

CODEN: IBBRAH (8-81) 1-61 (1981)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 8-81

INVLOED VAN BEKALKING VAN RIVIERKLEI MET CALCIUMCARBONAAT EN CALCIUM-
SULFAAT, IN COMBINATIE MET IJZER, MANGAAN EN BORNIUM, OP HET OPTREDEN VAN
STIP EN ZACHT BIJ COX'S ORANGE PIPPIN APPELS

*With a summary: Effect of liming river clay with calcium carbonate and
calcium sulfate, in combination with iron, manganese and boron, on the
incidence of bitter pit and breakdown in cox's orange pippin apples*

door

P. VAN LUNE

1981

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003,
9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 8-81 (1981) 61 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Methode van onderzoek	6
2.1. Potproef	6
2.2. Analyse bladeren en vruchten	11
2.3. Analyse grond	11
3. Resultaten	12
3.1. Analyse grond	14
3.2. Invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de bladeren	29
3.3. Invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de omstreeks half juli bemonsterde vruchten	29
3.4. Invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de omstreeks half september bemonsterde vruchten	43
3.5. Invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de vruchten	44
3.6. Verband tussen de invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de vruchten en op de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten	49
4. Discussie	50
5. Samenvatting	54
6. Summary	56
7. Literatuur	58

1. INLEIDING

Het optreden van stip in appels betekent nog steeds een schadepost voor de fruittelers. Deze niet-parasitaire (fysiologische) ziekte wordt gekenmerkt door vlak onder de schil liggende bruine necrotische vlekjes. Bij ernstige aantasting door stip kunnen de bruine vlekken tot aan het klokhuis in het vruchtvlees voorkomen. De symptomen treden vooral aan de neuskant van de appel op. Stip kan reeds voorkomen bij appels aan de boom, maar ontstaat gewoonlijk tijdens bewaring van de vruchten. Bij de fysiologische ziekte zacht is de vrucht bruin en melig, eerst pleksgewijs maar bij langer bewaren wordt de gehele appel aangetast. Partijen appels die gevoelig zijn voor stip zijn dat gewoonlijk ook voor zacht.

Bij het optreden van stip speelt calcium een centrale rol (Martin *et al.*, 1975). Er wordt verondersteld dat calcium o.a. door de stabiliserende invloed op de permeabiliteit van celmembranen (Van Goor, 1968; Bangerth, 1974) stip en zacht terugdringt. De gevoeligheid van vruchten voor ziekten als stip en zacht is gedeeltelijk te verklaren uit het typische opnamepatroon van calcium door vruchten in vergelijking met dat van andere hoofdelementen zoals kalium. In het begin van de vruchtgroei, tot een gewicht van ± 30 gram, stijgt de hoeveelheid calcium per vrucht namelijk sterker dan daarna (Wilkinson, 1968 ; Quinlan, 1969; Van Goor, 1971a; Van Goor, 1971b). De sterkere opname van calcium door appels bij het begin van de vruchtgroei blijkt ook uit proeven van Millikan (1971) en Ford & Quinlan (1979) die bij toevoeging van ^{45}Ca aan het wortelmedium enige weken of ± 12 weken na de bloei van appelbomen alleen bij de eerste toevoeging een accumulatie van ^{45}Ca in de vruchten vonden. Het specifieke opnamepatroon van calcium door de vrucht wordt veroorzaakt door het feit dat de vruchten calcium eerst voornamelijk via de "calcium-rijke" houtvatenstroom vanuit de wortels van de boom opnemen en daarna, als de gevormde bladeren voldoende koolhydraten produceren, door de "calcium-arme" zeefvatenstroom vanuit de bladeren (Wiersum, 1966).

Om appels van een goede kwaliteit te verkrijgen is het noodzakelijk om tijdens de teelt hiervan voor een optimale voedingstoestand van de vruchten te zorgen omdat andere ionen, vooral kalium en magnesium,

waarschijnlijk een concurrerende werking op de calciumhuishouding in de vrucht uitoefenen.

In principe kan de bestrijding van stip op twee manieren voorgesteld worden, nl. door bespuiting van het bovengrondse gewas, vooral de vruchten, met een calciumzout, of bemesting van de grond met een calciumzout. Bespuiting van de bomen tijdens de groei van de appels met een oplossing van calciumnitraat of calciumchloride geeft een aanzienlijke vermindering van het optreden van stip (Chittenden *et al.*, 1969; Sharples & Little, 1970; Van Goor, 1971a; Fochessati *et al.*, 1977; Van der Boon, 1980a; Delver, 1980). Om het calciumgehalte in de vruchten te verhogen door de bespuitingen is het wel noodzakelijk dat de spuitvloeistof op de vruchten komt (Schumacher *et al.*, 1966). Het meermalen spuiten met een calciumzout is voor de praktijk bewerkelijk. Het zou eenvoudiger zijn om stip te bestrijden door een jaarlijkse bemesting van de grond met een calciumzout. De voornaamste mogelijkheid om de calciumtoevoer naar de wortel te verbeteren is bemesting met calciumcarbonaat en calciumsulfaat en vermindering van de kaliumtoevoer. Schumacher & Fankhauser (1968) en Van der Boon (1980b) kregen bij bekalking van zandgrond met calciumcarbonaat enige vermindering van het optreden van stip; indien tevens calciumsulfaat toegediend werd, was het effect sterker (Van der Boon, 1980a; Van der Boon, 1980b). Poonia & Bhumbra (1973) vonden ook dat de beschikbaarheid van calcium voor de plant groter was bij toevoeging van calciumsulfaat aan de grond dan bij toevoeging van calciumcarbonaat. Bekalking van kleigrond had echter geen invloed op het optreden van stip (Schumacher & Fankhauser, 1968), toevoegen van gips + kalksalpeter aan kleigrond evenmin (Van der Boon *et al.*, 1963). Sadowski & Świdarska (1977) vonden bij toevoeging van verschillende calciumverbindingen aan een zure, lemige grond alleen een significante afname van het percentage stip in appels in de jaren met een hoge opbrengst bij een hoge stikstof- en kaliumvoeding. Bij bekalking van de grond neemt de beschikbaarheid van een aantal spoorelementen, zoals mangaan, ijzer, zink en koper, voor de plant af (Mitchell, 1954-1955; Rivenbark, 1961; Reimann, 1962; Lakanen & Vuorinen, 1963; Tölgyesi, 1964; Hegwood, 1972; Juo & Uzu, 1977; Osman *et al.*, 1978; Dahiya & Singh, 1980). Mogelijk is het effect van bekalking op de beschikbaarheid van spoorelementen voor de plant van invloed op het optreden van stip in appels. Over de invloed van bekalking van kleigrond, in combinatie

met spoorelementvoeding, op het optreden van stip bij appel is weinig bekend. Daarom werd in een potproef onderzocht wat de invloed van bekalking van rivierklei met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat, in combinatie met toediening van ijzer, mangaan en borium, is op het optreden van stip en zacht bij Cox's Orange Pippin.

2. METHODE VAN ONDERZOEK

2.1. Potproef

Op 21 april 1969 werden ± tweejarige Cox's Orange Pippin appelbomen op onderstam M.IX in eternieten vaten met een diameter van 50 cm en een hoogte van 70 cm (oppervlakte bovenkant 0,196 m² en inhoud 0,118 m³ geplant. De bomen werden gesnoeid op drie gesteltakken en een harttak. Als basisgrond werd rivierklei, van de laag van 5-20 cm, van een perceel van de heer A. van Teefelen te Lithoijen genomen. De samenstelling van de grond was als volgt: 16,8% slib (< 16 µm), 49,1% grof zand, 80,9% totaal zand, 2,3% humus en 0,03% CaCO₃.

Er werden zes objecten met twaalf herhalingen aangelegd. De objecten waren:

- I. Onbehandeld, pH-KCl in de grond ± 5,5.
- II. Bekalking met calciumcarbonaat tot pH-KCl 6,5.
- III. Bekalking met calciumcarbonaat tot pH-KCl 7,4.
- IV. Bekalking met dezelfde hoeveelheid calciumcarbonaat als bij object III + extra gift calciumsulfaat.

De objecten III en IV werden onderverdeeld in A (toediening van ijzer, mangaan en borium) en B (geen toediening van deze spoorelementen).

De toediening van de spoorelementen aan object III A en IV A vond als volgt plaats:

- a) Vlak voor de bloei van de bomen bespuiting met 0,1% borax + 0,05% uitvloeier.
- b) Omstreeks begin juni 6 g FeEDDHA per pot in de eerste drie jaren en in de volgende jaren 1,5 g FeEDDHA per pot.
- c) Omstreeks begin juni, juli en augustus bespuiting met 2% MnSO₄.H₂O + 0,05% uitvloeier in de eerste drie jaren. In 1972 werden geen bespuitingen met MnSO₄.H₂O uitgevoerd. Omstreeks begin juni en augustus bespuiting met 2% MnSO₄.H₂O + 0,05% uitvloeier in 1973 en in de volgende jaren met 0,2% MnSO₄.H₂O + 0,05% uitvloeier. Abusievelijk werd in een aantal jaren met een te hoge concentratie aan MnSO₄.H₂O bespoten (normaal wordt een concentratie van 0,2% gebruikt voor

bespuiting en een concentratie van 2% voor verneveling).

De potten werden met 166 kg grond gevuld in lagen van 15 l. De grond werd ingestampt en de bovenlaagjes werden steeds losgekrabd. In de 4 cm dikke grindlaag onderin de pot werd een drain met een vrije uitgang naar buiten aangelegd. Op 38 cm vanaf de bovenrand werd nog een drain aangelegd om ook middenin de pot water te kunnen geven.

Als basisbemesting werd bij het vullen van de potten per pot gegeven: alle objecten 12,3 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 3,48 g $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, 18,18 g K_2SO_4 en 3,95 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; object I 23,58 g CaCO_3 , object II 141,58 g CaCO_3 , object III 590 g CaCO_3 , object IV 590 g CaCO_3 en 236 g $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

De potten werden buiten geplaatst in rijen van 12 potten met een afstand tussen de rijen van 3,5 m en een afstand in de rij van 2 m. De proef werd omgeven door een rij James Grieve appelbomen om een goede vruchtzetting te krijgen door kruisbestuiving tijdens de bloei. Het geheel was weer omgeven door een haag van elzebomen ter bescherming tegen wind. De eerste twee winters werden de potten in een schuur geplaatst om vorstschade te voorkomen. In het najaar van 1971 werden de potten ingegraven om de natuurlijke situatie beter te benaderen en hoge en lage grondtemperaturen in respectievelijk zomer en winter te voorkomen.

Vanaf half april tot half september werden maandelijks grondmonsters genomen en onderzocht op pH-KCl, P-Al, MgO-NaCl, K-HCl en N-mineraal. Door de gevonden gehalten in deze monsters te interpreteren t.o.v. de Adviesbasis voor de Fruitteelt (voor N een intern advies) werd de vorm en hoeveelheid van de te geven bemesting vastgesteld. Er werd wel aanzienlijk sterker bemest (vooral vanaf 1973) dan geadviseerd wordt in de adviesbasis omdat de wortels van de bomen in de potten minder grondvolume tot hun beschikking hadden dan in de praktijk. De jaarlijkse bemestingen staan vermeld in tabel I.

De bestrijding van insecten en ziekten werd uitgevoerd volgens de voor de fruitteelt gebruikelijke methode.

In het na- of voorjaar werden de bomen gesnoeid en zo veel mogelijk op gelijke grootte gebracht. Het snoeihout werd gewogen. In het na- of voorjaar werd eveneens het aantal en de gemiddelde lengte van de scheuten langer dan 5 cm per boom bepaald. De vruchten werden gedund volgens tabel II.

TABEL I. Jaarlijkse bijbemestingen. () Aantal malen waarmee de gift gegeven werd. 100 kg/ha komt overeen met 1,96 g/pot.
 TABLE I. Annual topdressings. () Frequency of dressings. 100 kg/ha is equivalent to 1,96 g/pot.

Meststof	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
kg N/ha als NH_4NO_3					1150(6)	1700(7)	1950(7)	1850(6)	1850(6)
kg N/ha als bloedmeel	75(1)					100(1)		150(1)	150(1)
kg N/ha als $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	175(2)	275(4)	350(4)	550(6)					
kg K_2O /ha als K_2SO_4	300(4)	300(3)	250(3)	1100(7)	1400(6)	1800(7)	2400(7)	2250(7)	2100(6)
kg P_2O_5 /ha als $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	120(2)	120(2)	120(2)	120(2)	240(4)	300(5)	600(6)	660(7)	600(6)
kg MgO /ha als MgSO_4	110(2)	100(1)	100(2)	250(4)	400(6)	425(7)	550(7)	600(7)	600(6)
Object I : kg CaO/ha als CaCO_3								3500(2)	
Object II : kg CaO/ha als CaCO_3		1100(2)			500(1)	200(1)	5800(4)	1000(1)	1000(1)
Object III: kg CaO/ha als CaCO_3		10000(5)	8000(2)	3000(1)	6000(2)	6000(2)	6000(2)	6000(2)	4000(1)
Object IV : kg CaO/ha als CaCO_3		10000(5)	8000(2)	3000(1)	6000(2)	6000(2)	6000(2)	6000(2)	4000(1)
Object IV : kg $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ /ha	3000(1)	8750(5)	7000(2)	3000(1)	6000(2)	6000(2)	6000(2)	6000(2)	3000(1)

Half juli en half september werden vruchtmonsters genomen met een voor het pluktijdstip gemiddelde grootte (tabel III). Vruchten van één pluktijdstip verschilden in diameter niet meer dan 2 mm. De bemonsterde vruchten werden ontdaan van steeltjes, gewassen met gedeïoniseerd water, afgedroogd met een handdoek, gedroogd bij 105 °C en vervolgens gemalen in een mixer.

Half augustus werden bladmonsters genomen van het 3^e en 4^e blad, vanaf de basis gerekend, van éénjarige scheuten. De bladmonsters werden tweemaal gedurende één minuut gewassen met gedeïoniseerd water, iets gedroogd tussen filtreerpapier en verder gedroogd bij 105 °C in een stoof en vervolgens gemalen in een mixer.

Tijdens de groei van de bomen werd een cijfer volgens een schaal van 1-3 voor de bladkleur gegeven (1 = lichte, 2 = normale en 3 = donkere bladkleur). Eveneens werd een cijfer volgens een schaal van 0-5 gegeven voor het optreden van midscheutsbladval en bruine vlekken op de bladeren (Cox's-ziekte). Hierbij komt 0 overeen met geen aantasting en 5 met zware aantasting door Cox's-ziekte.

De vruchten werden op het gunstigste tijdstip i.v.m. bewaring (bepaald d.m.v. de jodiumtest) geoogst. Ze werden gesorteerd in grootteklassen

TABEL II: Dunning van de vruchtstand.

TABLE II. Fruit thinning.

Jaar	Datum	Aantal appels per boom na dunning
1969	4/6	Alle bloemen afgeknipt
1970	3/7	30
1970	10/7	20 (kleine bomen in verhouding minder)
1971	2/7 en 22/7	30
1972	10/7	50
1972	1/9	16-38 (objecten aan elkaar gelijk)
1973	6/8	60
1973	17/8	45
1974	10/7	70
1974	22/7	55 (Wegens incidenteel geringe zetting van elk object 1 boom op 44 en 1 op 25 vruchten gedund)
1975	7/7	Grof gedund
1975	4-5/8	60
1976	5-7/7	80
1976	21-22/7	45
1976	19-20/8	13-23 (object II, III A, IV A en IV B bij elkaar gezocht; 6 bomen per object gebruikt)
1977	8/7	± 100
1977	22/8	65

opklimmend met 5 mm en gewogen. Daarna werden de vruchten 2½ maand bij $\pm 4^{\circ}\text{C}$ bewaard en vervolgens twee weken bij $\pm 20^{\circ}\text{C}$. Daaropvolgend werden de appels beoordeeld op stip, zacht, rot en andere afwijkingen. Hierbij werden de appels geschild en in plakken van 5 mm gesneden. Een appel werd als aangetast door stip beschouwd, als drie of meer stippen voorkwamen.

TABEL III. Gemiddeld gewicht (g) van de appels in de monsters van half juli en half september.

TABLE III. Mean weight (g) of the apples in the samples taken in mid-July and mid-September.

Object	Gewicht op 6-7-'70	Gewicht op 15-7-'71	Gewicht op 15-9-'71	Gewicht op 18-7-'72	Gewicht op 19-9-'72	Gewicht op 17-7-'73	Gewicht op 20-9-'73
I	23,6	21,0	127,6	24,2	126,3	19,6	114,9
II	23,0	20,7	125,8	24,5	114,6	19,4	113,3
III A	23,6	21,2	126,7	24,1	126,0	19,4	110,4
III B	22,8	20,6	124,2	24,0	111,5	20,3	112,8
IV A	22,8	20,3	120,4	23,8	120,8	19,3	108,2
IV B	23,4	21,1	129,9	23,4	100,1	20,1	112,6

Object	Gewicht op 19-7-'74	Gewicht op 19-9-'74	Gewicht op 16-7-'75	Gewicht op 18-9-'75	Gewicht op 20-7-'77	Gewicht op 15-9-'77
I	36,3	138,4	26,8	120,1	27,7	Geen monster
II	36,2	137,7	26,8	121,9	29,0	125,1
III A	36,1	138,2	26,9	122,5	29,8	126,4
III B	36,4	137,8	26,9	122,1	29,7	126,4
IV A	35,9	140,4	26,7	120,3	28,7	123,8
IV B	35,4	138,3	27,2	122,3	29,9	125,2

Na het groeiseizoen van 1977 werd de proef afgebroken. Van een boom van de objecten I en IV A werd het wortelstelsel systematisch onderzocht.

2.2. Analyse bladeren en vruchten

Na verassing van het plantenmateriaal bij 400 °C werd kalium vlamfotometrisch bepaald. Het gehalte aan calcium en magnesium werd d.m.v. atoomabsorptiespectrofotometrie bepaald na verassing van het plantenmateriaal bij 600 °C. Alleen in het vruchtmonster van 1970 werd calcium titrimetrisch met kaliumpermanganaat en magnesium spectrofotometrisch met titaangeel bepaald. Het gehalte aan borium werd spectrofotometrisch met karmijn bepaald na verassing van het plantenmateriaal bij 600 °C. Na destructie met geconcentreerd salpeterzuur, zwavelzuur en perchloorzuur (32:8:1 = v:v:v) werd het gehalte aan ijzer en mangaan d.m.v. atoomabsorptiespectrofotometrie bepaald. In de eerste jaren werd het gehalte aan ijzer en mangaan spectrofotometrisch met respectievelijk fenanthroline en formaldoxine bepaald. De gehalten aan magnesium, ijzer en mangaan, spectrofotometrisch in het plantenmateriaal bepaald, verschilden niet met de d.m.v. atoomabsorptiespectrofotometrie bepaalde gehalten.

2.3. Analyse grond

De pH werd bepaald in een suspensie van grond en 1 n KCl (1:5 = g:v). Het MgO-gehalte (MgO-NaCl) werd d.m.v. atoomabsorptiespectrofotometrie bepaald in extracten van grond en 0,5 n NaCl (1:5 = g:v). Het kaliumgehalte (K-HCl) werd vlamfotometrisch bepaald in extracten van grond en 0,1 n HCl + 0,4 n oxaalzuur (1:10 = g:v). Het P_2O_5 -gehalte (P-AL) werd colorimetrisch met molybdeenblauw bepaald in extracten van grond en 0,1 n ammoniumlactaat + 0,4 n azijnzuur (1:20 = g:v). Het stikstofgehalte (N-mineraal) werd titrimetrisch bepaald in extracten van grond en 1 n NaCl (2:5 = g:v). Het gehalte aan calcium, extraheerbaar met water (Ca-water), werd d.m.v. atoomabsorptiespectrofotometrie bepaald en het gehalte aan kalium, extraheerbaar met water (K-water), vlamfotometrisch in extracten van grond en water (1:60 = v:v). Het gehalte van uitwisselbaar calcium werd bepaald door percoleren met 1 n NaCl en meting met een atoomabsorptiespectrofotometer.

3. RESULTATEN

Door middel van een variantie-analyse werd de invloed van de behandelingen op de verschillende factoren (percentage stip, gehalten in de bladeren en vruchten, enz.) onderzocht. Bij een significantie van $P < 0,05$ werden via een multiple range toets (Duncan-toets) de verschillen tussen de behandelingen gelocaliseerd. De objecten werden via oplopend gemiddelde gerangschikt en de objecten die niet van elkaar verschilden werden onderstreept door een ononderbroken lijn in de tabellen.

In 1976 waren veel vruchten aan de bomen aangetast door schimmel (*Monilia*) en moesten vroegtijdig verwijderd worden. De oogst was daardoor te klein om apples te bewaren voor het bepalen van stip en zacht. Van 1976 werden daarom geen blad- en vruchtgehalten bij de berekeningen betrokken. De invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de vruchten en op de gehalten in de bladeren en de vruchten werd ook gemiddeld over '74, '75 en '77 berekend omdat in deze jaren met de juiste $MnSO_4 \cdot H_2O$ -concentratie werd bespoten.

De groei van de bomen was redelijk op de potten, echter wel aanzienlijk minder dan van vergelijkbare bomen in de vollegrond. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door het beperkte wortelvolumen van de bomen op de potten. Uit het systematische onderzoek van de wortels van twee bomen bleek dat de bewortelingsintensiteit zo hoog was dat de grond volledig ontsloten mag heten voor de opname van water en mineralen door de wortels.

De waterdoorlatendheid van de grond was bij object I geringer dan bij de andere objecten. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door een slechtere structuur van de grond door de lage pH.

De totale lengte van de scheuten in de seizoenen '72, '75, '76 en '77 laat geen significant verschil tussen de objecten zien.

Het totale gewicht aan snoeihout na de seizoenen van 1970 t/m 1976 was bij object IV B lager dan bij object III B en III A (tabel IV en V).

De appelopbrengst van 1970 t/m 1977 was bij object III B en IV B lager dan bij object I, II en III A (tabel V en VI). Hoewel het aantal appels per boom in de objecten tijdens het groeiseizoen gelijk gemaakt werd (tabel II) was het aantal appels per boom bij object III B en IV B lager

TABEL IV. Gewicht aan snoeihout (g) per boom.

TABLE IV. Weight of prunings (g) per tree.

Object	26-3-'71	9-3-'72	16-3-'73	10/11-2-'75	1-3-'76	21/22-2-'77	Totaal	Gemiddeld
I	129,7	367,5	187,5	425,0	361,8	1043	2485	414
II	112,0	308,3	175,0	370,4	214,2	1089	2269	378
III A	150,8	385,8	187,5	481,7	326,7	1346	2878	480
III B	139,8	375,8	229,2	391,3	372,5	1439	2948	491
IV A	140,0	300,8	179,2	300,4	220,0	1279	2420	403
IV B	116,4	318,3	112,5	202,9	285,0	1087	2122	354

TABEL V. Invloed van de behandelingen op het gewicht aan snoeihout, bladkleur, Cox's ziekte, opbrengst per boom, aantal appels per boom en het gemiddeld gewicht van de appels.

TABLE V. Effect of treatment on weight of prunings, leaf colour, Cox's disease, yield per tree, number of apples per tree and mean weight of apples per tree.

Factor	Objecten	Betrouwbaarheidsdrempel
Snoeihout (gemiddeld over de jaren waarin bepaald)	IV B II IV A I III A III B 354 378 403 414 480 491	0,05
Bladkleur (gemiddeld over de jaren waarin bepaald)	III B IV B I II IV A III A 1,8 1,8 2,0 2,2 2,3 2,3	0,01
Cox's ziekte (gemiddeld over de jaren waarin bepaald)	IV A III A I II IV B III B 1,5 1,6 1,8 2,0 2,9 3,0	0,001
Opbrengst per boom (alle jaren)	III B IV B IV A III A I II 4127 4191 4531 4859 4898 4995	0,001
Aantal appels per boom (alle jaren)	III B IV B IV A III A I II 32,0 33,9 37,0 38,8 40,5 40,2	0,001
Gemiddeld gewicht van de appels (alle jaren)		n.s.
Opbrengst per boom ('74, '75 en '77)	III B IV B I IV A II III A 6046 6187 6331 6677 6725 7080	0,05
Aantal appels per boom ('74, '75 en '77)		n.s.
Gemiddeld gewicht van de appels ('74, '75 en '77)		n.s.

TABEL VI. Opbrengst (g/boom) en aantal appels per boom. + Geschatte waarde. ++ Geschatte waarde voor 1977 was 6326.
 +++ Geschatte waarde voor 1977 was 55,5.
 TABLE VI. Yield (g/boom) and number of apples per tree. + Estimated value. ++ Estimated value for 1977 was 6326.
 +++ Estimated value for 1977 was 55.5.

Object	17-9-1970		22-9-1971		26-9-1972		2-9-1973		20-9-1974	
	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels
I	2798	15,9	3713	33,0	3017	23,8	5194	40,3	6691	62,7
II	2843	16,2	3994	35,9	2875	24,9	5081	41,0	6620	57,1
III A	2703	15,4	2535	26,1	2847	23,6	4686	38,8	7259	54,1
III B	2016	11,8	2204	19,3	2280	21,4	4253	35,3	6610	51,2
IV A	2521	13,7	2128	22,3	2852	25,4	4185	37,7	6608	50,9
IV B	2403	12,6	2998	28,2	1934	18,5	3442	31,5	6767	58,3

Object	22-9-1975		28-9-1977		Gemiddeld		Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977	
	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels	Opbrengst	Aantal appels
I	5975	54,0	6895 ⁺	53,8 ⁺	4898	40,5	6331 ⁺⁺	57,4 ⁺⁺⁺
II	6734	55,0	6820	51,4	4995	40,2	6725	54,5
III A	6987	56,8	6993	56,5	4859	38,8	7080	55,8
III B	5452	40,8	6075	44,2	4127	32,0	6046	45,4
IV A	6742	57,9	6682	50,9	4531	37,0	6677	53,2
IV B	5673	42,7	6120	45,3	4191	33,9	6187	48,8

dan bij object I, II en III A (tabel V en VI) bij de oogst van 1970 t/m 1977. Tussen het gemiddeld gewicht aan appels per boom trad bij de oogst van 1970 t/m 1977 geen verschil op tussen de objecten (tabel V). De bladkleur van de objecten II, III A en IV A verschilde (donkerder groen) van die van de andere objecten (tabel V en VII). Cox's-ziekte kwam meer voor op object III B en IV B dan op de andere objecten (tabel V en VIII).

In een aantal jaren kwamen gescheurde vruchten aan de bomen voor. Bij de dunning volgens tabel II werden deze zoveel mogelijk verwijderd. Er kon geen significant verband tussen de objecten en het optreden van gescheurde vruchten vastgesteld worden.

3.1. Analyse grond

De pH van de grond van object III en IV lag zowel in de laag van 0-20 cm als in die van 20-40 cm gedurende de gehele proefduur tussen 7,2 en 7,5 (figuur 1 en 2). De pH van de grond van object I en II fluctueerde iets meer over de jaren (figuur 1 en 2) en moest door incidentele bekalkingen op het gewenste niveau gebracht worden (tabel I). Het gehalte aan zowel

TABEL VII. Kleurcijfers voor het blad volgens de volgende schaal:

1 = lichte bladkleur; 2 = normale bladkleur; 3 = donkere
bladkleur.

TABLE VII. Colour score for the leaves: 1 = light; 2 = normal; 3 = dark.

Object	Bladkleur op 13-7-'72	Bladkleur op 16-7-'73	Bladkleur op 24-7-'74	Bladkleur op 30-7-'75	Bladkleur op 5-7-'76
I	2,2	1,8	1,8	2,3	2,0
II	1,9	2,2	2,4	2,1	2,3
III A	2,6	2,2	2,6	2,4	2,2
III B	2,1	1,9	2,0	1,6	1,3
IV A	2,8	2,3	2,3	1,9	2,5
IV B	2,0	1,8	2,0	1,5	1,7

Object	Bladkleur op 17-9-'76	Bladkleur op 21-6-'77	Bladkleur op 28-9-'77	Bladkleur Totaal (gem)
I	2,7	geen	2,2	2,1
II	2,2	verschil	2,4	2,2
III A	2,3	in	2,2	2,4
III B	1,7	bladkleur	2,0	1,8
IV A	2,0	(geen	2,3	2,3
IV B	1,6	cijfers)	2,1	1,8

uitwisselbaar als wateroplosbaar calcium nam toe van object I naar object IV (figuur 3 t/m 6). Het magnesiumgehalte (MgO/NaCl) vertoonde een tegenovergesteld beeld (figuur 7 en 8). De voedingstoestand van de grond t.a.v. magnesium was bij object I en II hoog, bij object III vrij goed en bij object IV vrij laag volgens de Adviesbasis voor de Fruitteelt.

De stikstofgehalten (N-mineraal) in de grond van 0-20 cm en 20-40 cm verschilden niet systematisch tussen de objecten en fluctueerden nogal tijdens het groeiseizoen. In het algemeen was er voldoende stikstof in de

TABEL VIII. Het optreden van Cox's-ziekte, bepaald volgens de volgende schalen:

1 = geringe aantasting; 2 = matige aantasting; 3 = erge aantasting; alleen gebruikt op 13-7-'72.

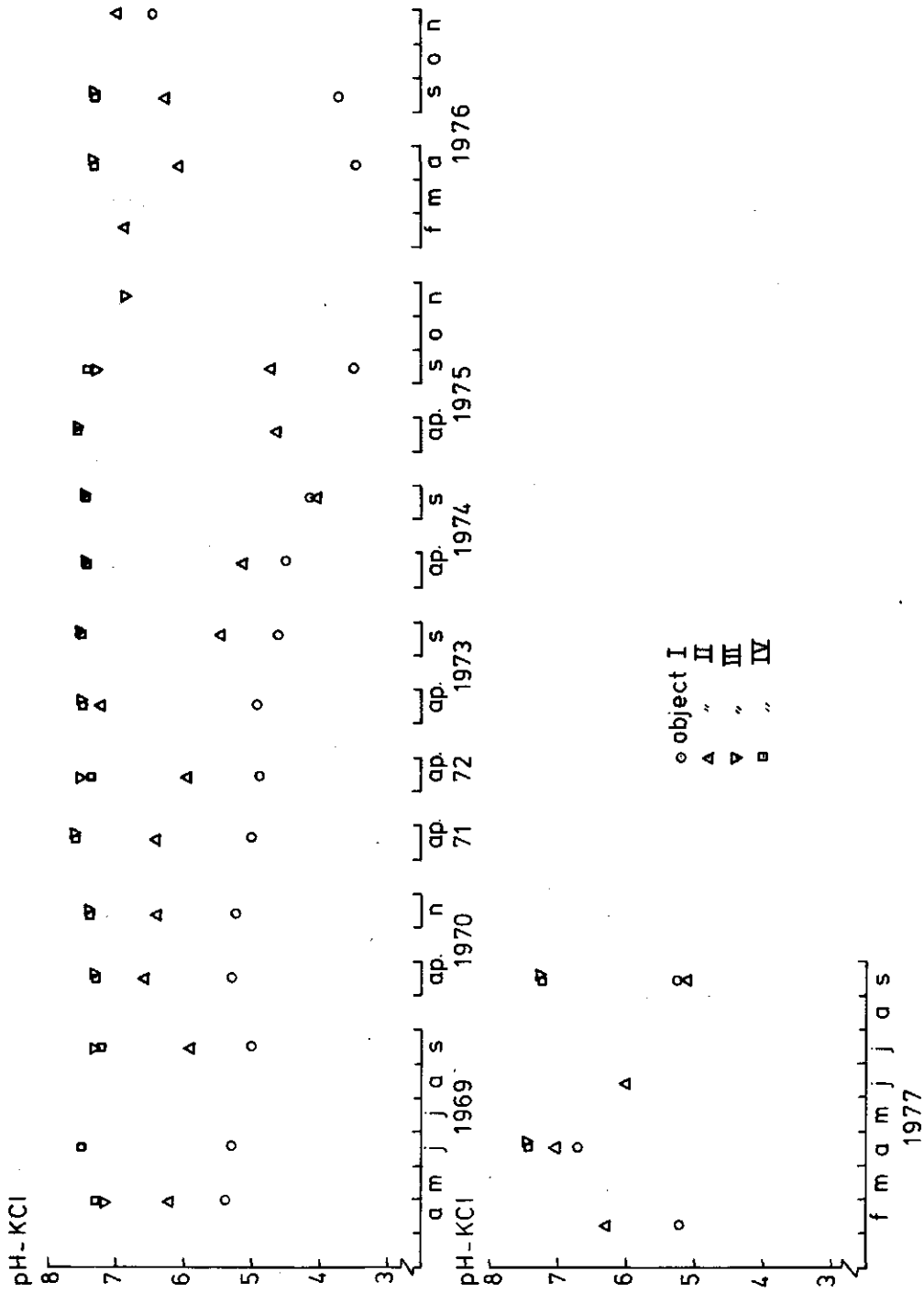
0 = geen aantasting; 5 = zware aantasting; 1, 2, 3 en 4 er tussenin; gebruikt op alle andere data.

TABLE VIII. Incidence of Cox's disease rated as follows: 1 = slight; 2 = moderate; 3 = severe; only used on 13-7-'72.
0 = none; 5 = severe; used on all other dates.

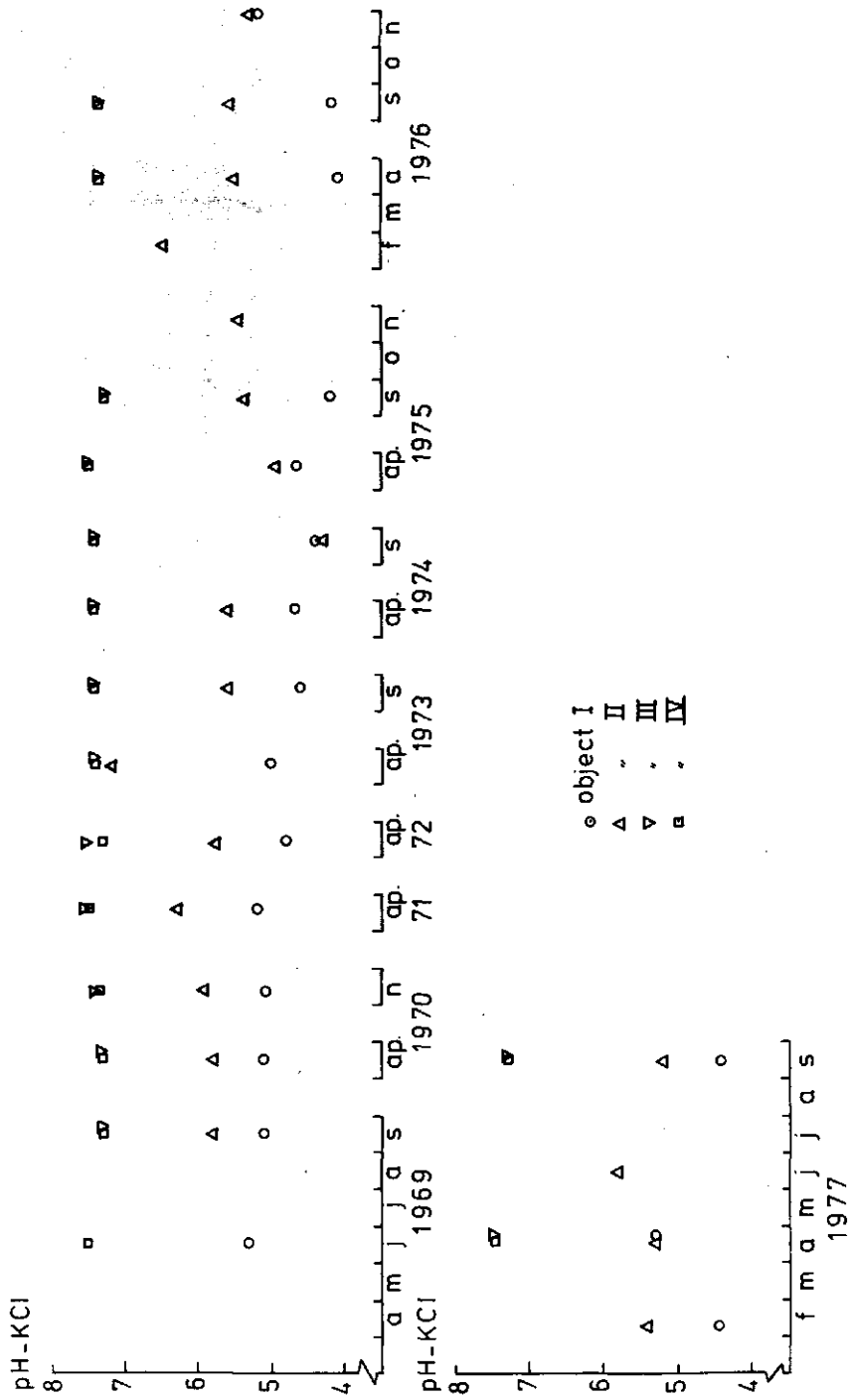
Object	Cox's-ziekte op 13-7-'72	Cox's-ziekte op 16-7-'73	Cox's-ziekte op 24-7-'74	Cox's-ziekte op 30-7-'75
I	1,2	2,0	2,5	1,2
II	1,5	2,0	2,3	1,2
III A	1,6	2,9	1,9	1,1
III B	2,8	3,3	3,0	2,7
IV A	2,0	2,3	2,1	1,1
IV B	2,6	3,3	3,1	2,8

Object	Cox's-ziekte op 5-7-'76	Cox's-ziekte op 21-6-'77	Cox's-ziekte op 28-9-'77	Totaal* (gem.)
I	2,6	0,9	3,0	2,0
II	2,4	2,1	2,8	2,1
III A	1,1	1,1	1,3	1,6
III B	3,2	2,8	3,0	3,0
IV A	1,1	1,1	1,5	1,5
IV B	3,4	2,0	2,7	2,9

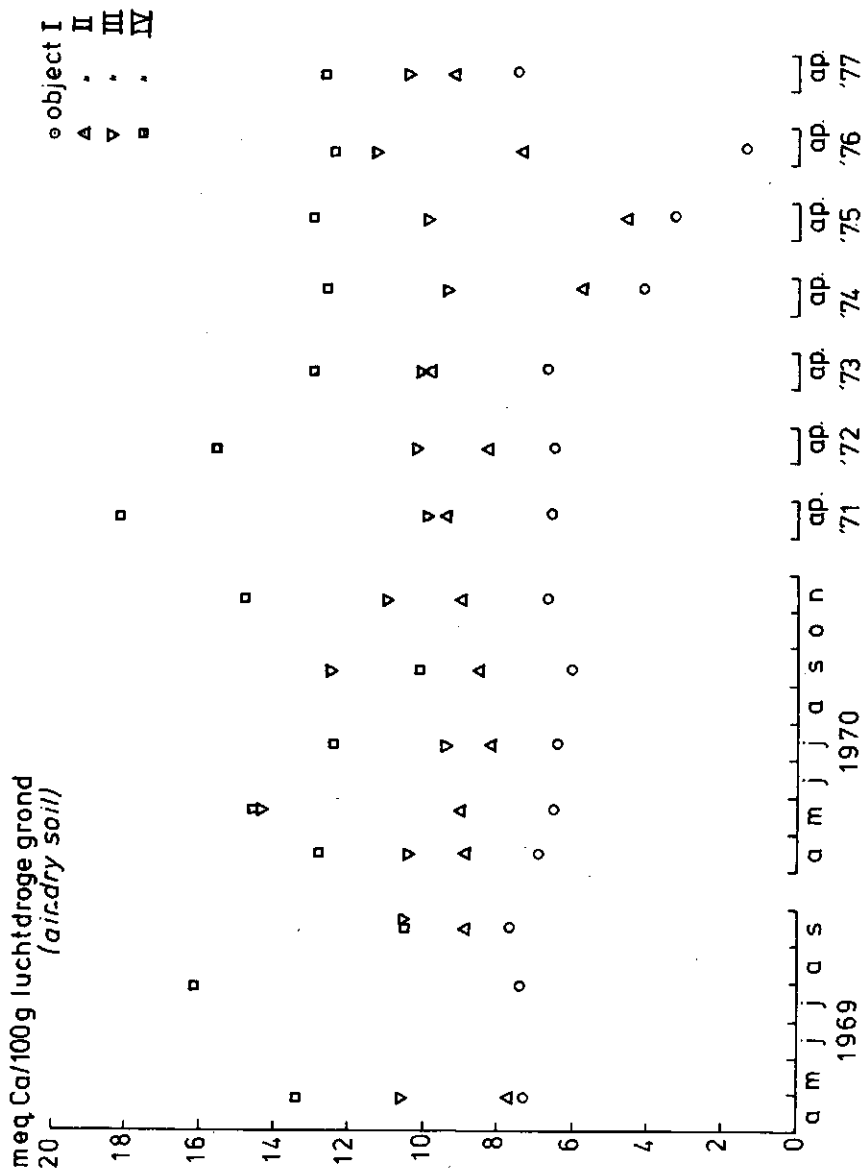
* alleen schaal 0-5



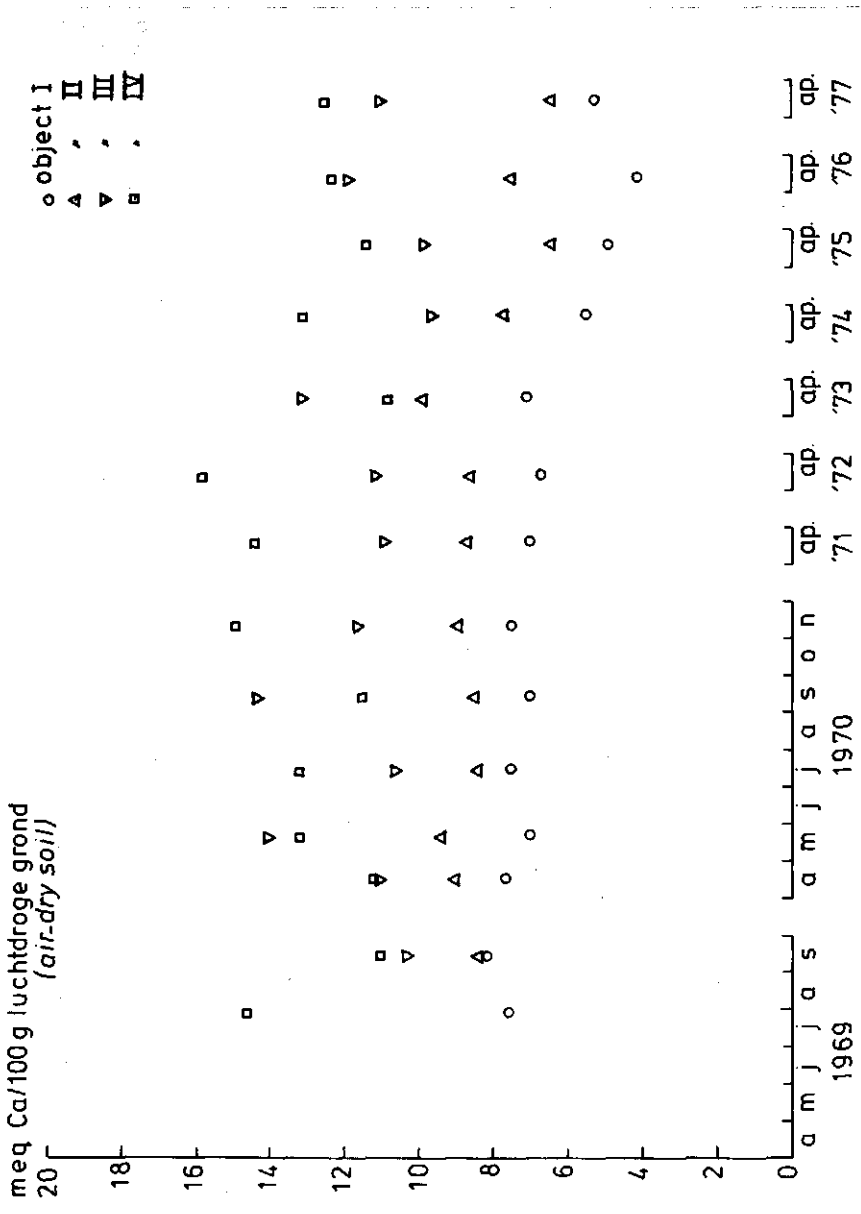
Figuur 1. De pH in de grond, laag 0-20 cm.
 Figure 1. pH of the soil, 0-20 cm layer.



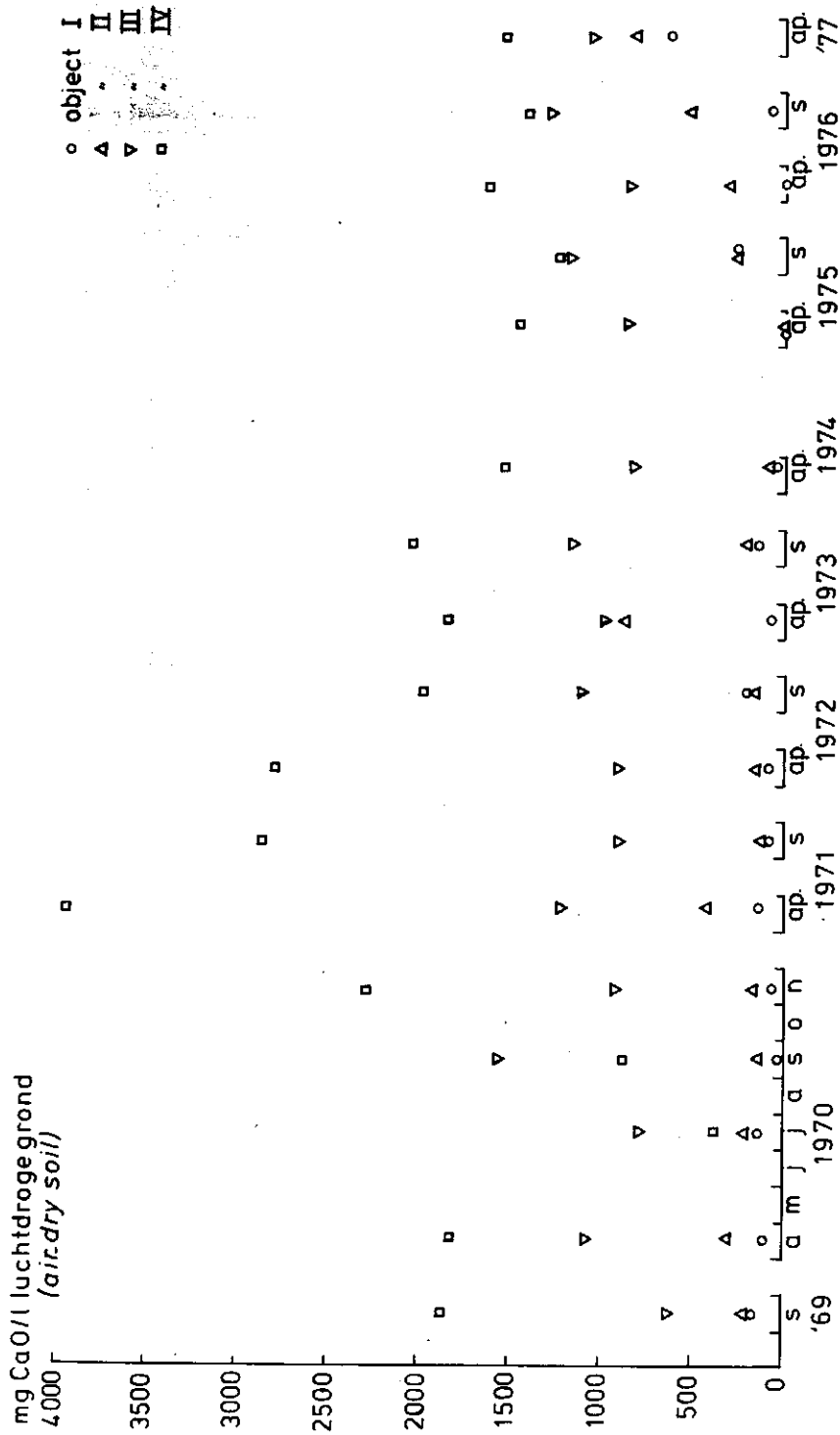
Figuur 2. De pH in de grond, laag 20-40 cm.
 Figure 2. pH of the soil, 20-40 cm layer.



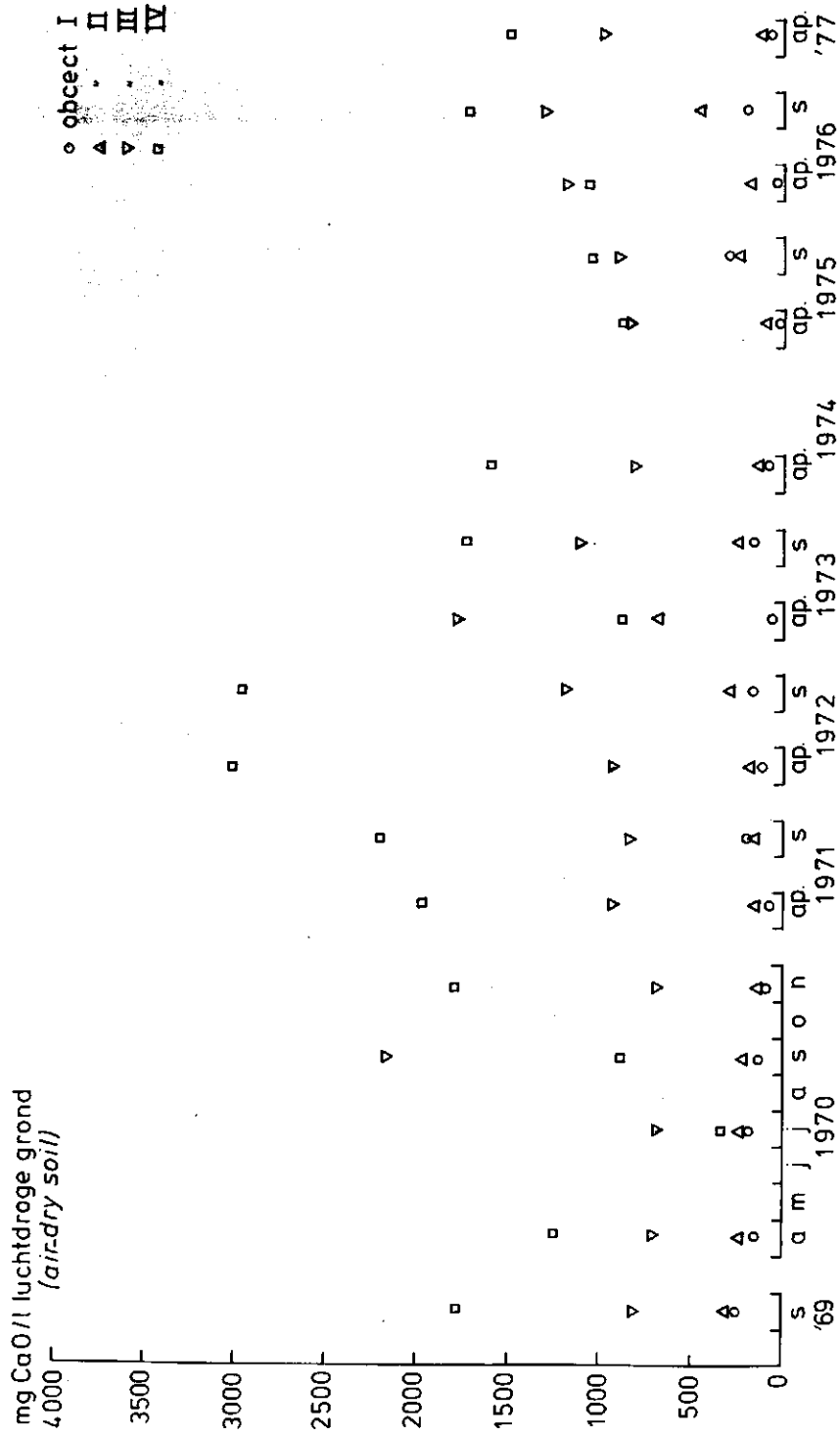
Figuur 3. Het gehalte aan uitwisselbaar calcium in de grond, laag 0-20 cm.
 Figure 3. Content of exchangeable calcium, 0-20 cm layer.



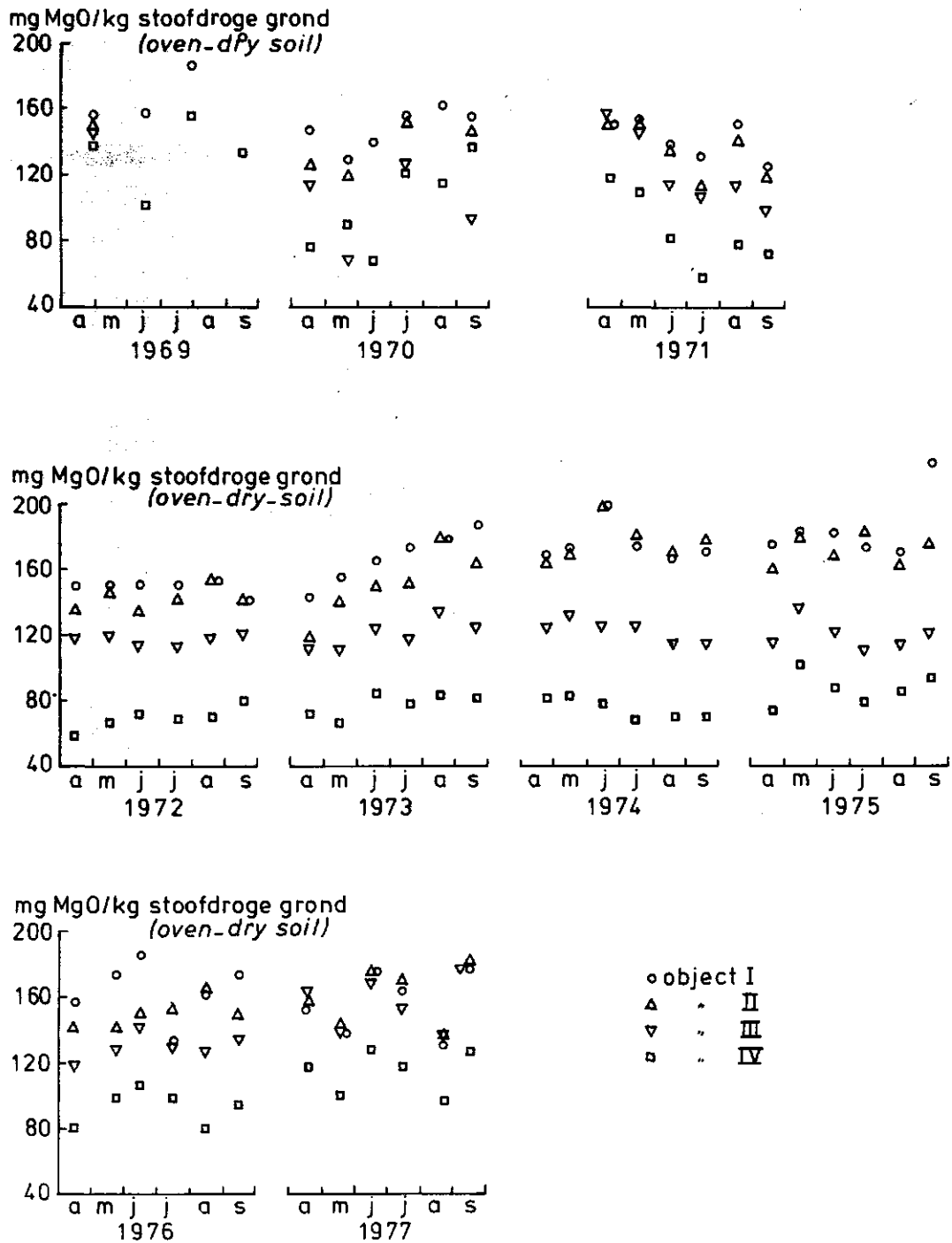
Figuur 4. Het gehalte aan uitwisselbaar calcium in de grond, laag 20-40 cm.
 Figure 4. Content of exchangeable calcium, 20-40 cm layer.



Figuur 5. Het gehalte aan calcium extraheerbaar met water (Ca-water) in de grond, laag 0-20 cm.
 Figure 5. Content of water-extractable calcium (Ca-water) in the soil, 0-20 cm layer.

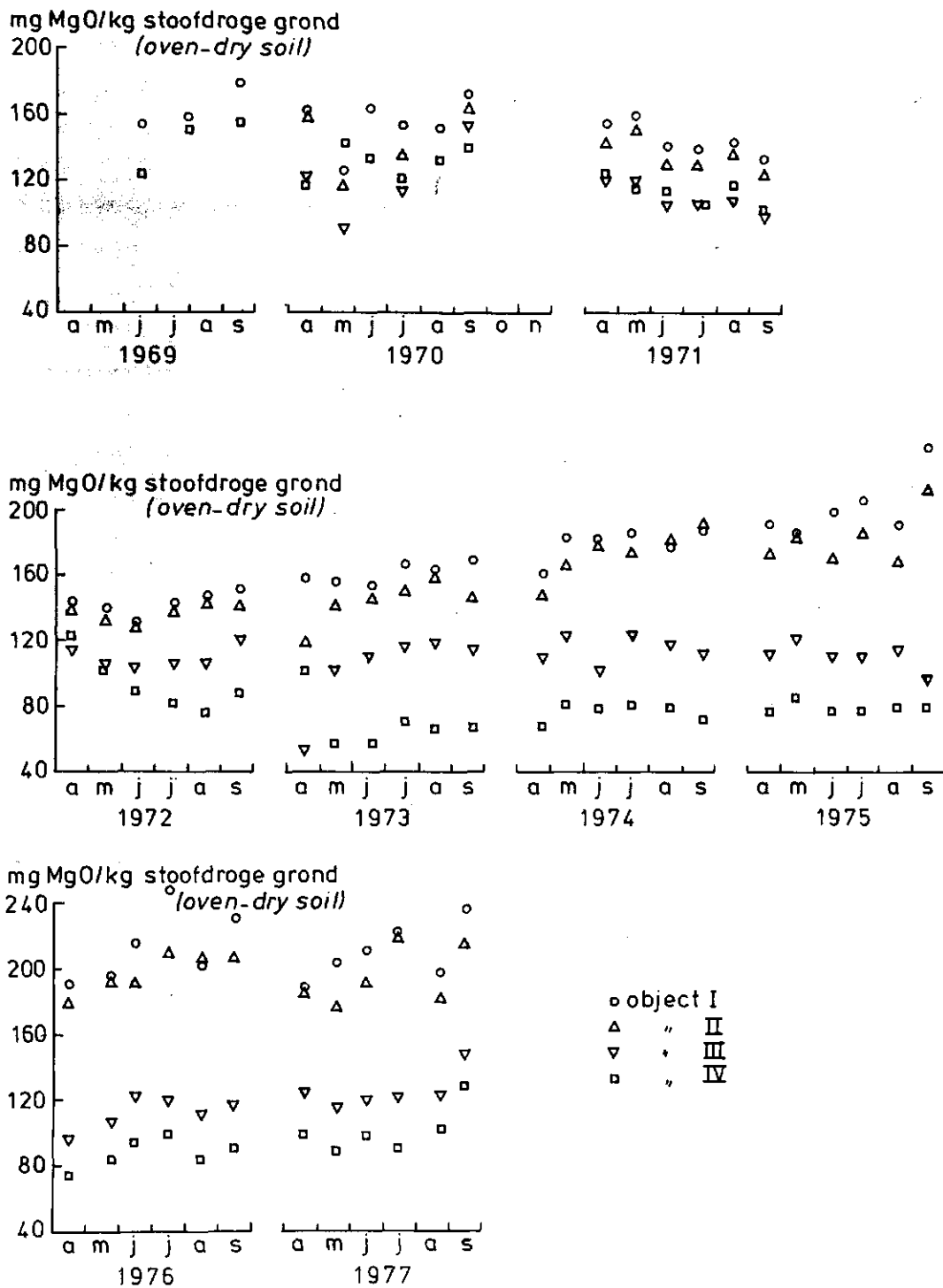


Figuur 6. Het gehalte aan calcium extraheerbaar met water (Ca-water) in de grond, laag 20-40 cm.
 Figure 6. Content of water-extractable calcium (Ca-water) in the soil, 20-40 cm layer.



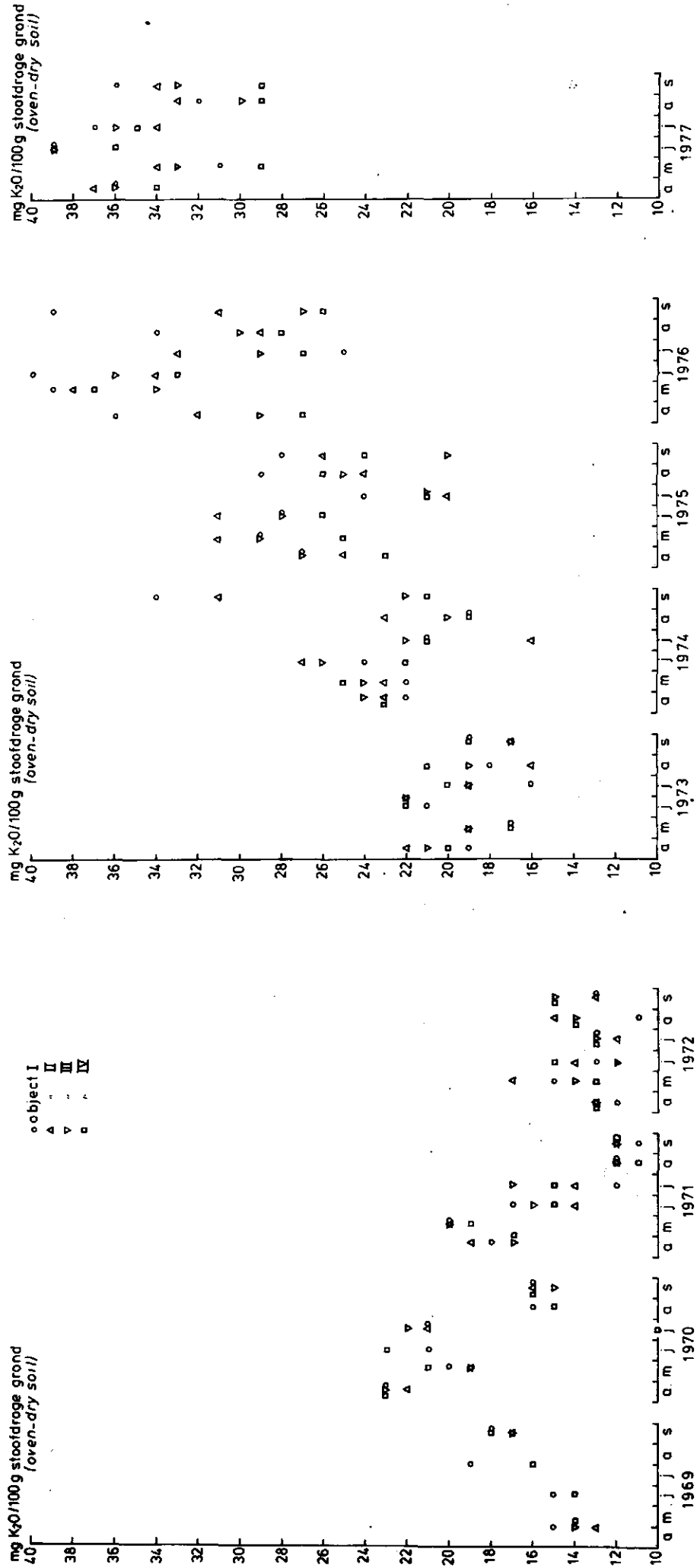
Figuur 7. Het gehalte aan magnesium extraheerbaar met 0,5 N NaCl (MgO-NaCl) in de grond, laag 0-20 cm.

Figure 7. Content of magnesium extractable with 0.5 N NaCl (MgO-NaCl) in the soil, 0-20 cm layer.

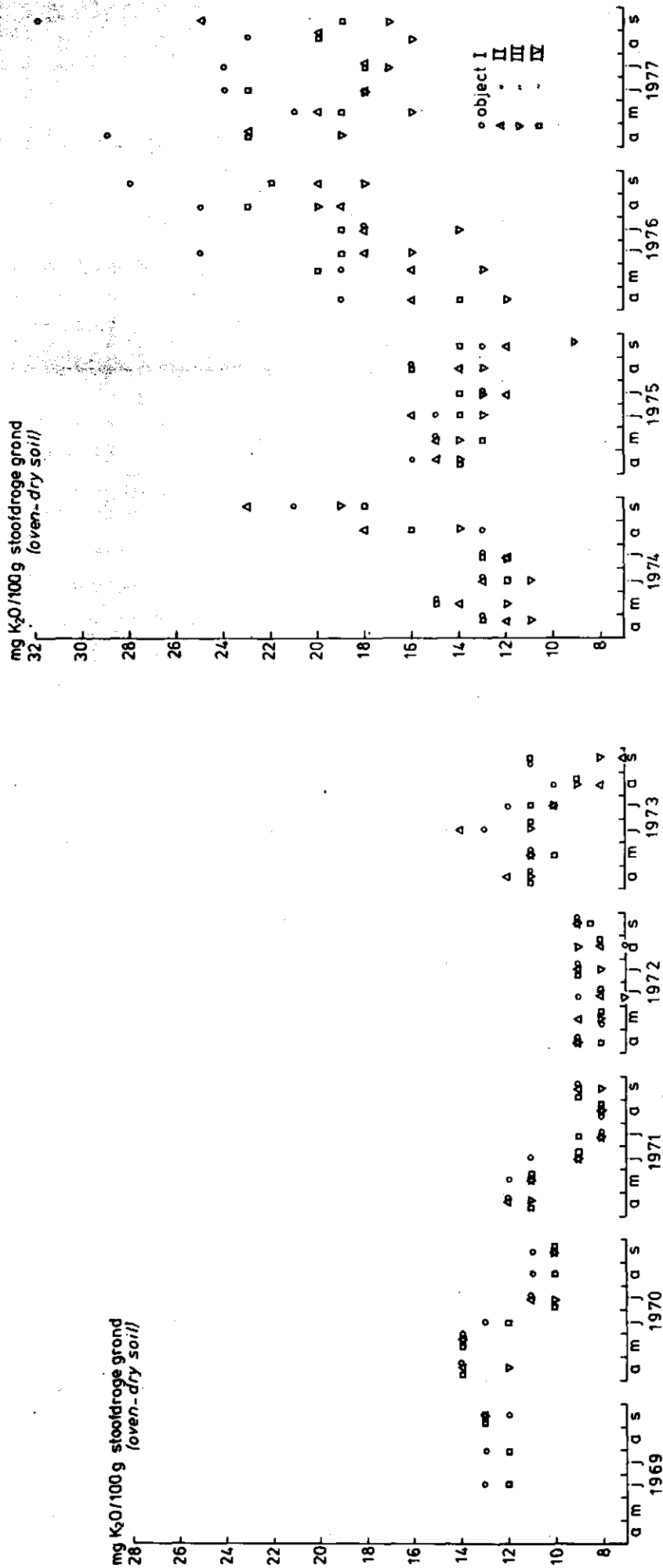


Figuur 8. Het gehalte aan magnesium extraheerbaar met 0,5 N CaCl (MgO-NaCl) in de grond, laag 20-40 cm.

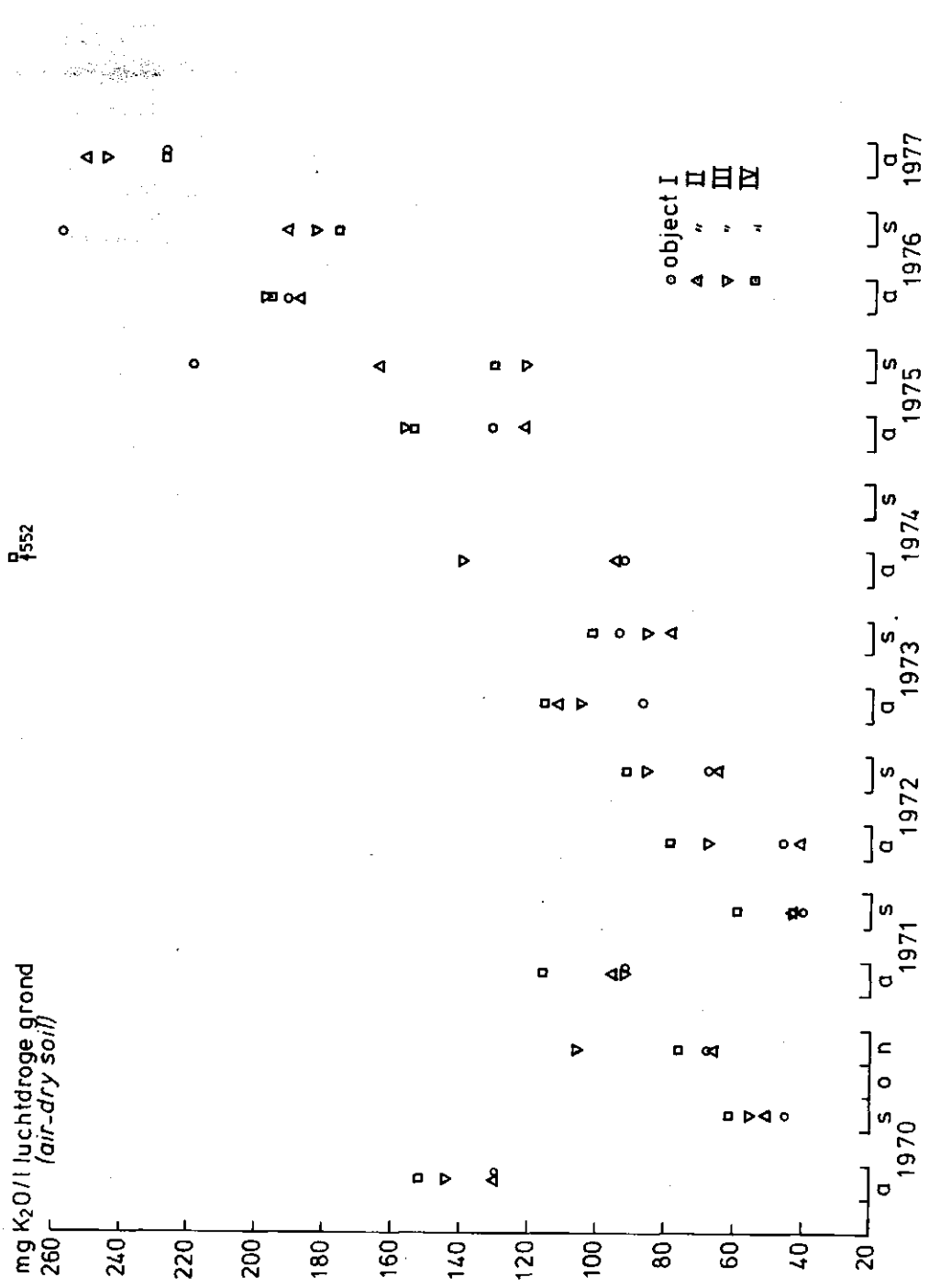
Figure 8. Content of magnesium extractable with 0.5 N NaCl (MgO-NaCl) in the soil, 20-40 cm layer.



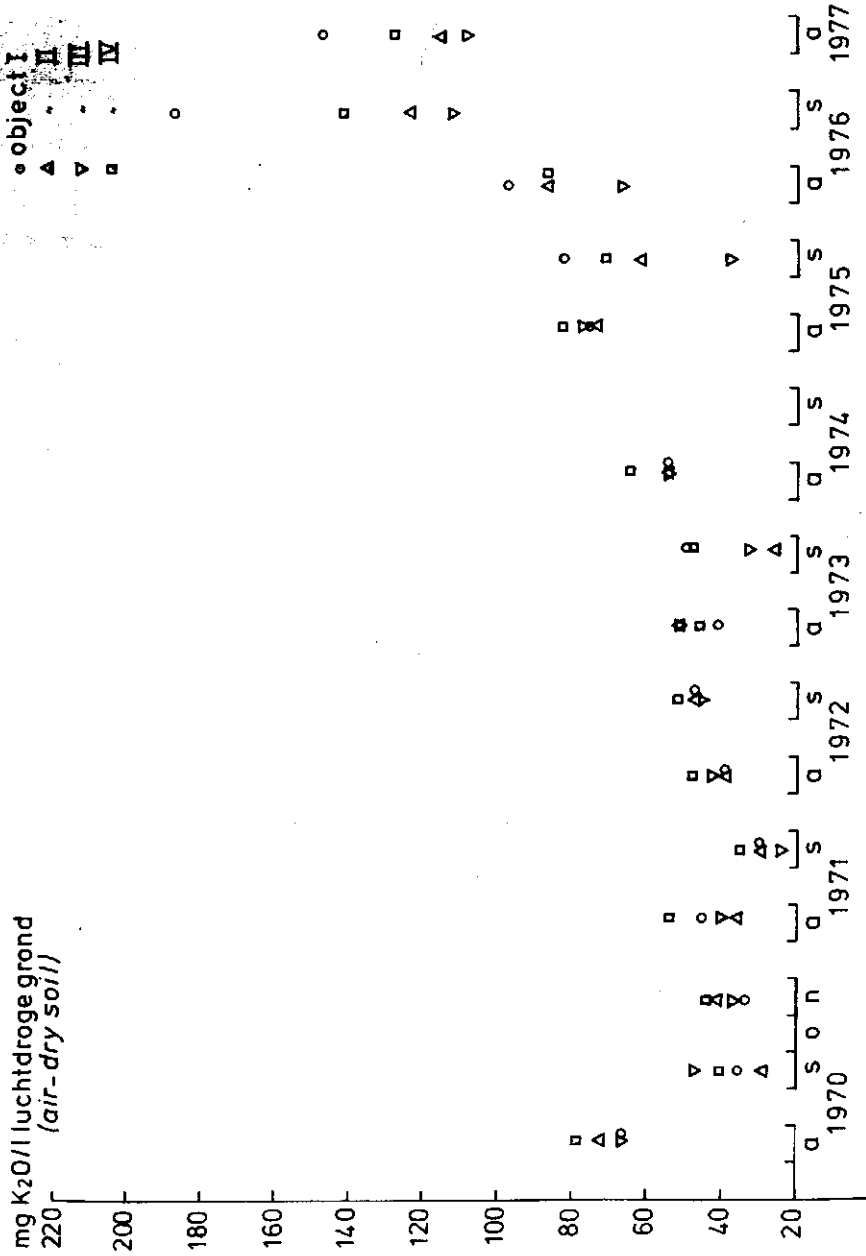
Figuur 9. Het gehalte aan kalium (K-HCl) in de grond, laag 0-20 cm.
 Figure 9. Potassium content (K-HCl) of the soil, 0-20 cm layer.



Figuur 10. Het gehalte aan kalium (K-HCl) in de grond, laag 20-40 cm.
 Figure 10. Potassium content (K-HCl) of the soil, 20-40 cm layer.



Figuur 11. Het gehalte aan kalium extraheerbaar met water (K-water) in de grond, laag 0-20 cm.
Figure 11. Content of water-extractable potassium (K-water) in the soil, 0-20 cm layer.



Figuur 12. Het gehalte aan kalium extraheerbaar met water (K-water) in de grond, laag 20-40 cm.
 Figure 12. Content of water-extractable potassium (K-water) in the soil, 20-40 cm layer.

grond aanwezig voor een goede groei van de bomen, ook omdat verschillende keren per jaar stikstof werd gegeven.

Noch in K-HCl, noch in wateroplosbaar kalium was een systematisch verschil tussen de objecten (figuur 9 t/m 12). Volgens de waardering van de Adviesbasis voor de Fruitteelt was het kaliumgehalte (K-HCl) in de grond van 0-20 cm van 1969 t/m 1972 vrij laag tot vrij goed, in 1973 vrij goed tot goed en van 1974 t/m 1977 goed tot vrij hoog.

De fosfaatvoedingstoestand van de grond was goed tot vrij hoog volgens de Adviesbasis voor de Fruitteelt. Het gehalte aan fosfaat (P-AL) was bij object I en II iets lager dan bij object III en IV.

3.2. Invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de bladeren

De gehalten aan calcium, kalium, magnesium, de kalium/calcium- en (kalium + magnesium)/calciumverhouding staan vermeld in tabel IX t/m XIII. Gemiddeld over alle proefjaren en ook alleen over '74, '75 en '77 was het calciumgehalte lager en de kalium/calcium en (kalium + magnesium)/calciumverhouding hoger bij object I dan bij de andere objecten (tabel XIV). Het magnesiumgehalte was gemiddeld bij object I, IV A en IV B lager dan bij de andere objecten (tabel XIV).

De gehalten aan de spoorelementen mangaan, borium en ijzer staan vermeld in tabel XV, XVI en XVII. Gemiddeld zijn deze gehalten bij object III B en IV B lager dan bij de andere objecten (voor significantie van de effecten zie tabel XIV).

3.3. Invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de omstreeks half juli bemonsterde vruchten

De gehalten aan calcium, kalium, magnesium, de kalium/calcium- en (kalium + magnesium)/calciumverhouding staan vermeld in tabel XVIII t/m XXII. Het kalium- en magnesiumgehalte werd weinig beïnvloed door de behandelingen. Het calciumgehalte was gemiddeld over '74, '75 en '77 bij object I en II lager dan bij de andere objecten (voor significantie van het effect zie tabel XXIII). De kalium/calcium- en (kalium + magnesium)/calciumverhouding was bij object I iets hoger. Dit effect was significant

TABEL IX. Het percentage calcium in de drogestof van de bladeren van half augustus.

TABLE IX. Calcium content of leaves in mid-August, % of d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975, 1977
I	1,52	1,13	1,20	0,83	0,97	0,71	0,91	1,04	0,86
II	1,59	1,22	1,56	1,06	1,30	0,86	1,08	1,24	1,08
III A	1,46	1,01	1,24	0,99	1,52	1,17	1,37	1,25	1,35
III B	1,51	1,12	1,23	1,08	1,45	1,07	1,29	1,25	1,27
IV A	1,50	1,09	1,65	1,04	1,57	1,09	1,31	1,32	1,32
IV B	1,52	1,16	1,46	0,91	1,43	1,13	1,26	1,27	1,27

TABEL X. Het percentage kalium in de drogestof van de bladeren van half augustus.

TABLE X. Potassium content of leaves in mid-August, % of d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975, 1977
I	1,64	1,59	1,36	1,30	0,96	1,22	1,80	1,41	1,33
II	1,44	1,29	1,21	1,24	0,86	1,22	1,52	1,25	1,20
III A	1,39	1,13	1,09	1,19	0,95	1,29	1,30	1,19	1,18
III B	1,38	1,20	1,24	1,19	1,08	1,38	1,56	1,29	1,34
IV A	1,46	1,22	1,21	1,26	1,17	1,49	1,49	1,33	1,38
IV B	1,37	1,21	1,33	1,39	1,32	1,60	1,56	1,40	1,49

TABEL XI. Het percentage magnesium in de drogestof van de bladeren van half augustus.

TABLE XI. Magnesium content of leaves in mid-August, % of d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,19	0,14	0,18	0,19	0,20	0,16	0,22	0,18	0,19
II	0,23	0,19	0,24	0,19	0,26	0,16	0,22	0,21	0,21
III A	0,25	0,21	0,24	0,21	0,26	0,19	0,24	0,23	0,23
III B	0,23	0,21	0,21	0,20	0,23	0,17	0,22	0,21	0,21
IV A	0,23	0,20	0,21	0,15	0,18	0,13	0,19	0,18	0,17
IV B	0,22	0,20	0,19	0,14	0,15	0,12	0,19	0,17	0,15

TABEL XII. De kalium/calciumverhouding, in equivalenten, in de bladeren van half augustus.

TABLE XII. Ratio of the potassium and calcium contents (equiv./equiv.) of the leaves in mid-August.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,54	0,70	0,57	0,78	0,49	0,88	1,01	0,71	0,79
II	0,45	0,53	0,39	0,58	0,33	0,73	0,72	0,53	0,59
III A	0,48	0,56	0,44	0,60	0,31	0,57	0,49	0,49	0,46
III B	0,46	0,54	0,50	0,55	0,37	0,66	0,62	0,53	0,55
IV A	0,49	0,56	0,37	0,61	0,37	0,70	0,58	0,53	0,55
IV B	0,45	0,52	0,46	0,76	0,46	0,73	0,63	0,57	0,61

TABEL XIII. De (kalium + magnesium)/calciumverhouding, in equivalenten, in de bladeren van half augustus.

TABLE XIII. Ratio of the potassium-plus-magnesium and calcium contents (equiv./equiv.) of the leaves in mid-August.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,66	0,83	0,72	1,01	0,70	1,25	1,41	0,94	1,12
II	0,60	0,68	0,54	0,76	0,53	1,03	1,06	0,74	0,87
III A	0,65	0,77	0,63	0,81	0,48	0,83	0,78	0,71	0,70
III B	0,61	0,72	0,67	0,74	0,53	0,92	0,90	0,73	0,78
IV A	0,64	0,74	0,49	0,75	0,49	0,90	0,82	0,69	0,74
IV B	0,60	0,69	0,59	0,92	0,57	0,90	0,88	0,74	0,78

TABEL XIV. Zie pgn. 33.

TABEL XV. Het mangaangehalte, in mg/kg drogestof, in de bladeren van half augustus.

TABLE XV. Manganese content of leaves in mid-August, mg/kg d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	95	184	49	40	134	223	716	206	358
II	64	175	29	48	110	165	272	123	182
III A	74	1958	11	1093	166	170	265	534	200
III B	49	154	12	32	25	23	37	48	28
IV A	78	2055	11	910	158	179	239	518	192
IV B	48	121	11	22	23	19	33	39	25

TABEL XIV. Invloed van de behandelingen op de gehalten in de bladeren bij een betrouwbaarheidsdrempel < 0,05.
 TABLE XIV. Effect of treatments on leaf contents at P < 0,05.

Factor	Objecten						Betrouwbaarheidsdrempel
Ca (alle jaren)	I	II	III B	III A	IV B	IV A	0,01
	1,04	1,24	1,25	1,25	1,27	1,32	
K (alle jaren)	III A	II	III B	IV A	IV B	I	0,01
	1,19	1,25	1,29	1,33	1,40	1,41	
Mg (alle jaren)	IV B	I	IV A	III B	II	III A	0,001
	0,17	0,18	0,18	0,21	0,21	0,23	
K/Ca, in equiv. (alle jaren)	III A	IV A	III B	II	IV B	I	0,001
	0,49	0,53	0,53	0,53	0,57	0,71	
(k + Mg)/Ca, in equiv. (alle jaren)	IV A	III A	III B	IV B	II	I	0,001
	0,69	0,71	0,73	0,74	0,74	0,94	
B (alle jaren)	III B	IV B	II	III A	IV A	I	0,001
	10,8	11,4	14,4	14,7	15,6	16,6	
Fe (alle jaren)	IV B	III B	II	IV A	III A	I	0,05
	97	98	107	112	113	114	
Ca ('74, '75 en '77)	I	II	III B	IV B	IV A	III A	0,001
	0,86	1,08	1,27	1,27	1,32	1,35	
Mg ('74, '75 en '77)	IV B	IV A	I	III B	II	III A	0,01
	0,15	0,17	0,19	0,21	0,21	0,23	
K/Ca, in equiv. ('74, '75 en '77)	III A	III B	IV A	II	IV B	I	0,01
	0,46	0,55	0,55	0,59	0,61	0,79	
(K + Mg)/Ca, in equiv. ('74, '75 en '77)	III A	IV A	III B	IV B	II	I	0,01
	0,70	0,74	0,78	0,78	0,87	1,12	
B ('74, '75 en '77)	III B	IV B	II	I	IV A	III A	0,001
	11,9	12,7	13,7	14,3	17,0	17,3	
Fe ('74, '75 en '77)	III B	II	IV B	III A	I	IV A	0,05
	75	82	82	87	90	92	
Mn ('74, '75 en '77)	IV B	III B	II	IV A	III A	I	0,05
	25	28	182	192	200	358	

TABEL XVI. Het boriumgehalte, in mg/kg drogestof, in de bladeren van half augustus.

TABLE XVI. Boron content of leaves in mid-August, mg/kg d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	21,3	21,4	17,8	12,7	16,8	13,4	12,7	16,6	14,3
II	20,2	12,0	16,0	11,1	14,3	13,3	13,6	14,4	13,7
III A	18,6	6,0	14,8	11,6	19,8	14,9	17,3	14,7	17,3
III B	15,2	7,0	9,5	8,5	13,8	10,3	11,6	10,8	11,9
IV A	17,2	14,2	15,0	12,1	18,3	15,6	17,1	15,6	17,0
IV B	12,1	9,2	9,9	10,5	14,4	12,0	11,7	11,4	12,7

TABEL XVII. Het ijzergehalte, in mg /kg drogestof, in de bladeren van half augustus.

TABLE XVII. Iron content of leaves in mid-August, mg/kg d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	115	141	104	171	86	91	93	114	90
II	124	149	106	124	77	82	86	107	82
III A	141	142	113	136	93	85	84	113	87
III B	112	131	117	103	78	75	71	98	75
IV A	144	141	114	111	99	88	88	112	92
IV B	103	123	97	112	75	87	84	97	82

TABEL XVIII. Het percentage calcium in de drogestof van de vruchten van half juli.

TABLE XVIII. Calcium content of fruits in mid-July, % of d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,134	0,12	0,138	0,119	0,062	0,081	0,066	0,103	0,070
II	0,128	0,14	0,143	0,114	0,060	0,086	0,081	0,107	0,076
III A	0,116	0,12	0,141	0,099	0,072	0,106	0,089	0,106	0,089
III B	0,115	0,13	0,135	0,119	0,067	0,102	0,084	0,107	0,084
IV A	0,113	0,12	0,148	0,127	0,081	0,112	0,085	0,112	0,093
IV B	0,116	0,12	0,143	0,134	0,078	0,106	0,084	0,112	0,089

TABEL XIX. Het percentage kalium in de drogestof van de vruchten van half juli.

TABLE XIX. Potassium content of fruits in mid-July, % of d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	1,50	1,44	1,29	1,15	0,95	1,34	1,73	1,34	1,34
II	1,50	1,24	1,24	1,11	0,92	1,27	1,43	1,24	1,21
III A	1,43	1,29	1,21	1,22	0,99	1,26	1,38	1,25	1,21
III B	1,49	1,26	1,31	1,19	0,95	1,36	1,46	1,29	1,26
IV A	1,52	1,29	1,23	1,25	1,09	1,28	1,44	1,30	1,27
IV B	1,50	1,28	1,31	1,22	1,15	1,40	1,48	1,33	1,34

TABEL XX. Het percentage magnesium in de drogestof van de vruchten van half juli.

TABLE XX. Magnesium content of fruits in mid-July, % of d.m.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,092	0,08	0,072	0,066	0,055	0,088	0,097	0,079	0,080
II	0,089	0,08	0,077	0,070	0,056	0,087	0,090	0,078	0,078
III A	0,094	0,08	0,079	0,068	0,058	0,088	0,082	0,078	0,076
III B	0,086	0,08	0,086	0,066	0,058	0,088	0,084	0,078	0,077
IV A	0,096	0,09	0,081	0,071	0,057	0,086	0,083	0,081	0,075
IV B	0,094	0,08	0,085	0,067	0,058	0,089	0,081	0,079	0,076

TABEL XXI. De kalium/calciumverhouding, in equivalenten, in de vruchten van half juli.

TABLE XXI. Ratio of the potassium and calcium contents (equiv./equiv.) of the fruits in mid-July.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	5,60	6,00	4,67	4,83	7,66	8,48	13,44	7,24	9,86
II	5,86	4,43	4,34	4,87	7,67	7,57	9,05	6,26	8,10
III A	6,16	5,38	4,29	6,16	6,88	6,09	7,95	6,13	6,97
III B	6,48	4,85	4,85	5,00	7,09	6,83	8,91	6,29	7,61
IV A	6,73	5,38	4,16	4,92	6,73	5,86	8,68	6,07	7,09
IV B	6,47	5,33	4,58	4,55	7,37	6,77	9,03	6,30	7,72

TABEL XXII. De (kalium + magnesium)/calciumverhouding, in equivalenten, in de vruchten van half juli.

TABLE XXII. Ratio of the potassium-plus-magnesium and calcium contents (equiv./equiv.) of the fruits in mid-July.

Object	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	6,28	6,67	5,20	5,39	8,55	10,27	15,86	8,32	11,56
II	6,55	5,00	4,87	5,48	8,60	9,24	10,88	7,23	9,57
III A	6,97	6,04	4,85	6,85	7,68	7,46	9,47	7,05	8,20
III B	7,23	5,46	5,49	5,55	7,96	8,26	10,56	7,22	8,93
IV A	7,58	6,13	4,70	5,48	7,43	7,12	10,29	6,96	8,28
IV B	7,28	6,00	5,17	5,05	8,12	8,15	10,62	7,20	8,96

TABEL XXIII. Zie pag. 38.

TABEL XXIV. Het mangaangehalte, in mg/kg drogestof, in de vruchten van half juli.

TABLE XXIV. Manganese content of fruits in mid-July, mg/kg d.m.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	12,9	7,7	13,2	7,6	25,6	47,4	19,1	26,9
II	9,7	6,6	5,3	7,3	18,0	21,2	11,4	15,5
III A	151,0	5,3	28,6	6,2	9,0	8,8	34,8	8,0
III B	9,2	4,9	3,9	2,3	5,5	5,5	5,2	4,4
IV A	167,0	5,0	37,7	6,0	9,7	10,5	39,3	8,7
IV B	8,2	4,9	3,9	3,1	6,1	5,5	5,3	4,9

TABEL XXIII. Invloed van de behandelingen op de gehalten in de vruchten van half juli en van half september bij een betrouwbaarheidsdrempel $P < 0,05$.

TABLE XXIII. Effects of treatments on contents in the fruits in mid-July and mid-September, at $P < 0.05$

Factor	Objecten						Betrouwbaarheidsdrempel
K, \pm 15/7 (alle jaren)	II 1,24	III A 1,25	III B 1,29	IV A 1,30	IV B 1,33	I 1,34	0,05
B, \pm 15/7 (alle jaren, zonder '70)	III B 5,8	IV B 7,1	II 8,7	III A 10,4	IV A 10,7	I 11,7	0,05
Ca, \pm 15/7 ('74, '75 en '77)	I 0,070	II 0,076	III B 0,084	III A 0,089	IV B 0,089	IV A 0,093	0,01
K/Ca, in equiv., \pm 15/7 ('74, '75 en '77)	III A 6,97	IV A 7,09	III B 7,61	IV B 7,72	II 8,10	I 9,86	0,05
(K+Mg)/Ca, in equiv. \pm 15/7 ('74, '75 en '77)	III A 8,20	IV A 8,28	III B 8,93	IV B 8,96	II 9,57	I 11,56	0,05
B, \pm 15/7 ('74, '75 en '77)	III B 4,8	II 6,3	IV B 6,3	I 6,8	III A 9,0	IV A 10,4	0,001
Mn, \pm 15/7 ('74, '75 en '77)	III B 4,4	IV B 4,9	III A 8,0	IV A 8,7	II 15,5	I 26,9	0,05
Ca, \pm 15/9 (alle jaren, zonder '70)	II 0,029	I 0,029	III B 0,033	III A 0,033	IV A 0,034	IV B 0,035	0,05
Mg, \pm 15/9 (alle jaren, zonder '70)	I 0,035	II 0,037	III B 0,038	IV A 0,039	IV B 0,039	III A 0,040	0,01
Mn, \pm 15/9 (alle jaren, zonder '70 + '72)	III B 2,3	IV B 2,3	II 4,9	I 6,0	III A 15,4	IV A 16,0	0,05
Ca, \pm 15/9 ('74, '75 en '77)	II 0,026	III B 0,030	III A 0,030	I 0,031	IV A 0,032	IV B 0,034	0,05
K, \pm 15/9 ('74, '75 en '77)	I 0,86	II 0,86	III A 0,93	III B 0,96	IV A 0,97	IV B 0,99	0,01
Mg, \pm 15/9 ('74, '75 en '77)	I 0,034	II 0,034	III B 0,034	III A 0,034	IV A 0,039	IV B 0,039	0,01
B, \pm 15/9 ('74, '75 en '77)	I 5,3	III B 5,3	II 5,5	IV B 6,1	III A 7,9	IV A 8,9	0,01
Mn, \pm 15/9 ('74, '75 en '77)	IV B 2,0	III B 2,3	II 5,6	III A 6,1	I 6,3	IV A 6,8	0,001

TABEL XXV. Het boriumgehalte, in mg/kg drogestof, in de vruchten van half juli.

TABLE XXV. Boron content of fruits in mid-July, mg/kg d.m.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	21,3	11,5	16,7	8,2	5,5	6,8	11,7	6,8
II	12,7	7,5	12,8	7,4	6,0	5,6	8,7	6,3
III A	7,1	9,1	19,1	10,7	8,2	8,0	10,4	9,0
III B	2,2	5,0	13,2	6,0	3,8	4,5	5,8	4,8
IV A	7,0	11,4	14,4	14,4	9,1	7,8	10,7	10,4
IV B	0,0	5,6	18,2	7,8	6,0	5,2	7,1	6,3

TABEL XXVI. Het ijzergehalte, in mg/kg drogestof, in de vruchten van half juli.

TABLE XXVI. Iron content of fruits in mid-July, mg/kg d.m.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	12	6,1	21,2	13	16,8	36,2	17,6	22,0
II	13	8,2	22,2	13	16,4	24,7	16,3	18,0
III A	14	7,7	21,8	12	20,5	30,8	17,8	21,1
III B	11	19,6	20,9	10	16,2	24,3	17,0	16,8
IV A	11	22,3	27,0	15	18,7	31,2	20,9	21,6
IV B	11	15,1	18,2	12	15,4	30,8	17,1	19,4

TABEL XXVII. Het percentage calcium in de drogestof van de vruchten van half september. ^xGeschatte waarde. ^{xx}Geschatte waarde voor 1977 was 0,027.

TABLE XXVII. Calcium content of fruits in mid-September, % of d.m. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 0.027.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,035	0,030	0,021	0,025	0,042	0,023 ^x	0,029	0,031 ^{xx}
II	0,037	0,035	0,021	0,019	0,036	0,024	0,029	0,026
III A	0,055	0,027	0,024	0,022	0,041	0,028	0,033	0,030
III B	0,048	0,034	0,024	0,026	0,039	0,025	0,033	0,030
IV A	0,047	0,030	0,031	0,027	0,044	0,026	0,034	0,032
IV B	0,050	0,030	0,031	0,028	0,046	0,027	0,035	0,034

TABEL XXVIII. Het percentage kalium in de drogestof van de vruchten van half september. ^xGeschatte waarde. ^{xx}Geschatte waarde voor 1977 was 1,00.

TABLE XXVIII. Potassium content of fruits in mid-September, % of d.m. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 1.00.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,97	0,84	0,73	0,70	0,87	1,02 ^x	0,86	0,86 ^{xx}
II	0,84	0,72	0,73	0,72	0,86	1,00	0,81	0,86
III A	0,94	0,67	0,76	0,82	0,95	1,03	0,86	0,93
III B	0,82	0,88	0,75	0,85	0,96	1,07	0,89	0,96
IV A	0,92	0,79	0,87	0,92	0,97	1,02	0,92	0,97
IV B	0,81	0,87	0,85	0,86	1,00	1,11	0,92	0,99

TABEL XXIX. Het percentage magnesium in de drogestof van de vruchten van half september. ^xGeschatte waarde. ^{xx}Geschatte waarde voor 1977 was 0,038.

TABLE XXIX. Magnesium content of fruits in mid-September, % of d.m. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 0.038.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	0,046	0,032	0,031	0,029	0,034	0,039 ^x	0,035	0,034 ^{xx}
II	0,046	0,033	0,033	0,028	0,039	0,042	0,037	0,036
III A	0,052	0,036	0,035	0,031	0,042	0,044	0,040	0,039
III B	0,045	0,038	0,033	0,032	0,040	0,042	0,038	0,038
IV A	0,046	0,032	0,037	0,034	0,042	0,042	0,039	0,039
IV B	0,045	0,038	0,034	0,033	0,042	0,043	0,039	0,039

TABEL XXX. De kalium/calciumverhouding, in equivalenten, in de vruchten van half september. ^xGeschatte waarde. ^{xx}Geschatte waarde voor 1977 was 18,43.

TABLE XXX. Ratio of the potassium and calcium contents (equiv./equiv.) of the fruits in mid-September. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 18.43.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	13,86	14,00	17,38	14,00	10,62	21,37 ^x	15,21	14,35 ^{xx}
II	11,35	10,29	17,38	18,95	12,25	21,36	15,26	17,52
III A	8,55	12,41	15,83	18,64	11,88	18,86	14,36	16,46
III B	8,54	12,94	15,63	16,35	12,62	21,94	14,67	16,97
IV A	9,79	13,17	14,03	17,04	11,30	20,11	14,24	16,15
IV B	8,10	14,50	13,71	15,36	11,14	21,07	13,98	15,86

TABEL XXXI. De (kalium + magnesium)/calciumverhouding, in equivalenten, in de vruchten van half september. ^xGeschatte waarde.

^{xx}Geschatte waarde voor 1977 was 20,90.

TABLE XXXI. Ratio of the potassium-plus-magnesium and calcium contents (equiv./equiv.) of the fruits in mid-September. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 20.90.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	15,17	15,07	18,86	15,16	11,95	24,05 ^x	16,71	16,00 ^{xx}
II	12,59	11,23	18,95	20,42	14,03	24,23	16,91	19,56
III A	9,49	13,74	17,42	20,05	13,56	21,45	15,95	18,35
III B	9,48	14,06	17,00	17,58	14,31	24,70	16,19	18,86
IV A	10,77	14,23	15,23	18,30	12,87	22,78	15,70	17,98
IV B	9,00	15,77	14,81	16,54	12,65	23,70	15,41	17,63

TABEL XXXII. Het mangaangehalte, in mg/kg drogestof, in de vruchten van half september. ^xGeschat gehalte. ^{xx}Geschat gehalte voor 1977 was 7,5.

TABLE XXXII. Manganese content of fruits in mid-September, mg/kg d.m. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 7.5.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	4,2	3,2	10,8	3,9	7,5	4,1 ^x	5,6	6,3 ^{xx}
II	2,6	2,8	5,1	3,2	6,1	7,6	4,6	5,6
III A	42,1	2,4	16,6	3,2	7,6	7,6	13,3	6,1
III B	2,1	2,6	2,6	1,3	2,6	2,9	2,4	2,3
IV A	40,5	2,2	19,1	4,3	7,9	8,3	13,7	6,8
IV B	3,1	2,9	2,5	1,3	2,3	2,5	2,4	2,0

over '74, '75 en '77 (tabel XXIII). De gehalten aan mangaan, borium en ijzer staan vermeld in tabel XXIV t/m XXVI. Het gehalte aan mangaan was bij object III B en IV B lager dan bij de andere objecten. In '71, '72 en '73 resulteerde bespuiting met 2% mangaansulfaat (object III A en IV A) in een hoger mangaangehalte dan bij object I en II. In '74, '75 en '77 werd door bespuiting met 0,2% mangaansulfaat wel een hoger gehalte aan mangaan gekregen t.o.v. onbespoten bij object III en IV, echter wel lager dan bij object I en II. Door bespuiting met borax werd het boriumgehalte iets verhoogd t.o.v. onbespoten bij object III en IV. Dit effect was over '74, '75 en '77 significant (tabel XXIII). De behandelingen hadden weinig invloed op het ijzergehalte. Door het toedienen van sporelementen werd het ijzergehalte in de meeste gevallen wel iets verhoogd t.o.v. geen toediening bij object III en IV.

3.4. Invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de omstreeks half september bemonsterde vruchten

De gehalten aan calcium, kalium, magnesium, de kalium/calcium- en (kalium + magnesium)/calciumverhouding staan vermeld in tabel XXVII t/m XXXI. Het gehalte aan calcium was gemiddeld iets lager bij object I en II dan bij de andere objecten (voor significantie van het effect zie tabel XXIII). De gehalten aan calcium waren bij object IV A en IV B (bekalking + gips) gemiddeld iets hoger dan bij object III A en III B (alleen bekalking); het verschil was echter niet significant (tabel XXIII). Het kaliumgehalte was gemiddeld bij object IV A en IV B iets hoger dan bij de andere objecten; het effect was echter niet significant. Gemiddeld over '74, '75 en '77 was het gehalte aan kalium bij object IV A en IV B significant hoger dan bij object I en II (tabel XXIII). Het gehalte aan magnesium was bij object I lager dan bij de andere objecten, uitgezonderd object II (tabel XXIII), zowel gemiddeld over alle jaren als gemiddeld over '74, '75 en '77. De kalium/calcium- en de (kalium + magnesium)/calciumverhouding werden niet beïnvloed. De verhoudingen waren gemiddeld bij object IV A en IV B iets lager dan bij de andere objecten en gemiddeld over '74, '75 en '77 het laagst bij object I.

De gehalten aan de sporelementen mangaan, borium en ijzer staan vermeld in tabel XXXII t/m XXXIV. Het gehalte aan mangaan was bij object III B

en IV B gemiddeld lager dan bij de andere objecten. Gemiddeld over alle jaren, uitgezonderd 1972 waarin niet met mangaansulfaat werd bespoten, was het mangaangehalte bij object III B en IV B lager dan bij object III A en IV A (tabel XXIII). Gemiddeld over '74, '75 en '77 was het mangaangehalte bij object III B en IV B lager dan bij de andere objecten (tabel XXIII). Het boriumgehalte was gemiddeld over '74, '75 en '77 bij object III A en IV A hoger dan bij de andere objecten. In alle jaren, uitgezonderd 1971 waarin op onverklaarbare wijze geen borium vastgesteld kon worden bij een aantal objecten, gaf behandeling met spoor-elementen een verhoging van het gehalte aan borium ten opzichte van geen behandeling hiermee bij object III en IV. Het ijzergehalte was gemiddeld bij object III B en IV B iets lager dan bij de andere objecten; het effect was echter niet significant.

3.5. Invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de vruchten

Het percentage van de vruchten aangetast door stip, zacht, stip en/of zacht en het percentage gave vruchten staat vermeld in tabel XXXV t/m XXXVIII. In de tabellen vermelde klassen appels bestonden uit minimaal 20 en in veel gevallen uit een aanzienlijk hoger aantal appels per klasse. De significante invloeden van de behandelingen op het percentage stip, zacht en gaaf staan vermeld in tabel XXXIX. Bekalking van de grond had gemiddeld over alle proefjaren geen invloed op het optreden van stip in de appels. Gemiddeld over de drie laatste gerapporteerde jaren trad echter een verlaging van het percentage stip en een verhoging van het percentage gave vruchten op. Het percentage van de vruchten met stip werd sterker teruggedrongen en het percentage gave vruchten sterker verhoogd indien naast bekalking met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat tevens ijzer, mangaan en borium (object III A en IV A) werd toegediend. Over de gehele proefperiode was het percentage van de vruchten met stip het laagst en het percentage gave vruchten het hoogst bij de objecten III A en IV A.

Toediening van calciumsulfaat bij de hoogste gift calciumcarbonaat aan de grond had geen effect op het optreden van stip in de appels.

TABEL XXXIII. Het boriumgehalte, in mg/kg drogestof, in de vruchten van half september. ^xGeschat gehalte. ^{xx}Geschat gehalte voor 1977 was 3,9.

TABLE XXXIII. Boron content of fruits in mid-September, mg/kg d.m. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 3.9.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	20,1	9,1	4,7	6,6	5,5	9,1 ^x	9,2	5,3 ^{xx}
II	15,4	5,8	4,0	6,9	5,2	4,4	7,0	5,5
III A	0,0	4,9	3,6	11,0	6,2	6,4	5,4	7,9
III B	8,2	2,5	1,1	7,0	4,7	4,2	4,6	5,3
IV A	0,0	5,3	4,1	12,0	7,7	7,1	6,0	8,9
IV B	0,0	3,2	2,7	8,0	5,8	4,5	4,0	6,1

TABEL XXXIV. Het ijzergehalte, in mg/kg drogestof, in de vruchten van half september. ^xGeschat gehalte. ^{xx}Geschat gehalte voor 1977 was 9,4.

TABLE XXXIV. Iron content of fruits in mid-September, mg/kg d.m. ^xEstimated value. ^{xx}Estimated value for 1977 was 9.4.

Object	1971	1972	1973	1974	1975	1977	Gemiddeld	Gemiddeld over 1974, 1975 en 1977
I	14	8,3	20,3	8,2	8,2	9,2 ^x	11,4	8,6 ^{xx}
II	14	12,0	10,9	6,1	9,5	8,6	10,2	8,1
III A	28	9,8	11,7	8,6	9,5	9,3	12,8	9,1
III B	13	8,7	8,7	5,1	7,5	8,5	8,6	7,0
IV A	18	8,9	27,5	7,5	10,3	8,7	13,5	8,8
IV B	13	6,8	15,5	3,1	7,5	8,3	8,9	6,3

TABEL XXXV. Het percentage stip in appels van verschillende grootteklassen (aangegeven in mm).
 TABLE XXXV. Percentage of bitter pit in apples of different size-classes (given in mm).

Object	1970				1971			1972		1973			Totaal gemiddeld	Gem. over '74, '75 en '77
	70-75	75-80	80-85	> 85	55-60	60-65	65-70	60-65	65-70	55-60	60-65	65-70		
I	12,1	18,0	30,0	30,8	0	0	3,3	3,2	2,6	1,3	4,7	13,4		
II	20,0	36,4	32,5	29,6	2,2	0	3,1	2,3	0	0	2,0	4,1		
III A	6,7	16,7	22,2	27,6	7,1	6,9	2,4	1,0	1,1	1,8	0,5	2,6		
III B	44,0	28,2	41,4	41,7	4,5	6,4	2,0	0,9	2,6	2,6	3,1	5,3		
IV A	13,5	15,9	20,0	25,9	2,4	4,3	1,6	0	1,3	0	0,5	0,9		
IV B	25,0	50,0	25,0	40,0	4,7	5,5	1,0	3,8	9,7	0	3,2	8,1		

Object	1974		1975				1977				Totaal gemiddeld	Gem. over '74, '75 en '77	
	60-65	65-70	70-75	60-65	65-70	70-75	75-80	55-60	60-65	65-70			70-75
I	3,2	8,6	9,1	12,8	22,4	24,0	35,6	28,0	35,7	31,7	46,2	16,4	23,4
II	2,0	4,3	1,3	14,7	17,1	19,6	27,9	7,7	18,7	21,9	28,1	12,8	14,8
III A	1,0	4,1	4,6	4,6	3,0	7,9	2,7	9,8	6,5	10,1	17,5	7,3	6,5
III B	2,2	3,7	5,3	7,7	13,8	22,8	29,1	11,9	23,6	24,4	37,6	15,9	16,6
IV A	3,2	3,6	6,4	0,7	2,0	6,2	18,5	3,4	8,6	11,6	12,3	7,1	7,0
IV B	1,8	2,0	3,8	10,0	13,5	27,8	32,6	15,4	23,6	27,8	36,8	16,1	17,7

TABEL XXXVI. Het percentage zacht in appels van verschillende grootteklassen (aangegeven in mm).
 TABLE XXXVI. Percentage of breakdown in apples of different size-classes (given in mm).

Object	1970				1971			1972		1973			Totaal gemiddeld	Gem. over '74, '75 en '77
	70-75	75-80	80-85	> 85	55-60	60-65	65-70	60-65	65-70	55-60	60-65	65-70		
I	0	2,0	0	0	0	0	0,8	0	3,4	3,9	3,5	4,5		
II	0	0	0	0	2,2	0	0	0,8	0	1,4	4,9	5,8		
III A	0	0	0	13,8	1,8	6,9	0	0	1,1	0	2,2	6,6		
III B	4,0	5,1	0	0	4,5	1,3	3,0	0,9	2,6	0	3,1	8,3		
IV A	0	0	0	0	2,4	0	0	0,8	5,1	2,2	3,8	3,7		
IV B	0	0	0	0	1,6	2,7	2,1	7,6	0	2,2	3,2	6,8		

Object	1974		1975				1977				Totaal gemiddeld	Gem. over '74, '75 en '77	
	60-65	65-70	70-75	60-65	65-70	70-75	75-80	55-60	60-65	65-70			70-75
I	42,7	40,4	43,6	0,9	2,4	8,3	10,2	20,0	4,8	11,7	15,4	9,5	18,2
II	30,3	48,1	53,8	5,5	3,6	4,9	4,7	2,6	1,9	1,2	3,1	7,6	14,5
III A	9,9	8,9	10,6	0,9	2,1	1,7	2,7	3,7	0	2,7	2,5	3,4	4,2
III B	9,5	16,2	19,2	5,1	8,6	3,5	8,1	0	0	2,9	2,8	4,7	6,9
IV A	8,2	7,3	7,3	1,3	1,0	0,8	3,7	0	0	0,9	0	2,1	2,8
IV B	7,3	4,7	5,0	1,4	4,5	3,0	4,7	2,6	3,6	3,4	10,4	3,3	4,6

TABEL XXXVII. Het percentage stip en/of zacht in appels van verschillende grootteklassen (aangegeven in mm).
 TABLE XXXVII. Percentage of bitter pit and/or breakdown in apples of different size-classes (given in mm).

Object	1970				1971			1972		1973		
	70-75	75-80	80-85	> 85	55-60	60-65	65-70	60-65	65-70	55-60	60-65	65-70
I	12,1	18,0	30,0	30,8	0	0	4,1	3,2	5,2	5,2	7,6	17,8
II	20,0	36,4	32,5	29,6	2,2	0	3,1	2,3	0	1,4	6,8	9,9
III A	6,7	16,7	22,2	31,0	7,1	7,8	2,4	1,0	2,1	1,8	2,7	7,9
III B	48,0	33,3	41,4	41,7	4,5	6,4	3,0	1,8	5,1	2,6	6,1	13,5
IV A	13,5	15,8	20,0	25,9	4,8	4,3	1,6	0,8	6,4	2,2	4,4	4,6
IV B	25,0	50,0	25,0	40,0	4,7	5,5	3,1	11,4	9,7	2,2	5,7	10,8

Object	1974			1975				1977				Totaal gemiddeld	Gemiddeld over '74, '75 en '77
	60-65	65-70	70-75	60-65	65-70	70-75	75-80	55-60	60-65	65-70	70-75		
I	45,6	45,0	49,1	13,8	22,9	28,9	37,3	36,0	38,1	38,3	61,5	23,9	37,9
II	32,3	51,4	53,8	18,3	19,0	23,9	30,2	7,7	20,6	22,7	25,8	19,6	27,8
III A	10,9	12,3	15,2	5,5	4,6	9,0	5,3	12,2	6,5	11,7	20,0	9,7	10,3
III B	11,6	19,3	24,5	10,3	19,8	23,4	33,7	11,9	23,6	25,8	39,4	19,6	22,1
IV A	11,0	10,1	12,8	1,3	2,0	6,2	18,5	3,4	8,6	12,1	12,3	8,8	8,9
IV B	9,2	6,7	8,8	11,4	17,0	27,8	34,9	15,4	24,5	30,0	45,3	18,4	21,0

TABEL XXXVIII. Het percentage gave appels in verschillende grootteklassen (aangegeven in mm).
 TABLE XXXVIII. Percentage of sound apples in different size-classes (given in mm).

Object	1970				1971			1972		1973		
	70-75	75-80	80-85	> 85	55-60	60-65	65-70	60-65	65-70	55-60	60-65	65-70
I	78,8	64,0	66,7	50,0	88,9	91,8	79,3	77,9	49,1	81,8	81,2	74,5
II	55,0	56,8	65,0	63,0	82,2	90,4	86,4	81,2	70,9	93,2	83,9	80,2
III A	82,2	63,9	59,3	51,7	37,5	48,0	45,1	92,9	84,2	83,9	87,6	78,8
III B	36,0	48,7	48,3	45,8	77,3	51,3	69,3	84,8	79,5	66,7	76,7	75,9
IV A	73,0	75,0	76,7	63,0	19,0	52,1	32,8	93,7	82,1	82,0	81,4	75,2
IV B	60,7	40,6	52,8	46,7	56,3	51,8	59,4	78,5	71,0	82,7	77,8	71,6

Object	1974			1975				1977				Totaal gemiddeld	Gemiddeld over '74, '75 en '77
	60-65	65-70	70-75	60-65	65-70	70-75	75-80	55-60	60-65	65-70	70-75		
I	49,6	47,7	49,1	75,2	68,8	57,0	49,2	40,0	50,0	41,7	26,9	62,6	50,5
II	52,8	41,1	43,8	67,9	73,0	68,7	58,1	82,1	74,2	73,0	62,5	69,8	63,4
III A	82,3	84,3	78,8	86,4	85,2	84,2	84,0	72,0	87,0	78,6	68,8	74,2	81,1
III B	81,0	72,7	67,0	74,4	68,1	55,2	48,8	81,0	68,9	65,1	54,1	65,1	66,9
IV A	86,8	87,7	84,4	90,3	92,1	88,4	74,1	86,4	84,2	77,2	77,0	75,4	84,4
IV B	85,6	76,7	85,0	71,4	70,0	60,9	46,5	66,7	67,3	59,9	49,1	64,7	67,2

TABEL XXXIX. Invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de appels bij een betrouwbaarheidsdrempel $P < 0,05$.

TABLE XXXIX. Effect of treatments on occurrence of bitter pit and breakdown in apples at $P < 0.05$.

Factor	Objecten						Betrouwbaarheidsdrempel
Stip (alle jaren)	IV A 7,1	III A 7,3	II 12,8	III B 15,9	IV B 16,1	I 16,4	0,001
Zacht (alle jaren)	IV A 2,1	IV B 3,3	III A 3,4	III B 4,7	II 7,6	I 9,5	0,01
Stip en/of zacht (alle jaren)	IV A 8,8	III A 9,7	IV B 18,4	II 19,6	III B 19,6	I 23,9	0,001
Gaaf (alle jaren)	I 62,6	IV B 64,7	III B 65,1	II 69,8	III A 74,2	IV A 75,4	0,01
Stip ('74, '75 en '77)	III A 6,5	IV A 7,0	II 14,8	III B 16,6	IV B 17,7	I 23,4	0,001
Zacht ('74, '75 en '77)	IV A 2,8	III A 4,2	IV B 4,6	III B 6,9	II 14,5	I 18,2	0,001
Stip en/of zacht ('74, '75 en '77)	IV A 8,9	III A 10,3	IV B 21,0	III B 22,1	II 27,8	I 37,9	0,001
Gaaf ('74, '75 en '77)	I 50,5	II 63,4	III B 66,9	IV B 67,2	III A 81,1	IV A 84,4	0,001

Het percentage van de vruchten aangetast door zacht nam door bekalking tot pH 7,4 (object III en IV) af. Toediening van ijzer, mangaan en borium bij bekalking tot pH 7,4 (object III en IV) had geen effect op het optreden van zacht in de appels. Ook het toevoegen van calciumsulfaat bij

de hoogste gift calciumcarbonaat had geen effect op het optreden van zacht in de appels.

Het percentage van de vruchten aangetast door stip en/of zacht was gemiddeld het laagst bij object III A en IV A (bekalking tot pH 7,4 + ijzer, mangaan en borium).

Doordat de vruchten vanaf 1973 per boom werden bewaard en beoordeeld op stip enz., kon vanaf dat tijdstip de invloed van de behandelingen op stip, enz. ook per boom en per grootteklasse berekend worden. In 1975 en 1977 kon een significante invloed van de behandelingen op het percentage appels aangetast door stip vastgesteld worden, in 1974 op het percentage appels met zacht en in 1974, 1975 en 1977 op het percentage gave vruchten. De resultaten komen in het algemeen overeen met de hierboven reeds beschreven resultaten over gemiddeld alle jaren.

3.6. Verband tussen de invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de vruchten en op de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten

De invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de vruchten kwam weinig overeen met de invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten (tabel XXXIX, XIV en XXIII). Alleen in de drie laatste gerapporteerde proefjaren ging de verlaging van het optreden van stip in de appels door bekalking van de grond tot pH 7,4 en tevens toediening van ijzer, mangaan en borium (object III A en IV A) samen met een verhoging van het boriumgehalte in de bladeren van half augustus en in de vruchten van half juli en half september.

4. DISCUSSIE

Het gemiddeld gewicht aan appels per boom verschilde niet bij de oogst van 1970 t/m 1977 (tabel V), zodat het optreden van stip en zacht niet verschillend voor de objecten door de groei van de appels beïnvloed werd. Alleen bekalking had gemiddeld over alle proefjaren geen effect op het percentage stip in de appels. Gemiddeld over de drie laatste gerapporteerde jaren trad door bekalking echter een verlaging van het percentage stip op (tabel XXXIX). Van der Boon (1980b) vond ook geen invloed van toevoeging van calciumnitraat aan rivierklei op het optreden van stip bij James Grieve. Bekalking van kleigrond had in het onderzoek van Schumacher & Fankhauser (1968) ook geen invloed op het optreden van stip. Bekalking van zandgrond had geen effect op stip (Pienaar *et al.*, 1971; Van der Boon, 1980c) of gaf enige verminderingen van het optreden van stip (Schumacher & Fankhauser, 1968; Van der Boon & Das, 1977; Van der Boon, 1980b).

Bekalking van de grond tot pH 7,4 met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat en tevens toevoeging van ijzer, mangaan en borium (object III A en IV A) resulteerde in een verlaging van het percentage stip en een verhoging van het percentage gave vruchten (tabel XXXIX). De invloed van de behandelingen op het optreden van stip kwam weinig overeen met de invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten over de gehele proeftijd. Over de drie laatste gerapporteerde jaren was het boriumgehalte in de bladeren van half augustus en in de vruchten van half juli en half september echter het hoogst bij de objecten III A en IV A (tabel XIV en XXIII). In de literatuur (tabel XL) werd in de meeste gevallen geen effect van boriumbespuiting op het optreden van stip in appel vastgesteld; soms kwam een geringe reductie hiervan voor. In de literatuur gegeven boriumgehalten in appels waren aanzienlijk hoger dan in de vruchten van het experiment waarover hier wordt gerapporteerd. De gehalten aan mangaan in de bladeren van half augustus en in de vruchten van half juli en half september werden door bemesting van de grond met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat (object III en IV) verlaagd indien niet tevens ijzer, mangaan en

TABEL XL. Literatuuroverzicht over het effect van toediening van borium aan appelbomen op het optreden van stip en zacht in de vruchten (N.B.=niet bepaald).

TABLE XL. Literature about the effect of boron application on the occurrence of bitter pit and breakdown in apple fruits (N.B. = not determined).

Variëteit	Teelt	Toediening van B	Effect op stip	Effect op mg B/kg dr. vrucht zacht	Effect op mg B/kg dr. vrucht van de controle	Literatuur
Allington Pippin	praktijk	Bespuiting met versch. conc. borax op 26/7, 14/8 en 4/9	Reductie bij 1 en 1,5% borax	N.B.	N.B.	Wiebosch, 1948
Notaris	praktijk	Bespuiting met 1% borax op versch. tijdstippen	Reductie bij besp. half juli	N.B.	N.B.	Van Stuivenberg & Pouwer, 1950
York Imperial	praktijk, 9 jaar oud	Bespuiting met 1 pound Solubor/100 gallon op versch. tijdstippen	Reductie bij bespuiting bij de bloei	N.B.	18	Dunlap & Thompson, 1959
Baldwin, Northern Spy	praktijk	2 à 3 keer spuiten kort na de bloei met 1 pound Solubor/100 gallon	Geen	N.B.	N.B.	Smock <i>et al.</i> , 1962
Richared Delicious	22,75 l vaten, gewassen zand + voed. opl.	Aan voedingsoplossing	Geen	N.B.	11-27	Kepka, 1964
Cleopatra, Democraat	praktijk	Bespuiting bij volle bloei met 0,1% borax	Geen	N.B.	N.B.	Martin <i>et al.</i> , 1965
Egremont Russet	praktijk, 10 jaar oud	Bespuiting met 0,15% Solubor bij bloembladval en 2 en 4 weken hierna	Geen	N.B.	18	Dixon <i>et al.</i> , 1973
Jonathan	25 l vaten, turf + perliet + voed.opl	Aan voedingsoplossing	Geen	Verhoging	32	Martin <i>et al.</i> , 1976a
Merton	praktijk, 9 jaar oud	Maandelijkse bespuiting met 0,15% boorzuur na vrucht-zetting	Geen	Verhoging	43(gem.obj.)	Martin <i>et al.</i> , 1976b
Egremont Russet	praktijk, 10 jaar oud	Bespuiting met 0,15% Solubor bij bloembladval en 2 en 4 weken hierna	Iets reductie	Geen	N.B.	Shorrock & Nicholson, 1980

borium werd gegeven (tabel XV, XXIV en XXXII). In de literatuur zijn geen gegevens over de invloed van mangaanbemesting (bespuiting) op het optreden van stip in appel gevonden. Wel trad bij hoge mangaanvoeding necrose van de bast van de boom op (Eggert & Hayden, 1970; Sadowski *et al.*, 1980). In het algemeen werd het gehalte aan ijzer in de bladeren van half augustus en in de vruchten van half juli en half september iets verlaagd door toediening van calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat (object III B en IV B, tabel XVII, XXVI en XXXIV); het effect was voor de vruchten echter niet significant. Martin *et al.* (1976a) kregen bij verhoging van de ijzerconcentratie in de voedingsoplossing van Jonathan-appelbomen op 25-l vaten met turf-perliet substraat een verlaging van het calciumgehalte in de vrucht en een verhoging van het optreden van stip en zacht.

Hoewel Van der Boon(1980a; 1980b) een sterkere vermindering van stip vond indien naast calciumcarbonaat tevens calciumsulfaat aan zandgrond werd toegevoegd trad in de potproef met rivierklei dit effect hierdoor niet op.

Het percentage appels met zacht werd door bekalking van de grond tot pH 7,4 met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat (object III en IV) teruggedrongen (tabel XXXIX). Toevoeging van ijzer, mangaan en borium had hierbij geen effect op zacht in tegenstelling tot effect hiervan op stip. Evenals bij stip had toediening van calciumsulfaat bij de hoogste gift calciumcarbonaat geen effect op het optreden van zacht in de appels. De invloed van de behandelingen op het optreden van zacht in de appels kwam weinig overeen met de invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten.

Het gehalte aan calcium in de bladeren van half augustus was bij het onbehandelde object I lager en de kalium/calcium- en de (kalium + magnesium)/calciumverhouding hoger dan bij de andere objecten (tabel XIV).

De behandelingen hadden gemiddeld over alle proefjaren weinig effect op de gehalten aan calcium, kalium en magnesium in de vruchten. Verschillende onderzoekers kregen bij bekalking van de grond ook een verhoging van het calciumgehalte in appelblad terwijl het calciumgehalte in de vrucht nauwelijks beïnvloed werd (Van der Boon, 1977; Van der Boon, 1980b; Smith & Greene, 1980).

Cox's-ziekte kwam meer voor bij de hoogste bekalkingstrappen zonder toediening van ijzer, mangaan en borium (tabel V). Bij deze hoogste bekalkingstrappen was het gehalte aan borium, ijzer en mangaan in de bladeren lager dan bij de andere objecten; het gehalte aan calcium en magnesium echter niet (tabel XIV). In het onderzoek van Oud (1968) ging Cox's-ziekte samen met een verhoogd suiker- en verlaagd calcium-, magnesium- en stikstofgehalte in blad en een minder ontwikkeld wortelstelsel. Boekel en Van der Boon (1978) verkregen uit hun onderzoek een aanwijzing dat het optreden van Cox's-ziekte in een aantal boomgaarden in de Noordoostpolder een gevolg was van het afsterven van veel wortels door tijdelijke, ongunstige bodemomstandigheden daarvoor. Zij vonden in bladeren van bomen met Cox's-ziekte een lager gehalte aan calcium, kalium, magnesium en fosfor en een hoger gehalte aan suikers en borium dan in bladeren van gezonde bomen. Het gehalte aan mangaan en stikstof verschilde hierbij niet in bladeren

van gezonde bomen en van bomen met Cox's-ziekte. Veen & Locher (1972) suggereerden dat er een relatie bestaat tussen het auxinegehalte in de boom en het afsterven van wortels. In het experiment waarover hier wordt gerapporteerd trad bij de hoogste bekalkingstrappen een verlaging van het optreden van Cox's-ziekte op indien ijzer, mangaan en borium werd toegediend. Bekalking tot pH 7,4 gaf een vermindering van het optreden van zacht in de appels en indien tevens ijzer, mangaan en borium werd toegediend werd het optreden van stip ook verlaagd. Hoewel uit de resultaten over de drie laatste gerapporteerde jaren van het experiment de aanwijzing werd verkregen dat het boriumgehalte in de bladeren en/of de vruchten een rol kan spelen bij het optreden van stip moet de invloed van de spoorlementen ijzer, mangaan, borium en misschien nog andere sporelementen op het optreden van stip in appels nog nader onderzocht worden.

Veel dank is verschuldigd aan de potproevendienst van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid voor het uitvoeren van de proef, aan de heren Floris, Hidding en Van Noordwijk van de Afdeling Bodemfysica en Grondbewerking voor het onderzoeken van het wortelstelsel van twee bomen en aan de heer J. Wolf van de Sectie Wiskunde voor de advisering bij het statistisch verwerken van de proefresultaten.

5. SAMENVATTING

Cox's Orange Pippin appelbomen, op onderstam M.IX, werden van 1969 tot en met 1977 in eternieten vaten, diameter 50 cm en hoogte 70 cm, gekweekt om de invloed van bekalking van rivierklei met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat, in combinatie met ijzer-, mangaan- en boriumgift, op het optreden van stip en zacht in appels na te gaan. De objecten waren:

- I. Onbehandeld, pH-KCl in de grond \pm 5,5;
- II. Bekalking met calciumcarbonaat tot pH-KCl 6,5;
- III. Bekalking met calciumcarbonaat tot pH-KCl 7,4;
- IV. Bekalking met dezelfde hoeveelheid calciumcarbonaat als bij object III + extra gift calciumsulfaat.

De objecten III en IV werden onderverdeeld in A (toediening van ijzer, mangaan en borium) en B (geen toediening van deze sporelementen). Bij object III en IV werd jaarlijks \pm 6000 kg CaO/ha als CaCO_3 gegeven en bij object IV tevens \pm 6000 kg $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ /ha.

Bekalking van de grond tot pH-KCl 7,4 met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat gaf een verlaging van het optreden van zacht in de appels. Indien tevens ijzer, mangaan en borium werd toegediend werd het optreden van stip in de vruchten verlaagd en het percentage gave vruchten verhoogd. Deze effecten op het optreden van stippige en gave vruchten traden bij alleen bekalking slechts in de drie laatste gerapporteerde jaren op, echter wel in geringere mate.

Toediening van calciumsulfaat bij de hoogste gift calciumcarbonaat had geen effect op het optreden van stip en zacht in de appels.

De invloed van de behandelingen op het optreden van stip en zacht in de appels kwam weinig overeen met de invloed van de behandelingen op de minerale samenstelling van de bladeren en de vruchten. Alleen in de drie laatste gerapporteerde proefjaren ging de verlaging van het optreden van stip in de appels door bekalking van de grond tot pH-KCl 7,4 met calciumcarbonaat en calciumcarbonaat + calciumsulfaat en tevens toediening van ijzer, mangaan en borium samen met een verhoging van het boriumgehalte in de bladeren van half augustus en de vruchten van half juli en

half september.

Het sterker optreden van Cox's-ziekte in de bomen bij bekalking van de grond tot pH-KCl 7,4 kon tegengegaan worden door toevoeging van ijzer, mangaan en borium.

6. SUMMARY

From 1969 to 1977, Cox's Orange Pippin apple trees, on rootstock M.IX, were cultivated in asbestos cement vessels with a diameter of 50 cm and a height of 70 cm, to study the effect of treating river clay with calcium carbonate and calcium carbonate + calcium sulfate, in combination with iron, manganese and boron, on the incidence of bitter pit and breakdown in apple.

The treatments were:

- I. Control, pH-KCl in the soil approx. 5.5.
- II. Liming with calcium carbonate up to pH-KCl 6.5.
- III. Liming with calcium carbonate up to pH-KCl 7.4.
- IV. As treatment III, plus calcium sulfate.

The treatments III and IV were subdivided into A (addition of iron, manganese and boron) and B (no addition of these microelements).

About 6000 kg CaO/ha as CaCO_3 was given every year to the soil of treatment III and IV and about 6000 kg $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ /ha to the soil of treatment IV.

Liming to pH-KCl 7.4 with calcium carbonate and calcium carbonate + calcium sulfate decreased the percentage of apples with breakdown. If also iron, manganese and boron were given, the percentage of fruits with bitter pit decreased and the percentage sound fruits increased. Calcium carbonate alone had the same effect on the incidence of pitted and sound fruits, but much less so and only in the last three years of the experiment.

If the soil was limed to pH-KCl 7.4 with calcium carbonate, addition of calcium sulfate had no effect on the incidence of bitter pit and breakdown.

There was little correspondence between the occurrence of bitter pit and breakdown and the mineral composition of the leaves and fruits as affected by the treatments. An exception was boron; in the last three years of the experiment, a decrease in the percentage of bitter pit in the apples, following liming to pH-KCl 7.4 and addition of iron, manganese and boron, corresponded with an increase in the boron contents of the leaves in mid-August and of the fruits in mid-July and mid-September.

The effect of iron, manganese, boron and perhaps other microelements,

in combination with liming, needs to be investigated further.

Liming to pH-KCl 7.4 was accompanied by an increase in necrotic spots on the leaves and in midshoot leafdrop (Cox's disease). This aggravating effect on Cox's disease could be counteracted by addition of iron, manganese and boron.

7. LITERATUUR

- Bangerth, F., 1974. The function of calcium in the cell and in the sub-cellular units of apples fruit. *Acta Hortic.* 45: 43-47.
- Boekel, P. en Boon, J. van der, 1978. Voortzetting van het onderzoek naar het optreden van Cox's-ziekte in de Noordoostpolder in de periode 1966-1968. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 8-78, 33 pp.
- Boon, J. van der, 1977. Bestrijding van stip en zacht in appel op zandgronden door bekalking en gipstoediening. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 15-77, 66 pp.
- Boon, J. van der, 1980a. Dressing or spraying calcium for bitter pit control. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller (Eds.), *Mineral Nutrition of Fruit Trees*. Butterworths, London, pp. 309-315.
- Boon, J. van der, 1980b. Prediction and control of bitter pit in apples. II. Control by summer pruning, fruit thinning, delayed harvesting and soil calcium dressings. *J. Hortic. Sci.* 55: 313-321.
- Boon, J. van der, 1980c. Bestrijding van stip en zacht in appels op zandgrond door bemesting of bespuiting met calcium. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 5-80, 87 pp.
- Boon, J. van der en Das, A., 1977. Stip en zacht in appels op zandgrond en calciumbemesting. *Bedrijfsontwikkeling* 8: 971-977.
- Boon, J. van der, Das, A. en Schreven, A.C. van, 1963. Proeven in '61 en '62 ter bestrijding van stip in Cox's Orange Pippin door toevoeging van calciumzouten. *Fruitwereld* 24: 14, 15, 17.
- Chittenden, E.F., Stanton, D.J. and Watson, J., 1969. Bitter pit in Cox's Orange apples. *N.Z.J. Agric. Res.* 12: 240-247.
- Dahiya, S.S. and Singh, Raghbir, 1980. Effect of farmyard manure and CaCO_3 on the dry matter yield and nutrient uptake by oats (*Avena Sativa*). *Plant Soil* 56: 391-402.
- Delver, P., 1980. Calciumbespuitingen tegen stip en zacht. *Fruittelt* 28: 876-877.
- Dixon, Barbara, Sagar, G.R. and Shorrocks, V.M., 1973. Effect of calcium and boron on the incidence of tree and storage pit in apples of the cultivar Egremont Russet. *J. Hortic. Sci.* 48: 403-411.

- Dunlap, Donald B. and Thompson, Arthur H., 1959. Effect of boron sprays on the development of bitter-pit in the York Imperial apple. Bulletin A-102 University of Maryland, 31 pp.
- Eggert, D.A. and Hayden, R.A., 1970. Histochemical relationship of manganese to internal bark necrosis of apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 95: 715-719.
- Fochessati, A., Perring, M.A. and Johnson, D.S., 1977. Calcium sprays for bitter pit control. *Deciduous Fruit Grower* 27: 308-315.
- Ford, Elsie M. and Quinlan, J.D., 1979. The distribution of ^{45}Ca in apple fruits when supplied to the roots at three times during the season. *J. Hortic. Sci.* 54: 181-188.
- 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, 1971a. The effect of frequent spraying with calcium nitrate solutions on the mineral composition and the occurrence of bitter pit on the apple Cox's Orange Pippin. *J. Hortic. Sci.* 46: 347-364.
- Goor, B.J. van, 1971b. Een vergelijking van het gedrag van het K- en Ca-transport naar de vrucht van de appel. *Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp.* 4-71, 4 pp.
- Hegwood, Donald A., 1972. Effects of soil calcium level on mineral concentration in lima bean seedlings. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 97: 232-235.
- Juo, A.S.R. and Uzu, F.O., 1977. Liming and nutrient interactions in two ultisols from southern Nigeria. *Plant Soil* 47: 419-430.
- Kepka, Marian, 1964. Induced cork spot and bitter pit in the Richared Delicious apple as related to nutrient levels of potassium, calcium, magnesium and boron. Thesis, Rutgers State University, 156 pp.
- Lakanen, Esko and Vuorinen, Jouko, 1963. The effect of liming on the solubility of nutrients in various Finnish soils. *Ann. Agric. Fenn.* 2: 91-102.
- Martin, D., Lewis, T.L. and Cerny, J., 1965. Experiments with orchard spray treatments for the control of bitter pit in apples in Tasmania. C.S.I.R.O., Division of Plant Industry, Technical Paper no. 22, 15 pp.
- Martin, D., Lewis, T.L., Cerny, J. and Ratkowsky, D.A., 1975. The predominant role of calcium as an indicator in storage disorders in Cleopatra apples. *J. Hortic. Sci.* 50: 447-455.

- Martin, D., Lewis, T.L., Cerny, J. and Ratkowsky, D.A., 1976a. Der Einfluss erhöhter Eisen-, Bor- und Calcium-Versorgung auf die Fruchtzusammensetzung und das Auftreten physiologischer Störungen bei 'Jonathan'. *Erwerbsobstbau* 18: 70-74.
- Martin, D., Lewis, T.L., Cerny, J. and Ratkowsky, D.A., 1976b. The effect of tree sprays of calcium, boron, zinc and naphthaleneacetic acid, alone and in all combinations on the incidence of storage disorders in Merton apples. *Aust. J. Agric. Res.* 27: 391-398.
- Millikan, C.R., 1971. Mid-season movement of ^{45}Ca in apple trees. *Aust. J. Agric. Res.* 22: 923-930.
- Mitchell, R.L., 1954-1955. Trace elements and liming. *Scott. Agric.* 34: 1-4.
- Osman, A.Z., El-Sherif, A.F. and Bassiouny, H., 1978. Manganese availability as affected by calcium carbonate levels. *Z. Pflanzenernähr. Bodenkd.* 141: 77-82.
- Oud, P., 1968. Nieuwe inzichten betreffende de Cox's ziekte. *Fruittteelt* 58: 1172-1174.
- Pienaar, W.J., Betts, A.V. and Gürgen, K.H., 1971. Uptake of calcium by Golden Delicious apple trees after soil application of calcium nitrate. *Deciduous Fruit Grower* 21: 38-40.
- Poonia, S.R. and Bhumbra, D.R., 1973. Effect of gypsum and calcium carbonate on plant yield and chemical composition and calcium availability in a non-saline sodic soil. *Plant Soil* 38: 71-80.
- Quinlan, J.D., 1969. Chemical composition of developing and shed fruits of Laxton's Fortune apple. *J. Hortic. Sci.* 44: 97-106.
- Reimann, B., 1962. Effect of liming on the absorption by plants of manganese, iron, phosphorus and potassium on light soils. *Prace Komis. nauk. roln. leśn. Poznań. Towarz. Przyj. Nauk* 12: 67-97.
- Rivenbark, W.L., 1961. The rates and mechanisms of manganese retention and release in soils. *Diss. Abstr.* 22: 1765-1766.
- Sadowski, A., and Świdarska, S., 1977. Studies on bitter pit of apples. VII. Effect of calcium fertilization applied to the soil. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego Akademii Rolniczej w Warszawie Ogrodnictwo* 10: 105-117.

- Sadowski, A., Alcalde-Blanco, S. and Enriquez-Reyes, S., 1980. Effects of different levels of manganese and boron upon the nutrient status and the incidence of internal bark necrosis in apple trees. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller (Eds.), Mineral Nutrition of Fruit Trees. Butterworths, London, pp. 378.
- Schumacher, R. und Fankhauser, F., 1968. Die Entstehung und Verminderung stippiger Äpfel. *Früchte und Gemüse* 35: 5 pp.
- Schumacher, R., Fankhauser, F. und Schaltegger, K., 1966. Stippebefall und Fruchtkalziumgehalt nach Behandlung der Äpfel und Blätter mit Kalziumchlorid. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* 102: 538-541.
- Sharples, R.O. and Little, R.C., 1970. Experiments on the use of calcium sprays for bitter pit control in apples. *J. Hortic. Sci.* 45: 49-56.
- Shorrocks, V.M. and Nicholson, D.D., 1980. The influence of boron deficiency on fruit quality. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller (Eds.), Mineral Nutrition of Fruit Trees. Butterworths, London, pp. 103-108.
- Smith, C.B. and Green, G.M., 1980. Nitrogen and lime treatment effects on the nutrient balance of apples. In: D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples and W.M. Waller (Eds.), Mineral Nutrition of Fruit Trees. Butterworths, London, pp. 294-295.
- Smock, R.M., Fisher, E.G. and Forshey, C.G., 1962. Bitter pit of apples. *Proceedings, 1962 Annual Meeting, New York State Horticultural Society*, pp. 118-123.
- Stuivenberg, J.H.M. van en Pouwer, A., 1950. Onderzoek over de bestrijding van "stip" bij notarisappels. *Meded. Dir. Tuinbouw (Neth.)* 13: 201-211.
- Tölgyesi, G., 1964. Disturbance in trace-element uptake by monocotyledons caused by mistakes in soil amelioration. *Agrokém. Talajt* 13: 253-262.
- Veen, B.W. and Locher, J. Th., 1972. Some investigations on Cox's disease in Cox's Orange Pippin apple trees, grafted on dwarfing rootstock M.IX. *Neth. J. Agric. Sci.* 20: 285-300.
- Wiebosch, W.A., 1948. Bespuitingen van vruchtbomen met mangaan- en boriumzouten. *Meded. Dir. Tuinbouw (Neth.)* 11: 320-323.
- 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.
- Wilkinson, B.G., 1968. Mineral composition of apples. IX. Uptake of calcium by the fruit. *J. Sci. Fd. Agric.* 19: 646-647.