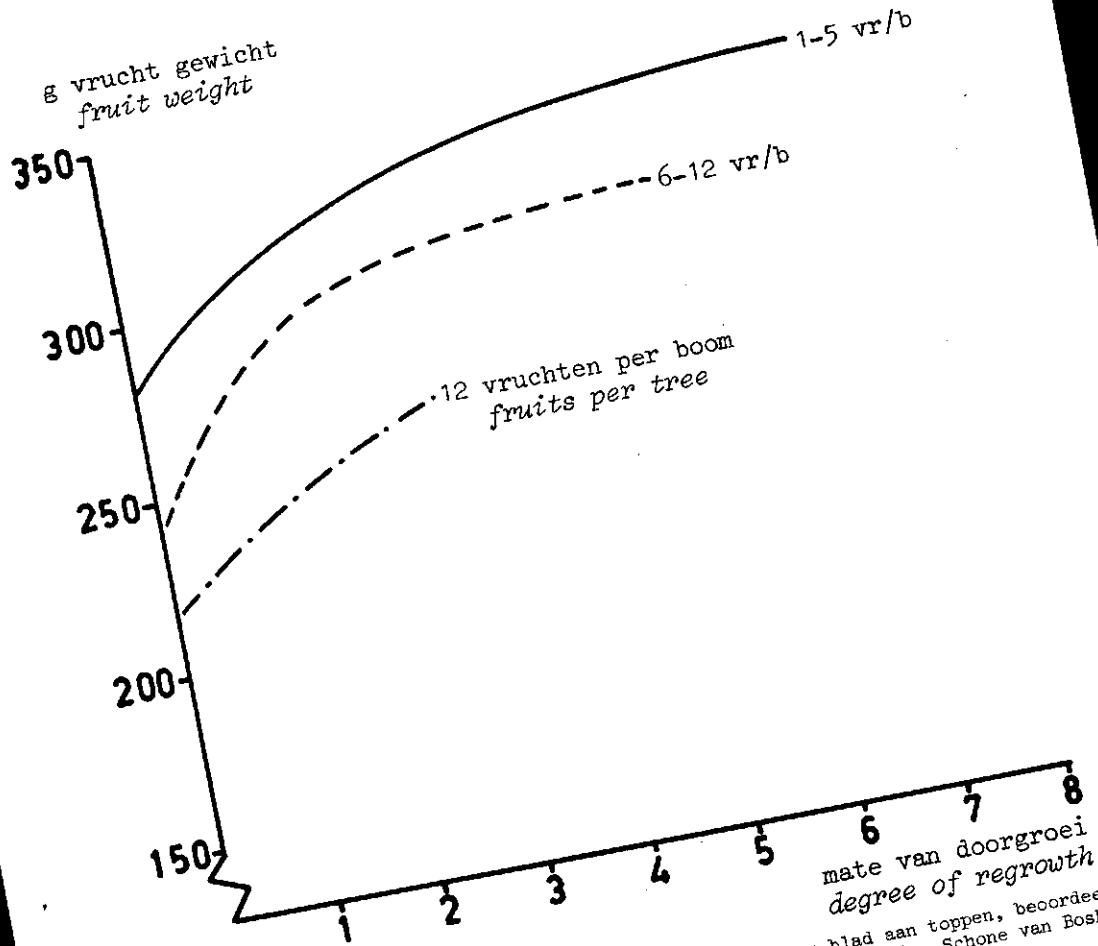
In dit verband is afb. 9 leerzaam: bij een onderzoek in 1960 werd uit een partij Cox's Orange Pippin appels na de pluk het gewicht en het volu-

s. gewicht in g per cm³
fruit density



Afbeelding 9: Verband tussen soortelijk gewicht en volume van uiterlijk gave (_____) en boomstippige (-----) plukrijpe vruchten van Cox's Orange Pippin. Wilhelminadorp 1960.

Figure 9: Relationship between fruit density (g/cm³) and fruit volume of Cox's Orange Pippin apples without visible pits (_____) and with tree pit (-----) at picking time. Wilhelminadorp, 1960.



Afbeelding 11: Verband tussen hergroei van scheuten (groen blad aan toppen, beoordeeld 26 november 1976) en het vruchtgewicht van tweejarige Schone van Boskoop bij drie niveaus van vruchtdracht.

Figure 11: Relationship between regrowth of shoots and fruit weight of two-year old Beauty of Boskoop apple trees, for three levels of fruiting. Regrowth was established by the presence of green leaves on shoot tops late in the season (26th November, 1976).

Afbeeld.

Figure .

gende vruchten. Hetzelfde geldt voor vruchten binnen in de kroon vergeleken met vruchten in de buurt van goed belichte bladeren of van scheuten. Hoewel zo'n invloed niet kan worden ontkend (zie paragraaf 5.1.2), krijgt men uit de proeven van Silbereisen (1974), over het wegnemen van bladeren, toch de indruk dat het uitgroeien van vruchten door celvergroting mede wordt beheerst door de blad/vrucht-verhouding van de gehele boom, waardoor de invloed van de lokale floëemvoeding ten dele wordt genivelleerd.

Silbereisen deed groeimetingen bij vruchten aan takken waarvan de bast aan de basis werd geringd om de aanvoer van koolhydraten van elders uit de boom te verhinderen, of waarvan de bladeren werden verwijderd, of beide. Er bleek onder andere dat de vruchten bijna normaal uitgroeiden als alle blad van een tak werd verwijderd en deze niet werd geringd. In dit geval werden suikers dus in bijna voldoende mate van elders uit de boom aangevoerd. Werd de tak geringd dan was de vruchtgroei uiteraard wel sterk afhankelijk van de aanwezigheid van blad aan de betreffende tak. Daarbij hadden bladeren aan zij- en aan eindscheuten tijdens de latere stadia grotere invloed dan bladeren aan kortloten. Deze resultaten suggereren dat bij vruchten van één boom door celstrekking slechts geringe verschillen in vruchtgrootte kunnen ontstaan en dat hierin dus overwegend de duur en de intensiteit van de celdelingen wordt weerspiegeld. Dit verklaart tevens het slechts geringe verband tussen stip en de vruchtgrootte in afbeelding 8.

Uit de besproken samenhangen kan men concluderen dat een voorspelling van de kans op stip, naast een beoordeling van het relatief uitgroeien van de vruchten (en eventueel blad- en vruchtanalyse), vooral gebaseerd moet zijn op de ongelijkmatigheid van de vruchtdracht. Daarnaast zou men kunnen overwegen, ter vermindering van bewaarverliezen, bij de sortering, bewaring en afzet niet zozeer de grote vruchten van de totale oogst apart te houden, maar bij onregelmatige dracht de vruchten van goed dragende bomen het eerst te plukken en te bewaren en die van matig tot slecht dragende bomen later op een geschikt moment te plukken en snel af te zetten. Gescheiden pluk zal echter veelal op arbeidstechnische bezwaren stuiten. Op het pluktijdstip wordt in paragraaf 5.2.7 nader ingegaan.

5.1.2 Positie van de vrucht

De gevoeligheid voor stip hangt ook samen met de plaats in de boom. Vruchten uit de top krijgen meer stip dan vruchten van lagere takken. Met deze positie veranderen zowel de omstandigheden van belichting en transpiratie als van aanvoer van water en voedingsstoffen. Ook de invloed van groeiende scheuten is niet overal gelijk, zodat het niet eenvoudig is voor het verschil in stip een bepaalde factor aan te wijzen. Belangrijk lijkt echter wel sterkere vruchtgroei veroorzaakt door vergrote aanvoer van suiker bij betere belichting. In een onderzoek met de appel Gravensteiner op M.7 vonden Schumacher en Fankhauser (1974) bij vruchten onder, midden en boven uit de boom respectievelijk 22 %, 37 % en 58 % stip. Met een hogere positie ging ook een groter vruchtgewicht samen, terwijl stippige vruchten uit eenzelfde hoogte groter waren dan gezonde. Deze bevindingen lijken wat in tegenspraak met de eigen in afbeelding 8 weergegeven waarnemingen, maar over alle vruchten van de boom berekend was de correlatie tussen stip en de vruchtgrootte zwak, wellicht omdat ook bij dit onderzoek de variatie in vruchtgrootte bij één boom belangrijk mede werd bepaald door het aantal cellen per vrucht. Bij het genoemde Zwitserse onderzoek was sprake van duidelijke verschillen in belichting als gevolg van de afmetingen en de standdichtheid van de bomen. De verschillen in stip konden echter niet uitsluitend aan het uitgroeien van vruchten door toevoer van assimilaten worden verklaard. Met de plaats in de boom hingen ook verschillen in minerale samenstelling samen. Vruchten uit de top hadden lagere Ca- en vooral hogere K-gehalten dan vruchten aan lagere takken. Hoger in de boom kwamen ook meer scheuten voor. Scheutgroei ervaart men vaak als een stipbevorderende factor.

Soortgelijke uitkomsten kregen Jackson en anderen (1971) in een onderzoek met Cox's Orange Pippin. Daarbij bleek tevens dat ook bij gelijke vruchtgrootte in de bovenhelft van de kroon meer stip voorkwam dan in de onderhelft, zodat het uitgroeien van de vruchten zeker niet de enige met de positie samenhangende stipfactor is geweest. Er was voorts sprake van iets meer stip aan de door de zon beschenen zuidhelft van de kroon dan aan de noordzijde waar de vruchten ook iets kleiner waren. Dit verschil was echter veel kleiner dan dat tussen boven- en onderhelft, zodat de conclusie kan worden getrokken dat directe zonbestraling minder invloed op het uitgroeien van de vruchten en op het ontstaan van stip heeft dan meer of minder opvallend diffuus licht. Overigens kwam in een oud Duits onderzoek tussen zuid- en noordzijde van de kroon eveneens een klein verschil in stip naar voren, maar met een omgekeerde tendens dan in het Engelse onderzoek.

Ogenscheinlijk tegenstrijdige bevindingen komt men tegen waar het het effect van beschaduwing betreft. In het onderzoek van Jackson e.a. werd kunstmatige beschaduwing toegepast door middel van repen zwarte plastic folie die door de kroon werden gespannen. Dit veroorzaakte een afname van de vruchtgrootte en van het percentage stip. Ook bij vruchten midden uit de boomkroon (schaduwvruchten) werden zowel een lager vruchtgewicht als minder stip gevonden vergeleken met de veel beter gekleurde 'buiten'-vruchten. Een dergelijk verschil kan worden verklaard, doordat het beschaduwde blad fotosynthetisch veel minder actief is en dus minder suikers naar de naburige vruchten afvoert en daarnaast minder verdampst, zodat een minder grote zuigspanning op de vruchten wordt uitgeoefend. Vruchten aan de buitenkant van de kroon hadden in dit onderzoek een relatief laag calciumgehalte, wat zowel aan een door hogere fotosynthese verschoven xyleemfloëemtransport, vaker 'stress'-situaties (hoge zuigspanningen), een langere aanvoerweg (calcium kan in houtvaten achterblijven) als aan sterkere vegetatieve groei in de buurt van deze vruchten kan worden toegeschreven.

Met deze bevindingen in strijd lijken verscheidene in de literatuur vermelde ervaringen dat de minder goed gekleurde schaduwvruchten stipgevoeliger zouden zijn dan de goed rood gekleurde vruchten aan de buitenkant van de kroon. Mogelijk hebben deze waarnemingen betrekking op grote boomkronen waarbij binnen in de kroon een veel lagere vruchtdracht heerst dan aan de buitenkant.

Verdere waarnemingen tonen aan dat vruchten in de buurt van snoeiwonden (mogelijk als gevolg van gestimuleerde scheutgroei), of op oud afgedragen hout en zijvruchten in een tros vergeleken met de grotere centrale vrucht, relatief gevoelig zijn voor stip. Bij het al uit 1920 stammende onderzoek waarin dit verschil tussen zij- en centrale vruchten werd vastgesteld, werd ook gevonden dat boomstippige vruchten minder goed ontwikkelden en bruinere zaden hadden dan vruchten zonder stip. Een goede zaadsetting bevordert de celdeling, verlengt of intensificeert daardoor de aanvoer van calciumrijk xyleemvocht en vermindert zo de gevoeligheid voor stip.

Tenslotte moet gewezen worden op het verschijnsel dat 'dikstelen' duidelijk gevoeliger zijn dan de overige vruchten van dezelfde boom. Dikstelen zijn aan de steelkant misvormde vruchten die overwegend worden aange troffen aan het einde van het jongste vruchtdragende hout. Ze zijn afkomstig van relatief laat bloeiende bloemen (geen nabloei), waarvan de vruchten al vroeg een toenemende aanvoer van koolhydraten ondervinden. Bovendien zitten ze in de buurt van om calcium concurrerende scheuten. Bij de

waarnemingen over boomstip bij het ras Winston in afb. 8d werd vastgesteld dat van alle vruchten aan bomen met stip er 15 % dikstelig was. Stipvruchten waren echter voor 39 % dikstelig.

5.1.3 Leeftijd van de aanplant

In jonge nog niet volgroeide aanplantingen wordt over het algemeen meer stip aangetroffen dan in volgroeide. Het ligt voor de hand dit toe te schrijven aan de algemeen waargenomen grotere groei­kracht van jonge bomen. Deze is het gevolg van de aanvankelijk nog geringe lichtconcurrentie, sterke snoei (in de vroegere wijde beplantingen), het ontbreken van wortelconcurrentie en een goede vochtvoorziening door een groot voor de beworteling beschikbaar bodemvolume. Hierdoor ontstaat een krachtige scheutgroei, waardoor ook de vruchten sterk uitgroeien. Wellicht speelt hierbij ook de bij het in produktie komen aanvankelijk soms nog matige vruchtdracht een rol. Is de aanplant eenmaal gesloten en produktief dan blijven de vruchten kleiner, voornamelijk wegens verminderde belichting maar ook doordat soms minder wordt gesnoeid en soms ook te weinig wordt gedund. Dit vermindert de gevoeligheid voor stip.

De gesignaleerde samenhang tussen stip en de leeftijd van de boom kan worden doorbroken door veranderingen in de bodemvruchtbaarheid of in het bewortelingspatroon, die de gevoeligheid voor stip bij het ouder worden juist vergroten. Bij de grasstroken­cultuur kan in de eerste jaren een op­hoping van kalium in de bovengrond van de boomstrook plaats vinden als gevolg van het vrijkomen van kalium uit gemulcht gras. Hiermee kan een ver­schuiving naar hogere K- en lage Ca-gehalten in blad en vruchten samen­gaan, wat een grotere gevoeligheid voor stip met het ouder worden inhoudt (hoofdstuk 5.4). Oud (1972) toonde een dergelijke verschuiving aan voor aanplantingen van Cox's Orange Pippin en Golden Delicious in de Noordoost­polder. Een ervaring in dit gebied is ook dat oude aanplantingen gevoeli­ger zijn voor zacht dan jonge. Voor de nog betrekkelijk jonge aanplantin­gen in de nieuwere en kalirijkere polder Oostelijk Flevoland kon een der­gelijke verschuiving in de bladsamen­stelling naar hogere K- en lagere Ca-gehalten overigens niet worden aangetoond.

5.2 Teeltfactoren

5.2.1 Rassen, mutanten en onderstammen

Tussen appelrassen bestaan grote verschillen in het optreden van stip. Het is de vraag in hoeverre hierbij sprake is van gevoeligheid door eigen­schappen van de vrucht als zodanig. De gevoeligheid voor stip gaat vaak samen met een natuurlijke neiging van de ras-onderstamcombinatie tot laag produceren, o.a. in beurtjaren, en tot onregelmatig dragen. Cox's Orange Pippin, Laxton's Superb en Schone van Boskoop danken hun stipgevoeligheid voor een deel zeker ook aan deze eigenschappen. Daarnaast kan ook de na­tuurlijke aanpassing aan het klimaat een rol spelen, bijvoorbeeld waar het het sterker uitgroeien van de vrucht door meer fotosynthese bij hogere temperaturen of zonneshijn betreft. Verder bestaan er verschillen in de scheutgroei.

Wat de eigenschappen van de vrucht betreft, kan gedacht worden aan anatomische kenmerken bv. betreffende de wasafscheiding op de schil. Hierdoor kunnen verschillen ontstaan in vochtverlies door uitdroging. Ook rasverschillen in vruchtgrootte voor zover door celgroei ontstaan, en in minerale samenstelling, kunnen een rol spelen. Bij triploïde en sommige diploïde rassen kan slechte zaadzetting leiden tot lage en onregelmatige vruchtdracht en tot een verschuiving bij de vruchtgroei van celdeling naar celstrekking, wat verhoogde gevoeligheid voor stip inhoudt.

Tabel 5: Gevoeligheid voor stip van een aantal in Nederland geteelde appelrassen.

Table 5: Susceptibility to bitter pit of apple varieties presently or formerly grown in the Netherlands.

groep/ group	gevoeligheid voor stip/ bitter pit susceptibility	ras/ variety
van betekenis in het huidige sortiment/ <i>of importance for modern assortment</i>	niet gevoelig/ <i>not susceptible</i>	Rode Jonathan
	weinig gevoelig/ <i>little susceptible</i>	Benoni Golden Delicious Lombarts Calville Tydeman's Early Winston Golden Delicious 1)
	matig gevoelig/ <i>moderately susceptible</i> sterk gevoelig/ <i>strongly susceptible</i>	Cox's Orange Pippin 2) James Grieve 1) Laxton's Superb Schone van Boskoop 4)
zeer weinig of vroeger geteelde, deels ver- ouderde rassen/ <i>varieties of importance or formerly grown</i>	niet gevoelig/ <i>not susceptible</i>	Lobo Mantet Melrose Stark Earliest Yellow Transparent
	weinig gevoelig/ <i>little susceptible</i>	Brabantse Bellefleur Ingrid Marie Present van Engeland
	matig gevoelig/ <i>moderately susceptible</i>	Allington Pippin Bramley's Seedling 4) Early Victoria Ellison's Orange 1) Glorie van Holland Groninger Kroon

		Lemoenappel Sterappel Transparante de Croncels
	sterk gevoelig/ <i>strongly susceptible</i>	Lord Lambourne Notaris 2)
zoete appels/ <i>sweet apple varieties</i>	niet gevoelig/ <i>not susceptible</i>	Dijkmanszoet Primus Zoete Kroon Zoete Oranje
	weinig gevoelig/ <i>little susceptible</i>	Zoete Ermgaard Zoete Paradijs
	matig gevoelig/ <i>moderately susceptible</i>	Dubbele Zoete Aagt 1) 4) Hooilaars 1) Jasappel 1)
voor Nederland nieuwe rassen 3)/ <i>new varieties for the Netherlands</i>	niet gevoelig/ <i>not susceptible</i>	Discovery Jonagold 4) Septer
	weinig gevoelig/ <i>little susceptible</i>	Alkmene Elstar Gloster 69 Karmijn de Sonnaville 4) Mitsu 4) Odin Spartan
	matig gevoelig/ <i>moderately susceptible</i>	Holstein 4) Jamba 69 1) Oranje de Sonnaville 4)

- 1) gevoeligheid voor boomstip / *susceptibility to tree pit*
- 2) het meest gevoelige ras / *most susceptible variety*
- 3) gevoeligheid voor stip onder voorbehoud wegens beperkte ervaring / *restricted experience for new varieties*
- 4) triploïd ras / *triploid variety*

In tabel 5 is getracht voor de in ons land gangbare, vroeger geteelde en nieuwe, van enige toekomstige betekenis lijkende rassen de relatieve gevoeligheid voor stip aan te geven. Opgemerkt zij, dat de vermelde gevoeligheid voor de thans geteelde en 'nieuwe' rassen overwegend is afgeleid uit ervaringen met de onderstam M.9. Voor de vroeger geteelde rassen zijn vooral ook ervaringen met sterkere onderstammen in het geding geweest. Omdat de onderstam invloed heeft op de gevoeligheid voor stip is de indeling in klassen slechts globaal. De thans gangbare rassen die vaak ernstig stip vertonen: Cox's Orange Pippin, James Grieve en Schone van Boskoop, nemen ruim 50 % van het huidige areaal in beslag, terwijl ook in

Golden Delicious (32 % van het areaal) wel eens stip voorkomt, maar dan vooral boomstip (oogst 1973!). Het stipvraagstuk betreft dus een groot deel van onze appelproduktie.

Wat de voor ons land nieuwe appelrassen betreft, valt op dat er ten opzichte van het praktijksortiment een verschuiving heeft plaats gevonden naar minder grote stipgevoeligheid. Dit ligt ongetwijfeld aan de omstandigheid dat de nieuwe rassen veelal zijn verkregen uit kruisingen van meer of minder stipgevoelige met niet-gevoelige rassen.

Ook buiten Nederland kost het weinig moeite stipgevoelige rassen aan te wijzen. De in tabel 6 vermelde vormen een willekeurige greep uit in de literatuur in verband met stip genoemde al of niet gevoelige rassen. De ervaringen in België komen met die in Nederland overeen (tabel 5). Uiteraard is het overzicht in tabel 6 zeer onvolledig maar het demonstreert wel dat stip-gevoelige rassen overal ter wereld worden geteeld. Van een

Tabel 6: Gevoeligheid voor stip van een aantal in het buitenland thans of vroeger op ruime schaal geteelde appelrassen.
*: niet meer van betekenis.

Table 6: Susceptibility to bitter pit, of apple varieties presently or formerly (*) grown in various countries indicated by numbers.

niet gevoelig/ not susceptible	Jonathan	5
	McIntosh	8, 11
	Morgenduft	4
	Rome Beauty	11
	Spartan	11
weinig gevoelig/ little susceptible	Cortland	8, 11
	Discovery	3
	Dunn's Seedling	12
	Finkenwerder	5
	Freiherr von Berlepsch	5
	Glockenapfel	5
	Golden Delicious	3, 4, 5, 11
	Granny Smith	2, 4, 12
	Horneburger Pfannkuchenapfel	5
	Ingrid Marie	1, 5
	Jonathan	4, 7, 11
	Lodi	11
	Mutsu (Crispin)	3
	Starking Delicious	11
	Stayman Winesap	11
* Yellow Newton	11	
matig gevoelig/ moderately susceptible	Bramley's Seedling	3
	Cox's Orange Pippin	3, 4
	Glockenapfel	6
	Golden Delicious	2, 12
	* Goldparmäne	4, 5, 6
	Granny Smith	7, 10
	Holstein	5
James Grieve	4, 5	

Krügers Dickstiel	5
Laxton's Superb	5
Maigold	4, 6
Red Delicious	4, 10, 11
Schone van Boskoop	5
Starking Delicious	4, 12
Sturmer Pippin	7, 10
Worcester Pearmain	3

sterk gevoelig/ <i>strongly suscep-</i> <i>tible</i>	* Abbondanza	4
	Baldwin	11
	Cleopatra	7
	Cox's Orange Pippin	5, 10
	Early Victoria	3
	Egremont Russet	3
	Geheimrat Oldenburg	5
	* Gravenstein	4, 5, 6, 11
	James Grieve	3
	Laxton's Superb	3
	Merton Worcester	3
	Newton Wonder	3
	Northern Spy	8, 11
	Ralls Janet	9
	Rhode Island Greening	11
	White Winter Pearmain	12
	York Imperial	11
	* Zuccalmaglio Renette	4, 5

1. Denemarken	7. Australië
2. Frankrijk	8. Canada
3. Groot-Brittannië	9. Japan
4. N.-Italië	10. Nieuw-Zeeland
5. West-Duitsland	11. Verenigde Staten
6. Zwitserland	12. Zuid-Afrika

aantal neemt de betekenis in het sortiment sterk af. De indeling naar gevoeligheid is, evenals in tabel 5, vrij ruw in verband met de moeilijke onderlinge vergelijkbaarheid o.a. door de uiteenlopende teelt-, bodem- en weersomstandigheden. De indruk bestaat wel dat de stipgevoeligheid van een ras niet overall gelijk wordt ervaren. Enkele rassen komen dan ook in verschillende kolommen voor, waarbij de gevoeligheid het grootst lijkt in landen met een warm, zonnig klimaat. Zo levert Golden Delicious in Noord-West-Europa dooreengenomen weinig problemen op. In Zuid-Frankrijk en in Zuid-Afrika staat dit ras echter als wel-stipgevoelig bekend. Jonathan kan o.a. in Australië stip vertonen. Uiteraard moet hierbij vooral aan de invloed van temperatuur en belichting worden gedacht. In een warm en zonnig klimaat ontstaat eerder dan bij ons een overschot aan assimilaten met als gevolg een sterkere scheut- en vruchtgroei. Mogelijk is echter ook een verschillende keuze van onderstam in het spel.

Mutanten wijken in stipgevoeligheid soms duidelijk af van het oorspronkelijke ras. Dit kan vaak in verband worden gebracht met verschillen in

vruchtgrootte, gevoeligheid voor beurtjaren en de periode van rijping. Vaak vertoont de mutant meer stip (zie ook tabel 7). Zo is de Winstar een mutant met grotere en stipgevoeliger vruchten dan de gewone Winston. Ook bij de gegevens in afb. 8b en c was sprake van een groter percentage stip bij spurtypen vergeleken met gewone Golden Delicious in een volwassen aanplant. Uit de veel grotere vruchten bij de spurs kan men echter afleiden dat de omstandigheid dat we hier met een nog jonge (zesjarige) aanplant hadden te maken mede een rol kan hebben gespeeld. Volgens een ervaring in Zuid-Tirol werd Yellowspur later rijp en gaf het na bewaring meer stip dan Golden Auvilspur en gewone Golden Delicious. Te Wilhelminadorp werd Golden Auvilspur in 1973 meer boomstippig dan Testersspur, Starkspur, Golden Yellowspur en gewone Golden Delicious. Op de proeftuin te Ulestraten (L) bleken spurs in 1973 drie tot vier keer zo veel boomstip te vertonen als de gewone Golden Delicious. De kans bestaat dat waarnemingen gebaseerd op gelijke plukdata een onjuiste indruk geven, omdat er verschillen in rijping bestaan en onrijper plukken de kans op stip vergroot.

Tenslotte is er een belangrijke invloed van de onderstam. Deze is complex omdat stipfactoren zoals de groeikracht, vruchtgrootte, vruchtdracht, rijping, minerale voeding en door de kroonomvang de belichting, alle door de onderstam worden beïnvloed. De omschakeling van de Nederlandse appelteelt, in de jaren 1940 tot 1960, op de zwakke onderstam M.9 is op zich een stip-beperkende factor geweest: vrijwel steeds werden appels op M.9 minder stipgevoelig bevonden dan die op de sterkere, zoals M.2, 4, 7, 11, 12 of 16. Vooral de stipgevoeligheid op M.4 was berucht, wat mede aan de hoge kali- en lage calciumopname moet worden toegeschreven. Bovendien rijpen appels van bomen op M.4 later af zodat ze gemiddeld onrijper worden geplukt. Zo nam Van de Plasse (1951) in het uitgesproken stipjaar 1949 na bewaring van Cox's Orange Pippin waar, dat vruchten afkomstig van M.4, 9, 2 en 11 gemiddeld over drie pluktijden respectievelijk 42, 14, 33 en 30 % stip hadden. Naarmate later werd geplukt, namen het percentage stip en de verschillen tussen de onderstammen af.

Van de nieuwere onderstammen leveren M.26, MM.104 en 106 stipgevoeliger vruchten dan M.9. Volgens Engels onderzoek berust dit voor wat M.26 en MM.106 betreft op de vorming van grotere vruchten, terwijl daarnaast vooral bij MM.106, sprake is van een geringere calciumopname vergeleken met M.9.

5.2.2 Wintersnoei

Bij de bespreking van de vruchtgrootte in paragraaf 5.1.1 kwam naar voren dat de blad/vrucht-verhouding een overheersende invloed heeft op de groei van de vruchten. Het is echter niet zonder meer de aanwezigheid van veel en groot blad die bij matige dracht de vruchtgroei en de gevoeligheid voor stip te sterk bevordert. Vooral de met de bladstand gecorreleerde hoeveelheid scheuten en de duur van de lengtegroei spelen daarbij ook een rol. De scheutgroei kan weer sterk worden gestimuleerd door de wintersnoei, maar het maakt veel uit hoe er wordt gesnoeid. In dit opzicht is er door de opkweek van kleinere bomen in nauwere plantsystemen veel veranderd en, wat de invloed op stip betreft, waarschijnlijk ten goede.

Bij grote, vooral vroeger gebruikelijke, plantafstanden is het zaak grote gesteltakken op te bouwen die de aanplant snel vol moeten groeien. Daartoe wordt de harttak na het planten betrekkelijk diep ingesnoeid en

worden slechts enkele zijtwijgen aangehouden die sterk worden ingesnoeid om flinke scheutgroei te stimuleren. Deze 'prikkelende' snoei op aanvankelijk voornamelijk éénjarig hout wordt ook na het jaar van planten zolang toegepast tot de aanplant door de vorming van nieuw hout is volgroeid. Door de aldus veroorzaakte sterke groei zal ook daarna soms nog veel moeten worden gesnoeid om de omvang van de boom in toom te houden. Door deze wijze van snoeien ontstaat, vooral bij goede vocht- en stikstofvoorziening, op een kunstmatig beperkt aantal groeipunten sterke scheutgroei die ook lang in het seizoen doorgaat. Hierdoor wordt stip bevorderd enerzijds doordat vruchten door de aanwezigheid van groeiende scheuten sterk uitgroeien, anderszijds doordat de bloemaanleg wordt verzwakt en tevens de junirui wordt versterkt, zodat de vruchten door de verminderde dracht nog een extra groeistimulans krijgen.

Ook de duur van de scheutgroei tot het afsluiten van de eindknop lijkt een belangrijk punt. Men kan dit o.a. afleiden uit de waarneming dat hergroei van scheuten, in de periode van afsluiten van de lengtegroei en meestal veroorzaakt door overvloedige regen volgend op langdurige droogte, samengaat met verhoogde stipgevoeligheid. Het in de zomer verwijderen van groeipunten, wat vooral in Engeland werd bestudeerd, heeft een verlagend effect op de stipaantasting. De concurrentie om calcium tussen blad en vrucht zou daarom juister kunnen worden aangeduid als 'concurrentie tussen groeiende scheuten en vruchten'. Het kan wijzen op een door groeistoffen gestuurd proces van calciumtransport.

Bij de thans meer gebruikelijke kleinere plantafstanden, zoals in de 3,5 x 1,5 m en nog dichtere beplantingen, wordt veel minder prikkelend gesnoeid. Bij de opkweek van de slanke ronde spil gaat het juist om een beheerste groei en kleine dunne gesteltakken. Na het planten wordt de harttak minder ingekort, er worden vrijwel geen zijtwijgen weggenomen en ze worden niet ingesnoeid. De groei wordt nu over meer groeipunten verdeeld en komt niet meer, zoals bij de 4 x 2 m beplanting, overwegend ten goede aan de onderste takken. Dit heeft een sterkere en vroegere bloemknopvorming tot gevolg wat mede wordt veroorzaakt doordat de dunne soepele zijtakken een meer horizontale stand innemen dan de sterk groeiende gesteltakken van de wijde beplanting. De vroege vruchtdracht vormt op zich al een beperking van de scheutgroei. Er worden minder en kortere scheuten gevormd die de groei ook relatief vroeg afsluiten.

Uit het bovenstaande volgt dat er door de snoeiwijze verschillen in vruchtgroei ontstaan, die ook in de stipgevoeligheid tot uiting moeten komen. Veel is hierover niet bekend. Enkele waarnemingen lijken dit echter te bevestigen: vruchten van sterk groeiende steil opgaande takken vertonen meer stip dan vruchten aan dunne horizontale takken. Er zijn positieve correlaties aangetoond tussen scheutlengte en stip. In een Zuid-Afrikaans onderzoek werd in Golden Delicious meer stip aangetroffen als de scheuten in de winter worden ingeknipt, waardoor sterkere scheutgroei ontstond, vergeleken met uitsluitend uitdunnen van overtollige hele scheuten. In een oud Engels onderzoek werden afnemende percentages stip gevonden als de bomen in de winter respectievelijk werden gesnoeid volgens de 'established spur', 'renewal' en 'regulated' methode. In deze volgorde zijn deze snoeiwijzen als afnemend groei-opwekkend te karakteriseren. Ze gingen achtereen volgens ook met een grotere vruchtdracht, dus minder vruchtgroei gepaard. 'Established-spur pruning' komt grotendeels neer op korte snoei op vruchthout, bij 'regulated pruning' beperkt men zich hoofdzakelijk tot het uitdunnen van overtollige of concurrerende scheuten.

Tot op zekere hoogte kan wintersnoei worden vervangen door zomersnoei. De betekenis hiervan voor de bestrijding van stip wordt in een later hoofdstuk besproken (paragraaf 6.3).

5.2.3 Plantdichtheid en veredelingshoogte

Over de invloed van de plantdichtheid, een belangrijke, sterk wisselende en veranderende teeltonstandigheid, lijkt nog geen duidelijke uitspraak mogelijk. Dichter planten gaat samen met grotere onderlinge licht- en wortelconcurrentie en met althans in de aanloopjaren minder prikkelende snoei. Deze remmen alle de groei, ook van vruchten, zodat men hiervan een vermindering van de stipgevoeligheid mag verwachten. De gegevens in tabel 7 zijn samengesteld uit waarnemingen van de teeltkundige afdeling van het Proefstation te Wilhelminadorp. Vergroting van het aantal bomen per ha en hoger

Tabel 7: Invloed van plantsysteem, plantdichtheid en veredelingshoogte op het percentage boomstip in 1973 bij gewone Golden Delicious en bij de mutant Starkspur Golden Delicious (tussen haakjes) op M.9, geplant in 1970 te Wilhelminadorp.

Table 7: Tree pit in 1973 in common Golden Delicious and in Starkspur Golden Delicious (between brackets) on M.9 planted in 1970, as related to planting system, plant density and budding height. Experiment in Wilhelminadorp.

plant- systeem <i>planting system</i>	hoogte veredeling <i>budding system</i>	plantafstand bij enkele rij in cm <i>plant distance for single row in cm</i>	
		300 x 133	270 x 73
		aantal bomen / <i>number of trees per ha</i>	
	cm	2500	5000
enkele rij	10	9,3 (23,6)	6,7 (12,9)
<i>single row</i>	25	5,0 (12,8)	5,7 (15,6)
bedden	10	14,2 (23,8)	7,7 (12,7)
<i>beds</i>	25	7,8 (13,8)	3,5 (13,1)

veredelen, twee duidelijk groeiverzwakkende teeltonstandigheden, gingen vrijwel steeds samen met een afname van het percentage stip. Bij het beddensysteem is de onderlinge afstand tussen de bomen bij gelijk aantal per ha groter dan bij enkele rijen en de groei is ook iets sterker. Dit ging bij gewone Golden Delicious, vooral bij 2500 bomen per ha, ook samen met meer stip. De cijfers wekken de indruk dat bij een bepaalde groeiverzwakking een nog verder verzwakkende maatregel de stipgevoeligheid niet meer verlaagt. Zo is het effect van meer bomen per ha bij de normale veredelingshoogte van 10 cm duidelijk stip-verminderend, bij 25 cm hoogte maakt het aantal al niets meer uit; bij 5000 bomen per ha heeft de veredelingshoogte bijna geen invloed. In overeenstemming met de ervaringen vermeld in paragraaf 5.2.1 liet voorts het spurtype meer stip zien dan de gewone Golden Delicious.

Er was in deze proef niet verschillend gesnoeid. Wel werd geconstateerd dat de groei bij beide systemen en gewassen alleen normaal was bij 2500 bomen per ha en bij 10 cm veredelingshoogte. Overal elders was de groei sterk gedrongen. De verschillen in stipniveau stemmen met deze waarneming goed overeen.

Sommige proefresultaten elders bevestigen het bovenstaande echter niet. Zo vonden Hilkenbäumer en Reinken (1959) in een proef met verschillende ras-onderstamcombinaties meer stip in 3 x 3 m dan in 3 x 4 m beplantingen. Daarbij werden gedurende de zomermaanden systematisch lagere vochtgehalten aangetroffen in de grond bij de 3 x 4 m beplanting. Drogere grond ging dus samen met minder stip. Zonder verdere informatie over groeikracht en vruchtgrootte kan hiervoor natuurlijk geen verklaring worden gegeven. Wellicht moet deze in minder fluctuaties in stress-situaties of in verschuiving in de mineralenopname naar lagere K/Ca-verhoudingen door diepere vochtonttrekking bij de 3 x 4 m beplanting worden gezocht.

In de proeftuin te Ulestraten met zesjarige Golden Delicious in een plantsystemenproef, werd in 1973 veel boomstip waargenomen. Over verschillende dichtheden gemiddeld bedroeg het percentage stip bij de enkele rijenteelt 63 %, bij de beddenteelt, waarvan de bomen groter waren, dus sterker gegroeid, 86 %. Tot zover een verschil in overeenstemming met de groei en met tabel 7. Over deze systemen gemiddeld werd bij 2500, 3000 en 4000 bomen per ha respectievelijk 61 %, 85 % en 78 % boomstip gevonden. Het wat geringere percentage bij de laagste plantdichtheid wijkt ook nu dus af van het resultaat te Wilhelminadorp. De invloed van het aantal bomen per ha is blijkbaar ingewikkeld en laat tot dusverre geen eensluidende conclusie toe.

5.2.4 Vruchtdunning

Over het algemeen moet van vruchtdunning enige toename van stip worden verwacht. Dit lijkt voor de hand te liggen omdat de blad/vruchtverhouding immers kunstmatig wordt vergroot, waardoor de vruchten door celstrekking sterker zullen uitgroeien. Hoewel inderdaad vaak meer stip en een grotere K/Ca-verhouding in de vruchten wordt gevonden, is de invloed van het dunnen in de praktijk toch wisselend en afhankelijk van de omstandigheden en de wijze van dunnen (Link, 1973; Sharples, 1968). Vruchtdracht, tijdstip, mate en selectiviteit van de dunning, chemisch of met de hand, spelen daarbij een rol. Bovendien moet met een na-effect via de bloemaanleg op de vruchtdracht en daardoor op de stipgevoeligheid in een volgend jaar rekening worden gehouden.

De verbetering van de sortering, tot uitdrukking komend in een minder groot aandeel aan vruchten van te kleine maten, wordt vooral mede veroorzaakt doordat kleine, zwakke en concurrerende vruchten worden weggenomen. Dit is dus een selectie op vruchten die als gevolg van meer celdelingen een voorsprong in de groei hebben gekregen. Als de dunning nog in de periode van de celdeling plaats vindt, dus binnen vier tot zes weken na volle bloei, ontstaat bovendien extra groei doordat in de overgebleven vruchten, door het wegvallen van de concurrentie, het proces van deling wordt geïntensiveerd en verlengd. De ervaring is dan ook dat het effect op de vruchtgrootte toeneemt naarmate vroeger wordt gedund. Zo wordt na chemische dunning, met bijvoorbeeld bespuiting met 0,15 % van een carbaryl-bevattend middel tot drie à vier weken na volle bloei, algemeen een sterker effect op de vruchtgrootte ondervonden dan na handdunning enkele weken later.

Als dunning alleen een vermeerdering van het aantal cellen per vrucht zou veroorzaken, zou geen toename van stip mogen worden verwacht. De ver-grote blad/vruchtverhouding heeft echter ook extra vruchtgroei door cel-strekking tot gevolg en wel sterker naarmate vroeger gedund wordt en de veroorzaakte dracht lager is. Daarbij wordt ook de blad- en scheutgroei gestimuleerd. Dit gaat wél samen met meer kans op stip. In paragraaf 4.2.3 (afb. 5) kwam naar voren dat de aanvoer van calcium naar de vrucht voor zeker 80 % plaats vindt in de eerste helft van de periode van de vrucht-groei tot ± 20 juli. Hoe eerder wordt gedund des te vroeger vindt de over-gang plaats van calciumrijke aanvoer langs de houtvaten op calciumarme langs het floëem. Dit resulteert uiteraard in een lager calciumgehalte van de vruchten bij de pluk. Link (1973) vond dat dunning met carbaryloplos-singen in concentraties van 0,075 % tot 0,10 % verspoten twee weken na de bloei, met méér stip gepaard ging dan handdunning na de juniurui als de vergelijking betrekking had op bomen met bij de pluk gelijke vruchtdracht. Bij overeenkomstige dracht gaven niet-gedunde bomen echter véél meer stip dan chemisch of met de hand gedunde. Bij deze was de blad/vrucht-verhouding al vanaf de bloei groot. Het percentage stip en de verschillen tussen ge-dund en ongedund werden groter naarmate de bomen bij lagere (gelijke) vruchtdracht werden vergeleken.

Als vrij veel vruchten worden gedund, zodat de blad/vrucht-verhouding duidelijk toeneemt, moet ten opzichte van ongedunde bomen, dus met grotere dracht en kleinere vruchten, uiteraard een toename van stip worden ver-wacht. Zo vond Sharpless (1968) bij handdunning van Cox's Orange Pippin res-pectievelijk 5, 17 of 33 dagen na volle bloei 55, 59 en 49 % stip tegenover 33 % in de controle-bomen. Hierbij was zwaar gedund waardoor de op-brengst ongeveer gehalveerd werd. Het vruchtgewicht nam toe van 109 g bij ongedund tot 169, 167 en 159 g bij de opeenvolgende data van dunning; het celvolume van vruchten van gedunde bomen bleek ca. 30 % groter te zijn dan die van ongedunde. Van der Boon (1976) die tussen eind juni en half juli een veel minder rigoreuze dunning toepaste bij James Grieve, verkreeg daardoor slechts een matige oogstreductie. Vruchten van gedunde bomen kre-gen na bewaring onbetekenend meer stip dan even grote vruchten van niet-gedunde bomen. Het effect is dus sterk afhankelijk van het tijdstip en de mate waarin wordt gedund. In de praktijk wordt sterke oogstreductie vermeden, zodat de toename van stip dooreengenomen meer met de resultaten van Van der Boon (enkele procenten méér stip) dan met die van Sharpless zal overeenkomen.

Een effect van vooral vroege (eventueel chemische) vruchtdunning is, dat de regelmaat van de dracht in het volgende jaar verbetert. Door versterking van de bloemaanleg geven gedunde bomen het tweede jaar een nor-male oogst, terwijl ongedunde bomen dan in een beurtjaar terecht kunnen komen. Het gevolg is dat ten aanzien van stip een compensatie-effect kan ontstaan waarbij vruchten van ongedunde bomen stippiger worden dan die van beter dragende bomen die het eerste jaar werden gedund. Zo vermeldt Link (1968) in het jaar na chemisch dunnen van Cox's Orange Pippin 17 % stip-pige vruchten tegenover 28 % bij ongedunde bomen. Over beide jaren gemid-deld waren de stippercentages bij gedund en ongedund 15 % en 19 %. Ook Van der Boon (1976) en anderen vermelden dergelijke omkeereffecten.

De ervaringen over vruchtdunning kunnen als volgt worden samengevat. Het risico dat stip wordt bevorderd, hangt voornamelijk af van de mate waarin de celgroei wordt gestimuleerd. Dit risico wordt groter naarmate vroeger en intensiever wordt gedund en de veroorzaakte vruchtdracht lager

is. Chemisch dunnen houdt een wat groter risico in dan dunnen met de hand maar dit wordt meestal gecompenseerd door minder stip bij een grotere regelmaat van de vruchtdracht in het volgende jaar. Dunnen veroorzaakt veel minder stip dan een vanaf de bloei al matige vruchtdracht.

5.2.5 Groeiregulatoren

Besputtingen met middelen die de groei remmen en daardoor de vruchtbaarheid bevorderen, of die de rijping beïnvloeden, behoren tot de modernste overwogen teeltmaatregelen. Ze worden bij appels nog niet op grote schaal toegepast omdat ze soms te duur, onbetrouwbaar of nog niet toegelaten zijn. Er zijn enkele duidelijk ongewenste neveneffecten en de werking hangt af van het ras. De invloed op de vruchtbom is echter zodanig dat een bespreking in verband met het stipvraagstuk gewenst is. Middelen die voor vruchtdunning worden gebruikt, moeten ook tot de groeiregulatoren worden gerekend (paragraaf 5.2.4: carbaryl ¹) en meer recent ook Ethrel-A ²).

Alar ³) kan in concentraties tussen 0,1 en 0,3 % worden verspoten als de scheuten 8 tot 12 bladeren dragen. Het remt de scheutgroei waardoor bij enkele jaren voortgezette toepassing kleine bomen ontstaan. Het beoogde effect is het verbeteren van de vruchtbaarheid. Deze laat bij sterke groei, vooral in de jeugdfase en op sterk vochthoudende gronden, vaak te wensen over. De door Alar veroorzaakte grotere vruchtbaarheid, o.a. door minder rui, gaat echter doorgaans gepaard met een te sterke afname van de vruchtgrootte. Hoewel de vruchten langer stevig blijven en minder gevoelig zijn voor scald en rot, treedt bij lange bewaring bij bepaalde rassen duidelijk meer zacht en inwendig bruin op, waardoor grote bewaarverliezen kunnen ontstaan. Alar wordt vooral met het oog op de vruchtgrootte voor appels niet algemeen aanbevolen. De toepassing in de praktijk heeft nooit veel betekend. Men zou verwachten dat door de afgenomen blad/vruchtverhouding vooral de celgroei wordt geremd. Hiermee zou een duidelijke afname van de gevoeligheid voor stip moeten samengaan. In enkele gevallen is ook wel minder stip en een hoger Ca-gehalte in de vruchten waargenomen (Bangerth en Link, 1972), zodat in vroege Alar-besputtingen soms een praktische methode tot vermindering van stip wordt gezien, vooral in slecht dragende sterk groeiende aanplantingen. Het stip-onderdrukkende effect kwam echter bij het onderzoek, ook in ons land, over het algemeen niet sterk naar voren. Daarom zullen de nadelige invloed op de vruchtgrootte en de grotere verliezen aan zacht en inwendig bruin bij de beslissing over de toepassing de doorslag geven. Uit Australisch onderzoek is naar voren gekomen dat vroege besputting met Alar vooral het aantal cellen per vrucht en niet zozeer het celvolume doet afnemen. Misschien ligt hierin de verklaring dat stip minder door Alar lijkt te worden onderdrukt dan op grond van de grotere vruchtdracht en de afgenomen scheut- en vruchtgroei mag worden verwacht.

Alar kan ook in latere perioden worden toegepast. Besputtingen in juli in concentraties tussen 0,1 en 0,2 % beïnvloeden de vruchtgrootte praktisch niet zodat weinig invloed op stip kan worden verwacht. Wel wordt de vruchtkleur verbeterd en blijft de vrucht bij bewaring langer stevig en

1) methyl-1-naftylcarbamaat

2) ethefon; chloorethylfosfonzuur; CEPA

3) daminozide; N,N'-dimethyl-amino-barnsteenzuur; SADH

minder gevoelig voor scald (Schone van Boskoop, Melrose) en voor rot. Late bespuiting met Alar vertraagt de rijping waardoor de kans bestaat dat relatief te vroeg wordt geplukt. Onder zulke omstandigheden kwam in Engels onderzoek dan ook een verhoogde gevoeligheid voor stip naar voren (zie paragraaf 5.2.7). Ook bij late bespuiting met Alar kunnen de vruchten bij lange bewaring gevoeliger zijn voor zacht en inwendig bruin.

Ethrel wordt behalve als een nogal aggressief middel voor bloemdunning en feitelijk dus voor zeer vroege regulatie van de vruchtdracht, ook wel gebruikt ter bevordering van de vruchtkleur en vervroeging van de rijping. Het wordt dan één tot enkele weken vóór de pluk verspoten in concentraties van 0,10 tot 0,15 % handelsprodukt (0,048 tot 0,072 actieve stof). De werking wordt toegeschreven aan ethyleen dat vrijkomt bij de ontleding. Wordt niet op tijd geplukt dan gaat de behandeling gepaard met sterke vruchtval. Ethrelvruchten zijn minder houdbaar, worden eerder slap en ontwikkelen meer scald dan onbehandelde vruchten. Rijper plukken gaat over het algemeen samen met een vermindering van de gevoeligheid voor stip (paragraaf 5.2.7). In een Zwitsers onderzoek is dan ook gevonden dat een 0,048 % Ethrel-bespuiting drie weken vóór de pluk bij Gravenstein appels met een zeer duidelijke vermindering van stip gepaard ging. De behandelde vruchten waren kleiner dan onbehandelde, zodat remming van de celgroei kort vóór de pluk als stipbeperkende factor in het geding kan zijn geweest.

Na een Ethrel-behandeling van enkele weken te vroeg geplukte vruchten treedt eventuele gevoeligheid voor stip vervroegd op door het verschijnen van stipplekken na 10 tot 14 dagen. Hierdoor kan al vóór de feitelijke pluk een indruk over de bewaarbaarheid worden verkregen, zodat deze werkwijze wellicht voor de voorspelling van stip kan worden aanbevolen (paragraaf 7.4).

Duidelijker dan bij de twee vorige middelen is de invloed van TIBA ¹⁾ op stip, een middel dat overigens in ons land in de praktijk niet wordt toegepast. In concentraties van 25 tot 50 dpm (delen per miljoen) enkele weken na de bloei verspoten, remt het het transport van de groeistof auxine, waardoor de dominantie van de eindknop vermindert en de scheutgroei vertraagt. Hierdoor wordt de bloemaanleg bevorderd. In tegenstelling tot de verwachting en de ervaringen met vroege Alar-bespuitingen neemt de gevoeligheid voor stip door TIBA juist sterk toe en wel meer naarmate in hogere concentraties en vroeger na de bloei wordt gespoten. Dergelijke ervaringen zijn algemeen, ook in ons land. TIBA remt in sterke mate het calciumtransport naar de vrucht. Oberly (1973) kon uit calcium-opname curven van het type zoals getoond in afbeeldingen 5c en 6 afleiden dat de toename in de tijd van de hoeveelheid Ca per vrucht direct na een bespuiting met 50 dpm TIBA enkele weken vrijwel stilstaat. Vruchten van onbehandelde en behandelde bomen hadden in 1970 2 % resp. 26 % stip, in 1971 21 % resp. 66 %. In een ander, eveneens Amerikaans onderzoek werd een daling van het Ca-gehalte in de schil tot bijna de helft van normaal waargenomen. Het is wel duidelijk dat deze invloed niet aan een veranderde blad/vrucht-verhouding of aan de vruchtgroei kan worden toegeschreven, maar dat TIBA wezenlijk op het Ca-transport naar de vrucht ingrijpt.

In omgekeerde zin wordt dit calciumtransport via verbetering van de hormoon-huishouding waarschijnlijk bevorderd door de synthetische groei-

1) 2, 3, 5 trijoodbenzoëzuur.

stoffen NAA ¹⁾ en NAAM ²⁾. Deze middelen zijn te gebruiken voor vruchtdunning kort na de bloei maar alleen NAAM is als zodanig in ons land toegelaten. NAA kan ook tegen late val worden gebruikt. Met beide middelen is in proeven enige onderdrukking van stip verkregen. Al in 1949 kreeg Van Stuivenberg (1950) onderdrukking van stip door bespuitingen in het begin van de zomer met IAA ³⁾, een in de praktijk niet toegepaste groeistof.

5.2.6 Gewasbescherming

De bestrijding van die planteziekten en plagen die het functioneren van bladeren belemmeren, heeft op zich het stipvraagstuk belangrijk vergroot. Gezond blad groeit sterker uit, assimileert beter en vergroot de toevoer van koolhydraten naar de vruchten die daardoor sterker uitgroeien. Hilkenbäumer en Reinken (1959) namen in 1958, een jaar met veel stip, waar dat praktijkboomgaarden - waarin veel stambasisrot, meeldauw, schurft of spint voorkwamen - belangrijk minder stippige vruchten produceerden dan boomgaarden waarin deze aantastingen goed waren bestreden. Zelfs ernstige spuit schade waardoor de fotosynthese van een deel van de bladoppervlakte uitviel, had minder stip tot gevolg. In al deze gevallen gaat het om de invloed van de blad/vrucht-verhouding op de vruchtgroei. Men mag zich in dit verband afvragen of de moderne neiging om het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen te beperken door tot aan een bepaalde schadegrens aantasting door ziekten en plagen toe te laten, niet een bijdrage kan leveren tot vermindering van stip.

Sommige middelen hebben fytocide neveneffecten waardoor een specifieke invloed op de gevoeligheid voor stip ontstaat. Zo is al in 1953 voor de schurftbestrijdingsmiddelen TMTD (thans thiram genoemd) en in iets mindere mate voor organisch kwik, door Keyer en Dijksterhuis (1956) vastgesteld dat ze vergeleken met spuitzwavel veel meer stip in Notarisappels veroorzaakten. De twee eerstgenoemde middelen bleken een vruchtdunnend effect te hebben als ze binnen enkele weken na de bloei werden toegepast, waardoor minder en grotere vruchten werden geoogst. Met TMTD werd in het genoemde onderzoek bovendien nog iets méér stip gevonden naarmate in die periode vroeger was gespoten. Thiram is chemisch verwant aan de dithiocarbamaten, die eenzelfde uitwerking op het gewas hebben. Van thiram wordt daarnaast verondersteld dat het het calciumtransport naar de vrucht blokkeert. Van spuitzwavel bestaat daarentegen de indruk dat het een ongunstige invloed heeft op de bladstand en op de vruchtgroei van gevoelige rassen zoals Cox's Orange Pippin, Schone van Boskoop en James Grieve, waardoor juist een stip-onderdrukkende werking ontstaat.

Ook in Engels onderzoek kwam toename van stip naar voren door een vruchtdunnende werking, nl. van met de dithiocarbamaten verwante fungiciden ferbam, tecoram, ziram en vooral thiram. Toepassing van het laatste middel ging samen met een verlaging van het calciumgehalte van de vruchten. Geen invloed op stip hadden mancozeb, metiram, zineb en de combinatie captan + dinocap. Duits onderzoek toonde een niet-stip-bevorderende of zelfs een stip-onderdrukkende werking aan van de fungiciden captan, folpet (verwant aan captan), mancozeb, zineb en dichlofluamide.

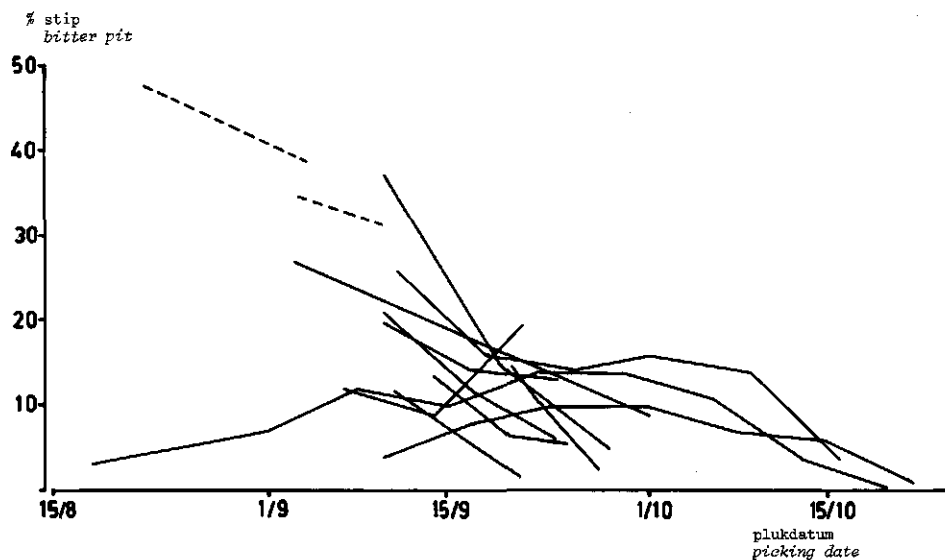
- 1) α -naftylazijnzuur
- 2) α -naftylaceetamide
- 3) α -indolylazijnzuur

Aan sommige gewasbeschermingsmiddelen wordt door fruittelers de voorkeur gegeven omdat ze tevens de bladstand verbeteren. Van zo'n neveninvloed zou een stipbevorderende werking mogen worden verwacht. Dit is in Engeland bijvoorbeeld voor benomyl vastgesteld. Over het algemeen is bij proeven met diverse middelen weinig gelet op de bewaarkwaliteit van het fruit in het bijzonder stip, zodat over de invloed hierop weinig gegevens ter beschikking staan.

5.2.7 Pluktijd

Te vroege pluk is een vrij algemeen ondervonden factor, waardoor stip kan worden bevorderd. In afbeelding 12 zijn enkele proefresultaten bijeengebracht die aan diverse publikaties werden ontleend. Door het juiste tijdstip voor de pluk te kiezen (in ons land voor Cox's Orange Pippin: rond 20 september en later) kan doorgaans een belangrijke beperking van stip worden verkregen. Toch is deze invloed van de pluktijd niet altijd even duidelijk. Vooral in Engeland heeft men ervaren dat in bepaalde jaren laat plukken binnen de normale termijn niet minder stip oplevert dan vroeg plukken (de krommen met sterk gespreide pluktijden in afb. 12). De indruk bestaat dat dit jaren zijn met koel weer vóór de pluk.

Voor een verklaring van de invloed van de pluktijd zijn verschillende speculatieve veronderstellingen gedaan. Bij stip dient men de gevoeligheid van de vrucht, voortvloeiende uit de permeabiliteit van de celmembranen



Afbeelding 12: Invloed van het pluktijdstip op uitwendig stip na bewaring van Cox's Orange Pippin (_____) en James Grieve (-----).

Figure 12: Relationship between data of picking and external pit after storage of Cox's Orange Pippin (_____) and James Grieve (-----). Data from literature sources.

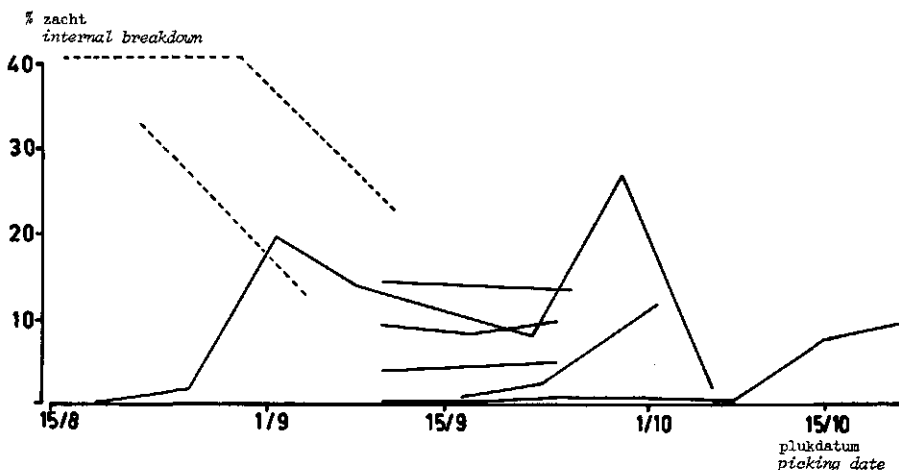
door calcium-tekort, min of meer los te zien van de aanleiding tot het afsterven van bepaalde celgroepen. Het is aantrekkelijk dit afsterven toe te schrijven aan vochtonttrekking aan de gehele vrucht, welke tijdens de rijping resulteert in heterogene en wel versterkte vochtonttrekking aan bepaalde dicht onder de schil gelegen celgroepen. In paragraaf 4.1 is uiteengezet dat dit berust op verschillen in osmotische zuigkracht tussen celgroepen met verschillend voortgeschreden zetmeelsplitsing. Zolang de vrucht nog aan de boom hangt, kan de heterogene vochtonttrekking doorgaans worden genivelleerd door vochtaanvoer langs het xyleem, tenzij het blad in droge perioden een te grote zuigspanning op de vrucht uitoefent waardoor boomstip ontstaat. Door de pluk komt deze wateraanvoer plotseling tot stilstand. De osmotische vochtonttrekking door de suikerhoudende aan de zetmeelhoudende celgroepen vindt dan versterkt plaats, met grotere kans op afsterven. Naarmate het rijpingsproces voortschrijdt, verminderen de weefselverschillen in suikergehalten en neemt het aantal celgroepen met achtergebleven zetmeelsplitsing af. Het ligt voor de hand dat later plukken dan ook samengaat met een kleiner aantal celgroepen dat door vochtonttrekking zal afsterven, dus met minder stip.

Een andere verklaring berust eveneens op vochtonttrekking, maar gaat ervan uit dat zich tijdens de rijping een waslaag op de vrucht ontwikkelt die deze beschermt tegen uitdroging. Te vroeg geplukt fruit wordt dan ook eerder rimpelig tijdens de bewaring. Later plukken betekent dan dat het hierboven beschreven proces van heterogene vochtonttrekking minder wordt geaccentueerd door afgifte aan de omgeving.

De invloed van het pluktijdstip wordt ook wel toegeschreven aan een toename in de aanvoer van calcium in de latere fasen van de vruchtgroei of in veranderingen in de calciumhuishouding van de vrucht. Voor de eerste veronderstelling wordt in vruchtanalyses weinig steun gevonden. Laat geplukte vruchten zouden dan calciumrijker en daardoor minder stipgevoelig moeten zijn. Toch lijkt een toegenomen calciumaanvoer wel mogelijk. In die periode neemt de vruchtgroei af door kortere dagen, lagere temperaturen en minder activiteit van het blad. Dit zou kunnen samengaan met een geringe verschuiving naar aanvoer langs het xyleem en een vrijwel niet-meetbare toename van de calciumaanvoer. Omdat de calciumbezetting van de celmembranen betrekking heeft op een uiterst klein deel van de totale hoeveelheid calcium in de vrucht, kan een geringe extra aanvoer mits ten goede komend aan de celmembranen toch wel enig effect op de stipgevoeligheid hebben. Een veronderstelling daarnaast is tenslotte, dat tijdens de rijping calciumpectaat uit de celwanden oplost waardoor de Ca-bezetting van de membranen zou kunnen toenemen.

Plukken op het juiste tijdstip is niet alleen voor het stipvraagstuk van belang. Te vroeg plukken betekent ook dat de vruchten tijdens de bewaring eerder rimpelig worden en gevoeliger zijn voor inwendig bruin en scald. Te laat plukken betekent daarentegen een kortere bewaarbaarheid door grotere gevoeligheid voor Gloeosporiumrot, zacht en ouderdomsbederf. Hoewel de enkele voorbeelden over de invloed van het pluktijdstip op beide laatstgenoemde afwijkingen, bijeengebracht in afb. 13, niet erg overtuigend lijken, is de ervaring van velen toch wel dat laat plukken bij lange bewaring meer zacht of ouderdomsbederf oplevert dan vroeg plukken.

Aan het ontwikkelen van rijpheidstoetsen wordt veel aandacht besteed. Voor stip valt de beste pluktijd ongeveer samen met het minimum in de ademhalingsintensiteit. Dit moment kan pas nauwkeurig door meting van de koolzuurproductie of het zuurstofverbruik worden vastgesteld als ook het begin



Afbeelding 13: Invloed van het pluktijdstip op zacht en ouderdomsbederf na bewaring van Cox's Orange Pippin (—) en James Grieve (-----).

Figure 13: The same relationship as in figure 12 for internal and senescent breakdown. Data from literature.

van het direct daaropvolgende climacterium wordt waargenomen. Het climacterium kenmerkt zich door snel toenemende ademhaling, dus toenemende CO_2 -productie en O_2 -verbruik. Op dit moment is men voor praktijkdoeleinden echter al te laat om de beste plukdatum nog te kunnen aangeven. Daarom zoekt men thans naar methoden, waarbij andere tijdens de rijping geproduceerde stoffen vóór de pluk periodiek worden bepaald en waarvan een karakteristieke fase in de productie al ruim vóór de gewenste plukdatum kan worden vastgesteld.

Zo stelde men in Duitsland door bepaling met de gaschromatograaf vast dat de concentratie aan butylacetaat, één van de vele aromastoffen, enkele dagen vóór het begin van het climacterium snel toeneemt, waardoor dit laatste goed kan worden voorspeld en tijdig een advies voor de pluktijd kan worden gegeven. Eenvoudiger en daardoor meer onderzocht is echter de bepaling van ethyleen. De productie daarvan loopt in korte tijd sterk op, maar de samenhang tussen de hierop ingestelde pluktijd en de bewaarresultaten is onduidelijk.

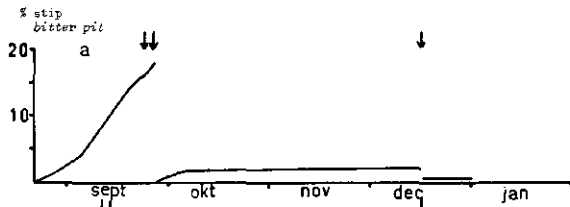
5.3 Bewaaromstandigheden

Over de vraag of de mate van stippig worden afhangt van de bewaaromstandigheden bestaat, met uitzondering van de C.A.-bewaring, weinig verschil van mening. Na de pluk kan de gevoeligheid van de vruchten, behalve door maatregelen zoals het dompelen in een oplossing van een calciumzout (zie paragraaf 6.2), praktisch niet meer worden beïnvloed. Wel kan het moment en de snelheid van het zichtbaar worden van de stipplekken door de wijze van bewaren sterk uiteenlopen. Hierdoor zijn verschillende opvattingen ontstaan omtrent de betekenis van de bewaarmethode voor de bestrijding van stip.

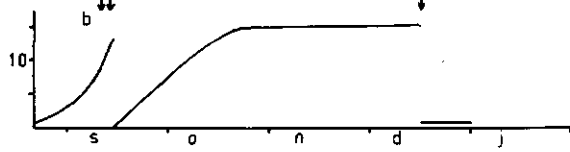
De rijping en het stippig worden van vruchten zijn processen die in de tijd gemeten niet persé aan elkaar behoeven te zijn gekoppeld: boomstip ontstaat in relatief onrijpe, bewaarstip in rijpe vruchten. De groei en de voedingsomstandigheden van de vrucht spelen hierbij een grote rol. Wel is het zo dat van een bepaalde gevoelige partij het stippig worden, wordt versneld of vertraagd naarmate ook de rijping wordt versneld of vertraagd. Zo geeft schuurbewaring na de pluk, vooral bij hoge temperatuur, een duidelijke versnelling van de rijping maar ook een veel vroeger en sneller zichtbaar worden van stip. Door het fruit direct na de pluk naar het koelhuis te brengen kunnen rijping en stippig worden belangrijk worden uitgesteld. Nog sterker is dit het geval bij gescrubde C.A.-bewaring. Bij deze laatste methode zou zich volgens de ervaring van sommigen tevens wat minder stip ontwikkelen. In afb. 14, a-h, is voor verschillende situaties schematisch aangegeven hoe de ontwikkeling van stip verloopt in een partij Cox's Orange Pippin die, bij plukken op 23 september (de 'normale' pluktijd) uiteindelijk 20 % stip zal opleveren. In situatie a-g wordt luchtkoeling, in h wordt gescrubde C.A.-bewaring toegepast. De percentages stip zijn steeds betrokken op de oorspronkelijke voor bewaring bedoelde partij.

De betekenis van de onderscheidingen van afbeelding 14 is als volgt:

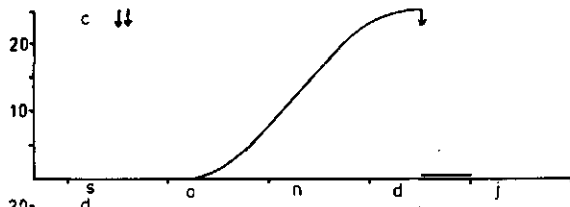
- a. Van eind augustus af begint zich als gevolg van bijzondere weersomstandigheden vrij snel boomstip te ontwikkelen. Er wordt op de normale tijd geplukt en na uitsorteren van de stippige vruchten (18 %) wordt de rest vrij snel, op 26 september gekoeld. Hierin worden al gauw enkele vruchten (2 %) alsnog stippig. Totaal: 20 % stip;
- b. Dezelfde situatie als bij a maar in verband met het al in de boomgaard zichtbaar worden van stip wordt abusievelijk besloten zeer vroeg, al op 10 september, te plukken. In de schuur (3 dagen) zet stip zich versneld voort. Na uitsorteren van 13 % aangetaste vruchten gaat in de gekoelde partij, zij het iets vertraagd, de stipontwikkeling nog verder (15 %). Door de te vroege pluk bedraagt het totale verlies tenslotte aanzienlijk meer, nl. $13 + 15 = 28$ %;
- c, d, e. Achtereenvolgens wordt 'vroeg', 'laat' en op de normale tijd geplukt (15, 30 en 23 september). De uiterlijk gave partijen worden spoedig gekoeld. Van half oktober af begint zich stip te ontwikkelen maar tot verschillend niveau nl. respectievelijk 25 %, 15 % en 20 %. Omstreeks half december is de stipontwikkeling volledig. Na verwijdering van stippige vruchten, bij de uitslag medio december, breidt stip zich niet verder uit;
- f. Door te lange bewaring in een te warme schuur rijpen de vruchten snel zodat al in de schuur een begin van stip is te zien, waarvan de ontwikkeling ook na overbrengen in het koelhuis drie weken vóór ligt op de situaties c-e. Midden november is stip al volledig ontwikkeld (20 %);
- g. Door toepassing van een hoge relatieve luchtvochtigheid, vooral in de beginperiode van de bewaring (RV = 90 - 95 %), wordt stip enigszins uitgesteld. Aangenomen dat de RV bij de vorige situaties duidelijk aan de lage kant was, kan deze vertraging ca. 2 weken bedragen. Bij ruimen en sorteren half december is stip nog niet geheel ontwikkeld, zodat de partij op weg naar de consument nog enkele stipvruchten gaat vertonen. De bewaring bij hoge RV geeft wel meer verliezen aan zacht en Gloeosporium-rot dan bij e, maar minder kans op inwendig bruin;



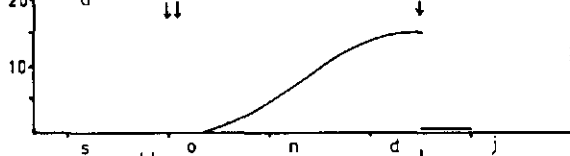
boomstip - tree pit
 pluk - picking date: 23 sept.
 bewaring - cold storage: 26 sept-15 dec



boomstip - tree pit
 pluk - picking date: 10 sept
 bewaring - cold storage: 13 sept-15 dec



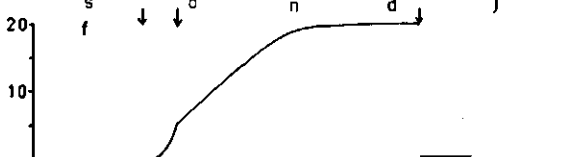
bewaarstip - storage pit
 pluk - picking date: 15 sept
 bewaring - cold storage: 18 sept-15 dec



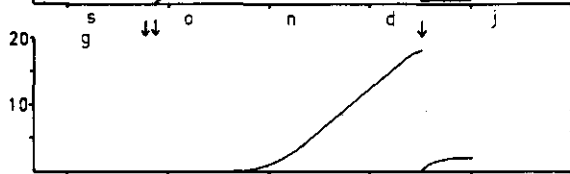
bewaarstip - storage pit
 pluk - picking date: 30 sept
 bewaring - cold storage: 3 okt-15 dec



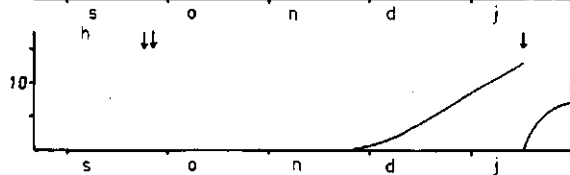
bewaarstip - storage pit
 pluk - picking date: 23 sept
 bewaring - cold storage: 26 sept-15 dec



bewaarstip - storage pit
 pluk - picking date: 23 sept
 bewaring - cold storage: 3 okt-15 dec



bewaarstip - storage pit
 pluk - picking date: 23 sept
 bewaring - cold storage: 26 sept-15 dec
 hoge rel. luchtvl. heid -
 high rel. air humidity



bewaarstip - storage pit
 pluk - picking date: 23 sept
 G.A. bewaring - G.A. storage: 26 sept-15 ja

h. Gescrubde C.A.-bewaring geeft een duidelijke vertraging van het begin van de stipontwikkeling (tot 1½ maand) en bovendien duurt deze ontwikkeling langer zodat bij ruimen half januari, nog niet alle stip tevoorschijn is gekomen. Na bewaring en uitsortering van aangetaste vruchten komt nog $20 - 13 = 7\%$ stip tevoorschijn. Appels uit de C.A.-bewaring houden bij relatief vroeg ruimen dus grotere stip-risico's voor de consument in dan appels uit de luchtgekoelde cel. Overigens heerst er verschil van mening over de mate waarin stip bij C.A.-bewaring op den duur tevoorschijn komt. Sommigen menen dat het totale percentage, dus met inbegrip van stip dat op weg naar de consument nog tot ontwikkeling komt, lager uitvalt dan bij gewone bewaring.

Uit de bovenstaande voorbeelden, die de praktijkervaringen over bewaring en stip weerspiegelen blijkt, dat niet zozeer de mate van stip alswel de periode van tevoorschijn komen kan worden beïnvloed. Vooral bij C.A.-bewaring waarbij de ademhaling op een zeer laag peil wordt gebracht, worden rijping en stippig worden sterk vertraagd en wel meer naarmate een hoger CO₂- en een lager O₂-gehalte worden toegepast. Daardoor kan de bewaarduur ook wat de stipontwikkeling betreft, worden verlengd. Bij luchtkoeling vindt het stippig worden doorgaans zo vroeg plaats dat partijen die begin december nog geen stip vertonen ook later niet meer stippig worden.

De mogelijkheid om stip in te vroeg geplukte vruchten versneld tot ontwikkeling te laten komen, zodat al vóór de pluk een indruk over de gevoeligheid wordt verkregen, werd in paragraaf 5.2.5 al genoemd. Hierop zal worden teruggekomen in paragraaf 7.4.

5.4 Bodemfactoren

In de voorgaande hoofdstukken is de indruk gewekt dat het transport van de mineralen kalium, calcium en magnesium naar de vrucht voornamelijk afhangt van boom- en teeltfactoren. Uit de berekening dat zich, bijvoorbeeld bij de pluk van 20.000 kg Cox's Orange Pippin per ha, 0,8 tot 1,2 kg Ca in de vruchten en 20 tot 35 kg Ca in de bladeren bevindt, zou men al tot de veronderstelling kunnen komen dat de calciumvoorziening van de vrucht voornamelijk een kwestie van verdeling over de delen van de boom is en dat de opname door de wortels daarbij slechts een ondergeschikte rol kan spelen.

Het recente stiponderzoek heeft zich internationaal sterk gericht op bestudering van samenhangen tussen stip (zacht, rot) en de minerale samenstelling van bladeren en vruchten. In ons land is daaraan naar verhouding

Afbeelding 14: Schematisch weergegeven, veronderstelde ontwikkeling van boom- en bewaarstip in een partij appels Cox's Orange Pippin met gelijke gevoeligheid bij verschillende pluktijden en bewaarmethoden. De pijltjes geven het tijdstip aan van de pluk en het begin en einde van de gekoelde bewaring.

Figure 14: Schematic presentation of tree pit and storage pit development in lots of Cox's Orange Pippin apples with equal potential susceptibility (20% pit when picked on 23rd of September), as related to picking time and storage conditions. Arrows indicate picking date and date of beginning and termination of cold storage respectively.

zeer veel aandacht besteed speciaal met het oogmerk de kans op stip al vroegtijdig te kunnen voorspellen aan de hand van blad- en eventueel vruchtanalyses. De genoemde samenhangen bleken ten dele niet alleen duidelijk en bruikbaar voor dit doel, maar bovendien hing de minerale samenstelling van het gewas samen met een aantal bodemvruchtbaarheidsfactoren. De grond, de bemesting en de bodembehandeling hebben dan ook, direct via de minerale voeding of indirect via de waterhuishouding en de groei, grote invloed op het optreden van stip, zacht en rot.

5.4.1 Grondsoort

De invloed van de natuurlijke bodemomstandigheden op stip en zacht is zo groot dat appels van bepaalde grondsoorten, bedrijven of percelen al bij voorbaat verdacht zijn. Daardoor kan de herkomst van het fruit op zich al een prijsdrukkend effect hebben. De bodemverschillen betreffen hoofdzakelijk de evenwichtigheid van de vochtafgifte en het gemak waarmee de wortels kalium en calcium opnemen. Op enkele bodemvruchtbaarheidskenmerken wordt later nog nader ingegaan.

In ons land zijn het voornamelijk de bedrijven op vaak ondiep bewortelde slibarme zandgronden, die regelmatig met het stipprobleem worstelen. Hiervoor is een complex van bodemeigenschappen verantwoordelijk. Zandgronden geven in vochtige toestand gemakkelijk vocht af, wat tot snel verbruik van de op zich al beperkte voorraad leidt. Bij uitdroging neemt de opneembaarheid van water vrij plotseling sterk af. Dit leidt tot grote fluctuaties in de vochtspanning aan het worteloppervlak die zich ook in de onderdruk in de houtvaten voortzetten. Een verder kenmerk van pleistocene zandgronden is de afwezigheid van een kalkreserve. Dit leidt gemakkelijk tot pH-dalingen wat met een beperking van de calciumopname gepaard gaat. Ten slotte nemen gewassen in zandgrond veel gemakkelijker kalium op dan in kleigrond. Dit wordt veroorzaakt door de overwegende binding aan humusde-

Tabel 8: Verschillen tussen grondsoorten in grond- en bladanalysecijfers en stipaantasting (gegevens Van der Boon e.a., 1968).

Table 8: Differences in soil and leaf analytical data and in bitter pit, between sandy and medium to heavy textured soils (data Van der Boon a.o., 1968).

grondsoort <i>soil</i>	aantal bedr./ <i>number</i> of <i>orchards</i>	% afslib- baar % 16 U	K - HCl mg K ₂ O per 100 g gr./ 100 g soil	% in drogestof blad % in dry matter leaves	% bewaars- stip/ storage pit		
				K	Ca	Mg	
zand/ <i>sand</i>	5	4-11	20	2,15	0,94	0,18	51
zavel en klei/ <i>clay loam</i> and <i>clay</i>	6	15-41	39	1,81	1,25	0,20	28

len. Zulke kalium wordt drie tot vijf keer zo gemakkelijk aan de bodemoplossing afgestaan als aan klei geadsorbeerde kalium. Aanplantingen op zandgrond worden bij de bladanalyse vaak gemakkelijk herkend aan relatief hoge K-gehalten van ca. 2 % en meer. Van der Boon e.a. namen bij bespuitingsproeven met Cox's Orange Pippin grote verschillen waar die onder meer met de grondsoort samenhangen (tabel 8). Op zand, waar veel meer stip optrad, was de kaliopname afgaande op de bladanalyse veel groter (ondanks lagere gehalten in de grond aan uitwisselbare kalium) en was de calciumopname kleiner dan op klei.

Binnen de groep van zeekleigronden bestaan eveneens verschillen in stipgevoeligheid. Bij een enquête in 1965-1967 in West-Noord-Brabant kwam naar voren dat op gronden met minder dan 20 % afslibbare delen (lichte zwavel) meer stip optrad dan op zwaardere gronden. Een ervaring is verder dat ondiep bewortelbare profielen (bijvoorbeeld plaatgronden: klei op zand) relatief stipgevoelige appels opleveren. In deze gevallen gaat het eveneens om een beperkt vochtleverend vermogen en, afhankelijk van de neerslag, om sterke fluctuaties in de vochtvoorziening. De ervaringen in het buitenland komen met de Nederlandse overeen. In het Noordduitse "das Alte Land" werden de verliezen aan stip in 1966-1967 op de door kalifixatie gekenmerkte rivierkleigronden langs de Elbe twee tot drie keer zo klein geschat als op de aangrenzende pleistocene zandgronden. Ook in Engeland en de Verenigde Staten zijn het veelal de ondiep bewortelde soms door een rotsachtige ondergrond gekenmerkte profielen, die veel stip opleveren.

Met de grondsoort en de ligging kan tenslotte gevoeligheid voor wateroverlast samenhangen. Een slechte bodemstructuur en hoge grondwaterstanden veroorzaken minder goed ontwikkelde wortelstelsels, waardoor de calciumopname wordt belemmerd. Ook onder deze omstandigheden is verhoogde gevoeligheid voor stip waargenomen.

5.4.2 Waterhuishouding

Uit de vochtleverende eigenschappen van de grond, kunstmatige watervoorziening en neerslagverdeling komt een grote invloed van de vochthuishouding naar voren. Droogte aan het worteloppervlak heeft een tweeledig effect. Door de stijging van de zoutconcentratie van de bodemoplossing daalt de opname van calcium sterker dan die van kalium waardoor de K/Ca-verhouding in bladeren en vruchten stijgt. Bij sterke transpiratie aan de bladeren neemt bovendien de onderdruk in de houtvaten toe. De boom komt zo onder "stress" (spanning) te staan. Het gevolg is dat de vruchten niet meer in staat zijn door transpiratie Ca-rijk xyleemvocht aan te zuigen. Ze gaan daarentegen tijdelijk zelf als vochtreservoir dienen voor het transpirerende blad en dit uiteraard des te vaker en intensiever naarmate de vruchtdracht lager en de blad/vrucht-verhouding groter is. In paragraaf 4.2.3 kwam naar voren dat calcium door de vrucht vrijwel uitsluitend door wateraanvoer langs het xyleem kan worden betrokken. In perioden van droogte wordt de aanvoer van calcium dus tijdelijk onderbroken, wat een blijvend gevolg heeft voor de uiteindelijke Ca-toestand van de vrucht en de gevoeligheid voor stip.

Over de invloed van de vochthuishouding in de plant kan veel worden geleerd uit potproeven met tomaten die in ons land door Van der Boon (1973) en Wiersum (1966) werden uitgevoerd. Bij de tomaat komt neusrot voor, een verschijnsel dat fysiologisch op één lijn is te stellen met stip. Het inhullen van trossen in plastic zakjes, waardoor de transpiratie aan het

vruchtoppervlak werd beperkt, had sterke toename van neusrot tot gevolg. Tijdelijke droogte in verschillende perioden, door onderbreking van het watergeven, gaf bij een hoge kalium- en lage calcium-voorziening via de wortels eveneens meer neusrot. Vooral vruchten die bij het begin van de droogteperiode een diameter van ruim 1 cm hadden bereikt, waren het gevoeligst. Dit lijkt voor de hand te liggen omdat de calcium-import langs de houtvaten het sterkst is in de vroege stadia van de vruchtgroei (vergelijk afb. 5c) en onderbreking zal dan ook juist in deze periode het meeste effect hebben.

Ook in de publikaties over stip komt een relatief grote betekenis van watergeven tijdens voorjaarsdroogte naar voren. Juist in deze periode kan de jonge vrucht door transpiratie nog veel calcium importeren mits niet gehinderd door 'stress' door de bladeren als gevolg van beperkte wateropname.

In de meeste beregeningsproeven met appel komt een verminderde stipgevoeligheid door water geven naar voren, ondanks soms sterk toegenomen vruchtgroei. Zo kregen Butijn en Van 't Leven (1956) in het vooral in juli en augustus droge jaar 1955 op een plaatgrond (zavel op zand) een meeropbrengst aan Cox's Orange Pippin van ca. 50 %. Het vruchtgewicht nam daarbij toe van 72 tot 105 gram. Dit was het gevolg van beregening met totaal 160 mm in juni tot september. In de grotere maten van de onberegende veldjes varieerde het percentage stip van 20 tot 40 %. In de beregende veldjes werd 2 % stip waargenomen.

In later onderzoek elders over de vochtvoorziening waarbij ook blad- en vruchtanalyse werd uitgevoerd, werd regelmatig vastgesteld dat het afgenomen percentage stip veelal geheel door het toegenomen calciumgehalte in de vruchten kon worden verklaard. Soms, maar niet steeds, nam ook het Ca-gehalte in de bladeren toe.

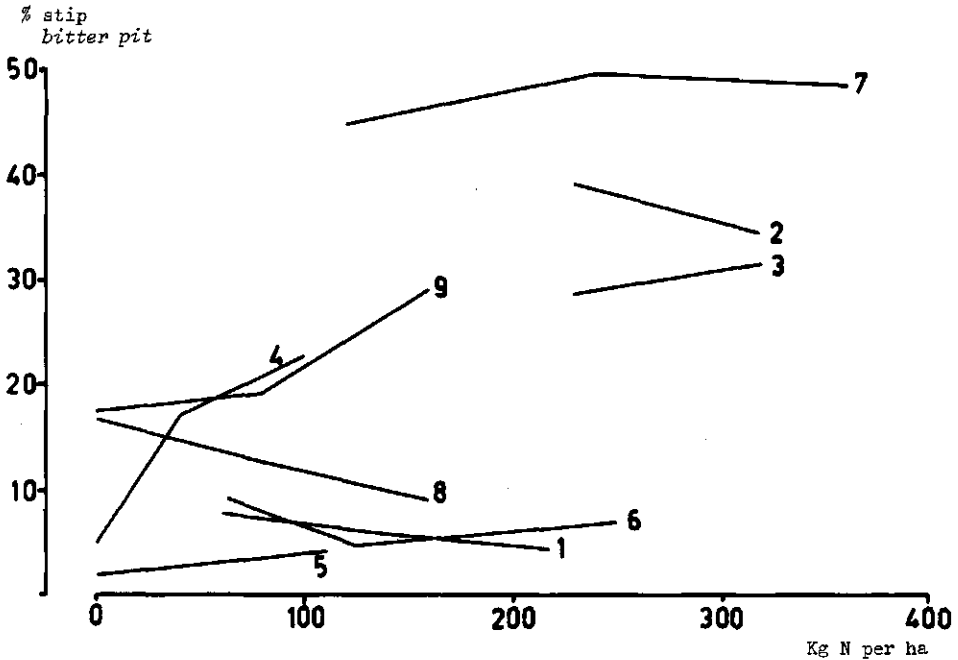
Een ervaring is verder dat de beste onderdrukking van stip wordt verkregen door matige en vooral regelmatige vochtvoorziening gedurende het gehele seizoen. Water geven vanaf het voorjaar eventueel gevolgd door droogte later in het seizoen geeft veel minder stip dan droogte die in de loop van de zomer wordt opgeheven door overvloedig water geven of neerslag. Uit de voorgaande opmerkingen over de calciumimport kan dit gemakkelijk worden verklaard. In de laatste situatie is mede van belang dat een gewas door hernieuwde vocht- en stikstofaanvoer, na aanvankelijke groeistagnatie door droogte, een sterke groeistoot ondervindt. Vooral als dit kort vóór het afsluiten van de lengtegroei van de scheuten gebeurt, ontstaat hernieuwde scheutgroei die in de praktijk als St. Janslot bekend staat. Het plotseling verschijnen van een groot aantal nieuwe vegetatiepunten betekent een versterking van de in paragraaf 5.1.1 aangeduide, wellicht hormonaal geregelde concurrentie om calcium door de scheuten ten koste van de vruchten. Zulke situaties kunnen natuurlijk ook door de natuurlijke neerslagverdeling ontstaan. Zo moet het in 1973 in Golden Delicious op grote schaal optreden van boomstip in verband worden gebracht met de bij dit ras geconstateerde opvallende hergroei van scheuten na zware regenval vanaf half juli. Juni tot eind september was dooreengenomen droog behoudens een periode van twee tot drie weken in de tweede helft van juli, waarin ca. 80 mm regen viel. Op gronden met een beperkt vochtleverend vermogen betekent zo'n neerslagverdeling ten aanzien van de calciumvoorziening van de vrucht een tweesnijdend zwaard: niet alleen de langdurige en vooral vroege 'stress'-situatie is ongunstig, maar tevens wordt de concurrentie om calcium versterkt door een vergrote blad/vrucht-verhouding en het ontstaan van nieuwe vegetatiepunten.

5.4.3 Bemesting

De voedingstoestand van de grond en de bemesting beïnvloeden de groei en de minerale samenstelling van het gewas vaak zodanig dat verhoogde stipgevoeligheid ontstaat. Iedere bodemvruchtbaarheidsfactor die de blad- en scheutontwikkeling bevordert (waardoor soms tevens de vruchtvrucht onregelmatiger wordt), doet de vruchtgroei door celstrekking toenemen. Dit gaat ten koste van de calciumvoorziening van de vrucht. In het volgende worden enkele factoren afzonderlijk besproken.

Stikstof

Van een verhoging van de stikstofbemesting wordt vrij algemeen een toename van stip verwacht. Vooral in de oudere literatuur, die veelal betrekking heeft op appels op sterke onderstam, komt dit herhaaldelijk naar voren. Bij appels op M.9 lijkt dit lang niet zo duidelijk het geval te zijn, wellicht omdat de reactie van de groei op bemesting doorgaans zwakker is dan bij sterke onderstammen en in ieder geval sterk mede afhangt van de vochttoestand van de grond. Van verlaging van de bemesting binnen voor de



Afbeelding 15: Invloed van de stikstofbemesting op bewaarstip. Cox's Orange Pippin M.9: getallen 1, 4, 5, 6 en 7; Cox's Orange Pippin M.4: getallen 8 en 9; James Grieve M.7: getallen 2 en 3.

Figure 15: Influence of nitrogen dressings on storage pit in various experiments. Numbers refer to Cox's Orange Pippin on M.9 (1, 4, 5, 6 and 7), Cox's Orange Pippin on M.4 (8 and 9) and James Grieve on M.7 (2 and 3).

productiviteit toegestane grenzen mag in ons land bij de huidige teelt op M.9 doorgaans dan ook maar een gering gunstig effect worden verwacht. In afb. 15 is een aantal gegevens van in de literatuur beschreven proeven samengebracht. In de meeste gevallen ging het om niet-betrouwbaar aan te tonen reacties.

Het effect op stip is overwegend indirect. Stikstof heeft een zeer samengestelde invloed op de blad- en scheutgroei, bloemaanleg, vruchtzetting, rui en vruchtgroei, zodat de toe- of afname van stip vaak aan de groei- en opbrengstreactie van het gewas kan worden toegeschreven. Is er sprake van een sterkere rui en toename van de vruchtgrootte door stikstof dan zal ook het percentage stip toenemen, vooral in de grotere maten. Wordt de opbrengst verhoogd door betere vruchtzetting of verminderde rui, dan zal juist minder stip worden gevonden. Zo ging het bij curve 2 in afb. 15 om een gewas James Grieve waarbij extra stikstof, als overbesteding in april gegeven, een meer-opbrengst en minder stip opleverde. Het volgende jaar (curve 3) ging de overbesteding bij hetzelfde gewas, waarschijnlijk door een wat verlaagde vruchtdracht, samen met een lagere opbrengst en meer stip (Van der Boon e.a., 1974). De invloed van stikstof kan ook van de kalivoorziening afhangen: Van der Boon e.a. (1963) namen in een proef met Cox's Orange Pippin op M.4 op zandgrond een duidelijke vermindering van stip door hogere N-giften waar als gedurende enkele jaren geen kali was gegeven (curve 8); bij jaarlijkse giften van 400 kg K_2O per ha gaf meer N duidelijk meer stip (curve 9).

Als stikstof de gevoeligheid voor stip indirect via de groei bevordert, ligt het voor de hand dat ook de periode van opname, dus het tijdstip van bemesting van belang is. Vroeg gegeven en opgenomen stikstof geeft een gelijkmatige blad- en scheutontwikkeling waarbij de vruchtgroei ook door verlenging van de periode van celdelingen wordt gestimuleerd (gunstig voor de calcium-import) en waarbij eventueel ook de vruchtzetting wordt verbeterd. Stikstof die tijdens de lengtegroei van de scheuten wordt gegeven en dan juist ter beschikking komt, kan een groeiroot veroorzaken wat met extra rui, hergroei van scheuten (nieuwe vegetatiepunten!) en lang doorgaande groei gepaard kan gaan. Bovendien wordt de vruchtgroei dan alleen door celstrekking gestimuleerd. Dit alles is ongunstig voor de calciumvoorziening van de vrucht. Late stikstof (augustus en later) heeft geen invloed meer op de groei en zal het stip dan ook nauwelijks beïnvloeden. In overeenstemming met het bovenstaande is door verschillende onderzoekers gevonden dat stikstof aangeboden in mei tot juli relatief ongunstig is (o.a. Lüdders, 1968, potproef). Bij veldonderzoek met Cox's Orange Pippin op M.2 in Engeland werd 26,2 % en 17,1 % bewaarstip gevonden als stikstof resp. in maart of in augustus werd gegeven.

Uit bovenstaande ervaringen volgt dat een matige, liefst gespreide en voor een deel laat gegeven stikstofgift gunstig zou moeten zijn. Als bijkomend effect van late stikstof wordt verondersteld dat dan ook calcium laat wordt opgenomen. Deze zou in de bast als reserve worden opgeslagen, in het voorjaar worden gemobiliseerd en aan de nieuwe vruchten ten goede komen. Deze reserve-functie is o.a. als na-effect van bladbespuitingen met calciumnitraat waargenomen (Engels onderzoek).

Ook aan de vorm waarin stikstof wordt gegeven, wordt invloed op stip toegekend. In ammoniumvorm wordt stikstof gemakkelijker opgenomen dan in nitraatvorm. Het ammoniumion verdringt bij de opname echter het calciumion zodat de boom dan minder calcium opneemt en meer stipgevoelige appels produceert. In de meeste gronden met normale of hoge pH (zure gronden dus uit-

gezonderd) wordt ammonium echter snel in nitraat omgezet, zodat van extra stipgevoeligheid door bv. bemesting met zwavelzure ammoniak wel zelden sprake zal zijn. Van kalksalpeter wordt voorts een beter effect op stip verwacht dan van kalkammonsalpeter omdat het bij gelijke hoeveelheid N ruim twee keer zoveel CaO in de grond brengt, nl. 180 kg CaO per 100 kg N tegenover 83 kg CaO bij kalkammonsalpeter.

Een effect waardoor een ruime stikstofvoorziening stip-bevorderend kan werken, is ten slotte nog de verlate rijping. Hierdoor wordt gemiddeld onrijper geplukt dan bij gewassen met stikstoftekort (zie ook paragraaf 5.2.7).

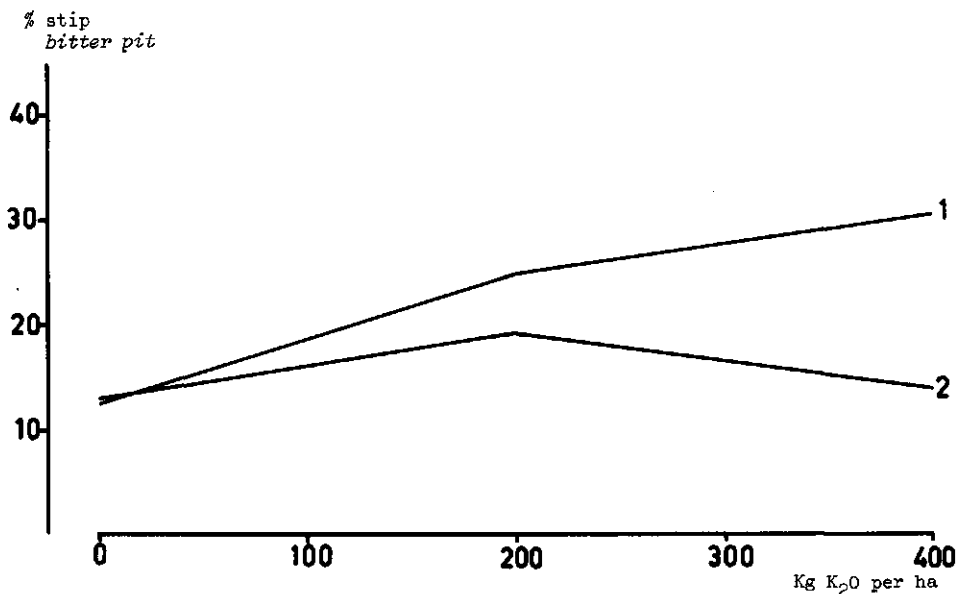
Kalium

Bij het bewaaronderzoek is een duidelijk positieve correlatie (samenhang) naar voren gekomen tussen stip of zacht en het kaliumgehalte van bladeren en vruchten. Dit ligt voor de hand omdat een hoog kaliumgehalte samengaat met een lage calciumtoestand van de vrucht en een grotere kans op verdringing van calcium aan de membranen van de cel door kalium en magnesium. Deze samenhang kan echter maar ten dele direct aan de kalivoeding worden toegeschreven omdat hoge gehalten enerzijds samengaan met nog andere stip-bevorderende bodemfactoren (voornamelijk de vochtthuishouding betreffende), terwijl anderzijds ook een lage vruchtdracht hoge kaliumgehalten in het blad veroorzaakt. Men zou aan de kaliumvoorziening (bemesting, gehalte in de grond) dus een grotere invloed op stip kunnen toeschrijven dan haar in feite toekomt. Niettemin zijn de kaliumgehalten in bladeren en vruchten goede kenmerken voor het voorspellen van stipkansen en de vraag is dus in hoeverre rigoreuze verwaarlozing van de kalibemesting zou kunnen bijdragen tot verbetering van de bewaarbaarheid.

In de praktijk worden in bladeren van Cox's Orange Pippin gehalten waargenomen variërend van ca. 0,9 % tot 2,3 % K. Bij sporadisch voorkomende nóg lagere gehalten wordt kaligebrek zichtbaar aan bladrandnecrose. In veeljarige proeven worden echter tussen onbemest en zwaar met kali bemest, ook na jarenlange voortzetting, verschillen in het blad waargenomen van ten hoogste ca. 0,4 % K op slibhoudende en van 0,6 % K op zandgronden. De kaliumtoestand van het gewas wordt dus maar zeer ten dele door de bemesting bepaald. Andere factoren zoals bodemstructuur, ontwatering, aard van de absorbtieve binding en de doorworteling spelen een minstens even grote rol. In veel gevallen zal vermindering of weglaten van de bemesting dus maar een geringe daling van het kaliumgehalte veroorzaken. Daarbij is het nog de vraag of zo'n daling een even sterke vermindering van de stipgevoeligheid zal geven als overeenkomt met het bij proefplekonderzoekingen gemiddeld gevonden verband tussen stip en het kaliumgehalte van het blad. Tekenend voor dit soort onderzoekingen is dat de drempelwaarde van het kaliumgehalte, waar beneden geen stip valt te verwachten, van jaar tot jaar verschilt en sterk afhangt van o.a. de vruchtdracht. De relatie tussen stip en de kaliumtoestand van het gewas is dus maar ten dele oorzakelijk.

Over de invloed van kalibemesting op stip is behalve in potproeven nog weinig onderzoek gedaan. De meeste veldproeven werden uitgevoerd op percelen met kaliumgebrek waar de kans op stip zeer klein was. Bovendien werd het fruit lang niet altijd bewaard. Bladbespuitingen en bemesting met kaliumzouten in potproeven gaven vaak wel een toename van stip te zien.

In afb. 16 is het effect van enkele jaren zware kalibemesting op stip in Cox's Orange Pippin op zandgrond weergegeven (Van der Boon e.a., 1963). In deze grond met weinig bufferend vermogen wordt calcium aan het bodem-



Afbeelding 16: Invloed van gedurende vijf jaar toegepaste kaligiften op bewaarstip bij Cox's Orange Pippin op M.4 op zandgrond.
1 = zonder, 2 = met toevoeging van koolzure kalk en gips.

Figure 16: Influence of annual potassium dressings on sandy soil given during five years, on storage pit in Cox's Orange Pippin on M.4;
1 = without, 2 = with additional dressings of lime and gypsum.

complex op den duur door kalium verdrongen, waarbij het uit de bovengrond uitspoelt. De toename van stip op de onbekalkte veldjes (lijn 1, uitgangspH-KC1 = 5,3) moet dan ook grotendeels aan het achterblijven van de calciumopname worden toegeschreven. Op de bekalkte veldjes (lijn 2, totaal werd per ha gegeven 800 kg CaO als koolzure kalk en 465 kg CaO als gips; pH-KC1 = 5,6) nam stip slechts weinig door de kalibemesting toe. Ook uit de lijnen 8 en 9 van afbeelding 15 die op dezelfde proef betrekking hebben en die een afhankelijkheid van de kali-invloed op stip, van de stikstofbemesting laten zien, komt naar voren dat het effect van kalibemesting blijkbaar moeilijk is te voorspellen.

Twee recente proeven op zeelei, te Oosthuizen en te Wilhelminadorp, hebben tot nu toe slechts zwak ongunstige effecten van kalibemesting laten zien. Te Oosthuizen werd van 1975 af jaarlijks 0 - 150 - 300 of 450 kg K₂O gegeven, na een jarenlange periode zonder kalibemesting. Over 1976 en 1977 gemiddeld werd na bewaring in Cox's Orange Pippin respectievelijk 30, 32, 30 en 34 % stip + zacht aangetroffen. Te Wilhelminadorp werd, eveneens sedert 1975, 0 of 300 kg K₂O per ha gegeven. In 1977 werden hier respectievelijk 14,2 en 17,5 % stip + zacht in Cox's Orange Pippin gevonden. Hoewel deze effecten in de loop van de jaren wel sterker zullen worden, mag niet worden verwacht dat, omgekeerd, het effect van weglaten van de bemesting op verminderde stipgevoeligheid met de jaren evenzeer zal toenemen. Voorlopig zal dan ook geen antwoord kunnen worden gegeven op de vraag of het

in ons land sedert 1969 drastisch verlagen van de geadviseerde kaligiften (zie ook paragraaf 5.4.4) wezenlijk tot vermindering van het stipprobleem heeft bijgedragen.

Magnesium

In paragraaf 4.2.1 kwam naar voren dat calcium aan de membranen van de vruchtcel ook door magnesium-ionen kan worden verdrongen. Bij vruchtanalyses blijkt dan ook dat stip zowel met hoge K- als met hoge Mg-gehalten samengaat. Men zou verwachten dat dit ook met de samenstelling van bladeren het geval is, maar hier zijn de K- en Mg-gehalten onderling steeds duidelijk negatief gecorreleerd. Omdat stip met hoge K-gehalten samengaat, gaat het dus ook samen met lage Mg-gehalten in het blad. In zulke situaties treedt niet alleen gevoeligheid voor stip op, maar wordt vooral op zandgrond ook magnesiumgebrek spoedig zichtbaar. Juist dan zal vaak met magnesium worden bemest. De ervaring heeft geleerd dat dit stip in de hand werkt. In de proef op zandgrond van afb. 16 gaf 192 kg MgO per ha als bitterzout ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) in 1958 28 % stip tegenover 15 % bij onbemest. In 1960, nadat de gift was verdubbeld, werd het percentage stip door magnesium van 13 % op 25 % gebracht. In beide gevallen ging de bemesting samen met een toename van de vruchtgrootte wat in verband met het magnesiumgebrek op veldjes zonder bemesting niet verwonderlijk was.

Ook magnesiumbespuitingen werken stip in de hand, vooral als ze vaak worden herhaald. Ze worden veelal uitgevoerd omdat de bemesting met Mg te langzaam werkt. Het effect op stip is nog sterker dan bij bespuitingen met kaliumzouten. Das e.a. (1964) brachten door zes bespuitingen met magnesiumnitraat het gehalte in het blad van Cox's Orange Pippin van 0,38 % op 0,50 % Mg. Bewaarstip werd daarbij van 27 % op 51 % gebracht. In een al oude proef op rivierklei werden tussen 15 mei en 1 juli vijf bespuitingen uitgevoerd met 2 % Mg-sulfaat. Bewaarstip bij Cox's Orange Pippin nam daardoor toe van 30 % tot 48 %. De bestrijding van magnesiumgebrek door bespuitingen mag dus niet worden overdreven.

Calcium

In veel publikaties wordt getracht stip in verband te brengen met de opname van calcium. De kalktoestand van de grond zoals die in de pH-KC1 (korthedshalve verder aan te duiden als pH) en in het gehalte aan koolzure kalk tot uiting komt, geeft echter onvoldoende houvast. De gevoeligheid voor stip kan alleen op kalkarme gronden enigszins van de pH worden afgelezen. Op gronden met een natuurlijke voorraad aan koolzure kalk bestaat geen verband met de pH of het kalkgehalte: ook bij 10 % en meer $CaCO_3$ kan flink stip optreden! Met methoden om op kalkrijke gronden de opneembaarheid van calcium te karakteriseren (Ca-gehalte in grondextract; uitwisselbare Ca aan het absorbtiecomplex; 'actieve' Ca) lukt het evenmin om een goede overeenstemming te bereiken met Ca in blad of vrucht. Dit alles wijst erop dat doorgaans heel andere factoren dan de aanwezigheid van Ca in de bodemoplossing de opname beheersen. Dit zijn o.a.: de verdringing van Ca-ionen aan het worteloppervlak door andere ionen, voornamelijk K^+ ; droogte; een hoog zoutgehalte en wellicht een hoge bodemtemperatuur. Deze beperken alle de opname.

In ons land zijn vrijwel alle pleistocene zandgronden en een deel van de

leem- en lössgronden kalkarm. Jonge zeeklei en een deel van de jonge rivierklei is kalkhoudend tot kalkrijk. In jonge zeeklei kan het gehalte variëren van ca. 1 % tot ruim 20 % CaCO_3 . Het neemt toe met de zwaarte van de grond. Door inwerking van koolzuurgas gaat een deel van de koolzure kalkvoorraad in oplossing en spoelt uit naar diepere lagen. Op kalkarme gronden komt deze ontkalking tot uiting in een pH-daling die bij verscheidene land- en tuinbouwgewassen tot opbrengstreducties zou leiden. Het koolzuurgas wordt geproduceerd door het bodemleven (wortelademhaling, vertering van organische stof). De grootte van het jaarlijkse kalkverlies hangt van verscheidene factoren af, o.a. van de pH en het gehalte aan organische stof. Om op een zandgrond in een 20 cm dikke bouwvoor een pH van 5,4 respectievelijk 5,7 te handhaven is bij een humusgehalte van 2 % een jaarlijkse toevoer nodig van 220 en 260 kg CaO per ha. Bij 5 % humus is dit al 400 resp. 470 kg CaO (gegevens uit de landbouw). Bij het huidige mestgebruik in de fruitteelt wordt deze behoefte bij lange na niet aangevuld.

Over de invloed van de zuurgraad op de produktie van de appel is weinig bekend. In de meeste boomgaarden is over een lange reeks van jaren dan ook vrijwel niet gekalkt, mede omdat gevreesd werd dat mangaan- en ijzergebrek in de hand zouden worden gewerkt. De ontkalking is nog versneld door overmatig kaligebruik (o.a. aanwezig in dierlijke mest) en door vertering van gras op de boomstroken (zie 5.4.4). In veel kalkarme fruitgronden is de pH dan ook duidelijk gedaald. Een Belgisch onderzoek heeft uitgewezen dat de pH in boomgaarden gemiddeld duidelijk lager was dan in aangrenzend bouwland. In een Duits onderzoek werd tussen 1955 en 1966 een pH-daling van 6,5 naar 6,0 geconstateerd, gemiddeld over een groot aantal boomgaarden. Ook in ons land zijn flinke pH-dalingen geconstateerd die veelal aan de bodembehandeling worden toegeschreven.

Het ligt bij deze situatie voor de hand dat werd nagegaan wat in het kader van de onderdrukking van stip met bekalking kan worden bereikt. Op een zandgrond verkregen Van der Boon e.a. (1966) inderdaad na enkele jaren een vermindering van stip door een lichte bekalking, waarbij de pH opliep van 5,3 naar 5,6. De calciumvoorziening werd later voortgezet met gips om de pH in verband met de kans op chlorose niet verder te doen stijgen (tabel 9).

Tabel 9: Invloed van bekalking op een zandgrond op stip in Cox's Orange Pippin op M.4.

Table 9: Influence of liming on a sandy soil, on bitter pit in Cox's Orange Pippin on M.4.

jaar year	CaO kg/ha lime dressing	vorm form CaCO_3 or gypsum	% boomstip % tree pit bekalking liming		% bewaarstip % storage pit bekalking liming	
			-	+	-	+
1956	800	koolz.k				
1957	-	-				
1958	310	gips	13	7	21	23
1959	155	gips	31	23		
1960	155	gips	12	10	22	15

In een later onderzoek (Van der Boon e.a., 1968) werd de invloed van jaarlijkse giften van 3000 kg gips (900 kg CaO/ha) onderzocht in stipgevoelige boomgaarden met Cox's Orange Pippin op enkele zand- en kleigronden met respectievelijk minder en meer dan 15 % afslibbare delen (tabel 10).

Tabel 10: Percentage bewaarstip in Cox's Orange Pippin zonder en met jaarlijkse bemesting met 3000 kg gips per ha, gemiddeld op drie proefvelden op zand- en drie op kleigrond.

Table 10: Bitter pit in Cox's Orange Pippin apples after storage, without and with annual dressings of 3000 kg gypsum per ha. Mean percentages of three experiments on sandy soil and three on clay soil.

jaar year	zandgrond sandy soil		kleigrond clay soil	
	controle control	met gips with gypsum	controle control	met gips with gypsum
1961	52	47	32	30
1962	54	39	14	17
1963	44	27	15	15

Op zand was wederom sprake van enige onderdrukking van stip, op klei was dit niet het geval en werd in enkele proefvelden zelfs een toename waargenomen, vooral in de twee eerste proefjaren. Ook uit andere publikaties blijkt dat bekalking of bemesting met gips op kleigronden weinig effect sorteert en vaak aanvankelijk het stip doet toenemen. Dit wordt verklaard uit verdringing door Ca, van aan het absorbtiecomplex gebonden K en Mg. Deze komen in de bodemoplossing terecht waardoor de (K + Mg)/Ca-verhouding bij de opname aanvankelijk stijgt.

Op grond van thans bekende resultaten wordt bekalking vooral geadviseerd voor zandgronden. Daarbij wordt naar een pH van 5,8 gestreefd als het humusgehalte kleiner is dan 4 %. Bij een hoger gehalte wordt pH 5,5 aangehouden. Is deze bereikt dan wordt aan gips de voorkeur gegeven wegens de geringe beïnvloeding van de pH. Hierbij moet wel gelet worden op een voldoende magnesium-beschikbaarheid, daar door gips het Mg-ion aan het bodemcomplex sterk wordt verdrongen. Bij verdere pH-stijging zouden ijzer- en mangaangebrenksverschijnselen kunnen optreden. Bekalking kan slechts matig bijdragen tot onderdrukking van stip. Bespuitingen met calciumzouten op het blad zijn veel effectiever.

Fosfor

Op fosfaatarme grond is bij bemesting met fosfaat een vermindering waargenomen van zacht, ouderdomsbederf en lage-temperatuurbederf. In die gevallen werd ook de opbrengst verhoogd (proeven in Australië, Nieuw-Zeeland en op kalkarme zure leemgrond in Engeland). Omdat fosfaat op arme grond ook de wortelontwikkeling bevordert, kan dit effect ook indirect door een verbeterde calciumopname zijn veroorzaakt. Bovendien bevat superfosfaat gips, thomasslakkenmeel bevat koolzure kalk en andere calciumverbindingen. Vergeleken met de P_2O_5 -gift wordt eenzelfde respectievelijk minstens de dubbe-

le hoeveelheid CaO gegeven. Van beide meststoffen, maar vooral van de laatste, mag daarom een verbeterde calciumopname worden verwacht, vooral op zure grond.

Nederlandse fruitgronden zijn door jarenlange bemesting meestal zo fosfaatrijk geworden dat een invloed van bemesting op de opbrengst nauwelijks valt te verwachten. Bemestingsproeven zijn daarom weinig uitgevoerd en over de bewaarbaarheid zijn vrijwel geen waarnemingen gedaan.

Bij de analyse van vruchten is in Engeland een samenhang gevonden tussen zacht en het fosfaatgehalte. In partijen van verschillende herkomst, o.a. fosfaatarme appels uit Tasmanië en Nieuw-Zeeland, ging zacht enkele malen samen met lage Ca- en tevens lage P-gehalten, de laatste van ca. 7 tot 9 mg P per 100 g vers vruchtvlees. Of lage P-gehalten daarom ook onder onze omstandigheden een aanwijzing kunnen geven voor de kans op zacht bij lange bewaring valt te betwijfelen. Bij een proefplekkenonderzoek in 1975, met appels uit verschillende delen van Nederland, kon deze samenhang niet worden aangetoond. Bij Cox's Orange Pippin appels van dertig bedrijven varieerde het gehalte van ca. 9 tot 14 mg P per 100 g vruchtvlees. Een partij met 24 % zacht had gehalten van 10,6 mg P en 4,8 mg Ca, terwijl in andere partijen met hogere P-gehalten soms nog wat zacht voorkwam. In dertig partijen Schone van Boskoop werd tussen 8 en 13 mg P aangetroffen. Zacht van enige betekenis kwam echter nergens voor. Zeer lage P-gehalten, bv. lager dan ca. 8 mg, zijn in ons land dus uitzondering. Het verschijnsel zacht is dit echter allerminst.

Bij hetzelfde proefplekkenonderzoek werd geen verband gevonden tussen de Ca- en P-gehalten. In Schone van Boskoop kwam nogal wat stip voor. Ook hiervoor werd met het P-gehalte in de vruchten geen samenhang aangetoond.

Sporeëlementen

In de literatuur wordt incidenteel melding gemaakt van een gunstige invloed van bladbespuitingen met sporeëlementen.

Over de rol van borium is in 4.1 al iets gezegd. B zou de rijping versnellen waardoor gemiddeld rijper wordt geplukt. Dit vermindert op zich al de kans op stip. B bevordert tevens het Ca-transport in de boom. Ook recent is de uitwerking van bespuitingen met borax nog wel bestudeerd. Deze lijkt van de periode van de bespuitingen af te hangen. Rond en kort na de bloei zou stip wel, later zou stip niet kunnen worden onderdrukt en zou door boraxbespuitingen zelfs een toename van stip zijn veroorzaakt. Vroeg bespoten bomen gaven wel duidelijk verhoogde calciumgehalten in de vruchten te zien. Vermoed wordt, dat vroege toepassing de celdeling bevordert, waardoor de calciumtoevoer naar de vrucht langer aanhoudt (zie paragraaf 4.2.3). Van der Boon en Das (1969) vonden bij eenmalige bespuitingen met 0,1-0,2 % borax, tussen eind mei en half juni, een lichte onderdrukking van stip in James Grieve. De ervaringen over het effect van boraxbespuitingen en de invloed van het tijdstip daarvan zijn echter allerminst eensluidend. Zo vonden Van Stuivenberg en Pouwer (1950) in een vroeger onderzoek met Notaris-appels met veel hogere concentraties (0,5 tot 1 % borax) juist bij vroege bespuiting, tussen eind april en begin juni, een sterke toename van stip, terwijl 0,5 % borax, op 15 juli verspoten, een duidelijk verminderende van stip gaf. Zeer late bespuiting (1 % op 10 augustus) gaf weer méér stip.

Hoewel de diverse proefuitkomsten onmiskenbaar op een wellicht indirecte invloed van borax wijzen, zijn de ervaringen zo wisselvallig en tegenstrij-

dig dat de bespuitingen voor de stipbestrijding in de praktijk weinig perspectief lijken te bieden. Vermeldenswaard is wel dat in Engels onderzoek door een driemaalige vroege boraxbespuiting (0,15 - 0,25 %) een volledige onderdrukking is verkregen van het scheuren van vruchten van het appelras Egremont Russet. Recent Australisch onderzoek in potten heeft uitgewezen dat verhoogde opname van ijzer, door toevoeging van ijzerchelaat aan voedingsoplossingen, vermindering van de calciumopname tot gevolg had. Hiermee ging verhoogde gevoeligheid voor stip samen.

Tenslotte moet worden vermeld dat met zink- en kopersulfaatbespuitingen verbeterde calciumopname en vermindering van stip is verkregen. Twaalf bespuitingen met 0,6 % calciumnitraat hadden een hoger Ca-gehalte in blad en vrucht, en een iets lager percentage stip tot gevolg als daaraan 0,01 % kopersulfaat was toegevoegd (Duits onderzoek). Ook bij deze bevindingen is het de vraag of neveneffecten in het geding zijn geweest. Zo kan van 0,01 % kopersulfaat een zwak fytotoxisch effect uitgaan. Daardoor kan de groei iets worden geremd wat aan de calciumvoorziening van de vrucht ten goede komt.

Organische stof

Bij de invloed van organische stofbemesting op stip moet onderscheid worden gemaakt tussen een effect op lange termijn en een meer direct bemestend effect van betrekkelijk korte duur.

In het eerste geval gaat het om de invloed van een verandering in het humusgehalte op fysische eigenschappen van de grond. Dit gehalte weerspiegelt het landbouwkundig gebruik en de toevoer en afbraak van organische stof over een zeer lange reeks van jaren. Een hoog humusgehalte verbetert de bodemstructuur en de vochthoudendheid van de grond. Beide kunnen in een regelmatigere vochtvoorziening, een betere beworteling en wellicht betere opname van calcium tot uitdrukking komen. Hilkenbäumer en Reinken (1959) meenden uit een vergelijking van stip in bedrijven en aanplantingen met en zonder regelmatige stalmestvoorziening, aanwijzingen te hebben gevonden dat regelmatige toevoer van deze vorm van organische stof de gevoeligheid voor stip sterk vermindert. Het ging hierbij echter om moeilijk vergelijkbare gevallen die behalve in stalmestgebruik ook in ander opzicht verschilden. Goed onderzoek met waarneming van stip in langjarige bemestingsproeven met en zonder stalmestgebruik heeft niet plaats gevonden, zodat een gefundeerde uitspraak niet goed mogelijk is. Neemt men echter aan dat verhoging van het humusgehalte, door organische stof-toevoer op hoog niveau, belangrijk bijdraagt tot onderdrukking van stip, dan komt naast het financiële aspect daarvan de vraag naar voren hoe snel het humusgehalte door stalmest of andere bronnen van organische stof kan worden verhoogd.

Voor bouwland zijn de veranderingen van het humusgehalte in de loop van de jaren onder invloed van toevoer en afbraak van organische stof, voornamelijk stalmest, uitvoerig bestudeerd. Een ruwe indruk krijgt men uit het volgende. Bij een uitgangshehalte van 2 % humus in de 0-20 cm bovengrond moet jaarlijks ca. 3000 kg met stalmest vergelijkbare organische stof per ha worden toegevoegd om dit gehalte op peil te houden. Gaat men uit van 2000 kg afkomstig van afgevallen blad en onkruid (bv. in een volwassen boomgaard in zwartgehouden grond met onkruidgroei vanaf de zomer), dan moet gemiddeld nog 7 ton stalmest (14 % organische stof) jaarlijks worden toegevoegd om het (lage) humusgehalte van 2 % op peil te houden. Zou men

de totale toevoer op 7000 kg willen brengen, wat gemiddelde jaarlijkse giften van 35 ton stalmest nodig maakt, dan zou het nog ca. 25 jaar duren voordat het humusgehalte tot 3 % is gestegen. Bij een uitgangshehalte van 5 % humus (op kleigrond wijst zo'n hoog gehalte op langdurig vroeger gebruik als grasland) zou alleen al 35 ton stalmest jaarlijks nodig zijn om dit gehalte te handhaven.

Het stalmestgebruik in boomgaarden in ons land ligt op een laag peil maar de toevoer van organische stof wordt wel aangevuld door mulchen van gemaaid gras op boom- of grasstroken. Voor de periode 1958 tot 1965 werd uit gegevens van het Landbouw Economisch Instituut ruw berekend dat afhankelijk van het teeltgebied eens per 3 tot 10 jaar stalmest werd gegeven in hoeveelheden tussen 10 en 50 ton per ha. Per teeltgebied kwam dit gemiddeld neer op 4 tot 8 ton per ha per jaar (600 tot 1200 kg org. stof). Per bedrijf kon dit uiteraard veel sterker variëren. Aan deze hoeveelheden moet nog een bijdrage worden toegevoegd uit groenbemesting die in die jaren in dezelfde orde van grootte lag (600 tot 1200 kg org. stof). In de onderzochte periode werd in Limburg, Noord-Brabant en de Noordoostpolder naar verhouding veel stalmest- en groenbemesting toegepast. Neemt men een toevoer uit afgevallen blad en onkruid aan van 2000 kg organische stof, dan komt men tot de conclusie dat tussen 1958 en 1965 een laag humusgehalte van 2 % ook zonder bijdrage van organische stof uit het gemaaid gras van de rijstroken gemakkelijk op peil kon worden gehouden, een hoog uitgangshehalte van bv. 5 % echter niet.

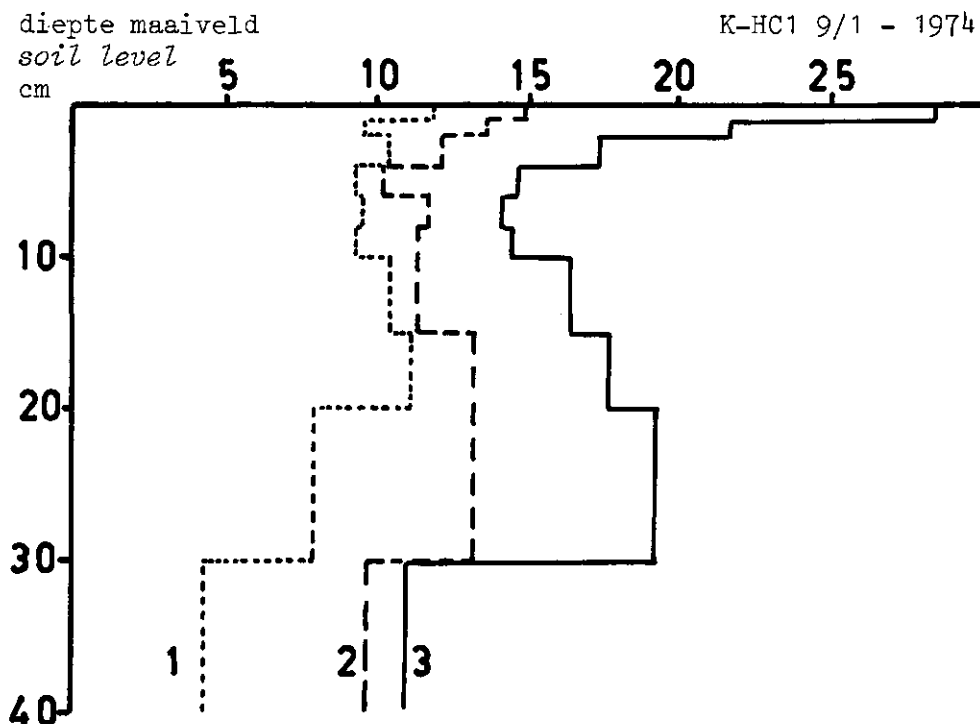
Door slechte fruitprijzen, hoge produktiekosten en de overgang naar de grasstrokenteelt is inmiddels de toepassing van stalmest en groenbemesting ten opzichte van de periode 1958-1965 echter sterk afgenomen. De vraag is nu welke bijdrage van het mulchen van gemaaid gras mag worden verwacht. De volgende berekeningen geven hierover enig inzicht.

Onder praktijkomstandigheden loopt de produktie aan droge stof in het gemaaid gras uiteen van ongeveer 2000 tot 8000 kg per ha grasoppervlakte. De variatie wordt voornamelijk bepaald door de aard van de vegetatie, de stikstofbemesting en de vochtvoorziening. Bij een gemiddelde produktie van 4000 kg en stroken ter breedte van de halve rijafstand komt bij mulchen jaarlijks 3000 kg droge stof per ha boomstrookoppervlakte op de boomstrook terecht. Dit gras verteert echter snel en de bijdrage aan de humusopbouw bedraagt slechts ongeveer de helft van die van eenzelfde hoeveelheid droge stof in stalmest. We komen dus tot een vergelijkbare hoeveelheid van 1500 kg per ha boomstrook per jaar. Afgevallen blad en onkruid brengen het totaal op ca. 3000 kg. Bij flinke grasproduktie kan dit oplopen tot 4000 kg. Dit is dus de situatie als helemaal geen stalmest of groenbemesting wordt toegepast en de conclusie is dan dat bij mulchen op de boomstrook de organische stoftoevoer op de boomstrook voldoende is om een betrekkelijk laag humusgehalte van 2 à 2,5 % op peil te houden.

Veel minder gunstig ligt de organische stofvoorziening op de boomstroken als het gras op de rijbaan blijft liggen, wat tegenwoordig overwegend het geval is. De organische stoftoevoer zal dan rond 1500 kg per ha per jaar bedragen wat vrijwel overal, en zeker bij hoge aanvangshehalten, tot een langzame daling van het humusgehalte op de boomstroken zal leiden als er geen andere bronnen van organische stof zijn. Theoretisch valt te verwachten dat dit op den duur ook tot achteruitgang van de bodemstructuur en via deze wellicht tot verhoging van de stipgevoeligheid zal leiden. Op de grasbaan zal het gemaaid gras dan, mede dank zij de langzamer vertering vergeleken met op de boomstrook gebracht gras, vrij duidelijk bij-

dragen tot verhoging van de humusvoorraad.

Bij de bovenstaande beschouwingen is wat de humushuishouding betreft, uitgegaan van veeljarige ervaringen in de landbouw. De conclusie, dat bij de huidige maaimethode en het lage peil van de organische stoftoevoer (lage grasproductie, zeer beperkte toepassing van stalmest en groenbemesting) op boomstroken een achteruitgang van het humusgehalte en daardoor van de bodemstructuur zal plaats vinden, kan daarom slechts met terughoudendheid worden getrokken. In de eerste plaats omdat humusgehalten uiterst langzaam en binnen de levensduur van een aanplant nauwelijks aantoonbaar veranderen. Daarnaast omdat we in tegenstelling tot de landbouw met onbewerkte grond hebben te maken, waarbij in een slechts enkele cm dikke oppervlaktelaag een duidelijke aanrijking van organische stof plaats vindt. Dit zegt wel niets over de gemiddelde humusbalans overgrotere diepte, maar het leidt wel tot een over het algemeen goede oppervlaktestructuur. Bovendien is de structuur en de doorlatendheid in veel gevallen ook door wormenactiviteit verbeterd. De voorspelde achteruitgang van de bodemstructuur door een dalend humusgehalte en de invloed op stip moet dus voorlopig als een theoretische



Afbeelding 17: Verdeling van kalium in profiellagen tot 40 cm diepte beneden maaiveld in een zandgrond (Horst) bij geen (1), 40 (2) en 100 ton stalmest (3) per ha, ca. 1 jaar na toepassing. Basisbemesting 100 kg K₂O per ha als patentkali.

Figure 17: Distribution of HCl-soluble K in soil layers up to 40 cm depth in a sandy soil near Horst (L), one year after application of stable manure. 1: no manure; 2 and 3: 40 and 100 tons manure per ha respectively.

tische uitkomst worden opgevat. Wat niet wegneemt dat er wel door een andere oorzaak structuurbederf op de boomstroken kan optreden, nl. door het veelvuldig, o.a. tijdens de pluk, betreden van de grond tussen de bomen. Dit verschijnsel is op sommige gronden al meermalen gesignaleerd. Wellicht is het geaccentueerd door de vele winters zonder vorst van betekenis. Een invloed op de stipegevoeligheid lijkt niet uitgesloten.

Veel duidelijker dan het lange-duur effect is de directe invloed van de toepassing van dierlijke mest op stip. Enkele recente ongunstige ervaringen in ons land zijn wat dit betreft in tegenspraak met de reeds genoemde Duitse.

Stalmest bevat per 20 ton ca. 110 kg N, 70 kg P_2O_5 , 80 kg K_2O , 80 kg CaO en 35 kg MgO. Het uitbrengen van deze hoeveelheid op een ha boougaard, soms alleen op de boomstroken (halve oppervlakte), betekent een zeer forse bemesting die vooral de opname van stikstof en kalium bevordert. Dit wordt nog versterkt door de gemakkelijker opneembaarheid als gevolg van het vochtconserverende effect van de stalmest en de binding van de kalium aan organische stof. De aanwezigheid van iets ammoniak kan de opname van calcium extra drukken. Bovendien wordt de groei bevorderd vooral bij plaatselijk aanbrengen van de mest rond de stam. Dat stalmest de kalitoestand van zwakgebufferde zandgrond sterk kan verhogen, laat afb. 17 zien. Het betrof hier waarnemingen in de boomstroken van een bodembehandelingsproef op de proeftuin te Horst (L) (0 en 40 ton stalmest elke 2 jaar) en van een aangrenzend perceel waar éénmalig 100 ton stalmest volvelds was gegeven. Overal was bovendien nog een jaarlijkse basisbemesting met patentkali gegeven.

In deze percelen werd in 1973 in sterk verschillende mate boomstip aangetroffen. Gegevens hierover zijn in tabel 11 vermeld. Ze zijn wat het bo-

Tabel 11: Boomstip in volwassen Golden Delicious op M.9 in 1973, bij verschillend gebruik van stalmest in twee veldproeven op zandgrond te Horst (L).

Table 11: Tree pit in fully grown Golden Delicious trees on M.9 in 1973 as related to various dressings of stable manure. Two experiments on a sandy soil near Horst.

proefveld <i>experimental field</i>	grond- bedekking/ <i>soil treatment</i>	stalmest gift/ <i>manure dressing</i>	K-HCl mg K_2O per 100 g grond/ <i>100 g soil</i>	% K		% boomstip/ <i>tree pit</i>
				in blad/ <i>in leaf</i>	% boomstip/ <i>tree pit</i>	
		ton per ha	0-20 cm	23 aug.	5 okt.	
bodembehandeling <i>soil management</i>	onbegroeid <i>clean weeding</i>	0	9,0	1,44		15
	grasstroken <i>grass strips</i>	0	9,1	1,50		21
		40	12,4	1,65		34
		40	14,7	1,66		49
plantdichtheden <i>plant density</i>	grasstroken <i>grass strips</i>	100	18,4		1,78	63
	onbegroeid <i>clean weeding</i>	> 100	21,0		1,79	86

dembehandelveld betreft onderling goed vergelijkbaar. Stalmest werd hier in 1962, 1964 enz. tot en met 1972 toegepast. In de tweede proef was in de voorgaande winter zeer veel stalmest gegeven. De mate van stip kan hier mede door de plantdichtheid (2500 tot 4000 b/ha, enkele rij en beddenteelt, zie ook paragraaf 5.2.3) zijn beïnvloed. Over het geheel genomen lijkt er een duidelijke stalmeestinvloed te zijn geweest die voor een belangrijk deel op een kaliumwerking berust. Ook elders, in de praktijk, zijn wel ongunstige ervaringen met stal- en hoendermest opgedaan. Het lijkt daarom raadzaam op zwak gebufferde gronden voorzichtig met stalmest om te gaan, vooral bij stipgevoelige rassen en in jaren waarin een matige vruchtdracht wordt verwacht.

5.4.4 Bodembehandeling

Onder bodembehandeling verstaan we de gehele of gedeeltelijke, blijven- of tijdelijke ondergroei met gras of groenbemesters, de onkruidbestrijding (mechanisch of met herbiciden) en de wijze van mulchen met gemaaid gras of ander materiaal. Hierdoor ontstaan verschillen in de hoeveelheid beschikbaar vocht, de mineralenhuishouding, de beworteling en zelfs in de temperatuur van de grond. Deze beïnvloeden de opname van voedingsstoffen en de groei en het ligt dus voor de hand dat ook door de bodembehandeling verschillen in stip en zacht ontstaan.

De in de literatuur vermelde ervaringen zijn helaas niet steeds gelijk- luidend. Vaak zijn de duur, de wijze van bodembehandeling en de reactie van het gewas ten aanzien van de voedingstoestand, vruchtgroei en vruchtdracht onvoldoende aangegeven, zodat over de verschillen en de verklaring daarvan moeilijk een oordeel valt te geven. Zo wordt meestal ervaren, dat volvelds gras, dat na maaien blijft liggen, minder stippige vruchten oplevert dan geheel zwart houden van de grond. Soms wordt echter het omgekeerde gevonden. Verschillende omstandigheden kunnen hierbij een rol spelen.

Tabel 12: Percentage stip na bewaring (1968: boomstip) in Cox's Orange Pippin op M.9 appels, sortering 70-75 mm, bij verschillende bodembehandelingen.

Table 12: Bitter pit after storage (1968: tree pit) of Cox's Orange Pippin M.9 apples, size 70-75 mm, in a soil management experiment at Wilhelminadorp.

jaar year	onkruidbestrijding weed control	bodembehandeling soil management system		
		zwart clean weeding	grasstroken grass strips	gras grass sward
1960/61	mechanisch rotary hoe	7	8	2
1961/62	mechanisch rotary hoe	7	10	11
1967/68	chemisch herbicides	20	22	19
1968	chemisch herbicides	5	6	6

Het maakt bv. veel uit of het zwart houden mechanisch dan wel chemisch gebeurt. In het eerste geval wordt beworteling in de bovenste kalium- en stikstofrijke grondlaag verhinderd; in het tweede geval niet, waardoor meer kalium en stikstof wordt opgenomen en de groei sterker is. Chemische onkruidbestrijding kan dan meer stip opleveren dan mechanische.

Ook bij volvelds gras is de bovengrond ijl beworteld. Deze is bovendien droger waardoor water en voedingsstoffen moeilijker en dieper uit het profiel worden opgenomen. Doorgaans is een rustiger groei en een minder hoge stikstof- en kaliumopname hiervan het gevolg (tenzij door langdurig mulchen sterke ophoping van N en K in de bovengrond heeft plaats gevonden). Dieper in de grond zijn ook de temperaturen lager en de temperatuurschommelingen kleiner, waardoor minder kalium en meer calcium wordt opgenomen (onderzoek van J. Tromp). Dit alles kan bij gras in een relatief lage gevoeligheid voor stip tot uitdrukking komen.

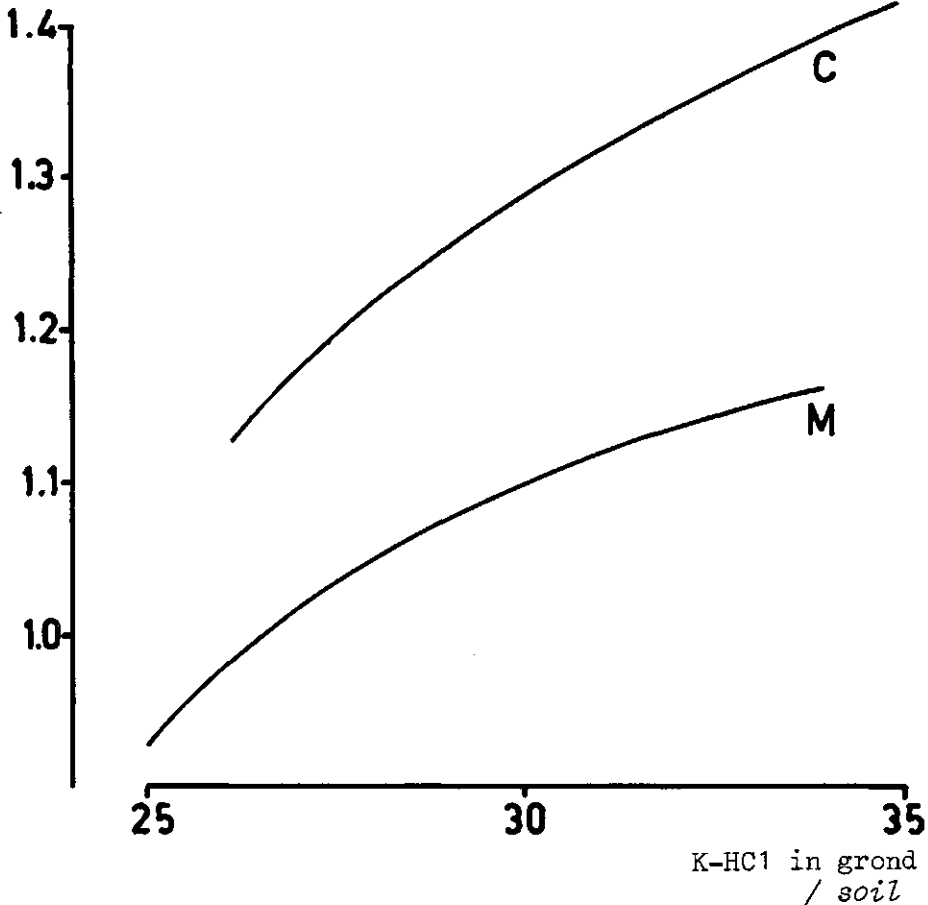
Ook de reactie van het gewas kan invloed hebben op de stipgevoeligheid bij verschillende bodembehandelingen. Dit wordt gedemonstreerd in tabel 12 die betrekking heeft op een bodembehandelingsproef te Wilhelminadorp. In 1960/61, het tweede proefjaar, was de vruchtvrucht bij alle behandelingen gelijk maar de bomen in gras vertoonden stikstofgebrek als gevolg van te lage stikstofgiften en de vruchtgroei bleef wat achter. Er werd toen belangrijk minder stip aangetroffen dan bij de overige behandelingen. Het volgende jaar echter was de vruchtvrucht op de graspercelen lager dan bij de overige behandelingen, wat relatief grote vruchten opleverde. De stikstofbemesting was inmiddels sterk opgevoerd. Nu werd op de graspercelen juist méér stip gevonden dan op de geheel zwart gehouden percelen. In latere jaren kwamen tussen de behandelingen geen belangrijke verschillen in vruchtgrooite, opbrengst of voedingstoestand meer naar voren. Waarschijnlijk mede hierdoor werden ook geen verschillen in stip meer gevonden.

In de oudere bodembehandelingsproeven werd als behandeling nogal eens het mulchen met een vrij dikke laag stro opgenomen. Soms gaven de bomen hierbij meer, soms minder stippige vruchten vergeleken met zwart houden of groenbemesting. Door stro wordt veel vocht geconserveerd en de bodem blijft koel. Dit houdt zowel een versterking (meer groei, meer opname van kalium) als een verzwakking (regelmatiger vochtvoorziening, lagere bodemtemperatuur) van stipfactoren in zodat de verschillen in stip bij vergelijking met andere systemen wisselvallig kunnen zijn.

Na ongeveer 1960 is het grasstrokensysteem in zwang gekomen. Aanvankelijk werden de boomstroken onkruidvrij gehouden door frezen tot 5 à 10 cm diepte. Vrij zeker moet worden aangenomen dat het achterwege laten van deze bewerking door de omschakeling op herbiciden en daarnaast het brengen van gemaaid gras op de boomstroken door de cirkelmaaier, geleid hebben tot duidelijke toename van stip in de praktijk. Mede door de toepassing op zeer grote schaal moet de kans op stip in ons land thans groter worden geacht dan vroeger, bij de toenmaals gebruikelijke volveldse grasmat, het mechanisch geheel zwart houden of de begroeiing met groenbemesters.

De omstandigheden die bij het huidige grasstrokensysteem stipbevorderend werken, zijn de volgende. Een groot deel van de wortels bevindt zich in de onbewerkte boomstrook. Hier reikt de beworteling tot aan het grondoppervlak, waardoor een groter bodem(vocht-)volume ter beschikking staat en meer profijt wordt getrokken van zomerneerslag dan bij grondbewerking. Bij mulchen van gras uit de rijbaan komen jaarlijks veel voedingsstoffen op de boomstrook terecht (variërend van de helft tot anderhalf maal de volgende hoeveelheden per ha grondoppervlak: 120 kg N, 40 kg P₂O₅, 150 kg K₂O, 10 kg

% K in blad 8/8-1974
in leaf



Afbeelding 18: Verband tussen het kaliumgehalte in het blad van Cox's Orange Pippin op M.9 en de kalirijkdom van de 0-20 cm bovengrond van gemulchte boomstroken bij frezen op de boomstrook (M) en bij chemische onkruidbestrijding zonder grondbewerking (C). Oosthuizen, 9e proefjaar.

Figure 18: Relationship between K % in leaves of Cox's Orange Pippin M.9 trees and HCl-soluble K in the 0-20 cm soil layer of mulched tree strips in a grass strip experiment at Oosthuizen. During nine years weed control on the tree strips had been done either by tillage of the soil (M) or by herbicides (C).

MgO en 40 kg CaO). Vooral kalium, die geleidelijk en kwantitatief uit het gras ter beschikking komt, wordt gemakkelijk opgenomen. Dit is mede het gevolg van de binding aan organische stof en van het hogere vochtgehalte onder de mulchlaag. Dit uit zich in relatief hoge kaliumgehalten in het blad vergeleken met wel bewerkte boomstroken (afb. 18). De ophoping van voedings-

stoffen vindt hoofdzakelijk plaats in de bovenste centimeters van de boomstrook. De bijdrage van bodemlagen tot de voeding van de boom neemt dan ook sterk af met de diepte. Een potproef waarbij grond van verschillende diepten uit boomstroken van een negenjarige perenaanplant als groeimedium voor jonge appelbomen werd gebruikt, toonde dit duidelijk aan (tabel 13). Het ligt

Tabel 13: Kalirijkdom van de grond, bladsamenstelling en -oppervlakte van Schone van Boskoop op M.9 bij teelt in potten gevuld met grond welke afkomstig was van verschillende diepten uit jarenlang zwaar gemulchte boomstroken. Potproef Wilhelminadorp, 1974.

Table 13: Leaf composition and leaf area of Beauty of Boskoop trees on M.9 grown in pots filled with soil originating from successive layers in tree strips. The strips had been heavily mulched with grass during several years. K-contents of the soil layers are indicated. Pot experiment Wilhelminadorp, 1974.

diepte bodemlaag	K-HC1 in mg K ₂ O per 100 g grond/ soil	bladsamenstelling in % op droge stof in kortlotbladeren					bladopper- vlak in cm ² /blad
		leaf composition in % d.m. in spur leaves					
		N	P	K	Mg	Ca	
0-2	48	2,43	0,22	1,86	0,22	1,90	32
2-4	43	2,12	0,16	1,74	0,29	2,08	32
4-9	37	2,10	0,14	1,72	0,28	1,91	28
9-12	31	2,01	0,13	1,57	0,28	1,83	29
12-20	25	2,06	0,14	1,39	0,32	2,04	26
20-30	18	1,99	0,13	0,93	0,32	1,90	27

dus voor de hand dat grondbewerking op de boomstrook, waardoor de vruchtbare bovenste centimeters van beworteling worden uitgesloten, samengaat met een daling van o.a. de kaliumgehalten (afb. 18). Daarnaast staan ook minder vocht en stikstof ter beschikking zodat ook de blad- en scheutgroei iets zwakker wordt. Dit alles heeft een vermindering van de kans op stip tot gevolg.

In de in 1966 aangevangen veldproef te Oosthuizen van afb. 18 werden gegevens verkregen over de invloed van grondbewerking en van de maaimethode op het optreden van stip en zacht (tabel 14). Het betrof een goed vochthoudende, diep bewortelde, humusrijke kleigrond. Bij het frezen werden de boomstroken tot 6 cm bewerkt, bij de chemische onkruidbestrijding bleef de grond uiteraard onbewerkt. Stip van betekenis trad vooral op in jaren met matige opbrengst en in vruchten van matig tot slecht dragende bomen (1972).

De gegevens in tabel 14 wijzen onmiskenbaar op een toename van stip en zacht door het niet bewerken van de boomstrook (eerste code C). Ook het mulchen van gras op de boomstrook was doorgaans iets ongunstig (tweede code C). Van de vele wijzen waarop de behandelingen het gewas hebben be-

invloed (vochtvoorziening, worteltemperatuur, opname van mineralen), trad het effect op de kaliopname het duidelijkst naar voren (zie ook afb. 18). Zo had het mulchen op de boomstrook, in plaats van op de grasbaan, op de onbewerkte grond gemiddeld een 0,11 %, en op de gefreesde grond een 0,06 % hoger K-gehalte in het blad tot gevolg. De indruk bestaat dus dat als stipfactor vooral de kalivoeding in het geding is geweest. Daarnaast kan afzwakking van de vruchtgroei door de grondbewerking een rol hebben gespeeld. Bewerkte percelen gaven door de jaren heen een 4 % lagere opbrengst dan onbewerkte. Op minder goed vochthoudende bodemprofielen zal dit effect groter zijn, vooral als het frezen tot het voorjaar beperkt blijft, zodat er zich in de zomer een concurrerende onkruidbegroeiing onder de bomen kan ontwikkelen (Kolbe, 1975).

Tabel 14: Stip en zacht in Cox's Orange Pippin op M.9 appels in een bodembehandelingsproef te Oosthuizen. Behandelingen: CC = chemische onkruidbestrijding zonder grondbewerking op de boomstroken (C), respectievelijk gras op de boomstroken gebracht (cirkelmaaier, C). MM = mechanische onkruidbestrijding op de boomstroken (frezen, M), respectievelijk gras op de grasbaan gelaten ('messenkooi', M).

Table 14: Bitter pit and internal breakdown in Cox's Orange Pippin M.9 apples in a soil management experiment at Oosthuizen. Treatments: CC = chemical weed control without tillage on the tree strips (C), and grass mulched on the tree strips respectively (rotary mower, C). MM = mechanical weed control by rototillage on the tree strips (M) and mown grass on the grass strips respectively ('lawn mower', M).

code behandelings- delingen soil treatments	% stip na bewaring / % bitter pit after storage							% zacht int. breakdown		
	1971		1972 ¹⁾		1973	1975	1976 ²⁾	1977	1971	1977
	1	2	1	2						
CC	14,7	10,6	0,9	6,1	2,8	25,0	24,5	5,5	14,1	
CM	12,2	7,9	1,6	3,5	2,4	21,0	26,2	6,2	11,2	
MC	8,6	5,2	1,2	3,4	1,6	20,0	21,5	3,8	9,0	
MM	4,7	5,6	0,4	1,8	1,1	14,5	22,4	2,0	10,0	

1) bomen met gemiddeld 13(1) en 24(2) kg appels per boom
trees with 13(1) and 24(2) kg fruits per tree

2) gecorrigeerd voor gelijke opbrengst per boom
corrected for equal production per tree

Een bevestiging van de resultaten te Oosthuizen werd in een nog jonge bodembehandelingsproef te Wilhelminadorp gevonden. Hierin kwamen dezelfde behandelingen CC, CM, MC en MM voor als toegelicht bij tabel 14. Appels, oogst 1977 van in 1975 geplante Cox's Orange Pippin op M.9 gaven na bewaring bij deze behandelingen respectievelijk 22, 14, 18 en 10 % stip + zacht te zien.

Ook in andere, o.a. Duitse proeven is het stip-onderdrukkende effect van grondbewerking aangetoond. Het weer invoeren van deze maatregel zal echter vrijwel steeds op grote praktische bezwaren stuiten, o.a. door opbrengstderiving die vooral is te duchten als schokeffect na grondbewerking in vol-groeide aanplantingen met tot dusver onbewerkte boomstroken en verder in droge jaren. Ook materiaal en arbeidskosten vormen een bezwaar, naast beperkte toegankelijkheid van de boomstroken voor werktuigen (dit laatste is verminderd doordat men bij de huidige opkweek de boom lager laat vertakken dan vroeger, toen men er nog onder moest kunnen komen met werktuigen).

Een punt waar tenslotte nog op moet worden gewezen, is de pH-daling op de boomstroken. Waar geen voorraad koolzure kalk aanwezig is, zoals in pleistocene zandgronden, is een duidelijke daling geconstateerd op boomstroken vergeleken met grasstroken. Bij een proefplekkenonderzoek, uitgevoerd in 1968, zijn de verkregen gegevens vermeld in tabel 15 (Hidding, 1968). Deze pH-daling is het gevolg van versnelde uitspoeling van calcium

Tabel 15: Gemiddelde pH-KCl in gras- en boomstroken van fruitaanplantingen op overwegend leemarm zand.

Table 15: Mean values for pH-KCl in grass strips and in tree strips for orchards on sandy soils low in loam contents.

boomgaarden in het Consulentschap voor de Tuinbouw te / <i>orchards in area of extension service at</i>	bodem- laag <i>soil layer</i>	pH - KCl in	
		<i>grasstrook grass strip</i>	<i>boomstrook tree strip</i>
	cm		
's-Hertogenbosch (21) ¹⁾	0-20	5,10	4,76
	20-40	4,93	4,79
Roermond (14) ¹⁾	0-20	5,47	4,88
	20-40	5,00	4,77

1) Aantal boomgaarden / *number of orchards*

op de boomstroken. De calcium wordt opgelost door koolzuur dat bij de vertering van gemulcht gras vrijkomt. De pH-daling kan de opname van calcium door het gewas belemmeren. Op kleigrond met een voorraad koolzure kalk is tussen boom- en grasstroken geen verschil in pH te constateren, maar uit een iets lager % CaCO_3 op de boomstrook blijkt wel dat de ontkalking hier sneller verloopt.

5.5 Invloed van het weer

5.5.1 Algemeen

Een bekende ervaring in ons land en elders is, dat stip in sommige jaren bijzonder sterk of juist opvallend weinig optreedt. Dit staat ongetwijfeld mede in verband met jaarverschillen in het weer. Ook de verschillende

stipgevoeligheid van sommige rassen in landen met uiteenlopende klimaten kan op een invloed van weersomstandigheden wijzen. Golden Delicious is bijvoorbeeld in ons land doorgaans weinig stipgevoelig, in Frankrijk en in Zuid-Afrika komt bij dit ras regelmatig stip voor (zie b.v. tabellen 5 en 6). Uiteraard kan het gebruik van sterke onderstammen (in Nederland: overwegend M.9; in Frankrijk en Zuid-Afrika veel meer b.v. zaailingen MM. 106) hierbij mede een rol spelen.

Uit mededelingen over internationale ervaringen krijgt men slechts een globale indruk van voor stipjaren karakteristieke weersomstandigheden. De mededelingen lijken elkaar soms tegen te spreken en meestal zullen ze ook zijn beïnvloed door de bodem(vocht)- en teeltomstandigheden. Uit een overzicht van de World Meteorological Organization (1963), een literatuurstudie van Bünemann (1972) en andere publikaties komt naar voren dat de temperatuur belangrijk wordt gevonden. Veel auteurs hebben ervaren dat de warme (droge) zomers meer stip geven dan koude (natte), o.a. in West-Duitsland, de Verenigde Staten, Engeland, Noorwegen en Nederland. Soms wordt in het bijzonder warmte gedurende een betrekkelijk korte periode vóór de vruchtrijping stipbevorderend geacht. Zo vonden Van der Boon en Das (1976a) in een aantal boomgaarden met Cox's Orange Pippin in 1969-1972 een samenhang met de gemiddelde dagelijkse maximumtemperatuur in augustus: boven 21° C nam stip toe met de temperatuur. Een Italiaanse ervaring wijst daarentegen juist op minder stip na warme droge zomers. Sommige auteurs vinden dat van weersveranderingen in de zin van sterke temperatuurschommelingen een stipbevorderende werking uitgaat. Een enkele maal komt men de mening tegen dat temperatuurafwijkingen van normaal bij stip een ondergeschikte rol zouden spelen. Zelfs heeft men wel ervaren dat na een vochtige zonarme zomer veel stip optrad.

De invloed van de neerslag valt moeilijk van die van de temperatuur en de zonneshijn te scheiden: droge zomers zijn immers meestal ook warm en zonnig, natte perioden zijn koud en somber. Toch wordt ook aan de neerslag en vooral de verdeling daarvan een grote afzonderlijke betekenis toegekend: droge zomers en sterke regenval na een droog voorjaar, maar ook droogte na een natte periode, geven veel stip. In dit verband is een opmerking van Sharples (1971) belangrijk: onregelmatig water geven, door berekening toe te passen na een droge periode als de gewasgroei al is achtergebleven, zou sterk stip-bevorderend werken. De verklaring van dit effect zit vermoedelijk in de aanzet tot hernieuwde blad- en scheutgroei, die van een plotse herstel van de vocht- (en stikstof!-)voorziening uitgaat. Bladeren aan scheuten dragen meer bij tot de vruchtgroei door celstrekking en dus tot vergroting van de kans op stip, dan volwassen bladeren aan kortloten. Dit is vooral het geval bij jong blad dat eentot tien keer zo grote fotosynthetische activiteit kan bezitten als oud blad (Silbereisen, 1974).

In de aangehaalde literatuur komt ook een invloed van de relatieve luchtvochtigheid (RV) naar voren: een Zuid-Afrikaanse ervaring is, dat onder gelijke omstandigheden van temperatuur en zonneshijn in een appelgebied met een hoge RV meer stip pleegt op te treden dan elders waar de RV veel lager is.

De opsomming van ervaringen in het bovenstaande bevredigt weinig. Een duidelijk inzicht in de afzonderlijke factoren kan hieraan niet worden ontleend, ook niet wegens de vaak samengestelde wijze waarop ze het gewas in de richting van stipgevoeligheid beïnvloeden. Bij de meeste gematigde klimaten zijn temperatuur-, zonneshijn- en neerslagvariatië's immers niet onafhankelijk van elkaar. Het effect van regenval is bovendien afhankelijk van de

natuurlijke of door irrigatie verbeterde vochtlevering door de grond en werkt tevens via de mineralenopname. Voor een beter inzicht is het noodzakelijk na te gaan wat over de afzonderlijke weersfactoren, vaak door onderzoek in klimaatkamers, is bekend geworden. De vruchtdracht en de scheuten- en vruchtgroei staan daarbij centraal.

5.5.2 Weersfactoren

Temperatuur

Het spreekt vanzelf dat nachtvorst vóór en tijdens de bloei een sterke verlaging van de vruchtdracht en daardoor toename van stip kan veroorzaken. Dit is b.v. in 1957 en in 1977 duidelijk het geval geweest. Relatief hoge temperaturen tijdens de bloei (overdag 18-22° C) bevorderen een snelle bloei en goede zetting wat in een hoge vruchtdracht tot uiting komt. Het ras Cox's Orange Pippin heeft wat dit betreft echter een wat lager temperatuuroptimum dan andere rassen. Blijft het weer ook na de bloei enkele weken aan de warme kant, dan wordt de celdeling geïntensiveerd wat grotere vruchten maar géén grotere stipgevoeligheid tot gevolg heeft. Wordt tevens de blad- en scheutgroei gestimuleerd dan kan versterkte rui optreden, wat wél in de richting van grotere stipkansen werkt.

Verhoging van de temperatuur tot ca. 30° C heeft ook grotere fotosynthetische activiteit (o.a. door versterkte scheutgroei) en opname van voedingsstoffen tot gevolg. Dit werkt de vruchtgroei in de hand en wel van begin juni af in toenemende mate door celstrekking. Dit uitgroeien werkt in de richting van verhoogde stipgevoeligheid. Wel is het zo dat de optimale temperatuur voor de celdeling wat hoger ligt dan die voor de celstrekking.

Ook via de wortels komt een invloed van de temperatuur op stip naar voren: in klimaatkamers bleek verhoging van de bodemtemperatuur van 10° tot 19° C met afname van de calciumopname gepaard te gaan (Tromp, 1977). In de praktijk zou dit aspect van invloed kunnen zijn bij het weglaten van grondbewerking in geval van chemische onkruidbestrijding. Boomwortels groeien in onbewerkte boomstroken oppervlakkiger en dus bij hogere temperaturen dan in bewerkte grond.

Tenslotte vindt de vruchtrijping in warme zomers sneller plaats dan in koude. Hierdoor kan een verschuiving ontstaan van het pluktijdstip ten opzichte van de rijping als men dit onvoldoende aanpast, en wel zo dat in warme zomers gemiddeld rijper fruit wordt geplukt. Dit vermindert de kans op stip, maar die op zacht neemt toe.

Neerslag

Regelmaat in de vochtvoorziening is van betekenis voor een evenwichtige ontwikkeling van bladeren en vruchten en voor de opname van mineralen. Droogte in samenhang met een hoge temperatuur in de weken na de bloei kan b.v. de rui versterken. De hoeveelheid en de verdeling van de neerslag hebben ook op de groei grote invloed, uiteraard in afhankelijkheid van de vochtvoorziening uit de grond. In paragraaf 5.4.2 werd al uitvoerig stilgestaan bij de gevolgen van een onregelmatige neerslagverdeling voor de scheutlengte- en vruchtgroei en voor de calciumvoorziening van de vrucht. Daarbij werd in het bijzonder gewezen op het verschijnsel hergroei van scheuten

door regen na droogte. De langdurige aanwezigheid hierbij van meristematisch bladweefsel (groeitoppen) heeft een ongunstige invloed op de calciumtoevoer naar de vrucht.

Licht

Onder de Nederlandse klimaatomstandigheden vormt licht vaak een productiebeperkende factor. Dit uit zich o.a. in kleinere vruchten in het binnenste van de kroon vergeleken met die welke in de buitenste gewaslagen groeien. Dit is althans bij grote bomen het geval. Bij kleine bomen, b.v. appels op M. 9, is het effect van de positie van de vrucht veel minder opvallend hoewel bij bepaalde rassen wel aanwezig. Ook de totale produktie blijft onder overigens vergelijkbare teelt- en groeiomstandigheden vaak achter bij die van landen met meer zon. In ons land bedraagt het aantal uren zonneshijns over juni tot september gemiddeld 762. In Angers en Nîmes in Frankrijk en in Ferrara in Noord-Italië is dit respectievelijk ongeveer 900, 1200 en 1000 uren. De verschillen worden overigens enigszins gecompenseerd door langere dagen in Nederland.

Lichttekort in de periode na de bloei kan invloed hebben op de vruchtruï in juni. Dit wordt gedemonstreerd door een proef met vijfjarige Cox's Orange Pippin op M. 9 te Wilhelminadorp. In het zeer zonnige jaar 1976 (1016 uren zon over de eerder genoemde vier maanden) lag het aantal uren zonneshijns in juni, juli, augustus en in de eerste helft van september respectievelijk 30 %, 30 %, 55 % boven normaal en ongeveer gelijk aan normaal. In de proef werd gedurende kortere en langere tijd ca. 50 % van het licht weggenomen door middel van schaduwdoek. De behandelingen werden slechts in enkelvoud met 20 bomen per veldje uitgevoerd. De reactie van

Tabel 16: Invloed van beschaduwing op aantal vruchten, vruchtgewicht en opbrengst per boom van Cox's Orange Pippin op M. 9 in 1976 te Wilhelminadorp.

Table 16: Influence of shading (by means of nets, intercepting approx. 50 % of the light) on number of fruits, mean fruit weight and yield per tree of Cox's Orange Pippin M. 9 in 1976 at Wilhelminadorp. Extreme sunny and dry growing conditions.

periode schaduw <i>shading period</i>	opbrengst /yield		
	aantal vruchten <i>number of fruits</i>	vruchtgewicht <i>fruit weight</i> g	kg
geen schaduw <i>no shading</i>	163	65	10,6
1 juni - 27 juli <i>1st June - 27th July</i>	90	117	10,2
27 juli - 14 sept <i>27th July - 14th Sept</i>	136	78	10,6
1 juni - 14 sept <i>1st June - 14th Sept</i>	89	77	6,9

het gewas is in tabel 16 weergegeven. Het vruchtgewicht is als gevolg van vochttekort v6er onder normaal gebleven. Daarbij moet worden aangetekend dat de droogtegevoeligheid van een gewas wordt versterkt door een hoge vruchtdracht. De gegevens laten verder zien dat beschaduwing van begin juni af, de vruchtrui duidelijk in de hand heeft gewerkt, ondanks de zonnige proefomstandigheden. Kort na de bloei was de vruchtzetting bij deze behandelingen ongeveer gelijk. Lichtvermindering in de laatste anderhalve maand voor de pluk heeft eveneens een ongunstig effect gehad, n.l. op de vruchtgrootte. Dit was echter alleen merkbaar bij kleine aantallen vruchten per boom, dus in combinatie met vroege schaduw. Bij grote aantallen, d.w.z. waar pas van 27 juli af schaduw werd toegepast, was van een invloed op de vruchtgrootte nauwelijks sprake. Waarschijnlijk is de invloed van vermindering van licht op de vruchtgroei, via de fotosynthese, afhankelijk van de blad/vruchtverhouding. Bij lage vruchtdracht is er veel meer blad dan bij zware dracht. De lichtindringing naar dieper in de kroon gelegen blad zal minder sterk zijn en eerder tot sub-optimale fotosynthese leiden dan bij zwaar dragende bomen. Wat dit laatste betreft moet worden opgemerkt dat blad slechts ca. 30 % van vol zonlicht nodig heeft voor optimale fotosynthese. Buitenblad zal bij somber weer dus vrijwel nooit te weinig licht ontvangen en de vruchten aan de buitenkant van de kroon zullen daardoor ook niet in groei achterblijven. Met vruchten binnen in de kroon is dit wel het geval, vooral als sprake is van een grote (dicht bebladerde) kroon. Onderzoek heeft dan ook uitgeezen dat er een duidelijk verschil bestaat in vruchtgrootte tussen buiten- en binnenvruchten en dat de eerste door sterker uitgroeien ook stipegevoeliger zijn dan de laatste (Jackson e.a. 1971). Deze auteurs vonden ook dat beschaduwing belangrijke afname van het percentage stip veroorzaakte.

Uit de bovenstaande beschouwingen volgt dat variaties in hoeveelheid zonlicht op zeker drie wijzen via de vruchtgroei invloed kunnen hebben op stip: via de vruchtdracht (rui), de totale fotosynthese en de lichtverdeling in de kroon. Door de overwegend kleine boomvorm in ons land zal de invloed van het zonlicht via de lichtverdeling in de kroon naar verhouding klein zijn, die via de vruchtrui groter. Een somber voorjaar gevolgd door een zonnige zomer zou het sterkst stip in de hand moeten werken.

Relatieve luchtvochtigheid (RV)

De fotosynthese hangt onder meer af van de mate waarin de huidmondjes van de bladeren zijn geopend. Is de buitenlucht droog, dan worden ze gedeeltelijk gesloten om ongewenste vochtverliezen tegen te gaan. Daardoor neemt ook de fotosynthese en dus de groei van bladeren en vruchten af. Tromp en Oele (1972) onderzochten in potproeven in klimaatkamers de invloed van een hoge en lage RV (resp. 75 % en 50 % overdag) bij verschillende vocht- en stikstofvoorziening uit de grond. Een hoge RV ging vooral bij voldoende stikstofvoorziening samen met een duidelijk sterkere scheutgroei, terwijl ook de vruchtgroei werd gestimuleerd en de hoeveelheid calcium in deze vruchten iets lager was dan bij lage RV. Het vochtverbruik was het grootst bij lage RV.

Voor wat de weersomstandigheden in de praktijk betreft, mag men veronderstellen dat een warme zomer via de temperatuur weliswaar de scheut- en vruchtgroei en de stipegevoeligheid stimuleert, maar door droogte in de zin van een lage RV deze weer kan tegenwerken. Bovendien droogt de grond daarbij sneller uit door een groter vochtverbruik (transpiratie en verdamping)

wat eveneens de groei remt. De vraag of een warme zomer stip bevordert, zal dus mede afhangen van de daarbij voorkomende neerslag, de luchtvochtigheid en de vochtvoorziening uit de grond.

Wind

De invloed van de wind is tweeërlei. Het komt nogal eens voor dat harde wind bladbeschadiging veroorzaakt. Vooral jong uitlopend blad is hiervoor gevoelig. Gure harde wind in het voorjaar kan evenals nachtvorst een langdurig slechte bladstand veroorzaken, wat ten koste gaat van de fotosynthese en dus van de vruchtgroei. Daarnaast veroorzaakt wind een verhoogde transpiratie met sneller vochtverbruik. Onder droge bodemomstandigheden kan dit groei stagnatie door achterblijvende fotosynthese veroorzaken. Dit effect is te vergelijken met dat van een lage relatieve luchtvochtigheid. Van beide genoemde windeffecten zou een stip-verminderende invloed moeten uitgaan, maar gegevens daarover zijn niet bekend. Daarnaast kunnen door wind echter grotere fluctuaties in 'stress' in het gewas worden veroorzaakt, welke stip juist bevorderen. Dit zijn fluctuaties in de zuigspanning in de houtvaten als gevolg van sterke veranderingen in de transpiratie.

In de praktijk komen bij toepassing van windschermen verschillen in windsterkte voor binnen één aanplant. Achter een min of meer dwars op de overheersende windrichting staand windscherm zijn de lufteffecten het sterkst op afstanden van 2 à 3 keer de hoogte van het scherm. De bomen groeien daar dan ook beter dan elders in de boomgaard. Vlak achter het scherm zijn echter ook de lichtomstandigheden vaak minder gunstig dan elders. De verschillen in windsterkte staan dus niet los van de belichting, terwijl daarnaast ook de vochtvoorziening en de fluctuaties daarin het effect van wind op de vruchtontwikkeling en de opname van mineralen mede zullen bepalen. De invloed van lufte in de aanplant op stip is daarom moeilijk voorspelbaar, maar wel staat vast dat met de standplaats van de bomen grote verschillen in stip kunnen samengaan.

Een voorbeeld werd in 1977 bij het ras Schone van Boskoop gevonden. In een proef werd het percentage stip + zacht na bewaring vastgesteld voor een zestal op onderlinge afstand van 10,5 m Noord-Zuid geplante boomrijen (gemiddelden van steeds 96 bomen). Gaande van de meest Oostelijke naar de meest Westelijke rij werd respectievelijk 20, 20, 31, 24, 13 en 3 % stip + zacht gevonden. De laatste rij stond daarbij op 8 m afstand van een hoge elzenhaag welke duidelijk licht wegnam. De vruchten in deze rij bleven veel kleiner dan in de overige rijen. De verschillen in stip moeten nu wellicht zo worden verklaard, dat in een brede zone achter de haag door lufte minder sterke stress-situaties hebben geheerst, terwijl vlak achter de haag bovendien de vruchtgroei door lichttekort is achtergebleven. Hierdoor is de stipgevoeligheid verminderd. Midden op het perceel heeft wind grotere fluctuaties in de vochtvoorziening en in de vochtspanningen in het gewas veroorzaakt, waardoor stip juist is toegenomen.

5.5.3 Stip in Nederland, 1949-1976

In verband met het vaststellen van het tijdstip van de pluk, de wijze en duur van de bewaring en de afzet van het fruit bestaat behoefte aan een goede voorspelling van de bewaarbaarheid, vooral wat betreft de kans op stip en zacht. Tot nu toe wordt dit gedaan met behulp van boomgaardgege-

vens (voornamelijk de vruchtdracht) en analyse van een begin augustus verzameld bladmonster. Met het weer wordt nauwelijks of onvoldoende rekening gehouden. Het zou nuttig zijn ook de invloed daarvan in het uit te brengen advies te verwerken. Om na te gaan of stip in ons land met het weer samenhangt, is een onderzoek uitgevoerd met behulp van literatuurgegevens. De resultaten daarvan worden hier kort samengevat. Uitgebreide publikatie is elders te vinden (Delver, 1977).

Voor de jaren 1949 tot en met 1976 zijn uit vakbladen (hoofdzakelijk 'de Fruitteelt' en 'Groenten en Fruit') en uit jaarverslagen van diverse instellingen, rapporten van onderzoek en andere publikaties gegevens verzameld. Hieruit zijn voor elk van de onderzochte jaren de volgende kenmerken van Cox's Orange Pippin schattenderwijs beoordeeld:

1. Het rond de pluk of na bewaring landelijk geconstateerde stip, ingedeeld in klassen. Deze geven gradaties van de ernst van de aantasting weer, althans voorzover deze tot verliezen heeft geleid;
2. Het meer of minder goed uitgroeien van de vruchten zoals dat door de praktijk in de loop van het seizoen werd beoordeeld en dat ook na de pluk in mee- of tegenvallende opbrengsten en veilingaanvoeren tot uitdrukking kwam. Bevestiging hiervan werd ook gevonden in beoordelingen van de grootte-sortering van het aangevoerde fruit. Een indeling in klassen, variërend van sterk tegenvallende tot sterk meevallende vruchtuitgroei werd toegepast;
3. De landelijk beoordeelde vruchtdracht, wederom schattenderwijs ingedeeld in klassen variërend van slecht tot zeer goed;
4. Het relatieve niveau van de landelijke produktie afgeleid uit veilinggegevens en enigszins gecorrigeerd voor de invloed van het toegenomen met Cox's Orange Pippin beplante areaal;
5. De gemiddelde bladstand in klassen;
6. Voor zover mogelijk: een aanduiding van de mate waarin dit ras werd be waard.

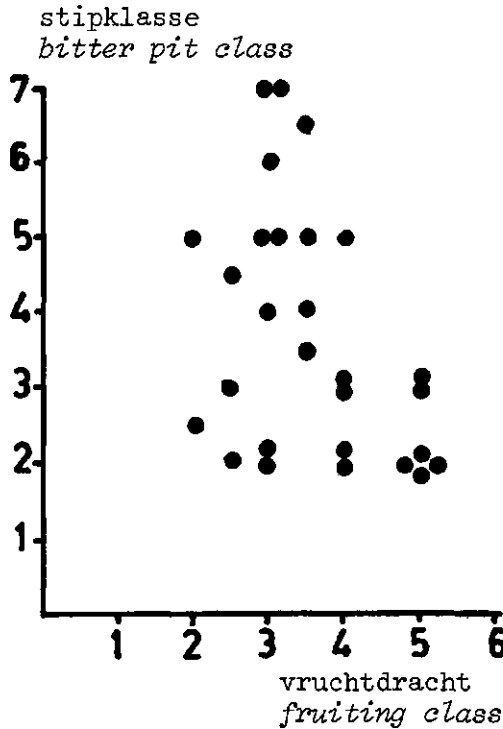
Deze basisgegevens werden nog aangevuld met talloze nuttige opmerkingen, onder andere over nachtvorstschade, windschade aan blad, veranderingen in

Tabel 17: Weergegevens voor Nederland, gemiddeld over 1931-1960. Neerslag: Midden-Nederland.

Table 17: Weather data for the Netherlands, averaged over 1931-1960. Rainfall for the Central-Netherlands (main fruit growing area).

maand <i>month</i>	gemidd. et- maaltemp. <i>average 24- hours-tempe- rature</i> ° C	neerslag <i>precipitation</i> mm	zonnenschijn <i>sunshine</i> uren/hours	relatieve lucht- vochtigheid <i>relative air humidity</i> %
april/ <i>April</i>	8,1	47	164	77
mei/ <i>May</i>	11,9	52	212	76
juni/ <i>June</i>	15,0	54	222	76
juli/ <i>July</i>	16,8	77	202	79
aug./ <i>August</i>	16,8	82	191	80
sept./ <i>September</i>	14,5	64	146	81

de bladstand en vruchtgroei samenhangend met het weer, de vroegheid van de pluk, veilingprijzen en geneigdheid tot snelle afzet, enzovoorts. Daarnaast werden waarnemingen van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut te De Bilt vastgelegd voor de maanden april tot september. Deze werden ontleend aan de maandelijkse overzichten van de weersgesteldheid. De temperatuur werd berekend als afwijking in °C van de gemiddelde etmaaltemperatuur. De neerslag werd ingedeeld in klassen van relatieve waarden ten opzichte van normaal voor Midden-Nederland: 125 % tot 150 % = + 1; 150 % tot 175 % = + 2, enzovoorts; 50 % tot 75 % = - 1; 25 % tot 50 % = - 2; 0 % tot 25 % = - 3. Ook van het aantal uren zonneshijn werd de relatieve waarde ten opzichte van normaal in klassen berekend: 115 % tot 130 % = + 1; 130 % tot 145 % = + 2, enzovoorts; 70 % tot 85 % = - 1; 55 % tot 70 % = - 2, enzovoorts. De neerslag werd beperkt tot Midden-Nederland in verband met mogelijk storende invloed van afwijkingen in overige delen van het land met minder fruitteelt. De gemiddelde waarden van de temperatuur, neerslag, zonneshijn en de relatieve luchtvochtigheid zijn in tabel 17 weergegeven.



Afbeelding 19: Verband tussen stip en de vruchtdracht; $r = -0,396^+$.

Figure 19: Bitter pit class as related to fruiting class for Cox's Orange Pippin in 28 years.

Bitter pit: 3 = normal appearance in 'non-bitter pit' years, 7 = extremely heavy losses due to b.p.

Fruiting: 1 = extremely bad fruiting level, 4-5 = good to excellent (too heavy) fruiting.

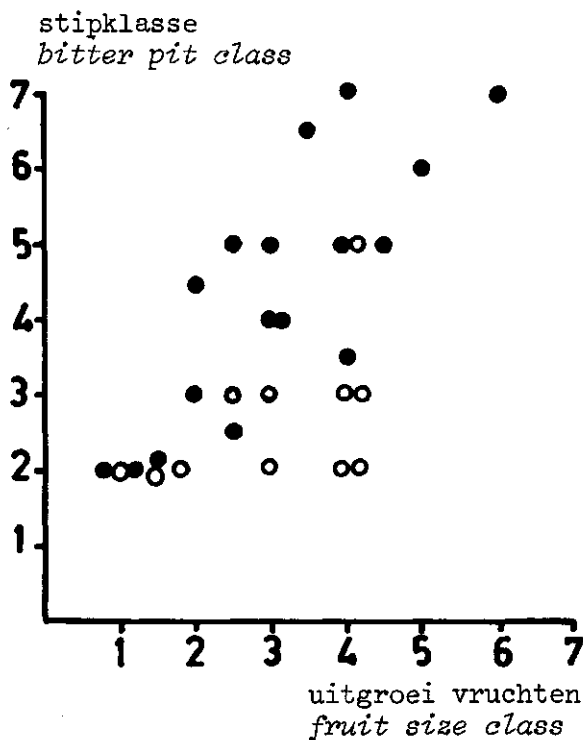
De resultaten van het onderzoek zijn vastgelegd in de afbeeldingen 19 tot en met 22. De betekenis van de onderscheidingen is als volgt:

Stipklasse: 2 = minder dan in een niet-stipjaar gewoonlijk wordt aange- troffen; 3 = normaal voor een niet-stipjaar: in verreweg de meeste partijen komt geen of slechts enkele procenten stip voor, in sommige kan stip dan nog wel duidelijk aanwezig zijn; 4, 5, 6 = toenemende graad van stipver- liezen; 7 = een jaar met ernstige verliezen waarbij ook in gunstige partij- en nog wel iets stip optreedt;

Vruchtdracht: 1 = zeer slecht; 2 = slecht; 3 = matig of goed maar onre- gelmatig; 4 = goed; 5 = zeer goed.

Uitgroei vruchten: 1 = sterk achterblijvend ten opzichte van normaal; 2 = iets achterblijvend; 3 = normaal; 4 = meevallend; 5 = duidelijk mee- vallend; 6 = sterk meevallend;

Voor verschillende verbanden zijn lineaire (rechtlijnige) correlatie- coëfficiënten (r) berekend. Deze geven de sterkte van een verband aan waar- bij de toevoegingen (+), +, ++ of +++ respectievelijk betekenen: bijna be-



Afbeelding 20: Verband tussen stipklasse en het uitgroeien van de vruchten (vrucht- grootte, dracht in aanmerking genomen). Goede tot zeer goede vrucht- dracht (4 en 5): 0. Lagere dracht: 0; $r = + 0,627^{+++}$.

Figure 20: Relationship between bitter pit class and fruit size class. Good to excel- lent fruiting (fruiting class 4-5): 0. Lower fruiting class: 0. Fruit growth: fruiting level considered, 1 = size of the fruits lagging far be- hind normal (= 3); 6 = size much bigger than in normal years.

trouwbaar, betrouwbaar, zeer betrouwbaar of uiterst betrouwbaar. (Statistische betrouwbaarheidsdrempels $P = 10\%$, 5% , 1% en $0,1\%$.)

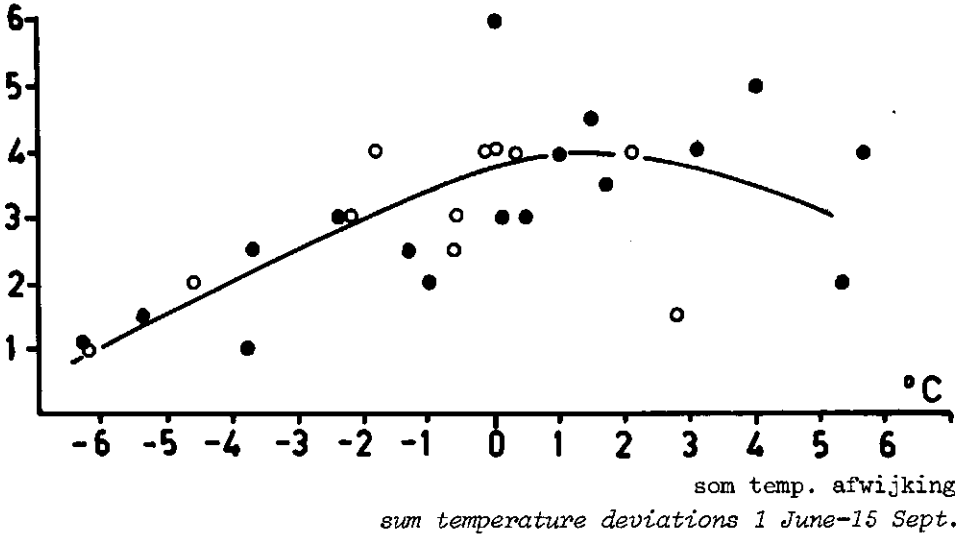
Afbeelding 19 laat zien dat in jaren met goede tot zeer goede vrucht- dracht vrijwel nooit stip van betekenis voorkwam. Flink stip (klassen 5-7) trad overwegend op in jaren met landelijk een matige tot goede maar onre- gelmatige vruchtdracht. Het verband tussen stip en de vruchtdracht was duidelijk ($r = -0,396^+$), maar zou nog beter zijn geweest als in jaren met slechte dracht méér stip zou zijn opgetreden dan blijkbaar het geval is geweest. In zulke jaren waren de stipverliezen echter meestal slechts ma- tig omdat er, zoals door de verdere gegevens werd bevestigd, dan weinig wordt bewaard: de meestal hoge prijzen voor Cox's Orange Pippin en de ver- wachting dat het fruit slecht houdbaar zal zijn, werkt in zulke jaren een snelle afzet in de hand en alleen partijen van goed dragende aanplantingen worden bewaard.

Afbeelding 20 toont een zeer nauw verband tussen stip en het uitgroeien van de vruchten, vooral als jaren met goede of zeer goede dracht buiten beschouwing worden gelaten. De hoge correlatiecoëfficiënt is een aanwij- zing dat het meer of minder sterk uitgroeien van de vruchten een uiterst belangrijke stipfactor is. De waarneming van de mate waarin de vruchtgroei afwijkt van normaal kan dus naast de vruchtdracht een belangrijk hulpmid- del zijn bij de voorspelling van de kans op stip. Het ligt voor de hand na te gaan hoe de weersomstandigheden dit uitgroeien hebben beïnvloed.

Vooraf de temperatuur bleek belangrijk te zijn. Werden de maandelijkse afwijkingen van normaal gesommeerd over de gehele periode waarin de cel- strekking geacht wordt plaats te vinden (juni tot de pluk, ongeveer half september), dan werd een correlatiecoëfficiënt $r = + 0,588^{+++}$ berekend. Voor kortere en latere perioden was het verband wat zwakker maar nog steeds zeer betrouwbaar (juli tot half september, $r = + 0,508^{++}$; augustus tot half september, $r = + 0,484^{++}$). Dit betekent dat in ons klimaat vruchten sterker uitgroeien naarmate de zomers warmer zijn. Het accent ligt daarbij op de periode kort vóór de pluk (vanaf augustus) maar ook de temperatuur in juli en in juni draagt bij tot de vruchtgroei en verbetert dus het inzicht hier- over. Afbeelding 21 laat het verband zien voor de temperatuurafwijkingen in juni tot half september. Het meest opvallende is dat de vruchten van Cox's Orange Pippin klein blijven in voor ons klimaat koude zomers. Bij temperaturen boven normaal neemt het uitgroeien niet verder toe. Er is zelfs een tendens tot achterblijven bij zeer hoge temperaturen, dus in zeer warme zomers. We komen hier nog nader op terug.

Het verband van de vrucht-uitgroei met de relatieve afwijking van de neerslag, gesommeerd over de periode 15 mei tot 15 september was zwak en niet betrouwbaar ($r = -0,261$). Dit betekent dat variaties in de totale hoeveelheid regen over het gehele groeiseizoen tot de pluk nauwelijks in- zicht geven over de mate waarin vruchten uitgroeien. Uit grafische bewer- king van het materiaal bleek wel dat het uitgroeien achterbleef in extreem natte zomers, maar dit kan ook aan lage temperaturen worden toegeschreven: de afwijking van de neerslagsom (15 mei tot 15 september) was duidelijk negatief gecorreleerd met de afwijking van de temperatuursom over 1 juni tot 15 september ($r = -0,626^{+++}$), wat betekent dat natte zomers ook koud (en somber) zijn. Werd de neerslag over een veel kortere periode bekeken, nl. juli en augustus, dan bleef de correlatie met het uitgroeien zwak: al- leen in zeer natte (= koude!) perioden juli - augustus bleef uitgroeien van de vrucht achter; bij normale tot droge zomers reageerde deze, althans

uitgroei vruchten
fruit size class



Afbeelding 21: Verband tussen de vruchtuigroei en de afwijkingen van de maandelijks gemiddelde etmaaltemperatuur, gesommeerd over 1 juni tot 15 september ($r = +0,588^{+++}$); 0 = vruchtdracht 4 en 5; 0 = lagere vruchtdracht-klassen.

Figure 21: Relationship between annual fruit size class (normal = 3), fruiting level considered, and the sum of monthly averaged 24-hours temperature deviations ($^{\circ}\text{C}$) over 1 June - 15 September; 0 = fruiting level 4 and 5; 0 = lower fruiting classes.

in dit onderzoek, niet op verminderende hoeveelheden neerslag. Omdat regenval en temperatuur geen onafhankelijke variabelen zijn, kunnen voor dit gedrag van de vruchtgroei twee verklaringen worden gegeven. De eerste is dat het ras Cox's Orange Pippin weinig warmtebehoefstig is en dat vruchten daarom niet sterker uitgroeien bij hogere temperaturen dan normaal in ons land. De tweede verklaring is, dat naarmate onze zomers warmer worden, dit betekent dus minder neerslag, de positieve invloed van de temperatuur op de vruchtgroei in toenemende mate wordt tegengewerkt door een negatieve invloed van droogte en lagere luchtvochtigheid. Deze verklaring lijkt te meer aannemelijk, omdat in droge zomers in ons land grote verschillen in vruchtgrootte-sortering naar voren komen, samenhangend met de vochtvoorziening. In zulke jaren leidt water geven dan ook tot sterk verbeterde vruchtgroei. Welke van deze verklaringen steek houdt, kan zonder verdere argumenten moeilijk worden nagegaan.

Met de relatieve afwijking van het aantal uren zonneshijns (1 juni tot half september) vertoonde het uitgroeien eveneens een zwakke, zij het bijna betrouwbare, positieve correlatie ($r = +0,31^{++}$). In zonnige jaren groeiden de vruchten dus iets sterker uit maar ook hierbij kunnen onderlinge correlaties weer een rol spelen, zoals het verband tussen zonneshijns en de temperatuur in de periode juni tot half september ($r = +0,845^{+++}$).

Zonnige jaren zijn dus aan de warme kant, de invloed van het zonlicht kan dus niet goed van die van de temperatuur worden gescheiden.

Tenslotte bleek nog dat het uitgroeien uiterst betrouwbaar was gecorreleerd met de bladstand ($r = +0,656^{+++}$), terwijl de bladstand, althans wat het gemiddelde praktijkoordeel hierover betreft, niet door de vruchtdracht werd beïnvloed ($r = 0,194$). De gezondheid en de grootte van het blad zou dus onafhankelijk van de vruchtdracht een belangrijke invloed op het uitgroeien van de vruchten hebben.

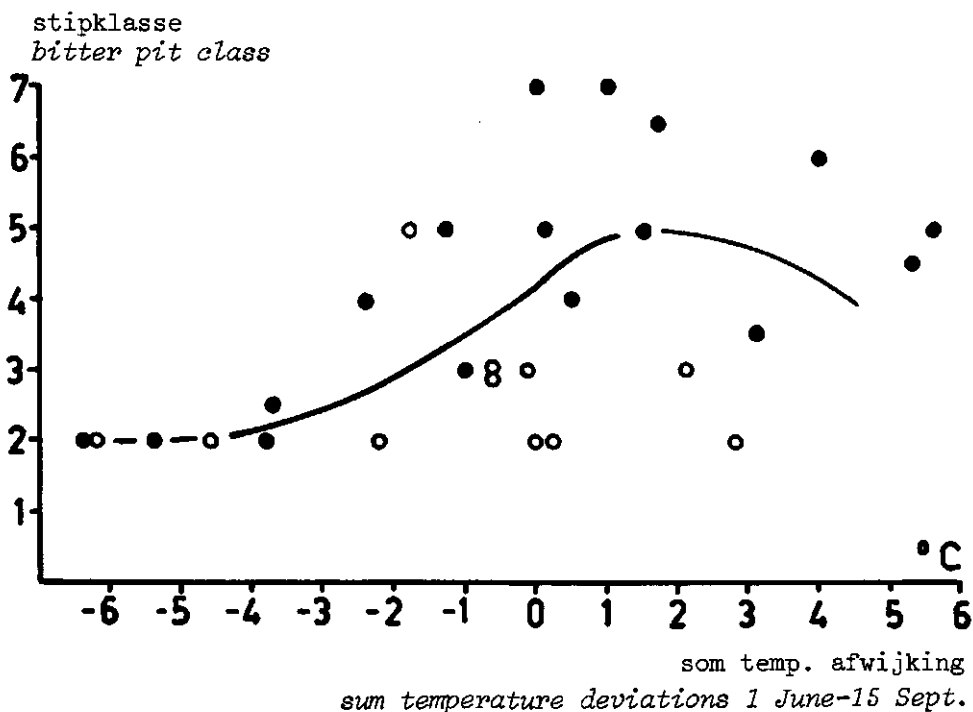
Gezien de hoge correlatie die tussen de stipklasse en het uitgroeien van de vruchten werd gevonden (afb. 20), behoeft het niet te verwonderen dat het meer of minder optreden van stip in de onderzochte 28 jaren grotendeels dezelfde samenhangen met diverse factoren vertoonde als de vruchtgroei. Tabel 18 geeft de correlatiecoëfficiënten van de stipklasse, waarbij moet worden opgemerkt dat factor 2, 'mate van stip', een variant is van 'stip-klasse' en niet verder wordt besproken. Ook nu blijkt evenals bij de vruchtgroei dat van de weersfactoren de afwijking van de temperatuur de beste informatie geeft over het te verwachten stip en wel beter naarmate de waarneming zich over een langere periode vóór de pluk uitstrekt, nl. van juni af (afb. 22).

Tabel 18: Correlatiecoëfficiënten voor rechtlijnige verbanden tussen stipklasse en een aantal waargenomen factoren.

Table 18: Correlation coefficients for rectilinear relationships between bitter pit class and a number of annual crop and weather characteristics in 1949-1976.

no	factor	correlatie- coëfficiënt correlation coëfficiënt r
2	mate van stip / degree of bitter pit	0,992 ⁺⁺⁺
3	vruchtdracht / fruiting level	-0,396 ⁺
4	uitgroei vruchten / fruit size class	0,627 ⁺⁺⁺
5	bladstand / leaf vigour marking	0,297
6	niveau landelijke produktie / level nation-wide production of Cox's Orange Pippin	-0,144
7	mate van bewaring / relative part of Cox's production in cold storage	-0,122
8	som neerslagafwijking 15 mei-15 september sum of monthly deviations of rainfall relative to normal, 15 May-15 September	-0,294
9	som temperatuurafwijking 1 juni-15 september sum of monthly averaged 24-hours temperature deviation from normal (°C) over 1 June-15 September	0,515 ⁺⁺
10	idem 1 juli-15 september / the same over 1 July- 15 September	0,394 ⁺
11	idem 1 aug.-15 september / the same over 1 August- 15 September	0,353 ⁽⁺⁾
12	som relatieve afwijking zon-uren 1 juni-15 september / sum of relative monthly deviations of hours sunshine over 1 June-15 September	0,344 ⁽⁺⁾

Evenals uit afbeelding 21 voor de vruchtgroei krijgt men de indruk dat stip niet rechtlijnig met de temperatuur toeneemt maar dat in extreem-warme jaren een lichte afname, althans geen verdere toename valt te verwachten, vooral als jaren met goede tot zeer goede dracht buiten beschouwing worden gelaten. Voor de invloed van de neerslag en het aantal uren zonneshijn kan worden verwezen naar de bespreking van de vruchtgroei. De overige factoren zijn reeds behandeld (afbeeldingen 19 en 20).



Afbeelding 22: Verband tussen stip en de afwijkingen van de maandelijks gemiddelde etmaaltemperatuur, gesommeerd over 1 juni tot 15 september; $r = 0,515^{++}$; 0 = vruchtdracht 4 en 5, 0 = lagere dracht.

Figure 22: Bitter pit class as related to the sum of monthly averaged 24-hours temperature deviations from normal, over 1 June - 15 September. Good to excellent fruiting level (class 4 and 5) = 0, lower fruiting = 0.

Uit de gegevens werden ook multipele (meervoudige) correlatiecoëfficiënten berekend. Deze geven de sterkte van de samenhang weer tussen de stipklasse en groepen andere factoren, bv. vruchtdracht, bladstand, temperatuur, enzovoorts. Hieruit kan worden berekend in hoeverre een stipjaar valt te voorspellen door waarneming van een aantal stipfactoren tegelijk en welke combinatie van factoren dan de beste mogelijkheden biedt. Hierop wordt nader ingegaan in een later hoofdstuk over stipvoorspelling (Hoofdstuk 7).

De rol die de weersomstandigheden in 1949 tot 1976 bij stip hebben gespeeld, kan tenslotte als volgt worden samengevat. Alleen in jaren waarin het over de gehele periode van de celstrekking gemiddeld duidelijk te koud is, kan een sterk verminderde kans op stip worden verwacht. Zulke jaren zijn tevens neerslagrijk en somber. In iets te koele tot veel te warme zomers kan bij matige tot slechte vruchtdracht altijd veel stip optreden, al is er de tendens dat de kans hierop vermindert in zeer warme zomers. Vermoedelijk speelt achterblijvende vruchtgroei door vochttekort daarbij een rol en dus zullen de neerslagverdeling en de al of niet toereikende vochtvoorziening vanuit de grond, natuurlijk of kunstmatig, dan grote verschillen in stip kunnen veroorzaken. Daarnaast zal versnelde rijping, waardoor gemiddeld iets rijper wordt geplukt, in zulke jaren mede van invloed kunnen zijn.

Hoewel de gegevens geen definitieve uitspraak toelaten, lijken iets te warme zomers met onregelmatige regenval welke ook onregelmatige groei veroorzaakt, het meest verdacht. In dit verband kan op 1973 worden gewezen. Vooral in Limburg kwam toen veel boomstip voor in Golden Delicious. Bij dit ras werd toen tevens St.-Janslot (hergroei van scheuten) waargenomen. De som van de temperatuurafwijkingen over 1 juni tot 15 september was toen in Limburg + 3,1° C, terwijl de neerslag in de drie achtereenvolgende decaden van juni 27, 3 en 8 mm, van juli 2, 41 en 30 mm en van augustus 17, 2 en 5 mm bedroeg.

6. Maatregelen tegen stip

In hoofdstuk 5 zijn verscheidene aanknopingspunten te vinden voor maatregelen die kunnen leiden tot minder stipgevoeligheid of die de schade door stip beperken. In dit hoofdstuk gaan wij nader in op behandelingen die in de praktijk het meeste effect blijken te hebben.

6.1 Bespuitingen met calcium

In de Verenigde Staten legden Garman en Mathis (1956) verband tussen stip en de calciumvoeding van de vrucht. Deze publikatie was een sterke stimulans voor onderzoek over de betekenis van bespuitingen met calciumverbindingen. In ons land is hieraan vooral tussen 1960 en 1970 veel aandacht besteed. Stip bleek goeddeels te kunnen worden teruggedrongen door herhaalde bespuitingen met vooral calciumnitraat of calciumchloride. De praktijk past deze maatregel dan ook al sedert vijftien jaar en op steeds grotere schaal toe. Het gaat hierbij om het op de vruchtschil aanbrengen van een opgeloste calciumverbinding. Hoewel onderzoek heeft uitgewezen dat er enig transport naar de vruchten plaats vindt van op blad verspoten calcium, weegt het effect hiervan toch lang niet op tegen dat van direct op de vrucht gespoten calcium. Bij bespuitingen moeten dus de vruchten goed worden geraakt. De calcium-ionen dringen dan in de cellagen van de vruchtschil, wat slechts enkele dagen in beslag neemt. Tijdens dit proces kan nog vrij veel calcium door regen van de vrucht afspoelen.

Omdat de opname uit een oplossing plaats vindt, is de indringing afhankelijk van de duur van de bevochtiging en van de calciumconcentratie van de oplossing. In Australisch onderzoek werd gevonden dat de indringing toenam met hogere relatieve luchtvochtigheid (RV) tot $\pm 90\%$. Hierbij spelen een langere duur van de bevochtiging alsmede - bij gebruik van vocht-aantrekkende zouten zoals calciumchloride en calciumnitraat - sterkere vochtaantrekking een rol. Van Goor (1973) vond bij 100% RV een veel minder snelle indringing in de vruchtschil dan bij $50-80\%$ RV, vermoedelijk omdat de druppels op de vruchtschil dan niet opdrogen en de calciumconcentratie in de druppels dus laag blijft.

Een belangrijke omstandigheid is ook dat de indringing in de schil afhangt van het appelras. Van Goor vond bij Cox's Orange Pippin een enkele malen sterkere indringing dan bij James Grieve. Bij het laatste ras vormt de waslaag vermoedelijk een belemmering. Dit verklaart tevens de veel geringere onderdrukking van stip door calciumbespuitingen vergeleken met Cox's Orange Pippin (Van der Boon en Pouwer, 1974).

De verdere indringing van calcium in de diepere cellagen van de vruchtschors, tot aan het klokhuis, verloopt veel trager en ook in geringere mate. Doordat de Ca-ionen onderweg aan bv. celmembranen worden geadsorbeerd, bereikt slechts een klein deel de diepere weefsels van de vruchtschors. De verrijking van de vrucht met calcium blijkt dan ook duidelijker uit een analyse van oppervlakkig weefsel dan van de hele vrucht. In overeenstemming hiermee is de waarneming dat calciumbespuitingen meer invloed op uitwendig dan op inwendig stip hebben. Een voor de consument minder gunstig aspect is dus dat ogenschijnlijk gave appels van bespoten bomen van binnen nog wel kunnen teleurstellen.

Behalve stip worden ook zacht, schilbruin en de gevoeligheid voor vruchtrot door calciumbesputtingen teruggedrongen. Verder is uit laboratoriumonderzoek gebleken dat bespoten vruchten zich onderscheiden door een lagere membraandoorlatendheid (zie Hoofdstuk 4.2), een lagere ademhalingsintensiteit en ethyleenproductie, langer stevig blijven en een hoger zuur- en vitamine-C-gehalte (Cortéz, 1974).

Omdat het effect van de Ca-besputtingen afhangt van de wijze van toepassing en van andere factoren worden deze in aparte paragrafen behandeld.

Volledigheidshalve zij hier nog vermeld dat ook met besputtingen met anti-transpiratiemiddelen is geëxperimenteerd (Schumacher e.a., 1976). Deze beperken de verdamping en geven een duidelijke onderdrukking van stip, bruin en rot, maar lijken geen perspectief te bieden boven Ca-besputtingen.

6.1.1 Calciumzouten

Bij het besputtingsonderzoek werd vooral in de beginjaren aandacht besteed aan de werkzaamheid van verschillende oplosbare calciumverbindingen op stip. Belangrijke bijkomstige omstandigheden waren daarbij de nevenwerking, de prijs en de verkrijgbaarheid. Van de vier meest vergeleken verbindingen: calciumnitraat, calciumchloride, calciumacetaat en calciumlactaat, vielen de beide laatste al spoedig af. Van der Boon e.a. (1962) en Van Schreven e.a. (1963) vonden bij toepassing van deze twee middelen, in chemisch vergelijkbare Ca-concentraties, een duidelijk minder goede stiponderdrukking, vooral van calciumlactaat, vergeleken met calciumnitraat. Calciumlactaat is bovendien moeilijker oplosbaar en geeft residu's op vruchten. De betere werking van calciumchloride en calciumnitraat berust waarschijnlijk mede op de hygroscopische (wateraantrekkende) eigenschappen waardoor het calcium zich langer in opgeloste vorm op de schil bevindt. Calciumfosfaat is volledig onwerkzaam gebleken. Als men dan ook bv. het oplosbare calciumnitraat zou mengen met een samengesteld bladvoedingsmiddel dat o.a. oplosbaar fosfaat bevat, slaat calciumfosfaat neer waardoor de stipwerking sterk achteruit gaat.

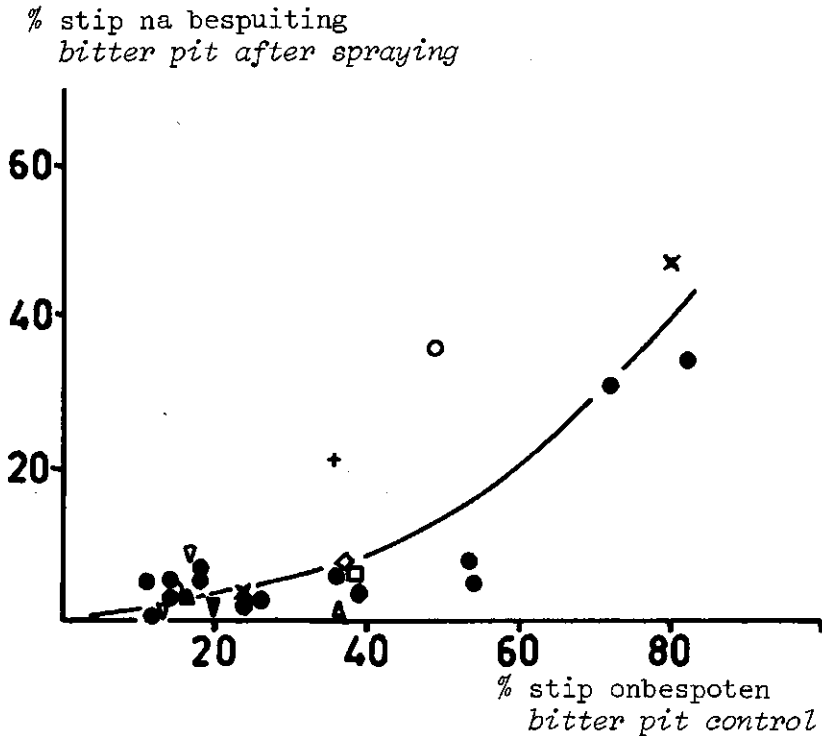
Moeilijker is het een keus te maken tussen calciumchloride en calciumnitraat. Verscheidene proefuitkomsten lieten een wat betere onderdrukking van stip zien door het chloride, ook als men uitging van chemisch vergelijkbare concentraties. Dit houdt in dat men besputtingen vergelijkt met eenzelfde Ca-gehalte, bijvoorbeeld 0,8 % kalksalpeter met circa 0,6 % technisch zuiver calciumchloride. De betere werking wordt mede toegeschreven aan een sterkere fytocide werking. Dit blijkt uit het meer optreden van bladrandnecrose bij calciumchloride waardoor de bladfunctie en daardoor de vruchtgroei wat kan worden geremd. Dit werkt op zich al stipbeperkend, naast de werking van het calcium. Door de stikstof in calciumnitraat ontstaat daarentegen soms juist een lichte groeistimulans die het stiponderdrukkende effect van de calcium iets tegenwerkt.

De verschillen in werkzaamheid tussen het nitraat en het chloride zijn echter niet groot, niet altijd aantoonbaar en afhankelijk van het ras. Bij de keus speelt ook de moeilijker verkrijgbaarheid en de circa twee keer zo hoge prijs van het chloride een rol, benevens de van het appelras afhankelijke verschillen in fytocide werking waarop in paragraaf 6.1.2 nader wordt ingegaan.

In Engeland, Duitsland en in ons land werd in de praktijk tot voor kort

overwegend met het zeer goedkope kalksalpeter gespoten. Om verschillende redenen, niet uitsluitend de verwachte betere werking, is echter hier en daar een voorkeur voor calciumchloride ontstaan. Zo neigt men in Zwitserland al jaren naar toepassing van calciumchloride althans bij het belangrijke ras Glockenapfel dat op nitraat spoedig reageert met beschadiging van de vruchtschil. Ook in Engeland wordt meer en meer met chloride gespoten en in ons land begint eveneens belangstelling te ontstaan. Dit wordt mede gestimuleerd door het binnenkort uit de markt verdwijnen van de zeer goed oplosbare calciumnitraat-flakes welke door de minder oplosbare calciumnitraat-prills worden vervangen.

Chemisch zuiver calciumnitraat en calciumchloride benevens speciaal op stipwerking samengestelde mengsels van voedingszouten hebben een even goede werking als respectievelijk kalksalpeter en technisch zuiver calciumchloride en vaak een wat minder schadelijke nevenwerking (bladverbranding,



Afbeelding 23: Verband tussen het percentage bewaarstip bij onbespoten en bespoten bomen, overwegend Cox's Orange Pippin. Bespuitingen 4 tot 12 keer met 0,7 tot 1,0 % calciumnitraat. Verschillende tekens hebben betrekking op verschillende literatuurbronnen.

Figure 23: Bitter pit after storage of sprayed apples, mainly Cox's Orange Pippin, as related to bitter pit in unsprayed lots. Spraying was done 4-12 times with 0.7-1.0 % calciumnitrate solutions. Different signs refer to different literature sources.

vruchtbeschadiging), maar komen door hun rond tien keer zo hoge prijs voor toepassing nauwelijks in aanmerking, temeer omdat de genoemde nevenwerking door concentratieverlaging goed in de hand kan worden gehouden.

Tenslotte moet worden vermeld dat de bespuitingen niet altijd bevredigende resultaten afwerpen. Stip wordt wel duidelijk teruggedrongen, maar een stipvrij produkt krijgt men zelden en alleen als de stipgevoeligheid bij niet-spuiten niet zeer groot is. Volgens Engelse en Zuid-Afrikaanse ervaring kan men alleen een zeer bevredigende stiponderdrukking verkrijgen als niet-bespoten bomen hoogstens 20 % resp. 16 % stippige appels afleveren. Een samenvatting uit diverse literatuurbronnen van de resultaten van bespuitingen met calciumnitraat, leert dat er een duidelijk verband bestaat tussen het stippercentage van appels van onbespoten en meermalen bespoten bomen (afb. 23). Het lijkt er zelfs op dat ook de relatieve onderdrukking van het in de proeven verkregen uitwendig waarneembare stip afneemt naarmate het percentage stip in de onbehandelde partij toeneemt.

Men heeft wel getracht door toevoegingen aan de spuitvloeistof, o.a. van diphenylamine, de werkzaamheid van het calcium te verhogen. Veel perspectief heeft dit onderzoek tot nu toe niet opgeleverd.

6.1.2 Concentratie en nevenwerking

Er bestaat een duidelijk verband tussen de hoeveelheid op de vrucht gebracht calcium en de onderdrukking van stip. Men moet er dus naar streven een zó hoge concentratie van de calciumverbindingen toe te passen als onder de gegeven omstandigheden toelaatbaar lijkt. Dit brengt automatisch het gevaar met zich mee van ongewenste nevenwerkingen.

De meeste proefuitkomsten wijzen op een grotere kans op bladverbranding door bespuitingen met calciumchloride vergeleken met calciumnitraat in even hoge calciumconcentraties, vooral als het blad nog niet volgroeid is. Het effect van bladverbranding is samengesteld. Worden de bladeren al vroeg beschadigd dan kan dit extra vruchtrui, verminderde scheutgroei en bloem-aanleg maar ook remming van de vruchtgroei veroorzaken. Bladbeschadiging door late bespuitingen kan vooral het uitgroeien van de vruchten belemmeren en zo extra bijdragen tot onderdrukking van stip. Hohman (1970) constateerde bij enkele appelrassen, die in het derde en vierde jaar bespoten werden, belangrijke opbrengstdepressies. Deze bedroegen bij tien bespuitingen met 0,6 % calciumchloride respectievelijk met 0,7 % calciumnitraat gemiddeld 25 % en 11 %. De bespuitingen waren waarschijnlijk al vroeg begonnen en veroorzaakten bladverbranding, verminderde vegetatieve groei en een kleiner aantal vruchten, bij chloride nog het sterkst. Voorts waren rassen met groot blad zoals James Grieve en Schone van Boskoop het gevoeligst.

Ook bij gebruik van calciumnitraat met in de praktijk gangbare concentraties kan dus bladverbranding optreden. Volgens Van der Boon e.a. (1968) begint necrose in de basisbladeren van langloten steeds duidelijker op te treden naarmate hogere concentraties dan 1 % worden verspoten. Vroeg in het seizoen, als er veel jong blad is, is het gewas gevoeliger dan later. Verder is het risico het kleinst als 's morgens vroeg of 's avonds wordt gespoten. Aanbevolen wordt voor bespuiting van Cox's Orange Pippin 0,5 tot 0,75 % toe te passen. Bij vernevelen gaat men tot 4 %. Toevoeging van een niet-ioniserende uitvloeier (ca. 3 cc per 10 l) vermindert de kans op

bladschade maar verhoogt de kans op vruchtverruwing en is niet nodig als calciumnitraat met gewasbeschermingsmiddelen wordt gemengd.

De stikstof uit calciumnitraat wordt eveneens door het blad opgenomen en kan mits geen duidelijke bladbeschadiging optreedt ook versterkte blad- en vruchtgroei veroorzaken. Groeien vruchten meer uit dan ontstaan voor stip gevoeliger appels, waardoor een deel van het calcieffect verloren gaat. Van der Boon en Pouwer (1974) voerden een proef uit met James Grieve, waarbij in twee achtereenvolgende jaren vijf respectievelijk zes bespuitingen met 0,75 % kalksalpeter werden uitgevoerd. De bespuitingen begonnen op 25 juni respectievelijk 3 juli en veroorzaakten geen bladverbranding. Er werden opbrengstvermeerderingen van 16 % resp. 9 % vastgesteld, door zowel meer als door sterker uitgegroeide vruchten. De stiponderdrukking viel erg tegen.

In een andere proef trad wel bladverbranding op (Van der Boon, 1974). Hierbij werd op Cox's Orange Pippin al van 20 mei af gespoten met 0,75 % kalksalpeter, totaal zeventien keer. De bladbeschadiging was al van begin juni af waarneembaar en de bespuitingen veroorzaakten een opbrengstderiving van 13 % voornamelijk door versterkte junirui waardoor ook de vruchtgrootte toenam. Er kwam wel een stip-onderdrukkend effect naar voren, maar bij een zeer laag stip-niveau. Uit deze voorbeelden volgt dat vooral vroege bladverbranding moet worden vermeden.

Een ander fytoxisch effect betreft schilbeschadigingen door bespuitingen met calciumnitraat kort vóór de pluk. Hierbij ontstaan al enkele dagen na de bespuiting oppervlakkige bruine of grijze plekken rond de lentellen. Sommige rassen zijn hiervoor zeer gevoelig. Zo heeft men in Engeland ervaren dat Crispin (hier bekend onder de juiste naam Mutsu) al door een concentratie van 0,4 % schilbeschadiging ondervindt, Discovery door 0,5 % tot 1 % en verscheidene andere rassen waaronder Bramley's Seedling, Ellison's Orange en Lord Lambourne door 1 % calciumnitraat. Schumacher en Fankhauser (1964) vonden bij deze concentratie ook schilbeschadiging bij Glockenapfel.

Een ander type beschadiging werd in Zuid-Afrika waargenomen en beschreven door Terblance e.a. (1971). Op White Winter Pearmain en Golden Delicious veroorzaakten bespuitingen met 1 % calciumnitraat, kort voor de pluk, ingezonken op stip lijkende oppervlakkige plekken die pas tijdens de bewaring tevoorschijn kwamen.

Naast beschadigingen kan op de schil ook een vettige aanslag ontstaan. Schumacher en Fankhauser (1964) vonden dat vooral het ras Goldparmäne hiervoor gevoelig is. Bespuitingen met 1 % calciumnitraat veroorzaakten daardoor een sterk kwaliteitsverlies. Met 1 % calciumchloride was dit ook het geval maar veel minder sterk.

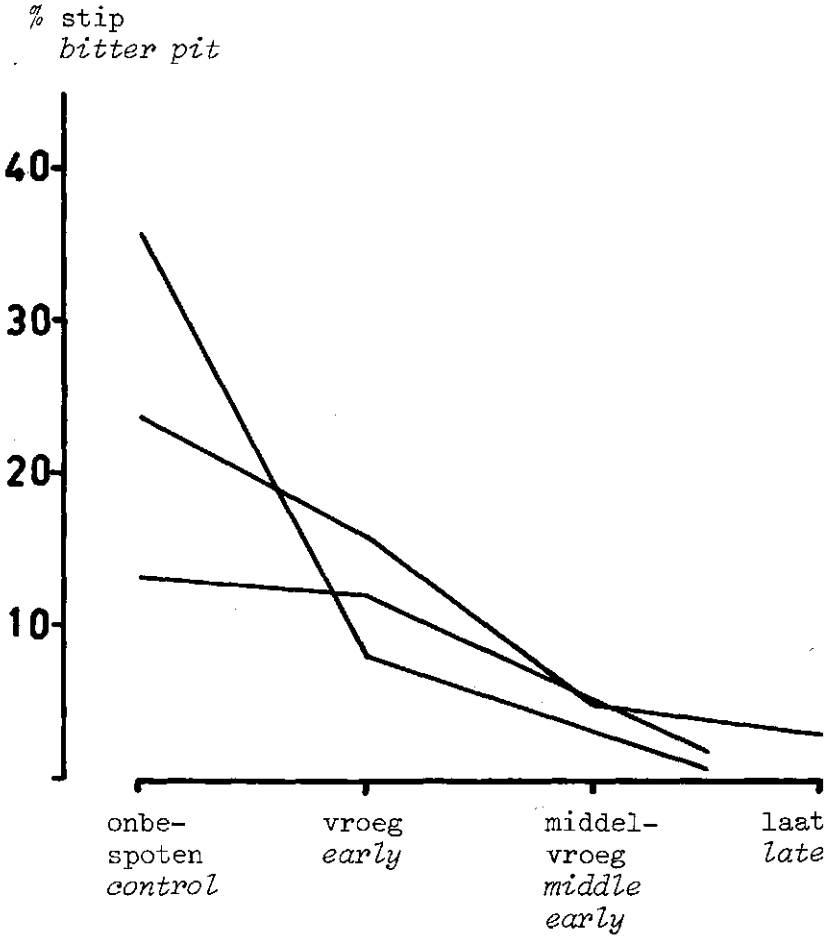
Tenslotte moet melding worden gemaakt van een iets nadelig effect van calciumnitraat op de ontwikkeling van de rode vruchtkleur bij sommige gekleurde rassen.

Gezien de bovenstaande ervaringen ligt het voor de hand dat men bij vaak herhaalde toepassing er steeds meer toe neigt voor de vroege bespuitingen eventueel kalksalpeter (0,5 tot 0,8 %) en voor de latere calciumchloride (0,4 tot 0,6 %) te adviseren.

6.1.3 Tijdstip en aantal bespuitingen

Als de vrucht nog klein is, dringt calcium gemakkelijker door de schil en in het vruchtvlees dan later. Dit hangt samen met veranderende eigen-

schappen van de schil zoals de vorming van een waslaag. Het effect van de bespuitingen hangt echter ook af van de hoeveelheid opgebracht calcium en dus van de oppervlakte van de vrucht. Op een 6 cm dikke vrucht kan bv. 9 keer zoveel calcium worden opgebracht als op een 2 cm dikke vrucht. Vroege bespuitingen hebben dan ook een veel geringer effect dan late (afb. 24). Een ervaring is wel dat vroege bespuitingen meer effect op boomstip hebben dan op bewaarstip. Een argument om toch vroeg met de bespuitingen te

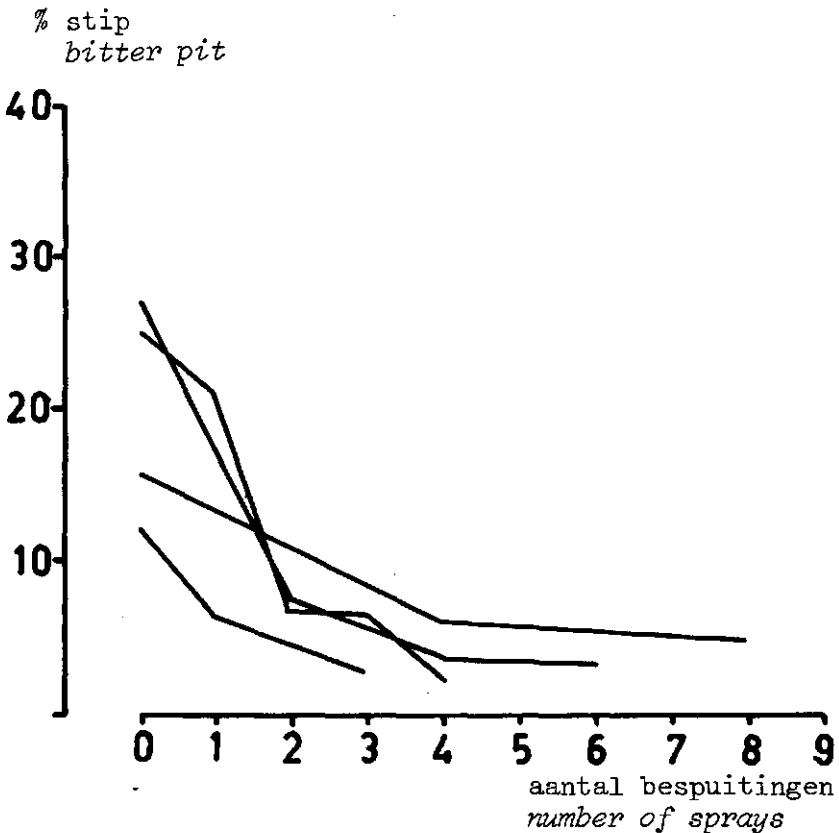


Afbeelding 24: Invloed van het tijdstip van de calciumbespuitingen op het percentage stip. Gegevens uit diverse literatuurbronnen.

Figure 24: Effect of calcium sprays in three succeeding periods of fruit development. Data from various literature sources.

beginnen is, dat het zeer lang duurt voor het calcium tot in het diepste vruchtvlees is doorgedrongen. Daarom blijven bij late bespuitingen alleen de buitenste cellagen stipvrij en kan zich nog vrij veel inwendig stip ontwikkelen.

Niettemin blijkt uit de meeste proeven dat het percentage uitwendig stip nauwelijks verder afneemt als het aantal bespuitingen tot boven 3 à 6 wordt opgevoerd. Dit is althans het geval als dit door vroeger beginnen (zoals in afbeelding 25) in plaats van door vaker (laat) spuiten wordt bereikt. Hierbij moet wel worden aangetekend dat het aantal gewenste bespuitingen voor optimale stiponderdrukking toeneemt naarmate meer stip kan worden verwacht. Van der Boon en Das (1968) menen hiervoor informatie te



Afbeelding 25: Invloed van het aantal bespuitingen (calciumnitraat, calciumchloride) op uitwendig stip. Gegevens uit verschillende literatuurbronnen.

Figure 25: Influence of increasing number of sprayings with calciumnitrate or calciumchloride on external pit. Increase was obtained by earlier start of spraying. Data from various literature sources.

kunnen ontleen aan het calciumgehalte van het blad. Voor Cox's Orange Pippin wordt bv. 0 tot 2, 3 tot 5, 6 tot 8 en 10 tot 12 keer bespuiten aanbevolen als het Ca-gehalte begin augustus respectievelijk 1,43, 1,29, 1,15 en 1,00 % bedraagt. Hoewel dit door het laat bekend worden van analyseresultaten een wat theoretische benadering is, is de grondgedachte - dat vaker moet worden gespoten naarmate de kans op stip groter is - wel juist: iedere bespuiting brengt slechts een zeer kleine hoeveelheid calcium in de vrucht, nl. ca. 0,2 tot 0,3 mg Ca per 100 g vruchtvlees per (late) bespuiting met 0,7 % calciumnitraat, volgens een onderzoek van Van Goor (1971). Het calciumgehalte van monsters van sterk stippige partijen Cox's Orange Pippin kan iets minder dan 4 mg bedragen, pas boven ca. 5,3 mg Ca per 100 g vruchtvlees treedt geen stip meer op. Het is dus duidelijk dat meestal verscheidene bespuitingen nodig zijn om het gehalte voldoende hoog op te voeren.

6.1.4 Menging met o.a. gewasbeschermingsmiddelen

Calciumnitraat en calciumchloride kunnen meestal gecombineerd met fungiciden en insecticiden worden verspoten, waardoor de behandelingen geen extra arbeid vragen. De menging stuit zelden op bezwaren. Geen invloed op de werking tegen stip is vastgesteld voor de menging met de fungiciden dinocap, captan, spuitzwavel, dichlofluamide en TMTD (Thiram). Het laatste middel kort na de bloei verspoten, heeft op zich wel een vruchtdunnend, dus stipbevorderend effect (zie paragraaf 5.2.6). Omgekeerd wordt door calciumnitraat ook de fungicide werking van captan, thiram of dinocap niet aangetast. Bij een Engels onderzoek werd wel waargenomen dat de meeldauw-onderdrukking door dinocap werd verminderd als de bespuitingen al vanaf de bloei met calciumnitraat werden gecombineerd (Sharples en Kirby, 1971), maar deze toepassing zal in de praktijk vrijwel niet voorkomen.

Over bezwaren tegen menging met acariciden en insecticiden is weinig bekend. Calciumnitraat kan niet met Kelthane (dicofol) worden gemengd, maar dit laatste middel wordt overwegend kort na de bloei toegepast. Ook menging met Gusathion is minder gewenst.

Uit Duits onderzoek zijn aanwijzingen verkregen dat toevoeging van kopersulfaat de anti-stipwerking van calciumnitraat bij Cox's Orange Pippin zou versterken. Zinksulfaat zou dit volgens Russisch onderzoek ook doen.

Menging met diphenylamine (DPA) of dimethylsulfoxyde (DMSO) had in Australisch onderzoek geen invloed op de werking van calciumnitraat- en calciumchloridebespuitingen. Deze middelen zijn werkzaam tegen schilsterfte (scald) maar mogen in Nederland niet worden toegepast. Toevoeging van uitvloeier of ureum aan de genoemde calciumzouten geeft minder kans op bladverbranding maar beïnvloedt de werking tegen stip niet.

6.2 Dompelen in calciumoplossingen

Een zeer effectieve bestrijding van stip kan worden bereikt door de vruchten na de pluk korte tijd te dompelen in een oplossing van bij voorkeur calciumchloride. Het dompelen als zodanig wordt in Nederland nog vrijwel niet in praktijk gebracht omdat de tegen schilsterfte (scald) zeer werkzaam gebleken dompelmiddelen diphenylamine (afgekort DPA) en ethoxyquin (in het buitenland in de handel als Stop Scald) niet zijn toegelaten.

Wel toegelaten is lecithine-pimaricine (in ons land in de handel als Delvo-coat), maar ook dit middel ontmoet bezwaren. De tegen vruchtrot werkzame benzimidazole fungiciden: benomyl, thiobendazole en thiofanaatmethyl mogen eveneens nog niet (zomer 1978) worden toegepast. Door dit verbod wordt ook het dompelen in combinatie met sorteren, dat op zich een verhoogde kans op vruchtrot geeft, belemmerd. Niettemin wordt getracht toelating te verkrijgen voor de benzimidazole fungiciden en voor ethoxyquin.

Combinatie van de genoemde middelen met calciumchloride tegen stip en zacht is eventueel mogelijk. Aan het dompelen zitten verder nog enkele technische en organisatorische bezwaren vast, waarop later nog wordt ingegaan.

Het effect op stip is binnen bepaalde grenzen sterker naarmate langer en in hogere concentraties van het calciumzout wordt gedompeld. Van der Boon e.a. (1968) kregen al bij een halve minuut dompelen in 0,75 % calciumnitraat en calciumchloride, en nog iets meer met 1 %, een duidelijke stiponderdrukking. Deze was echter nog niet gelijkwaardig aan het effect van vaak herhaalde bespuitingen met calciumnitraat vóór de pluk. Verscheidene andere proefuitkomsten, waarbij met hogere concentraties (3 tot 4 % calciumchloride) gedurende een of meer minuten werd gewerkt, wijzen echter op een stiponderdrukking die zeker even goed is als, zo niet beter is dan die van vaak herhaalde bespuitingen. Bij de genoemde hoge concentraties heeft langer dompelen dan 1 minuut weinig effect. Met 10 minuten dompelen in 2 % calciumchloride kreeg Cortéz (1974) echter een beter resultaat dan met 1 minuut.

Aan het chloride wordt algemeen de voorkeur gegeven. Het is wat effectiever dan calciumnitraat, dat vanwege nitraat-residuen in de vrucht ongewenst is met het oog op de volksgezondheid.

Behalve tot minder stip kan dompelen ook leiden tot minder zacht, vrucht- en lenticelrot en late scald. Schumacher e.a. (1976) verwachtten vooral veel resultaat van een combinatie van enkele late bespuitingen met dompelen in calciumchloride. In twee proeven werd hierbij, vergeleken met andere behandelingen, het laagste percentage stip, schilbruin en vruchtrot geconstateerd.

Evenals bij bespuitingen wordt de toelaatbare concentratie bepaald door de kans op fytocide nevenwerking. Zo nam Bangerth (1975) na dompelen in 4 % calciumchloride schilbeschadiging waar bij 26 % van de vruchten van het ras Goldparmäne en 8 % van die van Glockenapfel, terwijl Schone van Boskoop zeer weinig en Cox's Orange Pippin geen schade vertoonden. Jonathan verdraagt een concentratie tot slechts 3 % van dit zout. Bij ander onderzoek werd na dompelen een wat zoutige smaak van de vruchten waargenomen. Staden (1974) merkte bij Cox's Orange Pippin een kleurverschuiving van rood naar paars-rood op, na dompelen in 3 % calciumchloride.

De indringing van calcium in de vrucht gebeurt evenals bij bespuitingen uiterst langzaam. Het duurt bij gekoelde bewaring circa 8 weken, voordat het calciumgehalte in 2 cm onder de schil gelegen weefsel stijgt. De totale opname is echter opvallend groot. Kan het vruchtvlees van bv. Cox's Orange Pippin door vaak herhaalde bespuitingen doorgaans slechts met 1-2 mg Ca per 100 g worden verrijkt, in een Engels onderzoek werd een toename van 3,2 mg vastgesteld na 1 minuut dompelen in 4 % calciumchloride. Gevoelige rassen zoals Bramley's Seedling vertoonden dan echter beschadiging ter plaatse van de lenticellen.

Wellicht spelen bij deze calciumopname nog andere mechanismen dan indringing door de schil een rol, bv. opname langs de vruchtsteel en de

houtvaten onder invloed van osmotische zuigkracht. De waarneming van Johnson (1977), dat de stiponderdrukking het sterkst is als de vruchten direct na plukken worden gedompeld, terwijl het effect bijna verdwijnt als de behandeling meer dan een week wordt uitgesteld, wijst wellicht ook op andere indringingsmechanismen.

Een wel zeer rigoreuze manier om calcium in de vrucht te brengen is het dompelen bij onderdruk. Daardoor kan een vrijwel geheel stipvrij produkt worden verkregen, terwijl ook zacht en rot sterk worden onderdrukt. Door Cox's Orange Pippin appels bij een druk van 51 cm kwik (tweederde van de atmosferische druk) 1 minuut en daarna nog eens bij atmosferische druk 3 minuten in 4 % calciumchloride te dompelen, kon het Ca-gehalte van 4,1 mg bij onbehandeld tot 13,7 mg per 100 g vruchtvlees worden verhoogd. Bij gewone dompeling was dit 7,3 mg Ca (Johnson, 1977). De bij onderdruk gedompelde vruchten bleven na bewaring ook langer stevig en groen. Staden e.a. (1977) kregen bij onderdruk eveneens betere resultaten dan bij gewone dompeling: gaf 5 minuten dompelen in 4 % CaCl_2 al een onderdrukking van stip tot circa 1/4 van onbehandeld (naast belangrijke vermindering van rot), bij 15 seconden dompelen bij 70 cm kwik (een zeer geringe onderdruk) verminderde stip tot circa 1/10 van onbehandeld, terwijl de vruchten ook hier steviger bleven.

Het werken bij onderdruk lijkt niettemin zeer onpraktisch, vooral als het om grote partijen gaat. Naast de hogere kosten van deze behandeling is een bezwaar dat het vruchtweefsel bij sterke onderdruk gemakkelijk inwendig wordt beschadigd, waardoor meer schimmelaantasting optreedt. Daarnaast kunnen vlekjes bij de lenticellen ontstaan. Toevoeging van benomyl aan de dompelvloeistof, om rot tegen te gaan, verhoogt echter weer de kans op schilbeschadiging. Ook gebruik van ethoxyquin geeft meer schilnecrose.

Bezwaren tegen dompelen in het algemeen zijn verder: de extra benodigde arbeid in de toch al drukke pluktijd en sterke aantasting van metalen door het calciumchloride.

Door Van der Scheer (1977) is onlangs gepleit vóór toelating van ethoxyquin tegen schilsterfte en van enkele fungiciden tegen vruchttrot. In dat geval zou combinatie met calciumchloride in dompelbaden mogelijk worden. In het buitenland is al veel aandacht besteed aan het mengen van verschillende middelen. In sommige gevallen werd het stip-onderdrukkend effect van calciumchloride door lecithine en ethoxyquin zelfs versterkt. Toelating van de genoemde middelen tegen scald en vruchttrot zou het dompelen, vooral in combinatie met de sorteerlijn, dan ook veel meer perspectief geven.

Een variant op het dompelen is tenslotte het veel eenvoudiger en goedkoper uit te voeren besproeien na de pluk. Deze werkwijze is door Zachariae en Engel in Duitsland onderzocht (1977). Het dompelen is hier aan dezelfde restricties gebonden als in Nederland. Door gedurende een halve minuut 45 liter van een 3 % oplossing van 'Anti-stip' (dit middel bevat 33,6 % calciumchloride) boven een voorraadkist te versproeien werd bij Cox's Orange Pippin en Goldparmäne een belangrijke vermindering van stip na bewaring bereikt.

6.3 Zomersnoei

In paragraaf 5.2.2 is uitgebreid ingegaan op de wintersnoei. Daarbij is naar voren gebracht dat veelal 'prikkelend' wordt gesnoeid, waardoor in het voorjaar een flinke scheutgroei ontstaat. Deze bevordert het volgroeien

van de aanplant, het uitgroeien van de vruchten, maar ook de stipgevoeligheid.

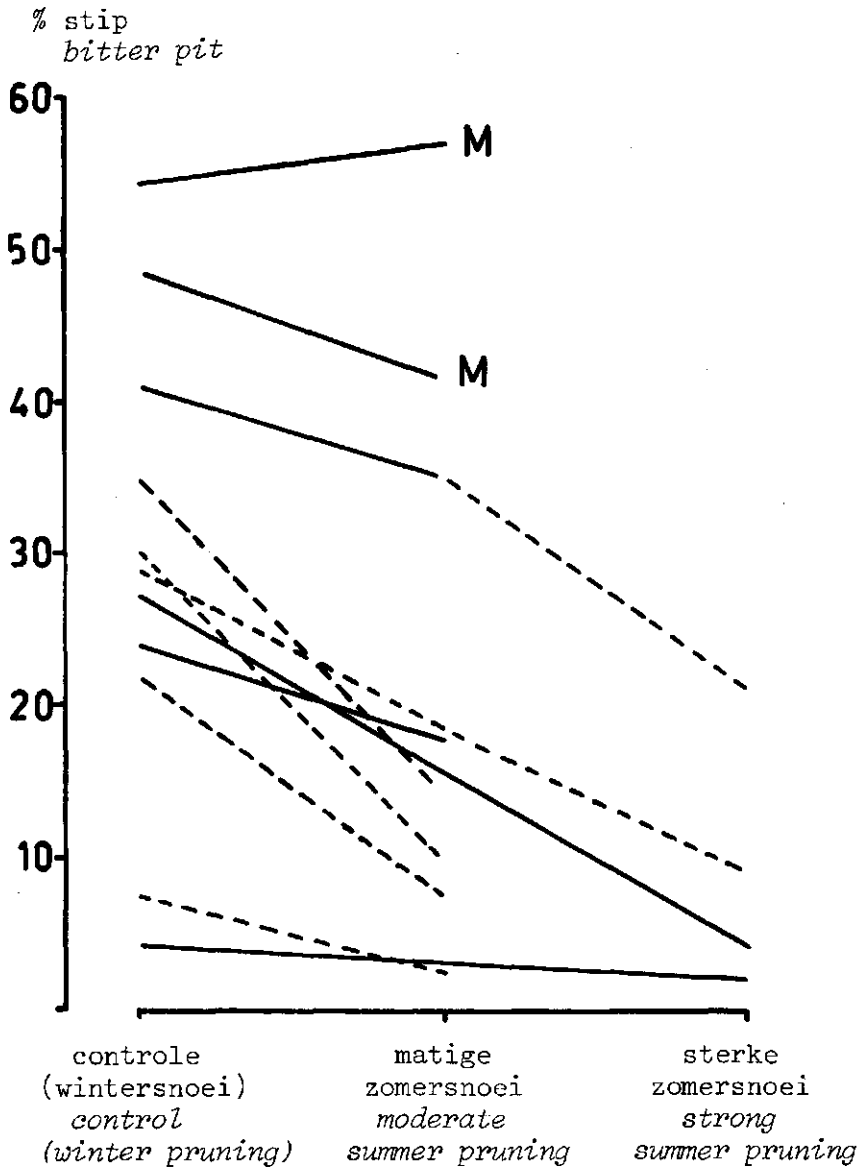
De laatste jaren is enige belangstelling ontstaan voor zomersnoei als middel om de groei en dus de boomomvang in de hand te houden. In dichte beplantingen op groeiachtige grond kan te sterke scheutgroei op den duur tot moeilijkheden leiden o.a. door slechte belichting, waardoor de bloemaanleg, vruchtzetting en het op kleur komen van de vruchten in het gedrang komen. In zulke gevallen kan men als correctiemaatregel de wintersnoei geheel of gedeeltelijk door zomersnoei vervangen. Er lopen dan minder scheuten uit en ze blijven korter, waardoor de uiteindelijke boomomvang wordt beperkt.

Bij zomersnoei wordt het overtollige deel van de langloten aan de buitenkant van de kroon weggenomen of ingekort. Daarnaast worden waterloten verwijderd. Er dringt dan meer licht in de kroon waardoor de bloemaanleg op kortloten en het op kleur komen van de vruchten verbetert. Als verdere voordelen worden wel genoemd: meer mogelijkheden voor toepassing van dichte beplantingen; tegengaan van teveel groei in de kop; door mindere groei soms betere vruchtzetting, minder junirui en regelmatigere vruchtdracht; minder kans op kanker, omdat snoeiwonden in de zomer sneller worden afgesloten. Ondanks deze voordelen is in ons land de geneigdheid van de praktijk om zomersnoei toe te passen gering, voornamelijk wegens de belasting die het de fruitteler oplegt.

Op één, nog niet genoemd effect moet nog nader worden ingegaan, nl. de duidelijke onderdrukking van stip, schilstip, zacht, scald en rot door zomersnoei. De invloed kan op verschillende wijzen worden verklaard. Het belangrijkste is wel dat zomersnoei meestal minder wintersnoei en scheutgroei in het voorjaar betekent, waardoor de vruchten tevens wat kleiner blijven. In zo'n geval mag meer effect worden verwacht dan wanneer de zomersnoei wordt toegepast op ook in de winter normaal gesnoeide bomen. Afbeelding 26 met gegevens uit de literatuur lijkt dit enigszins te bevestigen. Zo vonden Schumacher e.a. (1974) in een proef met sterk groeiende appelbomen waarbij geen verschil in wintersnoei was toegepast, vrijwel geen stiponderdrukking door matige zomersnoei (de lijnen M in afb. 26). De ervaring in enkele proeven is dat door de overgang op zomersnoei de groeiintensiteit in een volgroeide aanplant slechts geleidelijk, in de loop van enkele jaren, afneemt en dat het effect op stip in opeenvolgende jaren toeneemt.

Een tweede verklaring voor het stip-onderdrukkende effect is, dat de calciumvoorziening van de vruchten concurrentie ondervindt van groeiende scheuttoppen. In overeenstemming hiermee heeft niet alleen het verwijderen of tot op de helft of éénderde insnoeien van scheuten, maar ook het wegnippen van scheuttoppen al een stip-onderdrukkend effect. Verdere invloeden waaraan men kan denken, zijn de afname van de blad/vruchtverhouding zowel door het verwijderen van blad als (soms) het bevorderen van de vruchtdracht, en tenslotte sterkere verdamping aan het vruchtoppervlak door betere belichting, waardoor meer houtvatensap wordt aangezogen. Door dit laatste verbetert de calciumvoorziening van de vrucht. Zo toonden Perring e.a. (1974) aan dat zomersnoei vergeleken met wintersnoei samenging met ca. 10 % meer Ca in het vruchtvlies, een belangrijk effect waarvan zeker een verschil in stipgevoeligheid mag worden verwacht.

Een sterke onderdrukking van stip kan worden bereikt door combinatie van zomersnoei met calciumbesputtingen. Köhne (1972) nam na schuurbewaring in Cox's Orange Pippin respectievelijk 33, 23 en 6 % stip waar bij



Afbeelding 26: Effect van zomersnoei op stip in Cox's Orange Pippin en Maigold (waarvan de lijnen zijn aangeduid met M) volgens diverse literatuurbronnen. De streeplijnen hebben betrekking op zomersnoei welke geheel of gedeeltelijk in de plaats kwam van wintersnoei.

Figure 26: Effect of summer pruning on bitter pit in Cox's Orange Pippin and Maigold (lines indicated by M) according to various literature sources. Broken lines refer to experiments where summer pruning replaced winterpruning, entirely or partly.

partijen van onbehandeld, 8 keer bespoten en bespoten en tevens in de zomer gesnoeide bomen. Wellicht werd het effect van de bespuitingen hierbij versterkt doordat de vruchten na zomersnoei beter werden geraakt. Een belangrijk bezwaar van zomersnoei kan zijn dat de stiponderdrukking weliswaar toeneemt met de intensiteit van de zomersnoei, maar dat daarbij vooral bij goed dragende bomen ook het risico van te kleine vruchten toeneemt. Verder dient men er op te letten dat de snoei niet te vroeg wordt uitgevoerd, waardoor compensatiegroei ontstaat door het uitlopen van zijknoppen. Dit veroorzaakt vermindering van het aantal bloemknoppen. De beste periode is eind juli tot half augustus. De kortloten moeten dan alle afgesloten zijn.

6.4 Overige maatregelen

Behandelingen met calciumoplossingen en zomersnoei (6.1-6.3) hebben directe onderdrukking van stip, zacht enz. tot gevolg. In de paragrafen 5.2-5.4 zijn nog enkele maatregelen te vinden die, meestal door matiging van de groei, de kans op stip kunnen verminderen.

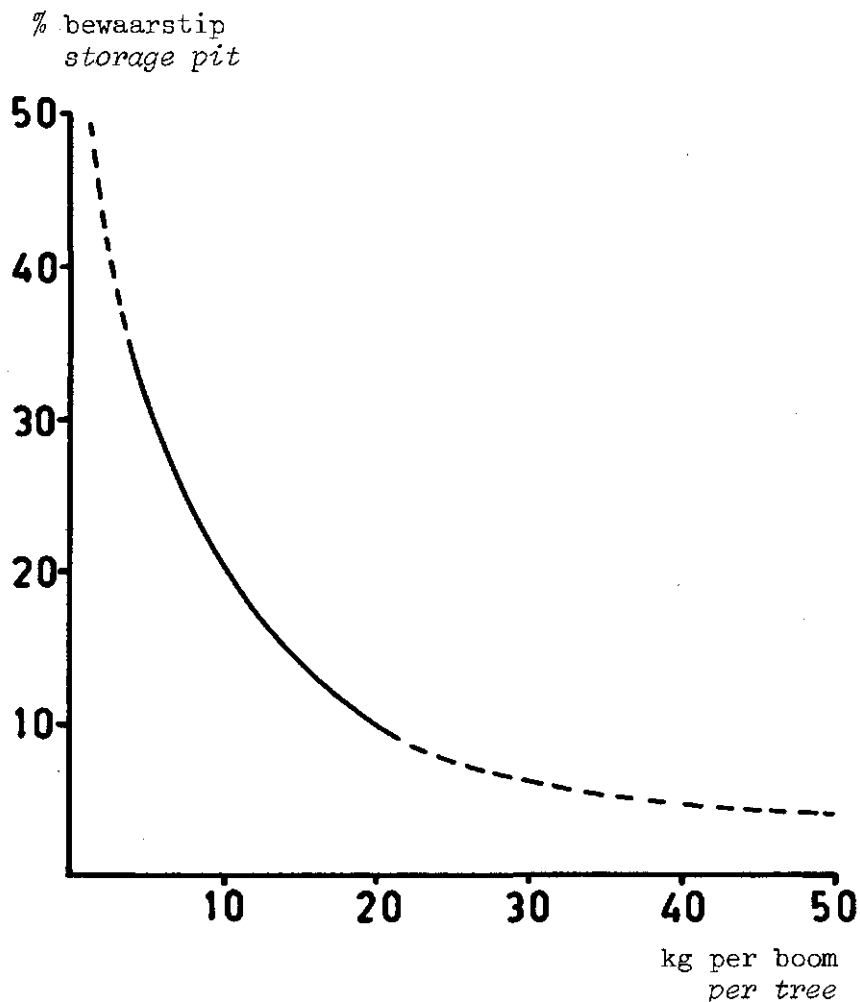
Er zijn ook andere mogelijkheden om de schade door stip te beperken: door de kans op stip al vóór de pluk zo goed mogelijk aan te geven, kunnen zinvolle maatregelen worden getroffen ten aanzien van het vaststellen van de beste pluktijd, de bewaring en de afzet. Hierdoor komt de feitelijke stipgevoeligheid van het produkt en de invloed daarvan op de prijsvorming zo weinig mogelijk naar voren. Op de stipvoorspelling wordt nader ingegaan in hoofdstuk 7.

Daarnaast is het mogelijk om de vruchten van goed en slecht dragende bomen (of matig dragende die opvallen door grote vruchten) bij de pluk apart te houden en zelfs op een verschillend tijdstip te plukken. Daardoor kan het produkt worden gescheiden in een weinig en een meer of minder stipgevoelig deel, waarmee bij de bewaring en afzet verschillend kan worden gemanipuleerd. Deze werkwijze wordt in de praktijk om bedrijfstechnische redenen niet toegepast, maar is wat het scheiden van weinig en meer gevoelige vruchten betreft waarschijnlijk minstens zo doeltreffend als het op maat sorteren van de gehele oogst van een onregelmatig dragende aanplant, waarna de grote maten kort worden bewaard of direct worden afgezet.

Het idee van de gescheiden pluk lijkt vooral voor de hand te liggen als het verband, per boom, tussen het percentage stip en de vruchtdracht (het relatieve aantal vruchten, de boomgrootte in aanmerking genomen) niet recht- maar kromlijinig is, zoals afbeelding 27 suggereert. Het getrokken deel is opgesteld met behulp van de opbrengst en het percentage stip per boom, berekend uit de gemiddelden per veldje van 6 bomen in 1976 van de reeds eerder besproken bodembehandelingsproef te Oosthuizen.

Kromlijinigheid van het verband betekent dat door de bedoelde gescheiden pluk een relatief groot deel van de stipgevoelige vruchten kan worden afgezonderd. Hoewel ook in een ander onderzoek, waarbij niet per veldje maar per boom de vruchtdracht en het percentage stip na bewaring werden vastgesteld, een dergelijk verband werd gevonden (Delver, 1978), staat de mate van kromlijinigheid nog zeer onvoldoende vast. In ieder geval geldt dat hoe kromlijniger het verband tussen stip en vruchtdracht is en hoe onregelmatiger de aanplant draagt des te zinvoller de gescheiden pluk wordt. Het blijft dan uiteraard nog de vraag of bij gescheiden pluk de vruchten van het goed dragende deel van de bomen werkelijk stipvrij zullen zijn.

Zoals het onderzoek tot nu toe heeft uitgewezen, kan bij een gemiddeld sterk stipegevoelig produkt in het 'betere' deel van de oogst dan nóg wel 5 à 10 % bewaarstip worden aangetroffen.



Afbeelding 27: Benaderd verband tussen percentage stip en de opbrengst per boom in een onregelmatig dragende aanplanting van Cox's Orange Pippin op M. 9.

Figure 27: Approximated relationship between percentage bitter pit and yield per tree in an irregularly fruiting orchard of Cox's Orange Pippin on M. 9. The full part of the line has been established.

7. Voorspelling van stip

7.1 Het waarom en hoe

Het spreekt vanzelf dat zonder enige voorkennis of vermoeden over de houdbaarheid van het fruit de verliezen aan stip, zacht e.d. relatief groot zullen zijn: een matige dracht en sterk uitgroeien van de vruchten, bijvoorbeeld, bevorderen de neiging om vroeg te plukken, wat op zich de bij deze situatie toch al bestaande stipgevoeligheid nog vergroot; ongeschikte partijen zouden dan (te lang) worden bewaard, wat behalve directe verliezen ook nog daling van het prijspeil veroorzaakt.

In verscheidene landen, vooral in West-Europa, bestaat van de zijde van de fruitteler en van de handel belangstelling voor een goede voorspelling van de kans op stip in een bepaalde partij. Door aanpassing van de pluktijd en door maatregelen ten aanzien van de bewaring, de bewaarduur en de afzet kunnen de verliezen dan zoveel mogelijk worden beperkt. In jaren met landelijk een kleine oogst aan bv. Cox's Orange Pippin door slechte dracht, of juist een grote oogst door uitstekende dracht, is de behoefte aan zo'n voorspelling minder groot dan in jaren met eveneens een vrij grote oogst, maar bij matige tot goede maar onregelmatige vruchtdracht (paragraaf 5.5.3, afb. 19). In het eerste geval is men bij voorbaat al overtuigd van de geringe houdbaarheid van partijen van slecht dragende aanplantingen. Deze worden, meestal aangemoedigd door de dan goede prijzen, snel afgezet. In het tweede geval is de bewaring doorgaans weinig riskant, omdat de stipgevoeligheid van appels van zeer goed dragende aanplantingen gering is en weinig afhankelijk van overige factoren. Ook in het laatstgenoemde geval, een grote oogst bij matig tot goede dracht, zal mede gedwongen door een voor het grotere aanbod vaak tegenvallend prijspeil, veel moeten worden bewaard. Het is zaak daarvoor dan de best houdbare partijen te bestemmen. De stipgevoeligheid varieert in zulke jaren echter sterk en is afhankelijk van een aantal vooraf min of meer waarneembare factoren die in de vorige hoofdstukken zijn besproken.

Stipvoorspelling is een moeilijke en complexe zaak. Daarbij kunnen verschillende wegen worden bewandeld. De keuze hangt af van het beoogde doel, de kosten, de betrouwbaarheid van de voorspelling en de beschikbaarheid van 'specialistische' mankracht. De toelaatbare hoogte van de kosten hangt uiteraard af van de grootte van de betreffende partij. In het algemeen kan worden gezegd dat de beste methode tevens de duurste is, omdat verbetering, bv. door het uitbreiden van waarnemingen, meestal aanzienlijk meer arbeid vraagt.

De voorspelling berust steeds op samenhangen (correlaties) die bij het onderzoek zijn gevonden tussen stip (boom- of bewaarstip, zacht, e.d.) enerzijds en gewaseigenschappen anderzijds. Zo zijn bijvoorbeeld de kaligehalten in bladeren en vruchten van bomen die veel stippige vruchten opleveren systematisch hoger dan die van bomen met stipvrije vruchten. Er bestaat dus een positieve samenhang tussen de kalitoestand van het gewas en stip en een hoog gehalte duidt bij voorbaat al op een grotere kans op stip dan gemiddeld. Naarmate een samenhang sterker is, is de betreffende gewaseigenschap geschikter als informatiebron voor de voorspelling.

Zoals in de vorige hoofdstukken al naar voren kwam, vertoont stip samenhangen met een groot aantal gewaseigenschappen:

- de minerale samenstelling van bladeren, en wel beter naarmate het blad korter vóór de pluk wordt bemonsterd;
- de minerale samenstelling van plukrijpe vruchten, en wel beter naarmate grotere vruchten van slechter dragende bomen worden bemonsterd;
- de vruchtdracht, d.w.z. het relatieve aantal vruchten, de boomgrootte in aanmerking genomen;
- de regelmaat van de vruchtdracht;
- de bladstand;
- de scheut (door-)groei;
- de mate van uitgroeien van de vrucht in de periode van de celstrekking;
- de vruchtgrootte bij de pluk;
- het soortelijk gewicht en de celgrootte bij de pluk.

Daarnaast zijn er milieufactoren die de minerale samenstelling van het gewas en het uitgroeien van de vruchten beïnvloeden en waarmee stip eveneens is gecorreleerd: bodemeigenschappen en het weer.

Verscheidene van de genoemde gewas- en andere eigenschappen vertonen onderlinge afhankelijkheid: de kaliegehalten in bladeren en vruchten zijn bv. sterk gecorreleerd en informatie over het K-gehalte in bladeren maakt analyse van dat gehalte in vruchten dus vrijwel overbodig; het waarnemen van de mate van uitgroeien van vruchten door celstrekking (dus de groei in de laatste 2 tot 3 maanden) komt vrijwel op hetzelfde neer als microscopisch onderzoek over de celgrootte van de vruchten bij de pluk. Het ligt voor de hand dat het extra waarnemen van gewas- of bodemeigenschappen en weersfactoren, die met reeds waargenomen factoren sterk zijn gecorreleerd, of die met stip weinig samenhang vertonen, niet veel meer informatie verschaft. De stipvoorspelling wordt daardoor dan ook nauwelijks verbeterd. Het komt er dus op neer dat men voor de stipvoorspelling die factoren moet uitkiezen, waarvan de waarneming praktisch goed uitvoerbaar is, de samenhang met stip sterk is en die onderling zo weinig mogelijk correlatie vertonen.

In West-Europa hebben verschillende wijzen van stipvoorspelling min of meer op praktijkschaal ingang gevonden. Soms volstaat men met een globale aanduiding van de kans op stip voor een geheel gebied, op grond van indrukken over dracht, vruchtgroei en weersomstandigheden. In Engeland richt men zich vooral op de analyse en de beoordeling van de grootte van plukrijpe vruchten. In West-Duitsland is ook aandacht besteed aan vervroegde stipontwikkeling in enkele weken te vroeg geplukte vruchten, na behandeling met Ethrel. In ons land is buitengewoon veel onderzoek verricht over de bruikbaarheid van de analyse van begin augustus bemonsterd blad, in combinatie met gegevens over de vruchtdracht en eventueel de bladstand. Overweging voor deze toepassing van de bladanalyse is, naast de goede correlatie met stip, vooral geweest de gelijktijdige bruikbaarheid voor het bemestingsadvies en het enkele weken vóór de pluk al op te stellen oordeel over de stipgevoeligheid. Daardoor blijft voldoende tijd over voor het nemen van maatregelen (calciumbesputtingen, aanpassing van de pluktijd, organisatie van de bewaring). De Nederlandse ervaringen zijn elders uitvoerig beschreven (Das en Van der Boon, 1971, 1972; Das, 1974; Van der Boon en Das, 1976 a en b; Pouwer, 1974).

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op verschillende methoden van stipvoorspelling. Omdat het een buitengewoon ingewikkeld en omvangrijk onderwerp betreft, wordt volstaan met het aangeven van de hoofdlijnen. Aan verbetering van de methoden wordt nog verder gewerkt, maar er moet wel worden opgemerkt dat de betrouwbaarheid van de voorspelling niet

veel beter zal kunnen worden dan, in stipjaren, per 10 gevallen 7 à 8 goed en 2 à 3 min of meer onjuist beoordeeld. Er blijven immers altijd factoren over waarvan de invloed niet goed in de voorspelling kan worden ingebouwd, zoals de groeiomstandigheden na de bladmonsternamen, de pluktijd en enigszins de bewaaromstandigheden.

7.2 Bladanalyse en gewaseigenschappen

Aan de samenhang tussen stip en andere fysiologische afwijkingen enerzijds en de bladsamenstelling anderzijds is al vroeg aandacht besteed. Op het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuinbouwprodukten (IBVT, thans: Sprenger Instituut) werd door mej. drs. A.C. van Schreven en anderen tussen 1952 en 1964 veelvuldig bladanalyse toegepast, o.a. in proefplekkenonderzoek. Later is hieraan verder gewerkt door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, in samenwerking met diverse instellingen, o.a. in een vier jaren durend proefplekkenonderzoek (1969-1972). Een recent onderzoek door Pouwer en anderen (1975-1976) omvatte proefplekken van twee rassen (Cox's Orange Pippin en Schone van Boskoop) en is nog in bewerking. Bij deze onderzoeken werden correlaties berekend tussen stip, zacht, e.d. enerzijds en blad- (en vrucht-)analysegegevens, gewas-, bodem- en weersfactoren anderzijds. Ook correlaties tussen stipfactoren onderling werden nagegaan.

Omdat de term correlatie, die al in paragraaf 5.5.3 werd gebruikt, in het volgende regelmatig naar voren zal komen, volgt hier een korte toelichting:

Onder de enkelvoudige lineaire correlatiecoëfficiënt r verstaat men een

Tabel 19: Lineaire enkelvoudige correlatiecoëfficiënten voor stip met bladsamenstelling en gewasfactoren.

Table 19: Correlation coefficients for linear regressions between bitter pit and leaf composition and crop factors.

Bron	% op droge stof /dry matter							vrucht / fruit	
	N	P	K	Mg	Ca	K/Ca	K + Mg Ca eq./eq.	grootte size	dracht fruiting level
1	+0,13	-0,13	+0,54 ⁺	-0,62 ⁺⁺	-0,35	+0,48 ⁺	+0,48 ⁺	+0,65 ⁺⁺	-0,55 ⁺⁺
2	+0,32	-0,13	+0,39					+0,56 ⁺	-0,56 ⁺
3	-0,06	-0,02	+0,28 ⁺⁺	-0,25 ⁺⁺	-0,12 ⁽⁺⁾	+0,57 ⁺⁺		+0,13 ⁺	
4			+0,60 ⁺⁺		-0,40 ⁽⁺⁾		+0,61 ⁺⁺		
5	-0,39		+0,37 ⁽⁺⁾				+0,55 ⁺		-0,52 ⁺
6	+0,13		+0,30 ⁽⁺⁾	-0,04	-0,28		+0,44 ⁺⁺	-0,03	-0,58 ⁺⁺

Bronnen / literature sources

- Schreven, A.C. van en Q.P. van der Meer, 1956; Cox's O.P.
- Schreven, A.C. van, 1960; Notarisappel
- Oberly, G.H. en A.L. Kenworthy, 1961; Northern Spy
- Schreven, A.C. van, J. van der Boon en A. Das, 1964; Cox's O.P.
- Delver, P., 1975; Cox's O.P.; inwendig stip
- Das, A. en J. van der Boon, 1972; Cox's O.P. in 1970

rekenkundig vastgestelde maat voor de sterkte van de samenhang tussen een variabele, bijvoorbeeld stip, en één andere variabele, bijvoorbeeld het K-gehalte in het blad. Onder de meervoudige (multipelen) correlatiecoëfficiënt r verstaat men dezelfde maat voor de samenhang tussen de waargenomen variabele (stip) en de schatting van de waarde van deze variabele, berekend uit het verband met meer variabelen tegelijk (bv. K-gehalte in blad, Ca-gehalte in vrucht, vruchtdracht en vruchtgrootte gezamenlijk). De toevoeging 'lineair' duidt op een rekenwijze waarbij de samenhang wordt verondersteld rechtlijnig te zijn. De enkelvoudige coëfficiënt r varieert van -1 tot $+1$, de meervoudige van 0 tot 1 . Een negatieve waarde van de enkelvoudige coëfficiënt duidt op een negatieve correlatie (bv. meer Ca in de vrucht gaat samen met minder stip), een positieve waarde duidt op een positieve correlatie (bv. naarmate vruchten groter worden, hebben ze meer stip). Bij een waarde 0 is er geen sprake van samenhang, bij -1 of $+1$ is er een totale samenhang. In het geval van de multipelen correlatiecoëfficiënt $= 1$ kan de waarde van de onderzochte variabele geheel uit die van de overige gezamenlijk worden geschat. Op de statistische betrouwbaarheid van de correlatie, aangegeven door + tekens rechts boven het getal, werd in paragraaf 5.5.3 al ingegaan.

Tabel 19 geeft enkele voorbeelden van correlaties. Wat de bladsamenstelling betreft valt op dat stip vooral met het K-gehalte vrij hoge, doorgaans statistisch betrouwbare positieve correlaties vertoont. Een hoog kaliumgehalte in het blad is blijkbaar een aanwijzing voor kans op stip. Hoewel verhoging van de kalitiestand, bv. ontstaan door bemesting, wel een grotere kans op stip inhoudt (paragraaf 5.4.3), is de goede correlatie toch niet overwegend door de invloed van de kalivoeding op stip ontstaan. Een hoog kaliumgehalte wordt nl. mede veroorzaakt door een lage vruchtdracht en een goede vochtvoorziening (vooral ook door veel regen na droogte), factoren die het uitgroeien van vruchten en dus stip bevorderen.

Omdat kalium- en magnesiumgehalten in bladeren onderling duidelijk negatief zijn gecorreleerd (waarden voor r meestal tussen $-0,60$ en $-0,80$; een hoog K-gehalte bevordert magnesiumgebrek!), is stip vaak ook betrouwbaar negatief met het Mg-gehalte gecorreleerd. Dit is echter een van het K-gehalte sterk afhankelijke variabele, zodat de correlaties tussen stip en de K/Mg-verhouding niet veel anders uitvallen dan die met het K-gehalte alleen.

Hoewel een zware stikstofbemesting stip enigszins in de hand kan werken en sommigen daarom een positieve samenhang veronderstellen tussen het N-gehalte en stip, blijkt deze correlatie toch uiterst zwak, soms positief en soms negatief. Ongetwijfeld wordt een eventueel positieve invloed van een hoge stikstofvoeding op het N-gehalte en stip versluierd door de invloed van de vruchtdracht op het N-gehalte: zwaar dragende bomen geven minder stipgevoelige vruchten en hebben duidelijk hogere N-gehalten in het blad dan licht dragende. Het N-gehalte heeft bij uiteenlopende vruchtdracht dus geen waarde voor de stipvoorspelling.

Dat is evenmin het geval met het gehalte aan fosfaat, dat met stip nooit betrouwbare correlaties vertoont en bovendien een weinig onafhankelijke variabele is, omdat het met N-gehalten sterk negatieve correlaties vertoont.

Negatieve correlaties worden ook gevonden tussen het stip en de calciumgehalten. Als grondsoorten met uiteenlopende kalkgehalten en andere bodemeigenschappen worden vergeleken, is de samenhang echter zwak en zelden betrouwbaar. Binnen een groep vergelijkbare zandgronden met sterk uiteenlopende pH's kan de correlatie nog wel betrouwbaar zijn. Hoewel stip een gevolg is van een te lage calciumvoeding van de vrucht, zeggen de gehalten

in bladeren dus nog maar weinig over de kans op stip. Dit is het gevolg van de sterke invloed van de fysiologische ouderdom van het blad en van de groeiintensiteit op de calciumgehalten. Het tijdstip van de bladmonstername heeft dus ook grote invloed. Bovendien is de calciumtoevoer naar de vrucht meer een kwestie van distributie over de plantedelen dan van opname van calcium door de wortels.

Een bruikbare maat voor de stipgevoeligheid, iets beter dan het K-gehalte, is de $(K + Mg)/Ca$ -verhouding. Een hogere waarde, door stijgende K- en Mg-gehalten en dalende Ca-gehalten, betekent meer kans op stip. Mg staat in de teller, hoewel het negatief met het K-gehalte is gecorreleerd. Toename van het Mg-gehalte anders dan als gevolg van verminderde kaliopname, maar bv. ontstaan door bemesting of bespuiting met magnesiumzouten gaat nl. met meer stip gepaard.

Omdat K, Mg en Ca in de plant als ion werken (o.a. bij de uitwisselingsreacties aan de celmembranen), wordt de relatieve invloed van elk van deze elementen op verschuivingen in de stipgevoeligheid beter weergegeven als de verhouding $K + Mg/Ca$ wordt berekend uit de in chemische equivalenten uitgedrukte gehalten ("eq/eq"). Daartoe worden de procentuele gehalten aan K, Mg en Ca respectievelijk met 1, 3,3 en 2 vermenigvuldigd. Met deze afgeronde factoren wordt de werkelijke eq/eq-verhouding vrij nauwkeurig berekend.

Uit het onderzoek van Van der Boon en Das (proefplekken 1969-1972) zijn de volgende grenswaarden voor Cox's Orange Pippin berekend, waarboven stip snel toeneemt: $(K + Mg)/Ca$ (eq/eq) = 0,60 - 0,70 en 0,80 bij respectievelijk lage, normale en zware vruchtdracht. Bij bladmonstername, ten tijde van de pluk liggen deze waarden circa 0,10 lager, bij regelmatig verspuiten van calciumoplossingen 0,10 hoger.

Ook voor de K- en Ca-gehalten kunnen grenswaarden worden aangegeven: vrijwel geen kans op stip bestaat bij K-gehalten (begin augustus) lager dan 1,40 % en bij Ca-gehalten (bij de pluk) hoger dan 1,60 %. Daarboven resp. daar beneden neemt stip sterk toe.

De mate waarin stip met stijgende $(K + Mg)/Ca$ toeneemt, loopt in verschillende jaren echter uiteen. De grootste toename is te verwachten bij lage vruchtdracht en sterk uitgroeien van de vruchten als gevolg van weers- en bodemomstandigheden en bijv. snoei. Uit tabel 19 viel al af te lezen dat stip met de dracht en de vruchtgrootte (in deze onderzoeken niet geheel onafhankelijke variabelen) respectievelijk sterk negatief en positief is gecorreleerd (in onderzoek 6 in tabel 19 was in 1970 niet stip maar zacht in Cox's Orange Pippin duidelijk met de vruchtgrootte gecorreleerd). Zonder informatie over de vruchtdracht en het uitgroeien kan door de waarde van $(K + Mg)/Ca$ dus alleen worden vermeld of er kans op stip is. Het aangeven van de mate is dan een hachelijke zaak omdat bijvoorbeeld bij een hoge $K + Mg/Ca$ -waarde van 1,0 zowel 3 % als 40 % stip kan optreden. Houdt men naast de uitkomst van de bladanalyse rekening met nog andere belangrijke stipfactoren, dan blijkt uit de hogere multipele correlatiecoëfficiënten dat de stipvoorspelling belangrijk aan waarde wint. Zo vonden Van der Boon en Das (1976a) voor de jaren waarin normaal of veel stip voorkwam (1969-1971) enkelvoudige correlatiecoëfficiënten (CC's) voor stip met $(K + Mg)/Ca$ van 0,42 tot 0,49; de multipele CC's voor stip met $(K + Mg)/Ca$ benevens de vruchtdracht en de regelmaat van de dracht lagen toen tussen 0,58 en 0,76.

Bij de huidige stipvoorspelling in ons land worden de laatstgenoemde factoren vrij nauwkeurig per boomgaard vastgelegd, het relatief uitgroei-

en van de vruchten (d.w.z. de invloed van de vruchtdracht in aanmerking genomen) echter nog niet omdat meting daarvan moeilijk en kostbaar is en in elk geval ook de latere groeiperiode tot de pluk zou moeten omvatten. Toevoeging van deze factor zou de voorspelling echter nog belangrijk kunnen verbeteren. Zo bleek uit het in paragraaf 5.5.3 besproken onderzoek dat de enkelvoudige CC's voor stip met de landelijk geschatte vruchtdracht en uitgroei respectievelijk $-0,40^*$ en $+0,63^{+++}$ bedroegen. De meervoudige correlatiecoëfficiënt met beide factoren gezamenlijk bedroeg toen al $0,74^{+++}$ nog zonder dat gebruik was gemaakt van bladanalyse. Zelfs als 'uitgroei' werd vervangen door temperatuurafwijkingen van normaal over juni tot de pluk, of de bladstand (beide belangrijke groeifactoren voor de vruchten), wezen de dan gevonden multipale CC's van resp. $0,62^{+++}$ en $0,55^{++}$ op belangrijke winst aan informatie over stip ten opzichte van waarneming van alleen de vruchtdracht.

Zolang de door 'het jaar' beïnvloede afwijking van de vruchtgroei niet in de stipvoorspelling wordt betrokken (en dit zou ook niet goed kunnen als de gegevens al begin augustus moeten worden vastgelegd), zullen de correlaties van stip met de bladanalyse en vruchtdracht, en ook de juistheid van de stipvoorspelling dus steeds door 'het jaar' worden beïnvloed. In (koude) jaren met achterblijvende vruchtgroei (par. 5.5.3) wordt dan meer stip voorspeld dan werkelijk optreedt en de correlaties met de waargenomen factoren vallen dan laag uit.

Ook in tabel 19 zijn de CC's beïnvloed door de omstandigheid of er in de betreffende boomgaarden veel of weinig stip optrad. Bij no. 3 en 5 trad bv. weinig stip op, bij 4 was sprake van op stipevoeligheid uitgezochte boomgaarden. In het vierjarige proefplekkenonderzoek van Van der Boon en Das viel het koude jaar 1972, met duidelijk te kleine vruchten, sterk uit de toon met een CC voor stip met $(K + Mg)/Ca$ van 0,05 en een multipale CC met $(K + Mg)/Ca$ benevens vruchtdracht en regelmaat van de dracht van slechts $0,49^{++}$. Er trad toen gemiddeld over 27 boomgaarden slechts 1,4 % stip op tegenover in 1969, 1970 en 1971 resp. 4,3 %, 14,6 % en 6,3 %.

Aan het bezwaar van de werkwijze in ons land (bladanalyse + verzameling

Tabel 20: Enkelvoudige correlatiecoëfficiënten voor stip in Cox's Orange Pippin met de samenstelling van het blad bemonsterd in verschillende perioden, gemiddeld over 1969-1971. De grens voor statistische betrouwbaarheid bij $P = 0,05$ ligt tussen $r = 0,37$ en $0,42$.

Table 20: Correlation coefficients for bitter pit in Cox's Orange Pippin and the composition of leaves, sampled in successive periods, as an average of 1969-1971. Values for r exceeding $0,37 - 0,42$ are statistically significant ($P = 0,05$).

periode bladbe- stering	% op droge stof % in dry matter				$(K+Mg)/Ca$ eq./eq.
	N	K	Mg	Ca	
periode of leaf sampling					
26-30 juni/June	-0,09	+0,20	-0,05	-0,24	+0,33
15-21 juli/July	-0,06	+0,23	-0,01	-0,26	+0,39
3- 5 augustus/August	-0,25	+0,32	0,00	-0,23	+0,45
24-26 augustus/August	-0,15	+0,47	-0,13	-0,40	+0,55
15-17 sept./September	-0,13	+0,55	-0,11	-0,36	+0,60

boomgaardgegevens al in 't begin van augustus, vooralsnog zonder inzicht over het uitgroeien van de vruchten) wordt thans tegemoet gekomen door op de al in de loop van augustus uitgebrachte adviezen tegen de pluk collectief zonodig correcties aan te brengen op grond van de dan landelijk verkregen inzichten omtrent de vruchtontwikkeling.

Een bezwaar blijft, dat de bladanalyse wel iets zegt over de voedings-toestand begin augustus, maar dat er zich door weersinvloeden tot de pluk veranderingen kunnen voordoen in de samenstelling van bladeren en vruchten die ook de stipgevoeligheid beïnvloeden. Zo werden in het al eerder genoemde proefplekkenonderzoek van Van der Boon en Das voor de jaren met stip bij opeenvolgende perioden van bladbemonstering gemiddelde CC's gevonden zoals vermeld in tabel 20. Het is duidelijk dat een kaliumgehalte in laat geplukt blad en daardoor ook de $(K + Mg)/Ca$ -verhouding méér zegt over stip dan dezelfde gegevens van begin augustus bemonsterd blad. Latere bladbemonstering wordt echter niet overwogen, omdat dan het doel van deze werkwijze: vroege informatie over gewenste pluktijd en bewaarbaarheid, en ten dele ook: bruikbaarheid voor een bemestingsadvies, niet zou worden bereikt.

Met de hierboven beschreven methode is ook in de praktijk gedurende verscheidene jaren ervaring verkregen, maar slechts 5 tot 10 deskundigen zijn momenteel in staat de gegevens op de juiste wijze te interpreteren. Om de stipvoorspelling ook in de toekomst te kunnen blijven uitvoeren en berekening van de stipkansen minder tijdrovend te maken, nl. met een computer, is door Pouwer en anderen in 1975 een waarderingssysteem opgesteld (Pouwer e.a., 1977). Hierbij wordt de interpretatie van de bladanalysegegevens enerzijds en van de vruchtvruchtgegevens anderzijds in een hier niet nader toe te lichten puntensysteem weergegeven, de zg. 'B-waarde' resp. 'D-waarde'. Sommering geeft een getal dat bij hoge waarden een indicatie is voor stip, zacht e.d. (hoge kaligehalte, lage dracht), bij lage waarden treedt gevoeligheid op voor slecht op kleur komen en lage-temperatuurbederf bij onjuiste bewaring (laag kaligehalte, hoge vruchtvrucht). Het advies richt zich dan op het juist geachte pluktijdstip en op de vraag of bewaring, lang of kort, kan worden overwogen. In jaren met stip wordt met deze werkwijze de mate van stipgevoeligheid in 7 à 8 van de 10 gevallen juist beoordeeld.

Tenslotte zij nog vermeld dat in Engeland is getracht een stipvoorspelling uit te voeren op basis van de K/Ca -verhouding (berekend uit de procentuele gehalten, zie ook tabel 19) en het gemiddelde vruchtgewicht. De bladeren van het midden van de scheuten worden begin augustus bemonsterd. Als $(K/Ca) \times$ (vruchtgewicht in g) hogere waarden bereikte dan 250 kon ernstig stip worden verwacht. Beneden 150 was de kans op stip nihil. Ook hier gold dat er een breed traject van waarden bestaat (150 tot 250), waarin de mate van stip moeilijk kon worden voorspeld.

7.3 Vruchtanalyse en gewaseigenschappen

Door de moeilijker bemonstering, de hogere transportkosten naar en meer uitgebreide bewerkingen in het laboratorium, is vruchtanalyse een aanzienlijk duurdere zaak dan bladanalyse. Ondanks het algemeen gunstiger oordeel over de betrouwbaarheid van voorspellingen op grond van de analyse van plukrijpe vruchten wordt deze toepassing in ons land vooralsnog niet over-

wogen, mede omdat enkele mogelijkheden van de bladanalyse dan wegvallen zoals de keuze van het juiste pluktijdstip, de beslissing omtrent wel of niet bewaren en de bruikbaarheid voor het bemestingsadvies. In sommige landen wordt echter wel de voorkeur gegeven aan de vruchtanalyse, nl. als het grote partijen betreft waarover met betrekking tot de export (zoals uit Zuid-Afrika) en de duur van de bewaring na de pluk nog beslissingen moeten worden genomen. In Engeland wordt de vruchtanalyse al geruime tijd in de praktijk toegepast zij het wel mede dank zij subsidies van de overheid.

Tussen de gehalten aan stikstof en fosfor, maar vooral aan kalium in bladeren bemonsterd begin augustus enerzijds, en in plukrijpe vruchten anderzijds, bestaan goede positieve correlaties. Die tussen de calciumgehalten in bladeren en vruchten zijn veel zwakker, maar worden wel beter naarmate het blad later wordt geplukt. Tussen de magnesiumgehalten bestaan zeer zwakke soms positieve soms negatieve correlaties. Zijn in de bladeren de K- en Mg-gehalten onderling negatief gecorreleerd (magnesium wordt in blad door kalium 'verdrongen'), in vruchten zijn ze veelal betrouwbaar positief gecorreleerd. In de vruchten gaan hoge kaliumgehalten dus samen met hoge magnesiumgehalten.

Zeer betrouwbaar negatieve correlaties bestaan er ook tussen de calcium- en de drogestofgehalten in de vruchten. Voor een deel wordt dit veroorzaakt doordat de Ca-gehalten worden uitgedrukt in % op de droge stof. Bij eenzelfde hoeveelheid calcium per 100 gram vers vruchtvlees dalen de gehalten in de drogestof dus automatisch naarmate de vrucht meer drogestof bevat. Daarnaast zijn de omstandigheden die een hoog drogestof-gehalte veroorzaken (veel koolhydratentoevoer door sterke assimilatie bij warm, zonnig weer en flinke vegetatieve groei) ten dele ook verantwoordelijk voor

Tabel 21: Enkelvoudige correlatiecoëfficiënten voor stip met de samenstelling van vruchten bij de pluk.

Table 21: Correlation coefficients for bitter pit and the composition of fruits sampled at picking time.

bron litera- ture source	% op drogestof / % in dry matter							jaar
	N	P	K	Mg	Ca	K/Ca	(K+Mg)/Ca eq./eq.	year
1	+0,47 ⁺	+0,61 ⁺⁺	+0,82 ⁺⁺⁺	+0,58 ⁺⁺	-0,24		0,52 ⁺	
2	+0,41	+0,02 ⁺⁺	+0,25 ⁺⁺			+0,49 ⁽⁺⁾		
3	+0,19 ⁺⁺	+0,24 ⁺⁺	+0,45 ⁺⁺	+0,08	-0,37 ⁺⁺			
4			+0,46 ⁺		-0,41 ⁽⁺⁾	+0,60 ⁺⁺	+0,60 ⁺⁺	
5			+0,16		-0,74 ⁺⁺	+0,68 ⁺⁺		
6	-0,02		+0,12	+0,41	-0,41 ⁺		+0,60 ⁺⁺⁺	1969
	-0,10		+0,27 ⁺	-0,07	-0,66 ⁺⁺⁺		+0,75 ⁺⁺⁺	1970
	0,00		+0,47 ⁺	+0,28	-0,64 ⁺⁺⁺		+0,72 ⁺⁺⁺	1971
	-0,03		+0,20	-0,23	-0,34 ⁽⁺⁾		+0,35 ⁽⁺⁾	1972

Bronnen / Sources: 1-5 zie tabel 19; 6: Das, A. en J. van der Boon, 1971/1972; Das, A., 1974; Boon, J. van der en A. Das, 1976a (Cox's Orange Pippin).

een geringere toevoer van calcium naar de vruchten. Om de eerstgenoemde invloed uit te schakelen, worden calciumgehalten meestal ook weergegeven in het verse vruchtvlees, nl. in mg Ca per 100 gram vrucht.

Een voordeel van de vruchtanalyse tegenover de gebruikelijke bladanalyse is uiteraard dat het stipegevoelige deel van de plant zelf wordt geanalyseerd en dat bij bemonstering bij de pluk of later ook de invloed van de weersomstandigheden in de 4 tot 6 weken vóór de pluk in de minerale samenstelling wordt weerspiegeld.

In tabel 21 zijn voor dezelfde onderzoeken als in tabel 19 de correlaties tussen stip en de gehalten in de vruchten weergegeven. Opgemerkt moet worden dat de sterkte van de in een bepaald onderzoek gevonden correlaties evenals bij de bladanalyse (tabel 19) niet alleen door de mate van 'oorzakelijkheid' en tevens door samenhang tussen factoren onderling wordt bepaald maar mede door de kwaliteit van het onderzoek de variatie in stip en de heterogeniteit van het proefplekkenmateriaal. Zo kunnen de zwakke correlaties met de Ca-gehalten in de oudere onderzoeken ook door de onnauwkeurigheid van de toenmalige calciumbepaling zijn veroorzaakt. Deze is in latere jaren aanzienlijk verbeterd.

Bij de N-gehalten zijn soms vrij goede correlaties met stip gevonden.

Tabel 22: Enkelvoudige en multiële correlatiecoëfficiënten tussen het percentage stip in Cox's Orange Pippin en gegevens van de bladanalyse (begin augustus) en van de vruchtanalyse, afzonderlijk respectievelijk in combinatie met gewaseigenschappen. Significaties niet aangegeven (Van der Boon, J. en A. Das, 1976a).

Table 22: Singular and multiple correlation coefficients (left and right columns respectively) for bitter pit in Cox's Orange Pippin and composition of leaves and fruits. Significancies not indicated.

jaar year	element	regressie zonder dracht en regelmaat dracht		regressie met dracht en regelmaat dracht	
		<i>regression without fruiting and regularity of fruiting</i>		<i>regression with fruiting and regularity of fruiting</i>	
		blad/leaf	vrucht/fruit	blad/leaf	vrucht/fruit
1969	K	+0,14	+0,12	0,48	0,41
	Ca	-0,49	-0,41	0,55	0,48
	(K+Mg)/Ca	+0,49	+0,60	0,58	0,69
1970	K	+0,30	+0,27	0,61	0,59
	Ca	-0,28	-0,66	0,59	0,71
	(K+Mg)/Ca	+0,44	+0,75	0,76	0,76
1971	K	+0,52	+0,42	0,76	0,71
	Ca	+0,07	-0,64	0,65	0,71
	(K+Mg)/Ca	+0,42	+0,72	0,69	0,77
1972	K	-0,09	+0,09	0,50	0,62
	Ca	-0,15	-0,57	0,52	-
	(K+Mg)/Ca	+0,05	+0,58	0,49	0,63

Voor sommigen is dit aanleiding geweest om in de N/Ca-verhouding een betere aanwijzing voor stipgevoeligheid te zien dan in het Ca-gehalte alleen. Het Nederlandse onderzoek (tabel 19, bron 6) bevestigt die mening niet. Wellicht is de correlatie met stikstof ontstaan, doordat de N-gehalten in vruchten vaak ook met de K-gehalten hoge correlaties vertonen.

Aan de positieve correlatie tussen stip en P-gehalten, in sommige onderzoeken, wordt weinig betekenis toegekend. Wellicht moet deze worden toegeschreven aan de positieve samenhang tussen de P- en de drogestof-gehalten. Vruchten met stip en zacht hebben hogere ds-gehalten dan gave vruchten.

Stip vertoont in de vruchten meestal betrouwbare positieve correlaties met de K-gehalten. Veel verschil met het blad lijkt er niet te bestaan maar het Nederlandse onderzoek over vier jaren suggereert iets betere correlaties met K in het blad (tabel 22). Ook K in de vrucht geeft (in stipjaren) dus enig houvast voor de stipvoorspelling.

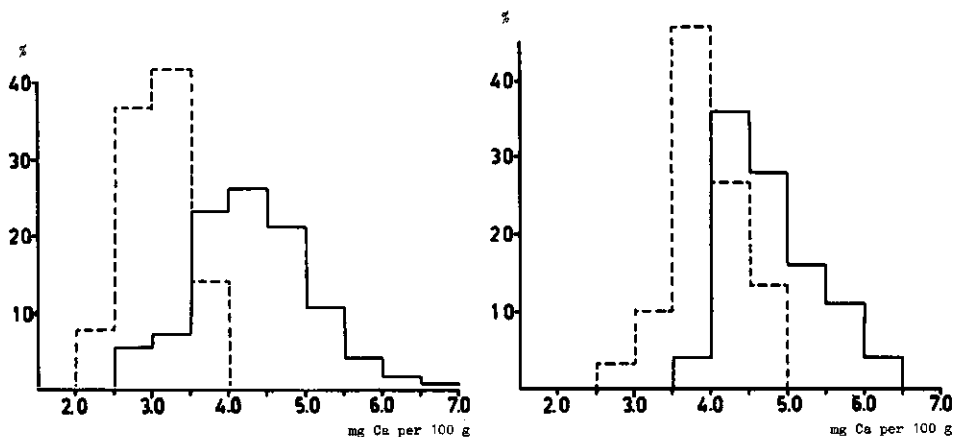
Veel hogere correlaties, althans in latere onderzoeken (met betere calciumbepalingen in vruchten) komen naar voren tussen stip en de Ca-gehalten (tabellen 21 en 22). Daardoor vallen de correlaties tussen stip en $(K + Mg)/Ca$ ook hoger uit dan in het blad en is de voorspelling van stip op basis van vruchtanalyse betrouwbaarder dan op basis van bladanalyse begin augustus. Het calciumgehalte in vruchten geeft alleen al een betere correlatie met stip dan $(K + Mg)/Ca$ in het blad. Het wordt dan ook vaak als basis voor de stipvoorspelling gebruikt.

Uit het vierjarige proefplekkenonderzoek in ons land zijn voor Cox's Orange Pippin conclusies getrokken ten aanzien van kritische gehalten en verhoudingen waar beneden of boven weinig of geen stip valt te verwachten. Bij een gemiddelde vruchtdracht is voor $(K + Mg)/Ca$ (eq./eq.) in plukrijpe vruchten van gemiddelde grootte beneden 14 à 15 geen stip te verwachten. Bij slechte vruchtdracht ligt deze grens bij ca. 12. Ook in uitgesproken stipjaren en bij achterwege laten van calciumbespuitingen moet een wat lagere grens worden aangehouden, nl. 11 à 12. De waarde van $(K + Mg)/Ca$ ligt in de praktijk tussen ongeveer 11 tot 25. De grenswaarde wordt dus zelden bereikt.

Omdat de uit de percentages berekende K/Ca-verhouding vermoedelijk even waardevol is voor de stipvoorspelling, kan ook hiervoor een kritische grens worden aangegeven: beneden ca. 25 treedt vrijwel geen stip op. De variatie in de K/Ca-verhouding bedraagt 20 tot 45.

Bij K-gehalten boven 0,85 % begint stip op te treden, maar dit criterium is veel minder betrouwbaar dan het Ca-gehalte: boven 0,035 % Ca treedt bij normaal gehalte aan drogestof vrijwel geen stip op. Het Ca-gehalte varieert van ongeveer 0,020 tot 0,045 % op de drogestof.

Een veel gebruikt criterium is het Ca-gehalte in vers vruchtvlees weergegeven in mg Ca per 100 g. Het gehalte aan drogestof in Cox's vruchten bedraagt in stipjaren gemiddeld ongeveer 14,0 %, in jaren zonder stip 13,3 %, gemiddeld 13,6 %. In droge, warme zonnige jaren kan dit echter tot ongeveer 18 % oplopen. De calciumgehalten in de drogestof zijn dan uiteraard ook lager dan normaal en de interpretatie in de zin van stipkansen zou dan sterk kunnen worden overdreven. Zo bedroeg het landelijk gemiddelde gehalte aan drogestof in het extreem droge jaar 1976 in Cox's Orange Pippin 17,0 % en het Ca-gehalte op de drogestof 0,023 %. In stipvrije partijen was dit respectievelijk 17,0 % en 0,025 %. Wat nu de criteria voor calciumgehalten in het verse vruchtvlees betreft, zij eerst verwezen naar afbeelding 28 (boven). In apart geanalyseerde vruchten van gemiddelde

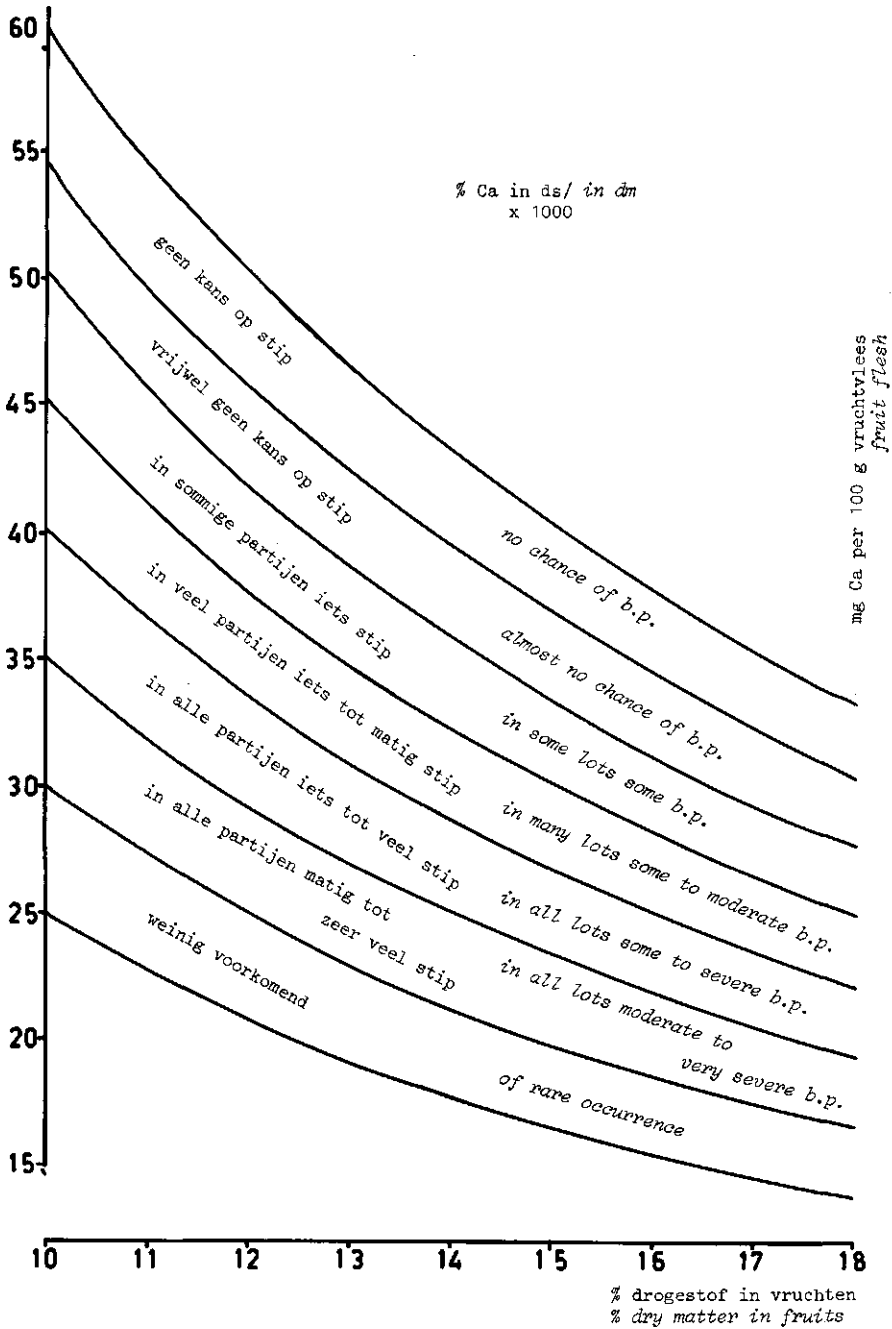


Afbeelding 28: Procentuele verdeling van hoeveelheden calcium per 100 g vruchtvlees in Cox's Orange Pippin. Boven: individuele vruchten, onder: vruchtmonsters. Streeplijnen: vruchten met stip (+ zacht) of monsters uit partijen met duidelijk stip (+ zacht). Getrokken lijnen: gezonde vruchten of monsters uit partijen vrijwel zonder stip.
Herkomst: proefvelden en proefplekken in 1974 + 1975.

Figure 28: Frequency distribution of Ca-contents in 100 g flesh of Cox's Orange Pippin fruits. Upper figure: individual fruits with and without bitter pit or internal breakdown (broken and full lines respectively). Lower figure: the same for fruit samples taken from lots with and without bitter pit or breakdown.

grootte bedraagt de variatie ongeveer 2 tot 7 mg Ca per 100 g. Bij meer dan 4 mg worden geen door stip (of zacht) aangetaste vruchten aangetroffen. Dat wil niet zeggen dat vruchten met iets lagere gehalten niet stipvrij kunnen blijven: in betrekkelijk Ca-arme vruchten is dit gehalte blijkbaar niet de enige stipfactor. Aangetaste vruchten hebben gehalten tussen ongeveer 2 en 4 mg Ca. Bij analyse van vruchtmonsters die een gemiddeld beeld geven van partijen met en zonder stip ontstaat een ander beeld (afb. 28, onder). Omdat monsters uit vruchten bestaan met uiteenlopende calciumgehalten, hangt het van de verdeling daarvan af boven welk monstergemiddelde de partij geen stipappels meer zal bevatten. Afb. 28 (onder) suggereert dat boven ca. 5 mg Ca per 100 g het monster en dus de gehele partij vrijwel geen stipgevoelige appels met individuele gehalten tussen 2 en 4 mg Ca (afb. 28 boven) zal bevatten. Deze grens wordt ook elders vrij algemeen aanvaard. Zo vermeldt Perring in Engeland (1976) dat bij 5 respectievelijk 5,5 mg Ca de percentages stip uiteenlopen van 0 tot maximaal 12 % resp. van 0 tot maximaal 5 %. Beneden 5 mg neemt bij dalende Ca-gehalten de kans op sterk aangetaste partijen snel toe, hetgeen nog niet wil zeggen dat bv. bij 4 mg Ca geen vrijwel stipvrije partijen mogelijk zijn.

Eigen ervaringen in proefvelden en proefplekken zijn vastgelegd in afbeelding 29. Uit dit diagram kan de hoeveelheid Ca per 100 g gemakkelijk uit het Ca-gehalte op de drogestof en het ds-gehalte worden afgelezen. Opgemerkt zij dat binnen elke calciumklasse de mate van stip mede afhangt van andere factoren dan de samenstelling van de vrucht. Meer stip kan worden verwacht naarmate de gemiddelde vruchtgrootte van de partij toeneemt en vroeger wordt geplukt. In extreem warme, droge en zonnige jaren met ho-



Afbeelding 29: Lijnen van gelijke stipkansen en calciumberhalten in vers vruchtvlies in monsters Cox's Orange Pippin van gemiddelde vruchtgrootte, afgeleid uit Ca-gehalten op de drogestof en gehalten aan drogestof. Stipkansen aangegeven.

Figure 29: Lines of equal bitter pit chances and calcium concentrations in the flesh of fruit samples of Cox's Orange Pippin of average fruit size. Calcium in the flesh computed from calcium concentrations in dry matter and dry matter contents. Bitter pit chances are indicated.

ge gehalten aan drogestof is de kans op stip wellicht wat kleiner dan uit het gemiddelde beeld zou worden verwacht. Zo werd in 1976 in stipvrije partijen Cox's Orange Pippin, bij lage calciumgehalten op de drogestof en hoge ds-gehalten (zie voor) gemiddeld slechts 4,2 mg Ca per 100 g vrucht-vlees aangetroffen, een hoeveelheid die toch zeker het optreden van stip in verscheidene partijen zou doen verwachten. Over afbeelding 29 dient nog te worden opgemerkt dat de kans op zacht begint toe te nemen bij gehalten lager dan 4 mg Ca.

Wat in paragraaf 7.2 over het gebruikmaken van boomgaardfactoren wordt opgemerkt, geldt tenslotte ook voor de vruchtanalyse: naarmate naast de vruchtsamenstelling meer voor stip belangrijke boomgaardfactoren in de beoordeling van de stipkansen worden betrokken (vruchtvrucht, regelmaat, uitgroei van vruchten, aantal calciumbespuitingen, pluktijd), neemt de betrouwbaarheid van de stipvoorspelling toe. Waarschijnlijk mogen dan multi-tipe correlatiecoëfficiënten tussen het stippercentage en de vruchtsamenstelling in combinatie met de genoemde boomgaardfactoren worden verwacht van hoger dan 0,80.

7.4 Vervroegde stipontwikkeling door behandeling met ethephon

Een methode die zeker ook in ons land aandacht verdient, is in Duitsland door Bangerth (1974a) toegepast. Omtrent twee weken vóór de verwachte oogstdatum wordt een groot, voor de boomgaard goed representatief vruchtmonster geplukt (ongeveer één fruitkist). Dit wordt daarna twee minuten gedompeld in 0,5 % ethephon (= Ethrel-A; CEPA) en bij kamertemperatuur bewaard. Te vroeg geplukte appels zijn verhoogd stipegevoelig, het ethephon versnelt de rijping zodat binnen veertien dagen in gevoelige partijen uit-en inwendig stip tot ontwikkeling komt. De vroegtijdige stipontwikkeling, al vóór de pluk, maakt het mogelijk maatregelen te treffen zoals eventueel uitstel van de pluk, dompelen in calciumchloride en beslissingen omtrent al dan niet (lang) bewaren.

In het Duitse onderzoek was sprake van een vergelijking van met ethephon behandelde monsters en normale bewaring van de vruchten per boom. Er bleek een zeer goede samenhang te bestaan tussen vervroegd stip en stip na bewaring, waarbij correlatiecoëfficiënten van ruim +0,80 werden berekend, zij het dat in de normaal geplukte en bewaarde partij soms, maar vooral bij lage stipegevoeligheid (ca. 10 %) méér stip optrad dan in de vroeg geplukte monsters. De hoge correlatie is mede toe te schrijven aan de omstandigheid dat de individuele boom als proefobject werd gekozen. Een onderzoek met monsters en bewaring van de oogst van gehele boomgaarden zal zeker minder hoge correlaties laten zien. Evenals bij de vruchtanalyse zal de waarde van de voorspelling met deze nog te weinig beproefde methode sterk afhangen van de mate waarin het monster representatief is voor de gehele boomgaard. Bangerth (1974a) geeft dan ook aan hoe een representatief monster moet worden geplukt: bomen met uiteenlopende vruchtvrucht, verdeeld over het gehele perceel, dienen in dezelfde verhouding vruchten aan het monster bij te dragen als ze ook aan de totale oogst leveren. Factoren die daarnaast misschien de betrouwbaarheid van deze stipvoorspelling nog beïnvloeden, zijn het tijdsverloop tussen de pluk van het monster en van de gehele partij, het pluktijdstip, in geringe mate weersinvloeden in deze periode, de bewaaromstandigheden en de ethephonconcentratie. De methode is zeer goed-

koop (enkele tientallen guldens aan vruchten en ethephon) en kan door de fruitteler zelf worden uitgevoerd. Dit laatste is een groot voordeel vergeleken met de bladanalyse, omdat het de vraag is of deze werkwijze, laat staan de nog duurdere vruchtanalyse, in de toekomst dezelfde noodzakelijke intensieve begeleiding van deskundigen zal behouden als thans. De werkelijke voorspellingswaarde van de ethephon-behandeling zal echter zeker nog nader moeten worden getoetst.

Summary

The comprehensive present-day knowledge about the nature of the bitter pit phenomenon and its control and prediction are reviewed. Some of the experience obtained in research in The Netherlands, particularly at the Research Station for Fruit Growing in Wilhelminadorp, has been incorporated.

In Chapter 1 (Introduction) bitter pit is defined as a physiological problem, with the calcium supply of the fruit cell as central theme. The relative calcium deficiency in the fruit is caused mainly by strong fruit growth due to cell enlargement, which in turn is promoted by numerous growth factors. Among these factors are cultural measures intended to increase fruit production, and it has long been recognized that bitter pit is at least partially a cultural phenomenon aggravated by the methods used in apple orchards. In The Netherlands the direct losses due to bitter pit and internal breakdown (also related to a low calcium supply to the fruit) are estimated to vary between 3 and 10 million guilders, but in bitter pit years there is also a negative over-all influence on the development of the auction price.

Chapter 2 (Symptoms) deals with visual symptoms (Figs. 1 & 2), the microscopical appearance, and the orientation of the pits. The development of the pits proceeds rather quickly either shortly before picking (tree pit) or after storage (storage pit). In the former case, pitting takes place almost entirely on the tree and the degree of pitting hardly increases after picking (Fig. 3). Differences between these symptoms and those of B-deficiency, a phenomenon which is almost unknown in The Netherlands, are discussed.

Chapter 3 is concerned with the relationships between bitter pit, internal breakdown, and other disorders (Tables 1 & 2).

Chapter 4 (Physiological backgrounds) reviews the old (4.1) and more recent theories (4.2) on the origin of bitter-pit susceptibility. Special attention is given in section 4.2.3 to the transport of calcium to the fruit. The import of calcium into the growing fruit differs widely from that of other elements, particularly K (Fig. 5), and cannot be explained by a mechanism by which calcium is sucked into the fruit by a transpiration stream solely dependent on the skin area (Fig. 6). The greater part of the calcium, approximately 80 %, reaches the fruit before the end of July. In later growth stages the fruit receives little calcium. To explain this pattern the hypothesis has been formulated that calcium reaches the fruit mainly by the transpiration stream through the xylem vessels. In the course of the spring and in dependence on the developmental stage of the leaves and the leaf/fruit ratio (the latter being determined by such factors as the number of fruits (cf. Fig. 10), leaf vigour, and shoot growth), the transpiration stream is gradually replaced by the supply, via the phloem, of moisture containing assimilation products of the leaves, mainly carbohydrates. Since this phloem sap contains very little calcium, far less than xylem sap, the ultimate calcium content of the fruit depends strongly on the ratio of the xylem/phloem supply and on the precocity of the transition from the former to the latter. Possibly the transition from growth by cell division to growth by cell enlargement in the fruit, which occurs some 3-6 weeks after blossoming, plays a role as well. All further considerations on the influence of growing factors on bitter pit are based to some degree on this model of calcium transport.

The occurrence of bitter pit is distinctly related to the calcium status of the fruit or, perhaps somewhat more closely, to the K/Ca ratio. Even in the fruit itself this relationship exists between pitted and non-pitted parts of the flesh (Table 3).

Chapter 5 - the longest chapter - numerous bitter-pit factors encountered in commercial practice, are discussed. Tree factors include fruit size, fruiting, position of the fruit on the tree, and age of the orchard (section 5.1). Special attention is given to the fruit growth by cell division and by cell enlargement, and to the calcium supply to the fruit as influenced by the transition between these two phases of fruit growth. The relationship between bitter-pit percentage and fruit size in a given lot of graded apples (Fig. 7) is determined mainly by the phenomenon that low-fruited trees produce large apples and fruits from such trees are more susceptible to bitter pit than are fruits from good-fruited trees (Table 4). The relationship between bitter pit and fruit size in fruits picked from one tree is very weak or virtually absent (Fig. 8).

A high leaf/fruit ratio promotes fruit growth by cell enlargement. The increase in cell volume is accompanied by an increase in the proportion of intercellular space in the fruit. Therefore, in a given lot of apples pitted fruits show a lower density than non-pitted fruits (Fig. 9). Continuation of shoot growth far into the summer seems to be another factor promoting fruit size and possibly therefore bitter-pit susceptibility (Fig. 11).

Cultural measures influencing the appearance of bitter pit (section 5.2) include The choice of cultivars, mutants, and rootstocks (5.2.1, Tables 5 & 6), intensity of winter pruning (5.2.2), plant density and height of budding (5.2.3, Table 7), fruit thinning (5.2.4), use of growth regulators (5.2.5), crop protection (5.2.6), and picking time (5.2.7, Figs. 12 & 13).

Storage conditions (section 5.3) do not influence potential bitter-pit susceptibility, but the appearance of pits may be accelerated or delayed by the storage method (Fig. 14).

Of the soil factors (section 5.4), the soil type (5.4.1, Table 8), moisture conditions (5.4.2), fertility and fertilization (5.4.3, Figs. 15-17; Tables 9-11), and soil management systems (5.4.4, Fig. 18; Tables 12-15) are discussed. The introduction of herbicides into orchards in The Netherlands in the early Sixties made tillage of the soil in the tree strips superfluous. This resulted in improved uptake of moisture and nutrients, especially K, and consequently in increased yields, partly due to better fruit growth. However, herbicide-treated orchards produce more pitted fruits than do orchards managed with the abandoned system of weed control by soil tillage (Table 14).

Section 5.5 deals with weather influences. It is difficult to indicate the influence of separate factors such as temperature, precipitation, light, relative air humidity, and wind, because these factors are interrelated, but research performed in controlled environment rooms on calcium distribution in the plant is providing an increasing amount of information.

In an investigation on correlations between annual differences in the nation-wide appearance of bitter pit in Cox's Orange Pippin in the years between 1949 and 1976, and weather factors (5.5.3, Figs. 19-22; Tables 17-18) 'bitter-pit class' was assessed by estimating the relative annual losses to bitter pit. 'Bitter-pit class' therefore does not merely indicate potential susceptibility to bitter pit. From the negative correlation with fruiting (Fig. 19) it may be concluded that losses to bitter pit are very restricted in years with a good over-all fruiting level. However, in years

with a low production of Cox apples losses are also relatively low, because high prices and doubts about keepability promote quick selling, which means that few apples are stored. Bitter-pit class showed good correlation with fruit size relative to the average size (Fig. 20). Fruits grow best in years with average to somewhat higher-than-average temperatures (Fig. 21), and therefore bitter pit can also be expected in such years (Fig. 22). Possibly due to drought effects, fruit size and bitter pit do not increase further with very high positive temperature deviations (warm, dry summers).

Chapter 6 (Control) reviews the possibilities for controlling or reducing bitter pit by calcium sprays (section 6.1), dipping in calcium-chloride solutions (6.2), and summer pruning (6.3). The effect of repeated sprays depends i.a. on the degree of pitting appearing in unsprayed apples. The relative effect on external pit seems to decrease with increasing severity of pitting of unsprayed apples (Fig. 23). Until recently, only calcium nitrate was used in The Netherlands, but at present some fruit growers are changing over to calcium chloride. Although repeated spraying some ten times is recommended, especially when the chance of bitter pit is high, experiments have shown that increasing the number to more than 4-6 has little effect (Fig. 25), especially if the increase is accomplished by starting to spray earlier in the season (Fig. 24).

Dipping in calcium chloride solutions is not yet practised in The Netherlands, because other treatments such as dipping in ethoxyquin solutions to control scald or in benzimidazol fungicides to control rot are not yet permitted. Attempts are being made, however, to get these applications legalized.

From the practical and technical points of view dipping under vacuum seems difficult, but this method is very effective in controlling bitter pit.

Summer pruning is another way to decrease bitter-pit susceptibility, but this method is time-consuming and therefore is not often applied in The Netherlands. When it is not combined with decreased or omitted winter pruning, its effect seems doubtful or at least rather weak (Fig. 26).

In some experiments a curvilinear relationship was found between storage pit and level of fruiting per tree (Fig. 27). If the curvilinearity of this relationship is confirmed by further research in which fruiting and bitter pit are determined per tree, it seems possible that separate picking, storage, and selling of fruits of low-fruiting and good-fruiting trees would prove to be an effective method to divide the crop into two parts according to degree of susceptibility to bitter pit.

Finally, Chapter 7 (Control of bitter pit) discusses the rather intricate relationships between data of leaf and fruit analysis on the one hand and bitter pit found in storage experiments on the other. Prediction of bitter pit can be achieved on the basis of an evaluation of leaf analysis and crop factors (such as fruiting, irregularity of fruiting, and leaf vigour markings). Correlation coefficients of at best approximately $r = + 0.70$ between predicted and determined bitter-pit percentages might be improved if the weatherdependent annual variations in fruit size, which reflect fruit growth by cell enlargement, could be evaluated as well (cf. Fig. 20). In The Netherlands preference has so far been given to prediction based on leaf analysis, because data start to become available in late August, which makes it possible to provide advice concerning the picking date. Moreover, leaf contents can help to improve fertilization recommendations.

Fruit analysis is more costly, and application of the results is in general restricted to decisions on the duration of storage and on marketing. As a basis for the prediction of the chances of bitter pit, however, analysis of fruits sampled at picking time, together with interpretation of crop factors, seems somewhat more reliable than analysis of the leaves, which are sampled much earlier. The calcium content of the flesh alone permits fairly accurate prediction of bitter pit (Fig. 29), although within the range of 4-5 mg Ca per 100 g fruit no sharp distinction can be made between pitted and non-pitted lots (Fig. 28).

In section 7.4, mention is made of prediction based on the observation of accelerated pit development in fruits picked about 14 days before the expected picking time. These fruits are dipped in a 0.5 % solution of ethephon and stored at room temperature. Because of accelerated ripening, pits appear just before the normal picking time, and the degree of pitting seems well correlated with pitting after the normal picking date and storage.

Literatuur

- Anon. World meteorological Organization 1963. The effect of weather and climate upon the keeping quality of fruit. World Met. Org. Techn. Note No. 53: 56-57.
- Bangerth, F., 1970. Die Stippigkeit der Apfel, ein noch immer ungelöstes Problem der Fruchtphysiologie. Gartenbauwiss. 35: 91-120.
- Bangerth, F., 1974a. Untersuchungen und Überlegungen zur Vorausschätzung des Stippenbefalls. Erwerbsobstbau 16: 169-172.
- Bangerth, F., 1974b. The function of calcium in the cell and in the sub-cellular units of apple fruit. Acta Hort. 45: 43-47.
- Bangerth, F., 1975. Vor- und Nachteile einer Nacherntetauchung in CaCl_2 -lösung zur Reduktion der Stippigkeit. Erwerbsobstbau 17: 145-147.
- Bangerth, F. en H. Link, 1972. Möglichkeiten der Entstehung und Bekämpfung von Stippigkeit und Lentizellenflecken I. Der Erwerbsobstbau 14, 8: 113-116.
- Stippigkeit und Lentizellen I. Erwerbsobstbau 14, 8: 113-116.
- Boon, J. van der, 1973. Influence of K/Ca ratio and drought on physiological disorders in tomato. Neth.J.Agric.Sci. 21: 56-57.
- Boon, J. van der, 1974. Invloed van zomersnoei, vruchtdunning, pluktijs-
stip en kalksalpeterbespuiting op het optreden van stip en zacht in
appels van Cox's Orange Pippin. Inst.Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 7-74:
pp. 54.
- Boon, J. van der, 1976. Vruchtdunning, zomersnoei en bewaarkwaliteit van
appels. Bedrijfsontwikkeling 7: 127-130.
- Boon, J. van der en A. Das, 1968. Advies voor maatregelen tegen stip. De
Fruittelt 58: 1044-1045.
- Boon, J. van der en A. Das, 1969. Stipbestrijdingsproeven in 1965-1967.
Tuinbouwm. 32: 128-133, 168-173 en 231-238.
- Boon, J. van der en A. Das, 1976a. Bewaaradvies voor Cox's Orange Pippin
in verband met stipgevoeligheid. Inst.Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 10-76:
pp. 108.
- Boon, J. van der en A. Das, 1976b. Mogelijkheid van voorspellen van stip
en zacht in Cox's. De Fruittelt 66: 632-634.
- Boon, J. van der en A. Pouwer, 1974. Invloed van stikstofverbemesting,
spuiten met kalksalpeter, dunnen en pluktijsstip op stip in appels bij
James Grieve, Inst.Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3-74: pp. 51.
- Boon, J. van der, A. Das en A.C. van Schreven, 1962. Bestrijding van stip
in appels. De Fruittelt 52: 161-163 en 171.
- Boon, J. van der, A. Das en A.C. van Schreven, 1963. Bemesting, kwaliteit
en bewaarbaarheid van Cox's Orange Pippin en Jonathan. Inst.Bodemvrucht-
baarheid, Rapp. 13-63: pp. 38.
- Boon, J. van der, A. Das en A.C. van Schreven, 1966. A five-year fertilizer
trial with apples on a sandy soil; the effect on magnesium deficiency,
foliage and fruit composition, and keeping quality. Neth.J.Agric.Sci.
14: 1-31.
- Boon, J. van der, A. Das en A.C. van Schreven, 1968. Control of bitter pit
and breakdown by calcium in the apples Cox's Orange Pippin and Jonathan.
Agric.Res.Rep. 711, Centre for Agric. Publishing and Documentation, Wa-
geningen: pp. 43.
- Bünemann, G., 1972. Annotated bibliography on bitter pit of apples. Biblio-
gr.Reihe Techn. Univ. Berlin, Band 2: pp. 170.

- Butijn, J. en J.A. van 't Leven, 1956. Een beregeningsproef in de fruitteelt op zeeklei. Meded.Dir.Tuinb., 19: 356-368.
- Cortéz, Th.C., 1974. Die Wirkung erhöhter Calcium- und Magnesium-gehalte in Früchten der Apfelsorte "Cox's Orange" auf Inhaltstoffe und physiologische Zustandsänderungen unter Berücksichtigung der Stippigkeit. Diss.Univ.Hohenheim (Landwirtsch.Hochsch.): pp. 75.
- Das, A., 1974. Bewaaradvies voor Cox's Orange Pippin appels in verband met stipgevoeligheid. Inst.Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-74: pp. 79.
- Das, A. en J. van der Boon, 1971/72. Bewaaradvies voor Cox's Orange Pippin appels in verband met stipgevoeligheid. Inst.Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 2-71: pp. 30 en Rapp. 2-72: pp. 75.
- Das, A., J. van der Boon en A.C. van Schreven, 1964. Bestrijding van stip in appels van Cox's Orange Pippin. De Fruitteelt 54: 900-902.
- Delver, P., 1975. Voorspelbaarheid van de kans op stip en zacht uit vruchtgroeieming en vruchtanalyse. Proefstation voor de Fruitteelt, Intern Rapp.: pp. 14.
- Delver, P., 1977. Stip en weersomstandigheden in Nederland 1949-1976. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 16-77: pp. 54.
- Delver, P., 1978. Oorzaken, bestrijding en voorspelling van stip. De Fruitteelt 68: 212-217.
- Garman, P. en W.J. Mathis, 1956. Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut. Conn.Agr.Exp.Bull. no. 601: 5-19.
- Goor, B.J. van, 1968. The role of calcium and cell permeability in the disease blossom-end rot of tomatoes. Physiol.Plant 21: 1110-1121.
- Goor, B.J. van, 1971. The effect of frequent spraying with calcium nitrate solutions on the mineral composition and the occurrence of bitter pit of the apple Cox's Orange Pippin. J.hort.Sci. 46: 347-364.
- Goor, B.J. van, 1973. Penetration of surface-applied ^{45}Ca into apple fruit. J.hort.Sci. 48: 261-270.
- Hidding, A.P., 1968. De invloed van de grasstrookencultuur in de fruitteelt op de chemische bodemvruchtbaarheid. De Boor, 16, 4: 5-8.
- Hilkenbäumer, F. und G. Reinken, 1959. Erkenntnisse über das Auftreten der Stippigkeit bei Äpfeln im Jahre 1958 und vorbeugende Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung. Erwerbsobstbau 1: 47-50 en 67-70.
- Hohmann, G., 1970. Kalziumspritzungen und Stippigkeit. Erwerbsobstbau 12: 158-161.
- Jackson, J.E., R.O. Sharples en J.W. Palmer, 1971. The influence of shade and within-tree position on apples fruit size, colour and storage quality. J.hort.Sci. 46: 277-287.
- Johnson, D.S., 1977. Control of bitter pit and breakdown. Rep. East Malling Res. Stn. for 1976: 89.
- Keijer, E.J. en H.P. Dijksterhuis, 1956. Bewaarziekten bij appels. Meded. Dir.Tuinb. 19: 396-400 en 810-814.
- Köhne, J., 1972. Versuch zur Bekämpfung der Stippigkeit. Mitt. für den Obstbau 16: 1-2.
- Kolbe, 1975. Untersuchungen über den Einfluss der Herbizid-Streifenbehandlung auf Jugendentwicklung, Ertrag en Fruchtqualität im Kernobstbau. Erwerbsobstbau 17: 17-19.
- Link, H., 1973. Effect of fruit thinning on some components of fruit quality in apples. Acta Hort. 34, I: 445-448.
- Lüdders, P., 1968. Der Einfluss jahreszeitlich unterschiedlicher Stickstoffversorgung auf das Wachstum von Apfelbäumen. Diss.Techn.Univ. Berlin: pp. 147.

- Lüne, P. van, 1972. Een vergelijking van methoden om stip in appels te bepalen. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 8-72: pp. 13.
- Mason, J.L. en B.G. Drought, 1975. Penetration of calcium into 'Spartan' apple fruits from a post-harvest calcium chloride dip. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 100: 413-415.
- Mulder, D., 1951. Stip in appels als cultuurverschijnsel. Meded.Dir.Tuinb. 14: 20-27.
- Oberly, G.H., 1973. Effect of 2,3,5-triiodobenzoic acid on bitter pit and calcium accumulation in 'Northern Spy' apples. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 98: 269-271.
- Oberly, G.H. en A.L. Kenworthy, 1961. Effect of mineral nutrition on the occurrence of bitter pit in Northern Spy apples. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 77: 29-34.
- Oud, P., 1972. Bemestingsadvies naar aanleiding van bladmonsters. De Fruitteelt 62: 388-391.
- Perring, M.A. en A.P. Preston, 1974. The effect of orchard factors on the chemical composition of apples III. Some effects of pruning and nitrogen application on Cox's Orange Pippin fruit. J.hort.Sci. 49: 85-93.
- Perring, M.A., 1976. Fruit composition and the prediction of storage disorders of apples. Rep. East Malling Res. Stn for 1975: 169-170.
- Plasse, J.B. van de, 1951. De houdbaarheid van Cox's Orange Pippin en haar gevoeligheid voor stip, in verband met de onderstam. De Fruitteelt 41: 575.
- Pouwer, A., 1974. Leaf analysis for prediction of bitter pit. Second discussion meeting on bitter pit in apples. Acta Hort. 45: 39-42.
- Pouwer, A. e.a., 1977. Het opstellen van bewaaradviezen voor appels. De Fruitteelt 67: 989-991.
- Scheer, H.A.Th. van der en J.P.A. van Dieren, 1977a. Schilstip bij appel. De Fruitteelt 67: 170-173.
- Scheer, H.A.Th. van der, 1977b. Dompelen van appels en peren na de pluk in chemicaliën ter bestrijding van schilsterfte, stip en rot. Proefstation voor de Fruitteelt, Intern Rapp. 1977: pp. 9.
- Schreven, A.C. van, 1960. Onderzoek over het optreden van stip in appels in 1958-'59. IBVT, Rapp. 1092: pp. 9.
- Schreven, A.C. van en G.P. van der Meer, 1956. Bewaarziektenonderzoek 1953-'56. IBVT, Rapp. 724: pp. 27.
- Schreven, A.C. van, J. van der Boon en A. Das, 1963. Bestrijding van stip in appels. De Fruitteelt 53: 786-788.
- Schreven, A.C. van, J. van der Boon en A. Das, 1964. Le bitter-pit du Cox's Orange Pippin et la composition minérale de la feuille et du fruit. Compte-Rendu du premier colloque européen sur le contrôle de la nutrition minérale et de la fertilisation en viticulture, arboriculture et autres cultures méditerranéennes, Montpellier 1964: pp. 8.
- Schumacher, R. en F. Fankhauser, 1964. Versuche mit Kalziumsalzen zur Bekämpfung der Stippigkeit. Schweiz.Zeitschr. für Obst- und Weinbau 73: 412-417 en 434-439.
- Schumacher, R. en F. Fankhauser, 1974. Stippebildung und Mineralstoffgehalt von Äpfeln in Abhängigkeit von ihrer Stellung in der Baumkrone. Schweiz.Landwirtsch.Forschung 13, 1/2: 353-364.
- Schumacher, R., F. Fankhauser en W. Stadler, 1974. Beeinflussung physiologischer Störungen durch Sommerschnitt und Calciumchlorid bei der Sorte Maigold. Schweiz.Zeitschr. für Obst- und Weinbau 110: 654-657.
- Schumacher, R., F. Fankhauser en W. Stadler, 1976. Versuche mit Calcium-

- chlorid, Antitranspiranten und Borsäure zur Verminderung der Stippebildung. Schweiz.Zeitschr. für Obst- und Weinbau 85: 300-304.
- Sharples, R.O., 1964. Cell characteristics of Cox's Orange Pippin apples from different orchards. Rep. East Malling Res. Stn for 1963: 143-148.
- Sharples, R.O., 1968. Fruit thinning effects on the development and storage quality of Cox's Orange Pippin apple fruit. J.hort.Sci. 43: 359-371.
- Sharples, R.O., 1971. Bitter pit on apple. Rep. East Malling Res. Stn for 1970: 163-167.
- Sharples, R.O. en A.H.M. Kirby, 1971. The relationship between different spray combinations of certain fungicides with calcium nitrate and the incidence of bitter pit and fungal diseases of apple. J.hort.Sci. 46: 333-346.
- Silbereisen, R., 1974. Untersuchungen über den triebartbedingten und zeitlichen Einfluss der Apfelblätter auf das Fruchtwachstum. Gartenbauwiss. 39: 201-223.
- Smock, R.M., 1941. Studies on bitter pit of the apple. Mem. 234. Cornell Univ.Agric.Exp.Stat.: pp. 45.
- Staden, O.L., 1974. Bestrijding van stip in appelen. Sprenger Instituut, Wageningen. Jaarverslag 1973: 78-79.
- Staden, O.L., W. Maas en J.E.A. Sloopman, 1977. Bestrijding van stip in Cox's Orange Pippin appels d.m.v. maatregelen na de oogst. Sprenger Instituut, Intern Rapp. no. 1992: pp. 10.
- Stuivenberg, J.H.M. van en A. Pouter, 1950. Onderzoek over de bestrijding van 'stip' bij Notarisappels. Meded.Dir.Tuinb. 13: 201-210.
- Terblance, J.H., J.H. Walters en P.J. Dempers, 1971. Laat kalsiumbespuitings kan nadelig wees. Die Sagtevrugteboer 21: 323-325.
- Tromp, J., 1977. Growth and mineral nutrition of apple fruits as affected by temperature and relative air humidity. Environmental Effects on Crop Physiology (redactie J.J. Landsberg en C.V. Cutting); Acad.Press, London: 101-116.
- Tromp, J. en J. Oele, 1972. Shoot growth and mineral composition of leaves and fruits of apple as affected by relative air humidity. Physiol.Plant 27: 253-258.
- Wieneke, J., 1974. Untersuchungen zur Translokation von ⁴⁵Ca im Apfelbaum. II Transport zur Frucht und Verteilung. Gartenbauwiss. 39: 57-67.
- Wiersum, L.K., 1966. Calcium content of fruits and storage tissues in relation to the mode of water supply. Acta Bot.Neerl. 15: 406-418.
- Zachariae, A. en G. Engel, 1977. Wirkung von Ca-Behandlungen bei Äpfeln in Groszkisten. Obstbau 2: 296-298.