

Mej. drs. A. C. van Schreven¹, ir. J. van der Boon² en A. Das²

Stip in appels

II. Verband tussen stip en de mineralen Ca, Mg en K

Inleiding

Het eerste artikel over stip werd besloten met de opmerking, dat de invloed van de mineralen Ca, Mg en K op het optreden van stip apart zou worden besproken [23]. Het eerder vermelde onderzoek van Garman en Mathis [12] toonde een verband aan tussen de $\frac{\text{Mg}}{\text{Ca}}$ - en $\frac{\text{K} + \text{Mg}}{\text{Ca}}$ - verhouding der vruchten en stip in Baldwin appels. Deze onderzoekers vonden verder dat door toediening van Ca-zouten het percentage stip kon worden verminderd, door bespuitingen met K- en Mg-verbindingen daarentegen kon worden verhoogd. Daar hiermee, na vele jaren van vrij vruchteloos onderzoek, eindelijk een mogelijkheid werd gevonden voor een bestrijding van deze ziekte, is het begrijpelijk dat deze proeven in verschillende landen werden herhaald en uitgebreid. Uit de volgende bespreking zal blijken dat zowel in het buiten- als binnenland de waarnemingen van Garman en Mathis werden bevestigd en aangevuld.

Onderzoek in het buitenland

Het werk van Garman en Mathis stimuleerde vooral het onderzoek in Nieuw-Zeeland en Australië. Askew c.s. [2, 3] deden in Nieuw-Zeeland proeven met verschillende acetaten bij Cox's Orange Pippin. Zij spotten slechts tweemaal in het seizoen. Verder voerden zij een uitgebreid chemisch onderzoek uit, zowel in de bladeren als in de vruchten. Uit hun proeven bleek dat in één van de drie gevallen de toediening van het Ca-acetaat het percentage stip duidelij-

lijk verminderde, terwijl door K- en Na-acetaat in alle gevallen een toeneming van stip werd waargenomen. Uit hun analyses concludeerden zij dat een hoge $\frac{\text{K}}{\text{Ca}}$ - verhouding in de vruchten en bladeren

samengaat met een grote gevoeligheid voor stip. Martin c.s. [18] voerden in Tasmanië twee jaar bespuitingen uit met K-, Mg- en Ca-nitraten en $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, die viermaal per seizoen in oplossingen van 0,1 n werden toegediend aan appelbomen (ras Cleopatra). Deze werden steeds voor de helft behandeld, terwijl de andere helft als controle diende. Zij vonden een duidelijke vermindering van het percentage stip door bespuiting met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, samengaande met een verhoging van het calciumgehalte van de vruchten. In een jaar met ernstige stipaantasting bleken de vruchten een zeer laag calciumgehalte te bezitten. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ beïnvloedde het percentage stip niet. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ deed de aantasting sterk toenemen, zonder dat de samenstelling der vruchten veranderde. KNO_3 had geen invloed op het optreden van stip, noch op de samenstelling van de vrucht. In 1961 berichtte Martin [16, 17] dat de voorgaande resultaten in het derde proefjaar werden bevestigd. Ook bij Democrat- en Cox's appels werd een vermindering van stip geconstateerd door bespuitingen met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Uit de beproeving van verschillende Ca-zouten bleek dat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ effec-

¹ Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuinbouwproducten te Wageningen.

² Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Groningen.

tiever was dan CaCl_2 en dat dit zout weer een grotere werkzaamheid had dan Ca-acetaat. Toevoeging van borax aan $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ had geen duidelijk resultaat. Toediening van NH_4 -zouten deed het percentage stip toenemen.

Baxter [4] vond in Victoria in drie seizoenen een vermindering van stip door Ca-besputtingen bij Cleopatra- en Granny Smith-appels van vier herkomsten. Hij spoot driemaal per seizoen met oplossingen die 2,5 en 5 g Ca per liter bevatten. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en CaCl_2 bleken effectiever te zijn dan Ca-acetaat. Vroege besputtingen verminderden alleen het percentage boomstip, latere waren nodig om ook het bewaarstip te onderdrukken. Borium toegevoegd aan de vroegste besputtingen had weinig resultaat.

Het Ca-gehalte der vruchten werd niet beïnvloed door de Ca-besputtingen en er werd geen enkel verband gevonden tussen het Ca-gehalte der vruchten en het optreden van stip. Kort voor de pluk uitgevoerde injecties met Ca-acetaat in de vruchten verminderden het optreden van stip, terwijl injecties van K-oxalaat en EDTA, beide verbindingen die calcium binden en ontoegankelijk maken voor de plant, het percentage stip verhoogden.

Ook Buchloh [5] verkreeg in Bonn in een eenjarig onderzoek een vermindering van stip bij James Grieve en Gold Pairmane door behandeling met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 1% (en zelfs 0,1%) en Ca-acetaat 1%, terwijl $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ niet of weinig werkzaam bleek te zijn.

Bünemann [7] vermeldde proeven in Hannover met een zeer stipgevoelige variëteit (Krügers Dickstiel), die viermaal in het seizoen van 1960 met 0,1 n oplossingen van K-, Mg- en Ca-acetaat werd bespoten. Het bleek dat toediening van het K- en vooral van het Mg-zout het percentage stip bij de oogst duidelijk en betrouwbaar deed toenemen, terwijl door Ca-acetaat het percentage stip weinig en niet betrouwbaar verminderde. Na de bewaring bleken de verschillen geen van alle meer betrouwbaar. De auteur had de indruk dat door besputting met Ca-acetaat het ontstaan van stip slechts tijdelijk werd vertraagd,

door K- en Mg-acetaat echter versneld tot uiting werd gebracht.

Wanneer wij het voorgaande samenvatten, blijkt dat onderzoek in Nieuw-Zeeland, Australië (Victoria en Tasmanië) en Duitsland de waarnemingen van Garman en Mathis bevestigde. Ca-giften deden inderdaad in het algemeen het percentage stip belangrijk dalen. De verschillende Ca-zouten waren echter niet even effectief; vooral $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ bleek zeer werkzaam. Terwijl in Nieuw-Zeeland een duidelijke verhoging van het percentage stip werd verkregen door toediening van een K-zout, werd dit in Tasmanië niet waargenomen. Hier werd vooral de ongunstige invloed van het magnesium vastgesteld.

Onderzoek in Nederland

A. Onderzoek volgens de proefplekkenmethode

Dit onderzoek werd aangevat voordat het werk van Garman en Mathis gepubliceerd was. Toentertijd was echter wel uit de literatuur gebleken [20] dat stip door verschillende auteurs in verband met de voeding werd gebracht, maar dat exacte gegevens, vooral met betrekking tot de samenstelling van de vrucht, spaarzaam waren. Daarom werd op het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Tuinbouwproducten te Wageningen begonnen met een proefplekkenonderzoek. Hierbij werden monsters appels à 100 kg van verschillende percelen opgeslagen in het koelhuis en na bewaring gecontroleerd op aantasting door stip. Bladeren onderaan de langloten werden eind juli tot begin augustus geoogst en geanalyseerd op hun N-, P-, K-, Mg- en Ca-gehalten. Van iedere partij appels werden bij de oogst 30 vruchten bemonsterd en op dezelfde voedingsbestanddelen onderzocht. Correlaties werden berekend tussen het optreden van stip en het gehalte aan deze voedingsstoffen of hun onderlinge verhouding. Door bepaling van vruchtdracht en vruchtgrootte kon ook het verband hiermee vastgesteld worden en kon zo nodig hun invloed worden geëlimineerd.

De N-, P-, K- en Mg-gehalten werden in de bladeren en vruchten volgens dezelfde, gebruikelijke methoden uitgevoerd. In het I.B.V.T.-rapport no. 724 [21] worden deze, met de verschillende modificaties, noodzakelijk voor de analyse van appelweefsel, beschreven.

Terwijl de calcium-bepaling in de bladeren weinig moeilijkheden opleverde, gaf zij in de vruchten niet altijd even goede uitkomsten. De oxalaatmethode, die voor de bepaling van calcium in de bladeren werd gebruikt, kon niet toegepast worden voor appelweefsel omdat hierin het calciumgehalte zeer laag is. In het laatste geval werd het calcium bepaald door gecombineerde titratie van Mg en Ca met EDTA en een buffertablet van Merck, die Eriochrom Schwartz T als indicator bevat. Hiervan werd het Mg-gehalte (bepaald met titaangeel) afgetrokken. Het bleek dat bij deze methode de bepalingfout voor calcium niet groot was, maar dat de bemonstering van de vruchten aan de bomen tot grote verschillen aanleiding kon geven.

In 1953 was uit oriënterende proeven gebleken dat appels met stip een zeer hoog kaliumgehalte kunnen hebben. In 1954 en 1955 werden resp. 22 en 23 monsters van Cox's Orange Pippin op M II en IV in het onderzoek betrokken, waarvan in 1955 alleen de samenstelling van de vrucht werd bepaald. In 1956 en 1958 werden Notarisappels op zaailing van 13 percelen onderzocht. Hoewel dit ras buitengewoon gevoelig is voor stip, werd in 1956 weinig aantasting aangetroffen. De resultaten van de correlatieberekeningen zijn samengevat in tabel 1. Voor de betrouwbare correlaties werden ook de waarden na uitschakeling van de invloed van de vruchtdracht berekend.

Bij beschouwing van tabel 1 blijkt dat met de dracht en de vruchtgrootte steeds een statistisch betrouwbare correlatie werd gevonden in die zin dat het percentage stip toenam naarmate de dracht slechter en de vruchten groter werden. Terwijl noch bij Cox, noch bij Notaris een duidelijk verband met de N- en P-gehalten in blad en vrucht werd gevonden, bleek

bij de Cox in beide jaren een zeer betrouwbare positieve correlatie te bestaan tussen het K-gehalte der vruchten en de aantasting door stip. Dit was indertijd oorzaak dat de kalium-invloed zeer belangrijk werd geacht. Het belang der $\frac{K}{Ca}$ -verhouding werd niet

onderkend of berekend, aan de ene kant doordat het calciumgehalte zeer klein is en de $\frac{K}{Ca}$ -verhouding dus

voornamelijk bepaald wordt door verschillen in het K-gehalte, aan de andere kant omdat de verschillen tengevolge van de monsternamen der vruchten zo groot werden bevonden, dat de verschillen in de Ca-gehalten dikwijls hierbinnen lagen.

Bij de Notarisappel werd echter geen betrouwbaar verband met het K-gehalte der bladeren of vruchten gevonden. De correlaties waren nog wel positief, maar te laag. Toen na kennisneming van het artikel van Garman en Mathis meer aandacht werd besteed aan het Ca in verband met het K en Mg, bleek bij beide rassen een betrouwbare of bijna betrouwbare correlatie te bestaan tussen de $\frac{K}{Ca}$ - en $\frac{K + Mg}{Ca}$ - verhouding in het blad en het optreden van stip.

Ditzelfde werd waargenomen voor de $\frac{K}{Ca}$ - en $\frac{K + Mg}{Ca}$ -verhouding in de vruchten in 3 van de

4 series. Wat de vruchten betreft blijft het bezwaar bestaan dat de fout in de Ca-bepaling door de monsternamen groot is. Ten aanzien van de Ca-bepaling in de bladeren geldt dit bezwaar niet.

Een duidelijk verband met het Ca-gehalte van de bladeren of vruchten werd niet gevonden.

Garman en Mathis vermelden dat ook de verhouding van calcium in de bladeren tot dat in de vruchten van belang zou zijn, in die zin dat bij een grotere verhouding meer stip zou optreden. Deze waarneming konden wij niet bevestigen, daar uit onze cijfers zelfs een negatief verband tussen de aan-

Tabel 1. Correlatie-coëfficiënten tussen het optreden van stip en de gehalten aan N, P, K, Mg en Ca in bladeren en vruchten

	Cox 1954 n = 22	Cox 1955 n = 23	Notaris 1956 n = 13	Notaris 1958 n = 13
Stip: N	+ 0.13		+ 0.13	+ 0.32
Stip: P	- 0.13		+ 0.49 (*)	- 0.13
Stip: K	+ 0.54*		+ 0.36	+ 0.39
Stip: Mg	- 0.62**		- 0.35	- 0.46
Stip: Ca	- 0.35		- 0.46	+ 0.13
Stip: $\frac{K}{Mg}$	+ 0.36		+ 0.36	+ 0.56*
Stip: $\frac{K}{Ca}$	+ 0.48*(+ 0.45(*)) ¹		+ 0.51(*)(+ 0.53(*)) ¹	+ 0.57*(+ 0.60*) ¹
Stip: $\frac{Ca}{Mg}$	- 0.35		- 0.17	+ 0.14
Stip: $\frac{K + Mg}{Ca}$	+ 0.48*(+ 0.45(*)) ¹		+ 0.52(*)(+ 0.54(*)) ¹	+ 0.59*(+ 0.61*) ¹
Stip: N	+ 0.47*(+ 0.35) ¹	+ 0.28	+ 0.06	+ 0.41
Stip: P	+ 0.61**(+ 0.47*) ¹	+ 0.27	- 0.01	+ 0.02
Stip: K	+ 0.82***(+ 0.80***) ¹	+ 0.74***	+ 0.17	+ 0.25
Stip: Mg	+ 0.58**	+ 0.51*	- 0.05	- 0.42
Stip: Ca	- 0.24	- 0.20	+ 0.20	- 0.65
Stip: $\frac{Mg}{Ca}$	+ 0.40(*)	+ 0.52*	- 0.16	+ 0.35
Stip: $\frac{K}{Ca}$	+ 0.53*(0.61**) ¹	+ 0.63**	+ 0.03	+ 0.49(*)(+ 0.46) ¹
Stip: $\frac{K + Mg}{Ca}$	+ 0.52*(+ 0.60**) ¹	+ 0.62**	+ 0.00	+ 0.54(*)(+ 0.52(*) ¹
Stip: $\frac{Ca - \text{blad}}{Ca - \text{vrucht}}$	- 0.20		- 0.34	- 0.16
Stip: vruchtgrootte	+ 0.65**		+ 0.73**	+ 0.56*
Stip: vruchtdracht	- 0.55**		- 0.56*	- 0.56*

¹ Gecorrigeerd op de vruchtdracht

(*) Betrouwbaar bij onbetrouwbaarheidsdrempel P = 0.10

* betrouwbaar bij onbetrouwbaarheidsdrempel P = 0.05

** betrouwbaar bij onbetrouwbaarheidsdrempel P = 0.01

*** betrouwbaar bij onbetrouwbaarheidsdrempel P = 0.001

tasting door stip en de verhouding van het calcium in blad en vrucht werd berekend.

Garman en Mathis hechten ook veel waarde aan de $\frac{\text{Mg}}{\text{Ca}}$ -verhouding in de vruchten in verband met stip en zagen dat een overmaat van Mg ten opzichte van Ca samengaat met een grote gevoeligheid voor stip. Uit tabel 1 blijkt echter alleen voor Cox dit verband te bestaan.

Wanneer men de resultaten van dit proefplekkenonderzoek overziet, blijken bij beide rassen samen alleen de $\frac{\text{K}}{\text{Ca}}$ - en $\frac{\text{K} + \text{Mg}}{\text{Ca}}$ -verhoudingen een aanwijzing te geven voor een zekere stipgevoeligheid. Ook Garman en Mathis [12] en Askew c.s. [2] beschouwen deze verhoudingen als belangrijk in verband met deze ziekte.

B. Resultaten van een bemestingsproef

In 1956 werd door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid een bemestingsproef met stikstof, kalium, calcium en magnesium aangelegd op een matig humushoudende zandgrond in Noord-Limburg. De boomgaard was beplant met 7 jaar oude Cox's Orange Pippin, Ellison's Orange en Jonathan, alle op M IV. Er werd bemest met 36 combinaties in tweevoud van de volgende hoeveelheden:

- 0-80-160 kg N/ha als kalkammonsalpeter,
- 0-200-400 kg K_2O /ha als zwavelzure kali,
- 0-128 kg MgO/ha als bitterzout,
- 0-795 kg CaO/ha als koolzure landbouwkalk (eenmaal gegeven).

Wegens het optreden van ernstig Mg-gebrek werd de Mg-bemesting opgevoerd tot 384 kg MgO per ha in 1959 en 1960. Eind 1957 was de pH-KCl door de bekalking opgelopen van 5.4 tot 5.6. Om de bomen van calcium te blijven voorzien zonder de pH van de grond nog meer te verhogen, werd in de winter van 1957/'58 1000 kg gips per ha gegeven en in de volgende winter 500 kg. Bij de oogst werd het

percentage boomstip per boom bepaald, terwijl in 1958 en 1960 de appels van de Cox-bomen op het I.B.V.T. werden bewaard bij 3-4°C. Van alle bomen werd de dracht geschat. Wanneer deze niet voldoende was, werden de appels van de betreffende bomen niet in de bewaarproef betrokken. In 1958 werden drie kisten à 15 kg per object bewaard, samengesteld uit mengmonsters van twee bomen. In 1960 werden 2 kisten à 12 kg per boom opgeslagen, elk samengesteld uit een mengmonster van de boom. Zo mogelijk werden per object 4 kisten bewaard, die dus afkomstig waren van twee bomen. In 1959 was er door vorstschade te weinig fruit en werd slechts het percentage boomstip bepaald. De stand van de Ellison's was zeer onregelmatig. Van dit ras werd in alle proefjaren alleen het percentage boomstip vastgesteld. De Jonathans vertoonden geen stip; dit ras is zeer resistent tegen deze ziekte.

Proefuitkomsten. De grootte van de appels nam door K-bemesting af en door Mg-bemesting toe. De invloed van de stikstofbemesting op de vruchtgrootte was gering en niet elk jaar gelijk. Ook de Ca-bemesting gaf niet steeds dezelfde resultaten. In 1960 werden voor Cox de correlaties tussen stip en vruchtgrootte en dracht bepaald. Het percentage stip nam betrouwbaar toe wanneer de vruchten groter werden ($r = +0.55^{**}$) en betrouwbaar af wanneer de dracht beter werd ($r = -0.68^{**}$). In 1960 werd bij de wiskundige bewerking der gegevens de invloed van vruchtdracht en vruchtgrootte geëlimineerd.

Kalium. Bij Cox's Orange Pippin nam in alle proefjaren zowel het boomstip als het bewaarstip door K-bemesting toe (tabel 2).

Bij de Ellison's werd bij het optreden van boomstip dezelfde tendens waargenomen (tabel 3).

Magnesium. Ten aanzien van het magnesiumgebrek in het blad werken kalium en magnesium antagonistisch. Dit blijkt echter niet het geval te zijn ten opzichte van de aantasting van de vrucht door stip. Door de bemesting met zowel magnesium als met

Tabel 2. Invloed van K-bemesting op het % stip bij Cox's Orange Pippin

Kg K ₂ O/ha:	0	200	400	Statistische betrouwbaarheid
Boomstip				
1958	8	9	13	—
1959	16	25	46	n.b.
1960	8	10	15	*
Bewaarstip				
1958	22	21	26	—
1960	13 ¹ (14) ²	22 ¹ (22) ²	22 ¹ (20) ²	*** ¹ ** ²

n.b. = niet berekend — = onbetrouwbaar

¹ gecorrigeerd op dracht ² gecorrigeerd op vruchtgrootte

Tabel 3. Invloed van de K-bemesting op het % boomstip bij Ellison's Orange

Kg K ₂ O/ha:	0	200	400	Statistische betrouwbaarheid
1956	5	4	7	—
1958	19	22	26	n.b.
1960	12	22	22	n.b.

Tabel 4. Invloed van Mg-bemesting op het % stip bij Cox's Orange Pippin

Kg MgO/ha:	1958	0	192	Statistische betrouwbaarheid
	1959	0	384	
Boomstip				
1958		10	11	—
1959		20	31	n.b.
1960		9	13	*
Bewaarstip				
1958		15	28	—
1960		13 ¹ (14) ²	25 ¹ (23) ²	**

kalium nam het percentage stip toe, ook als de invloed van de door de Mg-toediening toegenomen vruchtgrootte werd uitgeschakeld (tabel 4 en 5).

Calcium. De bemesting met calcium blijkt op dit proefveld het percentage stip in Cox's Orange Pippin te verminderen (tabel 6).

De resultaten voor de Ellison's zijn in tabel 7 gegeven.

Stikstof. De invloed van de stikstofbemesting was niet duidelijk (tabel 8), maar bleek in 1960 afhankelijk te zijn van de K-bemesting (tabel 9). Zonder kali en bij de laagste gift verminderde een bemesting met stikstof het percentage stip, terwijl bij de hoogste K-gift het percentage stip toenam door bemesting met stikstof.

Voor Cox's Orange Pippin werden de correlaties tussen de K-, Mg- en Ca-gehalten of verhoudingen tussen deze elementen in het blad en het optreden van stip berekend (tabel 10).

Uit deze berekeningen volgt dat op dit proefveld vooral het calcium van grote invloed is op het optreden van stip. Een laag calciumgehalte gaat samen met veel stip en de invloed van kalium en magnesium is eerst dan duidelijk als deze elementen in hun verhouding tot calcium worden beschouwd. Extrapolatie van de regressielijnen voorspelt, dat bij een gehalte groter dan 1,9% CaO, een K₂O/CaO-verhouding kleiner dan 0,8 en een CaO/MgO-verhouding groter dan 11 de condities op dit proefveld zodanig zijn dat geen stip meer optreedt.

De resultaten van dit proefveld bevestigen wederom de waarnemingen van Garman en Mathis dat de gevoeligheid voor stip nauw samenhangt met het gehalte aan K, Mg en Ca en dat hierbij K en Mg tegengesteld werken aan Ca.

C. Bespuitingsproeven

In 1959 en op meer uitgebreide schaal in 1960 werden door het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid op

Tabel 5. Invloed van Mg-bemesting op het % boomstip bij Ellison's Orange

Kg MgO/ha:	1956	0	128	Statistische betrouwbaarheid
	1958	0	192	
	1960	0	384	
1956	5,4	5,5	—	
1958	19	26	n.b.	
1960	14	24	n.b.	

Tabel 6. Invloed van Ca-bemesting op het % stip bij Cox's Orange Pippin

Kg CaO/ha:	1958	0	795	Statistische betrouwbaarheid
	1959	0	310	
	1960	0	155	
Boomstip				
1958	13	7	*	
1959	31	23	n.b.	
1960	12	10	—	
Bewaarstip				
1958	21	23		
1960	22 ¹ (22) ²	15 ¹ (16) ²	**1 **2	

Tabel 7. Invloed van Ca-bemesting op het % boomstip bij Ellison's Orange

Kg CaO/ha:	1956	0	795	Statistische betrouwbaarheid
	1958	0	310	
	1960	0	155	
1956	5	6	—	
1958	24	21	n.b.	
1960	20	17	n.b.	

Tabel 8. Invloed van N-bemesting op het % stip bij Cox's Orange Pippin

Kg N/ha	0	80	160	Statistische betrouwbaarheid
Boomstip				
1958	9	12	10	—
1959	27	27	23	n.b.
1960	14	10	9	*
Bewaarstip				
1958	18	31	23	—
1960	22	21	18	—

Tabel 9. Invloed van N-bemesting bij toenemende K-voorziening op het % stip bij Cox's Orange Pippin (cijfers gecorrigeerd op dracht, statistisch betrouwbare NK-interactie bij onbetrouwbaarheidsdrempel P = 0.05)

	K 0	K 1	K 2
N 0	17	25	17
N 1	13	24	19
N 2	9	17	29

het terrein van de onder B beschreven bemestingsproef bespuitingen uitgevoerd met 1% calciumlactaat op Cox's Orange Pippin. In 1958 werd slechts tweemaal (op 9/6 en 14/7), in 1960 vijfmaal (op 11/6, 8/7, 11/7, 4/8 en 23/8) gespoten. In het laatste jaar werd per boom per bespuiting ± 5 liter vloeistof gebruikt, zodat per boom in totaal $\pm 32,5$ g calcium werd toegediend. In beide jaren bleek het percentage stip verlaagd te worden door bespuitingen met calciumlactaat.

Bij vergelijking van de tabellen 6 en 11 krijgt men de indruk dat de bespuitingen met calciumlactaat het

Tabel 10. Correlatie-coëfficiënten tussen het K₂O-, MgO- en CaO-gehalte in het blad of verhoudingen tussen deze elementen en het optreden van stip bij Cox's Orange Pippin in 1960

	r	Regressie-coëfficiënt M	Waarde van x bij afwezigheid van stip
Voor percentage boomstip			
K ₂ O	+0.26(*)	+ 5.2	0.7
CaO	-0.60***	-19.6	1.7
MgO	+0.05		
K ₂ O/MgO	+0.03		
K ₂ O/CaO	+0.65***	+ 7.4	1.1
CaO/MgO	-0.31*	- 1.4	11.4
Voor percentage bewaarstip			
K ₂ O	+0.23		
CaO	-0.42*	-25.5	2.0
MgO	+0.11		
K ₂ O/MgO	-0.05		
K ₂ O/CaO	+0.47**	+10.6	0.6
CaO/MgO	-0.27(*)	- 2.3	12.5

Tabel 11. Invloed van bespuitingen met calciumlactaat (1 %) op het % stip bij Cox's Orange Pippin

% boomstip			Aantal bomen per behandeling	Statist. betr.	% bewaarstip		Aantal bomen per behandeling	Statist. betr.
besp.	onbesp.				besp.	onbesp.		
1959	20	48	3	n.b.	—	—	—	—
1960	4	12	22	**	7	21	6	*

stip meer hebben onderdrukt dan de bemesting met kalk en gips.

Uit de bespuitingsproeven bleek verder duidelijk dat de ongunstige werking van de K-bemesting veel sterker was bij de niet met calciumlactaat bespoten bomen (tabel 12).

De bespuitingsproeven met calciumlactaat bevestigden wederom de waarnemingen van Garman en Mathis, dat door toediening van Ca-zouten het percentage stip kan worden verminderd.

Ten slotte wordt in dit verband nog het werk van Gerritsen [13] genoemd. Deze onderzoeker vond evenals Garman en Mathis [12] en Martin c.s. [17] dat spuiten met een Mg-verbinding het percentage stip verhoogt.

Tabel 12. Invloed van K-bemesting op het % stip bij wel en niet met calciumlactaat bespoten bomen (P = 0.1)

Kg K ₂ O/ha:	100	150	200	250	300
Bespoten bomen	0,6	4,5	3,9	3,7	5,2
Onbespoten bomen	1,0	4,7	11,7	10,8	17,0

Nabespreking

De gunstige werking van Ca-besputtingen en, zij het in mindere mate, ook van een Ca-bemesting tegen stip wekt de indruk dat er bij deze ziekte sprake is van Ca-gebrek. Inderdaad wordt door verschillende onderzoekers in appels van eenzelfde partij in de door stip aangetaste vruchten minder calcium gevonden dan in de gezonde appels [6, 10, 11, 12, 17]. Anderen kunnen dit echter niet aantonen [3, eigen werk]. Zoals reeds werd opgemerkt kunnen hier echter moeilijkheden in de bepalingsmethode wel de oorzaak zijn van het verschil in de uitkomsten. Bovendien is het aantal analyses dat werd uitgevoerd, vrij gering. Meer werk op dit gebied is dan ook noodzakelijk.

Het feit dat K- en Mg-toedieningen meer stip doen ontstaan en hoge $\frac{K + Mg}{Ca}$, $\frac{Mg}{Ca}$ - en $\frac{K}{Ca}$ -verhoudingen samengaan met een grote gevoeligheid voor stip, kan er op wijzen dat ook bij een relatief Ca-tekort stip optreedt.

Alle functies van het calcium in het plantaardig organisme zijn zeker niet bekend, maar algemeen wordt aangenomen dat dit element van belang is voor de opbouw der celwanden en dat het samen met K en Mg van invloed is op de zwellingstoestand van het protoplasma en hierdoor op de waterhuishouding. De regelmatig terugkerende hypothese dat stip en moeilijkheden in de waterhuishouding samengaan, zou in het voorgaande een zekere bevestiging kunnen vinden. Het feit dat het verschijnsel van stip begint met een desorganisatie der celwanden [9, 15], zou mede kunnen pleiten voor de mogelijkheid dat stip samenhangt met Ca-gebrek.

In de literatuur wordt ook gewezen op de mogelijkheid dat stip zou kunnen ontstaan tengevolge van een toxische werking van een overmaat van Mg [14]. Men is hiertoe gekomen doordat in stipplekken de $\frac{Mg}{Ca}$ -verhouding zeer sterk blijkt toegenomen te zijn, voornamelijk door een verhoging van het Mg-

gehalte [3, 6, 12]. O.i. moet men echter zeer voorzichtig zijn met het baseren van conclusies op analyses van necrotisch weefsel, daar niet meer is na te gaan welke bestanddelen door de gezonde cellen zijn geresorbeerd. Het feit dat Mg-toediening meer nog dan K-giften het percentage stip kan doen toenemen, zelfs op terreinen waar Mg-gebrek heerst, is voor de praktijk van belang. Mg-besputtingen worden immers veelvuldig uitgevoerd en het is niet denkbeeldig dat hierdoor de gevoeligheid voor stip op de betreffende percelen wordt vergroot. Vreemd is dat de invloed van de Mg-toediening op de samenstelling der vruchten niet altijd duidelijk is [17]. Ook hier geldt echter dat veel te weinig analyses zijn uitgevoerd en dat ook in dit geval het geringe gehalte aan Mg in de vruchten een zeer nauwkeurige microbepaling vereist. Na het vele tegenstrijdige dat in verband met stip is gepubliceerd, is het zeer verheugend te kunnen constateren dat zowel in het buiten- als het binnenland eenstemmigheid heerst over de invloed van Ca, K en Mg op het optreden van deze ziekte. Met de invloed van de pluktijd (te vroeg plukken veroorzaakt in het algemeen meer stip [23] en die van de vruchtgrootte (grote vruchten vertonen in de regel meer stip dan kleinere [23]) hebben wij nu drie factoren in handen die een duidelijk en algemeen aanvaard verband met stip vertonen. De samenhang hiertussen is echter niet eenvoudig. Terwijl grotere vruchten een lager Ca-gehalte bezitten dan kleinere [24, 25] en een

grotere $\frac{K}{Ca}$ -verhouding vertonen, is dit bij vroeger

geplukte appels in vergelijking tot later geoogste vruchten zeker niet het geval. De vroegst geplukte appels hebben juist een hoger Ca-gehalte en een

kleinere en daardoor gunstiger $\frac{K + Mg}{Ca}$ -verhou-

ding dan de later geoogste [1, 19, 21]. Wij moeten dus aannemen dat hier behalve een ongunstige minerale verhouding, blijkbaar nog een andere oorzaak het optreden van stip bepaalt. Wellicht zijn onrijpe vruchten gevoeliger voor de schok in de waterhuis-

houding die optreedt tengevolge van de pluk, omdat, zoals Carne [8] aanneemt, hierin nog omzettingen van zetmeel plaatsvinden.

Ook Baxter [4] komt op grond van zijn proeven tot de conclusie dat behalve de minerale samenstelling, nog een andere oorzaak nodig is om stip te doen ontstaan. Door injectie met EDTA, dat calcium bindt, krijgt de vrucht wel stip wanneer dit voor de oogst gebeurt, echter niet als de appels na de oogst op deze wijze worden behandeld. In voor stip gevoelige vruchten moet dus blijkbaar door een tweede proces de ziekte tot uiting worden gebracht. Ook Baxter meent dat de waterhuishouding een rol zou kunnen spelen.

Het is duidelijk dat nog vee fysiologisch werk moet worden uitgevoerd, voordat de diepere oorzaken van stip zullen zijn gevonden. Voor de praktijk is het echter van het grootste belang om zo snel mogelijk vast te stellen op welke wijze het meeste profijt zal kunnen worden getrokken van Ca-besputtingen. Dit houdt in dat zal moeten worden onderzocht of zij op alle bodemtypen nuttig zijn, welke verbindingen het meest effectief zijn en hoe vaak en wanneer gespoten moet worden. Besputtingsproeven met Mg en K moeten hiernaast worden uitgevoerd en vooral de invloed van Mg moet noodzakelijk opnieuw worden onderzocht.

Samenvatting

De resultaten van het hiervoor besproken buitenlandse en binnenlandse onderzoek naar de invloed van K, Mg en Ca op het optreden van stip in appels kunnen aldus worden samengevat:

1. Het is duidelijk dat K, Mg en Ca een zeer belangrijke rol spelen bij de predispositie voor stip. Uit onderzoek van Garman, Mathis en Askew c.s. en eigen werk blijkt dat vooral de verhoudingen van K en Mg ten opzichte van Ca zekere aanwijzingen geven voor de gevoeligheid voor deze ziekte. Een hoge

$\frac{K}{Ca}$, $\frac{K + Mg}{Ca}$ en $\frac{Mg}{Ca}$ -verhouding in de bladeren en vruchten wijst op een grote gevoeligheid.

2. Besputtingen met K-zouten en vooral Mg-verbindingen doen in het algemeen het percentage stip toenemen. Op een proefveld in Nederland gaf een bemesting met K en Mg dezelfde invloed te zien. Ook Na- en NH_4 -verbindingen kunnen het percentage stip verhogen. Ca-zouten verminderen daarentegen het optreden van stip, vooral als besputting toegediend. $Ca(NO_3)_2$ en $CaCl_2$ zijn effectiever dan Ca-acetaat, wat waarschijnlijk samenhangt met een verschil in hygroscopiteit; $Ca(H_2PO_4)_2$ verlaagt het percentage stip nauwelijks, wellicht doordat gemakkelijk onoplosbaar $Ca_3(PO_4)_2$ ontstaat. In Nederland bleek Ca-lactaat het optreden van stip eveneens te verminderen.

3. De invloed van de besputtingsmiddelen op de samenstelling der vruchten is niet steeds duidelijk. Niet altijd wordt een verhoging van het calciumgehalte der vruchten gevonden na besputting met een calciumzout. Ook Mg-besputtingen, resulterend in veel meer stip, blijken het magnesium- of het calciumgehalte van de vrucht niet steeds te beïnvloeden. Daar magnesium en calcium in zeer geringe hoeveelheden in de vruchten voorkomen, is het echter niet ondenkbaar dat moeilijkheden bij de bepalingsmethoden de uitkomsten kunnen vertroebelen.

Uit de nabespreking komt onder andere naar voren dat, ondanks controversen op vele andere punten in de literatuur, grote overeenstemming bestaat over de invloed van de voorziening der mineralen K, Mg en Ca, de pluktijd en de vruchtgrootte op het optreden van stip.

Het verband hiertussen blijkt echter niet eenvoudig te zijn. Grotere vruchten, die gevoeliger zijn voor stip, hebben inderdaad ook een lager Ca-gehalte en een hogere $\frac{K}{Ca}$ -verhouding dan kleinere. Bij vroeg

geogste appels, die meer neigen tot stip dan wanneer zij op een later tijdstip geplukt zijn, is in vergelijking tot de later geplukte vruchten juist het omgekeerde het geval. Dit wijst erop dat, behalve de minerale voeding, nog een andere factor bepalend is voor het optreden van stip.

Literatuur

1. Askew, H. O., E. T. Chittenden, R. C. Monk and J. Watson: *Chemical investigations on bitter pit of apples. I. Physical and chemical changes in leaves and fruits of Cox's Orange variety during the season.* N.Z.J. agr. Res. 2 (1959) 1167-1186.
2. Askew, H. O., E. T. Chittenden, R. C. Monk and J. Watson: *Chemical investigations on bitter pit of apples. II. The effect of supplementary mineral sprays on incidence of pitting and on chemical composition of Cox's Orange fruit and leaves.* N.Z.J. agr. Res. 3. (1960) 141-168.
3. Askew, H. O., E. T. Chittenden, R. C. Monk and J. Watson: *Chemical investigations on bitter pit in apples. III. Chemical composition of affected and neighbouring healthy tissues.* N.Z.J. agr. Res. 3. (1960) 169-178.
4. Baxter, P.: *Bitter pit of apples. Effect of calcium sprays.* J. Agr. 58. (1960) 801-811.
5. Buchloh, G.: *Entstehung und Verhinderung der Stippigkeit bei Äpfeln.* Erwerbs Obstbau 12 (1960) 227-229.
6. Bünnemann, G.: *Zusammenhänge zwischen N- und Kationengehalt und Auftreten von Stippigkeit bei Äpfeln verschiedener Sorten und Herkünfte.* Gartenb. Wiss. 24 (1959) 330-333.
7. Bünnemann, G.: *Bitter pit research on the basis of the nutrient hypothesis.* Colloque sur l'Entreposage de Fruits et Légumes, Wageningen. Pays Bas 1961. Ann. Bull. de l'Inst. int. du froid 1962.
8. Carne, W. M., H. A. Pittman and H. G. Elliot: *Bitter pit in Australia.* J. C.S.I.R. Bull. no. 41 (1929) 1-101.
9. Carré, M. H. and A. S. Horne: *An investigation of the behaviour of pectic materials in apples and other plant tissues.* Ann. Bot. 41. (1927) 193-237.
10. Delong, W. A.: *Variations in the chief ash constituents of apples affected with blotchy cork.* Plant Physiol. 11 (1936) 453-456.
11. Delong, W. A.: *Calcium and boron contents of the apple fruit as related to the incidence of blotchy cork.* Plant Physiol. 12 (1937) 553-556.
12. Garman, P. and W. T. Mathis: *Studies of mineral balance as related to occurrence of Baldwin spot in Connecticut.* Conn. agr. exp. Stat. Bull. no. 601 (1956) 5-19.
13. Gerritsen, J. D.: *Stip en bespuiting met meststoffen.* Fruitteelt 50 (1960) 467.
14. Hilkenbäumer, F., G. Buchloh und A. Zachariae: *Zur Ätiologie der Stippigkeit von Äpfelfrüchten.* Angew. Bot. 34 (1960) 38-45.
14. McArthur, M.: *Histology of some physiological disorders of the apple fruit.* Can. J. Res 18. Sect. C. (1940) 26-34.
16. Martin, D.: *Bitter pit 1935-1959.* Colloque sur l'Entreposage de Fruits et Légumes, Wageningen. Pays Bas 1961. Ann. Bull. l'Inst. int. du foid. 1962.
17. Martin, D. and T. L. Lewis: *Bitter pit.* Colloque sur l'Entreposage de Fruits et Légumes, Wageningen. Pays Bas 1961. Ann. Bull. l'Inst. int. du foid, 1962.
18. Martin, D., T. L. Lewis and J. Cerny: *Bitter pit in the apple variety Cleopatra in Tasmania in relation to calcium and magnesium.* Aus J. agr. Res. 11 (1960) 742-749.
19. Rogers, B. L. and L. P. Batjer: *Seasonal trends of six nutrient elements in the flesh of Winesap and Delicious apple fruits.* Proc. Am. Soc. hort. Sci. 63 (1954) 67-73.
20. Schreven, A. C. van: *Samenvattend literatuuroverzicht van stip en daarmee verband houdende factoren.* I.B.V.T.-rapport no. 490 (1953).
21. Schreven, A. C. van: *Bewaarziektenonderzoek 1953-1956.* I.B.V.T.-rapport no. 724 (1956).
22. Schreven, A. C. van: *Onderzoek over het optreden van stip bij appels in 1956.* I.B.V.T.-rapport no. 898 (1957).
23. Schreven, A. C. van en J. van der Boon: *Stip in appels. I. Literatuuroverzicht.* Meded. Dir. Tuinbouw. 25 (1962) 2: 87-92.
24. Wilkinson, B. C.: *The effect of orchard factors in the chemical composition of apples. I. Some effects of manurial treatment and of grass.* J. Hort. Sci. 32 (1957) 74-84.
25. Wilkinson, B. C. and M. A. Perring: *Variation in mineral composition of Cox's Orange Pippin apples.* J. Sci. Food and Agr. 12 (1961) 75-80.

Summaries

Bitter pit in apples. I. Survey of literature – Miss A. C. van Schreven, Institute for Research on Storage and Processing of Horticultural Produce at Wageningen, and J. van der Boon, Institute for Soil Fertility Research at Groningen. Page 87.

A survey is given of the outcome of nearly 100 years of research into the causes of bitter pit in apples. The following conclusions may be drawn from the often contradictory results of the experiments.

In some years bitter pit occurs frequently, in others but rarely. A close correlation with certain types of weather conditions has not been established.

Loose-flesh varieties are particularly susceptible. Early picking increases the liability of bitter pit. Large apples are more susceptible than smaller ones and all factors which tend to increase the size of the fruit such as poor fructification, thinning, pruning, excessive maturing also on the whole increase the susceptibility to bitter pit.

Some orchards will always supply apples susceptible to bitter pit, whereas others will yield fruit of good keeping quality.

As the storage conditions exercise no noticeable influence, the disease is attributed to unfavourable circumstances during the growth, either as a result of a poor water control or the unbalanced supply of plant nutrients, or a combination of both. As far as the water control is concerned it has appeared that a moderate regular water supply is most favourable, whereas an excessive supply of water, especially towards the end of the period of growth, tends to increase the susceptibility to bitter pit.

As far as plant nutrients are concerned it can be said that experiments carried out in connection with the effect of boron have produced contradictory results. An excessive application of nitrogen would seem to increase the incidence of the bitter pit only indirectly, while recent research both at home and abroad indicates that mineral constituents, and calcium in particular, play an important part in the occurrence of this disease. For this reason the relationships between the mineral nutrition and bitter pit will be discussed in a subsequent article.

Bitter pit in apples. II. Relation between bitter pit and the minerals Ca, Mg and K – Miss A. C. van Schreven, Institute for Research on Storage and Processing of Horticultural Produce at Wageningen, J. van der Boon and A. Das, Institute for Soil Fertility Research at Groningen. Page 181.

1. K, Mg and Ca play a large part in the predisposition to bitter pit. Investigations by Garman, Mathis and Askew and others and our own investigations have shown that the relations of K and Mg to Ca in particular give certain indications as to the sensitiveness to this disease.

A high $\frac{K}{Ca}$ -, $\frac{K + Mg}{Ca}$ -, and $\frac{Mg}{Ca}$ -ratio in the leaves and the fruits is indicative of great sensitiveness.

2. Sprayings with K-salts and Mg-compounds in particular, generally increase the percentage of bitter pit. On an experimental field in the Netherlands fertilization with K and Mg had the same effect. The percentage of bitter pit can also be increased by Na- and NH_4 -compounds. Ca-salts, however, decrease the occurrence of bitter pit, especially if they have been sprayed. $Ca(NO_3)_2$ and $CaCl_2$ are more effective than Ca-acetate, which is probably due to a difference in hygroscopicity; $Ca(H_2PO_4)_2$ hardly reduces the percentages of bitter pit, probably because of the existence of easily formed not soluble $Ca_3(PO_4)_2$. In the Netherlands Ca-lactate also decreased the occurrence of bitter pit.

3. The effect of sprays on the composition of the fruits is not always clear. An increase of the calcium content in fruit is not always found after calcium salt has been sprayed. Mg-sprayings, too, resulting in much more bitter pit, do not always seem to affect the magnesium and the calcium content of the fruit. As magnesium and calcium are found in the fruits in very small quantities, it is not inconceivable that difficulties in the method of determination may unfavourably affect the results.

In literature on the subject there seems to be perfect agreement on the combined influence of the minerals K, Mg and Ca, the picking time and the fruit size on the occurrence of bitter pit.

The relation between these three factors seems to be far from simple, however. Larger fruits are more sensitive to bitter pit and have indeed a lower Ca-content and a

higher $\frac{K}{Ca}$ -relation than smaller ones. With apples,

which are harvested early and more sensitive to bitter pit than when picked later, the reverse is true, as compared with those picked later. Thus it would seem that, besides mineral treatment, another factor is decisive for the occurrence of bitter pit.