

CODEN IBBRAH (6-78) 1-29 (1978)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 6-78

HET OPWEKKEN VAN COX'S ZIEKTE IN COX'S ORANGE PIPPIN
Verslag potproef VP 915 en 916

door

J. VAN DER BOON

1978

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 6-78 (1978) 29pp.

INHOUD

1.	Inleiding	3
2.	Invloed van wateroverlast, ringen, stikstofvorm en reductieprodukten VP 915.	4
2.1.	Proefopzet en uitvoering van de proef.	4
2.2.	Resultaten van proef VP 915.	6
2.2.1.	Waarnemingen aan het gewas in 1968 en voorjaar 1969, het eerste proefjaar.	6
2.2.2.	Waarnemingen aan het gewas in 1969, het tweede proefjaar.	6
2.2.2.1.	Bladstand en groei tijdens het seizoen.	6
2.2.2.2.	Totale boomontwikkeling aan het einde van de proef.	7
2.2.3.	Bladonderzoek.	12
3.	Invloed van wateroverlast, stikstofvorm en enten VP 916.	16
3.1.	Proefopzet en uitvoering van de proef.	16
3.2.	Resultaten van proef VP 916.	16
3.2.1.	Waarnemingen over de stand, ijzergebrek, Cox's ziekte, paarsverkleuring en bloei.	16
3.2.2.	Waarnemingen over bladval.	18
3.2.3.	Waarnemingen over scheutgroei.	18
3.2.4.	Totale boomontwikkeling aan het einde van de proef.	18
3.2.5.	Bladonderzoek.	18
4.	Discussie.	25
5.	Samenvatting.	28
6.	Literatuur.	29

1. INLEIDING

Hoewel Cox's ziekte in Cox's Orange Pippin ook elders in ons land wordt aangetroffen, treedt dit verschijnsel vooral op in de nieuwe IJsselmeerpolders. Veel onderzoek naar de oorzaak van deze ziekte is al verricht, maar de juiste oorzaak is nog niet vastgesteld (Oud, 1968).

In het rapport van Das, Oud en Schellekens (1967) worden het-ziekte-beeld en de verspreiding van de zieke bomen op het perceel beschreven. De praktijkervaringen met methoden worden opgesomd, waarmee men zo veel mogelijk het optreden van Cox's ziekte kan voorkomen of tegengaan. Daar-in wordt onder andere het ringen genoemd. Op een 20-tal bedrijven werden waarnemingen verricht aan gezonde bomen en op plekken met zieke bomen. In het profiel werden waarnemingen over structuur en beworteling gedaan. Op de goede plekken met gezonde bomen kwam over het algemeen een betere structuur voor, de verzadigingsgrens in het profiel (de grens waar bij knippen van de grond nog juist water vrij komt) was dieper gelegen en het aantal dode wortels aanmerkelijk lager.

Uit het onderzoek van Visser (1968), die waarnam dat zieke bomen over het algemeen kleiner waren, een klein wortelstelsel en veel dode wortels hadden, blijkt dat het niet mogelijk is een relatie te leggen tussen het optreden van de ziekte en de waargenomen bodemfysische factoren. De oorzaak van de Cox's ziekte wordt gezocht in een fysiologische factor.

Door middel van potproeven werd daarom de invloed van de volgende factoren, welke mogelijk een rol spelen onderzocht: wateroverlast in gevoelige perioden, t.w. in het voorjaar of in midden zomer, wanneer de ziekteverschijnselen optreden; het ringen, wat onder praktijkomstandigheden bij dragende bomen tot een snel herstel kan leiden; de stikstofvorm (in het profiel komt bij de gereduceerde zone stikstof in ammoniumvorm voor); en vergiftiging vanuit de reductiezone door nitriet of sulfide. De factoren werden in factoriële combinatie bestudeerd, want het is niet uitgesloten dat het optreden van ziekte aan een samenspel van factoren is toe te schrijven. De hiervoor genoemde factoren werden opgenomen in potproef VP 915.

Waarnemingen in de praktijk door Das en Oud (mondelijke meded.) suggereerden dat het goed of minder goed vergroeien van een entplaats mogelijk een rol speelt bij het optreden van Cox's ziekte. Hierbij zou de onderstam onvoldoende assimilaten, groeistoffen, etc. uit het bovengrondse deel kunnen ontvangen. Gezien de resultaten welke de Stigter (1956) verkreeg bij entchlorose van meloen door het behouden van blad aan de onderstam, werd in proef VP 916 een oplossing gezocht door het enten van de onderstam.

Een tweede factor in deze proef was het aanbrengen van een periode van wateroverlast in maart-april en juli-augustus. Daarnaast werd stikstof in twee vormen toegediend.

TABEL I. Samenstelling van de voedingsoplossing.

Oplos- sing	Soort zout	Voedingselement in mg/l					
		N	P	K	Mg	Ca	S
<i>Ammoniumoplossing</i>							
1A	K_2SO_4			116,4			47,3
	$(NH_4)_2HPO_4$	60,5	67,0				
	$NH_4H_2PO_4$	8,2	18,1				
	$(NH_4)_2SO_4$	30,0					34,2
2A	NH_4HCO_3	17,9					
3A	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot 1H_2O$		43,8			28,2	
4A	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$				35,8		47,7
totaal		116,6	128,9	116,4	35,8	28,2	129,7
<i>nitraatoplossing</i>							
1B	KH_2PO_4		94,1	118,4			
2B	KNO_3	19,6		54,7			
	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$				23,0		30,1
	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	35,4			30,3		
3B	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	62,8				89,7	
totaal		117,8	94,1	173,1	53,3	89,7	30,1

Van dit spoorelementermengsel werd 1,2 l toegevoegd aan 600 liter water.

Tijdens de proef werden uitgebreide waarnemingen verricht en standcijfers gegeven voor de ontwikkeling van het gewas, de bladkleur, de bladverkleuring, de bladval, de scheutgroei, de stamdiktegroei, en aan het einde van de proef werd het gewicht van het eenjarige en tweejarige hout bepaald en het wortelgewicht vastgesteld. Het aantal voortijdig doodgegane bomen werd geteld.

Op 1 november 1968 werd het blad bemonsterd. Van drie scheuten per boompje werden twee bladeren genomen en wel twee volgroeide vanaf de top. Nog niet uitgevoerde behandelingen werden bijeengevoegd, zodat uiteindelijk de in 1968 al aanwezige objecten in tweevoud onderzocht werden. Normale bemonstering, namelijk het derde en vierde blad vanaf de basis gerekend, was niet meer mogelijk doordat veel blad was afgevallen. In 1969 werd dit op 11 september wel zo veel mogelijk gedaan. De bemonstering vond toen alleen per object plaats.

2.2. Resultaten van proef VP 915

De bomen in de grindcultuur werden al spoedig "potziek", waarschijnlijk als gevolg van het beperkte wortelstelsel, gecombineerd met een groot verschil in vochtspanning op korte verticale afstand. Het blad viel daarbij af en het uiterlijk van de boom leek veel op dat van bomen, getroffen door de Cox's ziekte. In het tweede jaar kwamen daarbij verschijnselen van bladverkleuring, welke de gelijkenis met het beeld van Cox's ziekte nog versterkte. Het vaststellen van de invloed van de aan-gebrachte factoren op het opwekken van Cox's ziekte was daardoor niet mogelijk. Wel kon nog worden waargenomen, in welke mate het beeld van afwijkende groei en van ziektesymptomen door de behandelingen werd versterkt.

2.2.1. Waarnemingen aan het gewas in 1968 en voorjaar 1969, het eerste proefjaar

In de eerste maanden van de proef bleef de ontwikkeling van de boom op de voedingsoplossing met ammonium al statistisch significant achter bij die op de voedingsoplossing met nitraat (tabel II). Een duidelijke bladval trad op bij de voedingsoplossing met NH_4 . Ook metingen van de scheutlengte in augustus, september 1968 en in januari 1969 bevestigden het achterblijven in ontwikkeling. De bloei in het voorjaar 1969 was geringer met ammonium. Na de verdrinkingsperiode van 9 augustus tot 2 september 1968 werd op 12 september een versterkte bladval waargenomen, die vooral bij de ammonium-voedingsoplossing zich deed gelden. De groei van de bomen was na de verdrinkingsperiode geremd, in de periode van augustus en september meer bij de potten met nitraat dan bij die met ammonium. De stamdikte gemeten in januari 1969 was voor de bomen met wateroverlast in augustus geringer, de remming van de groei was duidelijker bij de over het geheel beter groeiende bomen op nitraatoplossing.

Nitriettoevoeging bracht veel bladval teweeg in eind augustus en in september, sulfide gaf ook bladval, maar in mindere mate. De bladval was erger bij de combinatie van sulfide met ammonium dan bij sulfide met nitraat. Nitriet gaf eind augustus meer bladval te zien als ammonium was toegediend dan wanneer nitraat was gegeven. Bij de meting van de stamdikte bleek de stamomvang van de met nitriet behandelde bomen geringer te zijn, het achterblijven in groei was duidelijker voor de met nitraat gevoede, sterker ontwikkelde bomen, en evenzo voor de niet met verdrinking mishandelde bomen.

2.2.2. Waarnemingen aan het gewas in 1969, het tweede proefjaar

In het tweede proefjaar was de gezondheidstoestand van het gewas nog minder goed, zodat het effect van de behandelingen nog moeilijker was vast te leggen en de interpretatie ervan op grotere onzekerheden stuit.

2.2.2.1. *Bladstand en groei tijdens het seizoen.* De bomen met de ammonium-voeding vertoonden weer de sterkste bladval (tabel III). Aan het eind van het seizoen werd de paarsverkleuring van het blad in een schaal vastgelegd. Op de met ammonium gevoede bomen kwam meer paarsverkleuring in het blad voor. De groei van de bomen, bepaald aan het aantal en de totale lengte van de eenjarige scheuten, groter dan een op het tijdstip van meten aangenomen lengte (10 cm in augustus en september en 3 cm in november) was duidelijk minder bij NH_4 dan bij NO_3 .

Ringen als hoofdeffect gaf geen statistisch betrouwbaar verschil.

Verdrinken in de periode van augustus 1968 gaf als nawerking een minder sterke scheutgroei te zien. De bladval was ook minder, maar hier kan de geringere scheutgroei en dus het geringere aantal bladeren doorheen spelen.

Ook de verdrinkingsperiode in het voorjaar, 2 tot 24 mei 1969, leidde tot mindere scheutgroei en misschien daarmee samenhangend tot een geringere bladval. De groeiremming was wat minder groot dan die door wateroverlast in de voorgaande zomer.

Verdrinken van 8 augustus tot 1 september, gaf geen duidelijk effect op de groei te zien. Wel werd een versterkte bladval waargenomen, maar de paarsverkleuring van het blad in begin oktober was minder hevig.

Nitriettoediening gaf geen verhoogde bladval. Er was een minder sterke paarsverkleuring. Een achterblijven van de scheutgroei in augustus en september was niet meer aan te tonen bij de metingen in november.

Sulfiettoevoeging in dit proefjaar en, daar de behandelingen niet verwisseld waren misschien als gevolg van de toediening in het vorige jaar, had een gunstige werking op de scheutgroei.

Diverse interacties waren volgens globale toetsing statistisch betrouwbaar. Door het ontbreken van vrij veel waarnemingen door het doodgaan van bomen, is de zuivere interactie niet zonder meer vast te stellen en werd wegens het vele rekenwerk ook niet exact bepaald. De belangrijkste interacties laten zich als volgt omschrijven:

Na de verdrinkingsperiode in mei 1969 werd minder bladval in augustus en september geconstateerd. Vooral bij de behandeling met ammoniumvoeding was het gunstige effect zeer duidelijk.

Door de verdrinkingsperiode van augustus 1969 werd meer bladval veroorzaakt, maar minder groot bij de bomen, die de vorige zomer een periode van wateroverlast hadden ondergaan.

De scheutgroei werd over het geheel genomen gestimuleerd door de verdrinking in augustus 1969, maar dit groeistimulerend effect was niet aanwezig bij bomen die wateroverlast in de vorige zomer hadden gehad.

Nitriettoevoeging gaf minder paarsverkleuring van het blad bij bomen, die een verdrinkingsperiode hadden gehad in augustus 1968. Bij bomen die deze overlast niet hadden ondergaan was het effect minder duidelijk.

2.2.2.2. Totale boomontwikkeling aan het einde van de proef. Aan het einde van de proef werd de ontwikkeling van de boom vastgelegd door de bepaling van het gewicht van eenjarig en tweejarig hout, het gewicht van de stam en het wortelgewicht (tabel IV).

Van de bomen op de ammoniumvoeding was de groei van bovengrondse en ondergrondse delen geringer. Het aantal dode bomen was bij ammoniumtoediening aanzienlijk groter.

Ringen had geen statistisch betrouwbaar effect.

De verdrinkingsperiode in augustus van het eerste proefjaar gaf een verminderde ontwikkeling van het bovengrondse gewas en had een zwak stimulerend effect op de latere ontwikkeling, hoewel niet statistisch betrouwbaar.

Verdrinking in mei 1969 had geen eenduidige invloed op het bovengrondse deel, maar gaf aan de wortelontwikkeling geen nadeel.

De laatste verdrinkingsperiode in augustus 1969 was schadelijk voor de wortels.

TABEL II. Stand, bladval, en groei in 1968 en bloei in voorjaar 1969 in VP 915.

Behandeling	Waarnemingen					
	Stand- cijfer	Stand- cijfer	Aantal afgevallen bladeren	Aantal afgevallen bladeren	Gem. stam- dikte 5 cm boven ent- knobbel (mm)	Aantal bloem- trossen/ boom
	31/5/1968	24/7/1968	24/7/1968	9/8/1968	26/8/1968	12/9/1968
nitraat	7,08 ⁺⁺⁺	7,83 ⁺⁺⁺	0,3 ⁺⁺⁺	3,6 ⁺⁺⁺	6,6 ⁺⁺⁺	18,0 ⁺⁺⁺
ammonium	6,57 ⁺⁺⁺	5,28	12,1	21,3	31,0	38,6
niet ringen wel ringen						
niet verdrinken wel verdr. aug. '68	6,94(+)	6,48	6,2	12,9	18,3	24,6 ⁺⁺⁺
niet verdrinken wel verdr. mei '69	6,72	6,64	6,3	12,0	19,2	32,0 ⁺⁺⁺
niet verdrinken wel verdr. aug. '69						
onbehandeld	6,84	6,42 ⁺	5,7	11,8	15,9 ⁺⁺⁺	25,2 ⁺⁺⁺
nitriet	6,82	6,75 ⁺	6,9	12,8	22,5 ⁺⁺⁺	30,8 ⁺⁺⁺
sulfide	6,82	6,50	6,2	12,7	17,9 ⁺⁺⁺	28,8
Statistische toetsing interacties						(+)
2 stikstofsoort x verdr. aug. '68						12,0
5 stikstofsoort x nitriet						11,7
						11,8
						12,0 ⁺⁺⁺
						10,0 ⁺⁺⁺
						30,6 ⁺⁺⁺
						14,8
						23,8
						22,1
						24,0 ⁺
						20,8 ⁺
						24,2 ⁺
						++
						+
						+

+ 6= klein gewas
9= groot gewas

++ 3= weinig scheuten
9= goed ontwikkelde scheuten

+++ Statistisch (bijna) betrouwbaar bij onbetrouwbaarheidsdrempel P= 0,10:(+), P= 0,05:++, P= 0,01:+++ en P= 0,001:++++

Vervolg TABEL II. Stand, bladval, en groei in 1968 en bloei in voorjaar 1969 in VP 915.

Behandeling	Maarmeringen				Scheuten, langer dan 10 cm				Scheuten, langer dan 3 cm			
	Aantal 28/8/ 1968	Lengte 28/8/ 1968 in cm	Aantal met eind- knop 12/9/1968	Aantal zonder eindknop 12/9/1968	Lengte 11/9/ 1968 in cm	Aantal 10/1/ 1969	Lengte 10/1/ 1969 in cm					
nitraat ammonium	6,70 5,65	262,6 128,2	3,58 2,94	2,43 1,86	266,2 131,1	6,61 5,45	270,1 131,9					
niet ringen wel ringen												
niet verdrinken wel verdr. aug. '68	6,52 5,82	198,4 192,5	3,20 3,32	2,36 1,93	206,6 194,9	6,30 5,76	208,0 194,0					
niet verdrinken wel verdr. mei '69												
niet verdrinken wel verdr. aug. '69												
onbehandeld	6,05	190,6	2,91	2,34	200,5	5,92	201,4					
nitriet	6,34	200,4	3,56	2,11	201,2	6,22	201,0					
sulfide	6,13	195,2	3,31	1,98	201,5	5,95	200,5					

TABEL III. Bladval, paarsverkleuring en scheutgroei in 1969 in VP 915.

Behandeling	Waarnemingen		Scheuten, langer dan 10 cm		Scheuten, langer dan 3 cm	
	Aantal gevallen bladeren/boom	Paarsverkleuring ring	aantal	lengte in cm	aantal	lengte in cm
nitraat	2,1 ⁺⁺⁺	1,8 ⁺⁺⁺	5,3 ⁺⁺⁺	82,9 ⁺⁺⁺	5,8 ⁺⁺⁺	90,7 ⁺⁺⁺
ammonium	10,5	2,4	2,9	50,1	2,9	51,0
niet ringen	4,1	2,0	4,4	71,3	4,7	76,5
wel ringen	5,1	2,0	4,8	74,7	5,1	80,8
niet verdrinken	6,5 ⁺⁺⁺	2,1 ⁺	5,6 ⁺⁺⁺	91,4 ⁺⁺⁺	5,9 ⁺⁺⁺	97,1 ⁺⁺⁺
wel verdr. aug. '68	2,2	1,8	3,4	50,1	3,7	56,0
niet verdrinken	6,5 ⁺⁺⁺	2,2 ⁺⁺	5,1 ⁽⁺⁾	83,0 ⁺⁺	5,3 ⁺	87,2 ⁺⁺
wel verdr. mei '69	2,1	1,7	4,0	60,3	4,4	67,4
niet verdrinken	3,9	2,2	4,4	70,0	4,8	76,5
wel verdr. aug. '69	5,3	1,8 ⁺	4,7	75,9	5,0	80,7
onbehandeld	5,8 ⁺	2,2 ⁺⁺	4,2	69,7 ⁺	4,4	73,8 ⁺⁺
nitriet	3,0	1,7 ⁺⁺	4,1 ⁺⁺	61,3 ⁺⁺	4,5 ⁺⁺	67,9 ⁺⁺⁺
sulfide	4,7	2,1 ⁺	5,7 ⁺⁺	91,3 ⁺⁺	6,1 ⁺⁺	97,8 ⁺⁺
Statistische toetsing interacties						
1 stikstofsoort x ringen			+		+	
2 stikstofsoort x verdr. aug. '68	+		+		+	
3 stikstofsoort x verdr. mei '69	+++					
5 stikstofsoort x nitriet		+				
6 stikstofsoort x sulfide		+				
12 verdr. aug. '68 x verdr. mei '69	+		+		+	
13 verdr. aug. '68 x verdr. aug. '69	+		+		+	
14 verdr. aug. '68 x nitriet		+++				
15 verdr. aug. '68 x sulfide		++				
16 verdr. mei '69 x verdr. aug. '69	+		+		+	
19 verdr. aug. '69 x sulfide	+		+		+	
Scheuten, langer dan 3 cm						
aantal			10,1 ⁺⁺⁺		5,6	
lengte in cm			113,3 ⁺⁺⁺		66,5	

† l = geen paars blad, 4 = vrij veel paars blad

++ statistisch (bijna) betrouwbaar bij onbetrouwbaarheidsdrempel P= 0,10:(+), P= 0,05: +, P= 0,01:++ en P= 0,001: +++

Nitriet verminderde het drogestofgehalte van de wortels en gaf een lager drooggewicht van de wortels.

Toedienen van sulfiet in augustus had een sterkere groei tengevolge van bovengrondse en ondergrondse plantedelen. De groeistimulans voor de wortels kwam alleen voor bij de voedingsoplossing met nitraat, welke volgens tabel I een laag zwavelgehalte heeft. Bij ammoniumvoeding was sulfidetoediening nadelig voor het wortelgewicht.

Een andere interactie die niet onvermeld mag blijven is dat het wortelgewicht door verdrinking in mei 1969 alleen afnam bij de voeding met ammonium, en niet bij die met nitraat.

2.2.3. Bladonderzoek

Het bladonderzoek liet een minerale samenstelling zien, welke voor bepaalde elementen sterk afweek van het normale beeld. Zo was het fosfaatgehalte erg hoog en het calciumgehalte zeer laag (tabel V en VI). Als goede gehalten in het blad van augustus moeten worden beschouwd: 2,4-2,8% N, 0,3-0,5% P₂O₅, 1,3-1,8% K₂O, 2,5-3,1% CaO en 0,3-0,5% MgO. In 1968 was het zetmeelgehalte aan de hoge, het suikergehalte aan de lage kant. In 1969 waren zowel het suiker- als het zetmeelgehalte lager dan in het onderzoek van 1966 in de Noordoostpolder werd gevonden (Das e.a., (1967)). Het afwijkend beeld in 1968 kan voor een deel worden toegeschreven aan de andere plaats van bemonstering: bladeren aan de top van de eenjarige scheuten in plaats van het derde en vierde blad van onderen, en aan de late bemonstering op 1 november; maar ook de bemonstering in september 1969, waarbij de bladeren genomen werden van ongeveer de normale positie, geeft lage cijfers voor calcium en hoge voor fosfaat. De K₂O/MgO verhouding in het blad is hoger dan de waarde van 5,9, welke volgens Butijn (1961) niet mag worden overschreden, wil het blad geen magnesiumgebrek vertonen. Het lage calciumgehalte is hierbij ook een ongunstige factor.

De aangebrachte factoren hadden de volgende invloed, waarbij het verschil in het effect tussen behandelingen in 1969 werd getoetst aan de "toevalsfout", die in het materiaal van 1968 werd vastgesteld.

Er was een duidelijk verschil tussen de nitraat- en ammoniumvoeding. Bij ammoniumvoeding waren de stikstof- en fosfaatgehalten hoger en het kaligehalte lager. In 1968 was het magnesiumgehalte met ammonium lager en het calciumgehalte hoger, maar in 1969 was het calciumgehalte ook lager. Bij ammonium waren suiker en zetmeel in 1968 verlaagd. De K/Mg-verhouding in het blad werd niet duidelijk beïnvloed door de stikstofsoort. De sterkere bladval bij ammoniumvoeding kan dus niet aan een verschil in deze verhouding worden toegeschreven.

Na verdrinken in augustus 1968 werd in november 1968 een lager kaligehalte in het blad gevonden, het zetmeelgehalte was wat verlaagd en het magnesiumgehalte verhoogd.

Verdrinken in mei 1969 had weinig effect, het calciumgehalte was wat verhoogd.

Verdrinken in augustus 1969 had een sterkere invloed op de samenstelling van het blad in september. De N-, P- en K-gehalten waren gedaald.

Nitriettoevoeging gaf verhoging van N, P, Ca en Mg en een daling van K.

Sulfidetoevoeging gaf een wat lager stikstofgehalte en een hoger calciumgehalte, het effect was evenwel niet statistisch betrouwbaar.

Een interactie welke vaak statistisch betrouwbaar was, was de wisselwerking tussen stikstofsoort en al of niet nitriettoediening.

Zo stegen zowel in 1968 als in 1969 het N- en het P-gehalte in het blad door de behandeling met nitriet, vooral als de bomen steeds ammoniumoplossing ontvangen hadden.

TABEL VI. Bladonderzoek in 1969 in VP 915.

Behandeling	Warmewijngen							suiker	zetmeel
	Z droge stof vers	in percentage droge stof							
	op	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO			
nitraat ammonium	24,1+++ 30,8	1,27+++ 1,50	0,68+++ 1,10	1,74+++ 1,52	0,31+ 0,24	0,183 0,176	1,14 0,99	2,89 2,85	1,60 1,76
niet ringen wel ringen	27,3(+) 26,6	1,38 1,35	0,89 0,83	1,63 1,69	0,29 0,27	0,184 0,176	1,07 1,08	2,91 2,83	1,61 1,76
niet verdrinken wel verdr. aug. '68									
niet verdrinken wel verdr. mei '69	27,2 26,6	1,35 1,38	0,86 0,86	1,63 1,68	0,26(+) 0,31	0,173 0,190	1,18 1,03	2,97 2,76	1,74 1,58
niet verdrinken wel verdr. aug. '69	26,8 27,1	1,41+++ 1,33	1,02+++ 0,71	1,79+++ 1,53	0,30 0,27	0,182 0,179	1,08 1,14	2,73 2,76	1,50 1,82
onbehandeld nitriet sulfide	26,4 27,0 27,5	1,36 1,43 1,30	0,83 1,03 0,71	1,73 1,64 1,57	0,24 0,35 0,26	0,168 0,210 0,163	1,03 1,22 1,11	2,72 2,82 3,14	1,54 1,65 1,81
Statistische toetsing interacties									
1 stikstofsoort x ringen						++			
4 stikstofsoort x verdr. aug. '69							++		
5 stikstofsoort x nitriet								++	
8 ringen x verdr. mei '69									+
9 ringen x verdr. aug. '69									+
18 verdr. mei '69 x sulfide									++

v.i. n.i.

3. INVLOED VAN WATEROVERLAST, STIKSTOFVORM EN ENTEN, VP 916.

3.1. Proefopzet en uitvoering van de proef

De uitvoering van de proef verliep zoals die bij VP 915. Alleen de bomen stonden in de rolkas, terwijl VP 915 in een gazen kooi was geplaatst.

De volgende behandelingen werden in factoriële combinatie, aangebracht:

A: voedingsoplossing met nitraat of ammonium.

B: niet en wel verdrinken in drie perioden. De verdrinkingsperioden waren gelijk aan die van VP 915, maar de behandeling vond steeds plaats bij dezelfde potten.

C: niet en wel stekelvarkenenten. Twee enten van onderstam M 9 werden tegenover elkaar geplaatst:

(1) onder de entknobbel op de onderstam M 9,

(2) boven de entknobbel op het ras Cox's Orange Pippin, en

(3) onder en boven de entknobbel.

Het enten vond plaats op 11 april 1968. De enting slaagde maar ten dele en op 13 mei 1969 werden de ontbrekende enten bijgeplaatst.

De verrichte waarnemingen en het gewasonderzoek komen overeen met die bij VP 915.

3.2. Resultaten van proef VP 916

De enting in 1968 slaagde maar gedeeltelijk, vooral het enten boven de entplaats had maar een gering succes. Na de enting in voorjaar 1969 werd het gestelde doel grotendeels bereikt.

Proef VP 916 stond in de rolkas. Het beschutte milieu - bij regen was het roldak over de proeven geschoven, wat leidde tot gemiddeld hogere temperaturen - gaf aan het gewas een sterkere groeistimulans. Dit had tot gevolg dat eerder groeifwijkingen werden waargenomen dan bij VP 915. Begin juni werden in het blad al paarse verkleuringen geconstateerd. Het blad krulde op. Er waren veel kikkerogen. Eind juni trad er al middenscheutsbladval op, het algemene beeld van Cox's ziekte.

3.2.1. Waarnemingen over de stand, ijzergebrek, Cox's ziekte, paarsverkleuring en bloei

Ammoniumvoeding gaf al spoedig een slechtere stand, meer verschijnselen van ijzergebrek en Cox's ziekte, terwijl ook de paarsverkleuring van de bladeren daar sterker was.

De verdrinkingsperiode van augustus 1968 (tabel VII) had op deze waargenomen factoren in 1968 geen duidelijk effect, noch werd in 1969 de paarsverkleuring beïnvloed.

Enten onder de entknobbel lijkt het ijzergebrek terug te dringen. Op 1 augustus 1968 was bij deze behandeling de paarsverkleuring van het blad sterker.

Het aantal bloemtrossen per boom in voorjaar 1969 was geringer bij de bomen op ammoniumoplossing. Enten beneden de oude veredelingsplaats deed de bloeirijkdom afnemen.

TABEL VII. Schattingscijfers voor stand, ijzergebrek, Cox's ziekte, paarsverkleuring in 1968 en bloei en paarsverkleuring in VP 916.

Behandeling	Maanemingen		Ijzer- gebrek 1/8/ 1968	Cox's ziekte 1/8/ 1968	Paarsverkleuring		aantal bloem- trossen/ boom 16/5/ 1969	
	Standcijfer 31/5/ 1968	24/7/ 1968			10/6/ 1968	1/8/ 1968		20/10/ 1969
nitraat	6,75	7,31+++	0,94	6,25+++	5,25+++	2,88++	4,63(+)	33,3+++
ammonium	6,78	5,19	1,75	4,00	6,69	4,25	6,19(+)	21,3
niet verdrinken	6,41+	6,25	1,44	5,25	5,94	3,38	5,94	24,9
wel verdrinken	7,13	6,25	1,25	5,00	6,00	3,75	4,88	29,6
enten onder	6,88	6,25	0,75(+)	4,63	6,38	4,25+] +	3,75] +	23,4] (+)
enten boven	6,94	6,25	2,25+] +	5,25	6,25 (+)	3,00] +	6,63] +	32,4] +
enten onder + boven	6,63	6,00	0,63+] +	5,38	5,63	4,00] +	6,13] +	22,1] +
niet enten	6,63	6,50	1,75	5,25	5,63	3,00] +	5,13	31,3] (+)

+) 6 = klein gewas
9 = groot gewas

++) 3 = weinig scheuten
9 = goed ontwikkelde scheuten

+++ 0 = geen ijzergebrek
5 = sterk ijzergebrek

++++ 3 = zware verschijnenselen
8 = zeer lichte verschijnenselen

+++++) 4 = weinig paarsverkleuring
9 = veel paarsverkleuring

++++++) 0 = geen paarsverkleuring
6 = veel paarsverkleuring

++++++) 0 = geen paarsverkleuring
9 = zeer veel paarsverkleuring

3.2.2. Waarnemingen over bladval

Er werden uitgebreide waarnemingen verricht over de mate van bladval als een mogelijke index voor het optreden van Cox's ziekte (tabel VIII). Daar het aantal afgevallen bladeren ook afhangt van de ontwikkeling van de scheuten werd het aantal verdwenen bladeren ook berekend per eenheid van scheutlengte.

De bladval was veel ernstiger bij de met ammonium gevoede bomen.

Bladval in september 1968 werd door de verdrinkingsperiode in augustus 1968 bevorderd, maar na de perioden van wateroverlast in mei en augustus 1969 ging minder blad verloren, vergeleken met de bladval van bomen zonder verdrinking. De lagere aantallen kunnen het gevolg zijn van de geringere bladmassa door de minder sterke groei na verdrinken, maar ook na correctie voor de scheutlengte bleef toch de bladval minder sterk.

De invloed van het enten op de bladval vertoont in 1968 geen duidelijke lijn, maar de gegevens van augustus en september 1969 wijzen op een geringere bladval bij geënte bomen.

De statistisch betrouwbare resp. bijna betrouwbare interactie tussen stikstofsoort en verdrinken voor de bladval in augustus en september 1969 houdt in dat bij de combinatie nitraat en verdrinken in het geheel geen bladval is opgetreden en bij de combinatie ammonium en niet verdrinken de sterkste bladval.

3.2.3. Waarnemingen over de scheutgroei

Zowel in 1968 als in 1969 was de groei met ammonium geringer (tabel IX).

De verdrinkingsperiode in augustus 1968 was niet ongunstig en bevorderde de scheutgroei, maar na de wateroverlast in mei en augustus 1969 was de groei duidelijk geremd. De groeiremming kwam harder aan bij de met nitraat beter groeiende bomen (statistisch betrouwbare interactie tussen stikstofsoort en verdrinken).

Enten onder de oude veradelingsplaats had een geringere groei van het bovengrondse plantedeel ten gevolge.

3.2.4. Totale boomontwikkeling aan het einde van de proef

Zowel het bovengrondse gewas als het wortelstelsel was kleiner van de bomen, welke ammonium hadden gehad in vergelijking met die, gevoed met nitraat (tabel X).

De remming van de scheutgroei door verdrinken in augustus 1968, en in mei en augustus 1969 komt uit de gegevens duidelijk naar voren; ook het wortelstelsel werd beschadigd. Ook hier was de wateroverlast schadelijker voor de scheutgroei en het wortelstelsel van de met nitraat gevoede bomen dan voor die met ammonium (statistisch betrouwbare interactie tussen stikstofsoort en verdrinken).

Over het geheel gezien gaf enten onder de oude entplaats een minder sterke groei van de kroon, waarschijnlijk door voedselconcurrentie om de aanvoer uit de wortels en misschien ook door gebruik van assimilaten uit de kroon.

De omvang van het wortelstelsel was geringer bij de extra geënte bomen, in het bijzonder bij enting boven en onder de entknobbel.

3.2.5. Bladonderzoek

De samenstelling van het blad, op 1 november 1968 verzameld, toonde evenals i-VP 915 een afwijkend beeld ten opzichte van die bij normale bemonstering in augustus met de bladeren aan de basis (tabel XI).

De invloed van enkele behandelingen kon slechts worden gezien, doordat maar een beperkt aantal monsters werd genomen. Over de mogelijke betrouwbaarheid van de hoofdeffecten licht een vergelijking met de standaardfout in VP 915 in.

De invloed van stikstofsoort en verdrinken in augustus op de samenstelling van het blad in 1968 was van dezelfde aard als die in VP 915. Dit was ook in 1969 het geval voor de invloed van de stikstofvorm.

Na enten was het drogestofgehalte van het blad wat lager en het stikstof- en kaligehalte hoger.

TABEL VIII. Bladval in VP 916.

Behandeling	Waarnemingen										
	Bladval										
Schattings- cijfer	Aantal afgevallen blad/boom										Schattingscijfer 20/10/ 1969
	10/6/ 1968 [†]	24/7/ 1968	1/8/ 1968	26/8/ 1968	12/9/ 1968	12/8/ 1969	9/9/ 1969	9/9/ 1969	12/8/ 1969	12/9/ 1968	
nitraat	1,19 ⁺⁺⁺	3,5 ⁺⁺⁺	8,8 ⁺⁺⁺	14,5 ⁺⁺⁺	20,4 ⁺⁺⁺	0,7 ⁺⁺⁺	1,3 ⁺⁺⁺	1,3 ⁺⁺⁺	20,4 ⁺⁺⁺	2,44 ⁺⁺⁺	
ammonium	7,00	17,1	30,8	35,8	42,3	12,0	17,0	17,0	42,3	8,31	
niet verdrinken	3,75	11,4	20,3	24,2	25,6 ⁺	10,2 ⁺	12,7 ⁺	12,7 ⁺	25,6 ⁺	5,88	
wel verdrinken	4,44	9,2	19,3	26,1	37,1	2,5	5,6	5,6	37,1	4,88	
enten onder	5,00	16,9 []] + []]	24,0 []]	28,5	33,4	3,1	4,4	4,4	33,4	7,13 []] + []]	
enten boven	4,00 ⁽⁺⁾	5,6 []] + []]	20,3 ⁽⁺⁾	26,4	30,1	5,9	7,0	7,0	30,1	4,75 []] + []]	
enten onder + boven	3,13	9,0 []]	15,1 []]	18,4	28,5	4,3 ⁽⁺⁾	6,1 []] + []]	6,1 []] + []]	28,5	5,63	
niet enten	4,25	9,8	19,8	27,4	33,4	12,1 ⁽⁺⁾	19,0 []] + []]	19,0 []] + []]	33,4	4,00	
Statistische toetsing											
interacties											
stikstofsoort x verdr.											

† 0 = geen bladval

9 = sterke middenscheutsbladval

†† 1 = geen bladval

10 = bijna kaal

Vervolg TABEL VIII. Bladval in VP 916.

Behandeling	Waarnemingen			
	Bladval			
	aantal afgevallen bladeren per 1 m scheutlengte/boom			
	26/8/ 1968	12/9/ 1968	12/8/ 1969	9/9/ 1969
nitraat	6,9 ⁺⁺⁺	8,9 ⁺⁺⁺	0,4 ⁺⁺⁺	0,9 ⁺⁺⁺
ammonium	27,4	32,0	16,6	24,9
niet verdrinken	16,8	17,3 ⁺⁺	11,0	14,3
wel verdrinken	17,5	23,7 ⁺⁺	5,9	11,5
enten onder	21,4	24,5 []]	7,8	9,5
enten boven	16,9 ⁺	17,6 []]	8,6	9,8
enten onder + boven	13,6 []]	20,5 ⁽⁺⁾	8,9	13,1
niet enten	16,7	19,3	8,8	19,3

TABEL X. Totale boomontwikkeling, bovengronds en van de wortel, aan het einde van de proef in VP 916.

Behandeling	Waarnemingen									
	eenjarige scheuten > 3 cm	aantal 18/12/1969	lengte 18/12/1969 cm	stamdikte 15 cm b. ent. 10/1/1969 mm	gewicht stam g	gewicht 1-jarig hout 18/12/1969 g	gewicht 2-jarig hout 18/12/1969 g	wortels vers 19/12/1969 g	droog gewicht 19/12/1969 g	% dr. stof 19/12/1969
nitraat ammonium	8,7+	103(+)	11,7+++	79,6+++	24,3++	118,4+++	133,5+++	45,7+++	34,0(+)	
niet verdrinken wel verdrinken	4,6	68	10,2	58,1	12,5	53,6	64,5	23,2	35,7(+)	
enten onder	7,8	117	10,9	69,9	25,9+++	88,5	112,5+++	40,8+++	36,9+++	
enten boven	5,5	53	11,0	67,8	11,0	83,5	85,5	28,1	32,8	
enten onder + boven	5,8	63	10,9	57,1]++	14,1	73,6]++	96,1	33,4	34,3	
niet enten	6,4	94	11,5]++	84,7]++	20,0	95,9]+++	101,9	35,4	35,1	
statistische toetsing interacties	5,5	77(+)	10,4]	66,7]++	19,1	70,2]+++	91,8](+)	31,2]	33,9](+)	
stikstofsoort x verdr.	9,0](+)	106	11,0	66,9]	20,6	104,3]+++	106,4](+)	37,9]+	36,1](+)	

TABEL XI. Bladonderzoek in 1968 en 1969 in VP 916.

Behandeling	Waarnemingen									
	% droge stof op vers gewicht	% droge stof	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	suikers v.i. n.i.	zet-meel	
1968										
nitraat	38,4		2,03 ⁺⁺⁺	1,07 ⁺⁺⁺	3,15	0,33	0,41 ⁺⁺⁺	1,20	4,80	9,16 ⁺⁺⁺
ammonium	38,3		2,47 ⁺⁺⁺	1,57 ⁺⁺⁺	2,98	0,34	0,31	1,20	4,60	6,54
niet verdrinken	38,8		2,12 ⁺⁺⁺	1,29	3,14	0,31	0,32 ⁺⁺	1,10	4,50	9,32 ⁺⁺⁺
wel verdrinken	37,9		2,38 ⁺⁺⁺	1,35	2,99	0,36	0,40	1,30	4,90	6,38 ⁺⁺⁺
1969										
nitraat	48,3 ⁺⁺⁺		2,54 ⁺⁺⁺	1,46	3,42(+)	0,67 ⁺⁺⁺	0,38 ⁺⁺⁺	2,67	5,69	4,00
ammonium	53,8		2,77 ⁺⁺⁺	1,61	3,19	0,26	0,26	2,26	5,95	4,84
enten onder	48,2]		2,73	1,61	3,49	0,46	0,30	2,44	5,45	3,88
enten boven	50,6]		2,73]	1,59	3,41	0,47	0,33	2,58	5,38	4,00
enten onder + boven	51,9]		2,62]	1,53	3,24		0,34	2,05	6,13	4,69
niet enten	53,6]		2,53]	1,41	3,09	0,41	0,31	2,80	6,33	5,11

4. DISCUSSIE

In de twee potproeven werden die factoren opgenomen, welke volgens de literatuur en praktijkervaringen mogelijkerwijze het optreden van Cox's ziekte beïnvloeden. Vanuit het bodemmilieu gezien waren dat tijdelijke wateroverlast in voorjaar en zomer, en aanwezigheid van ammonium, nitriet en sulfide, die kunnen voorkomen in een weinig geaëreerd, ongerijpt profiel. Wat het gewas betreft werd het ringen van de stam als behandeling uitgevoerd, terwijl door enten met onderstam M 9 de invloed van een eigen functionerend bladerdek op het opheffen van niet-verenigbaarheid van ent en onderstam werd bestudeerd.

De ontwikkeling van de bomen op de potten met grindcultuur was echter slecht. De afwijkingen in het bovengrondse gewas gaven een beeld te zien, dat in grote mate op dat van Cox's ziekte geleek. Het onvoldoende functioneren van het wortelstelsel moet hiervan de oorzaak zijn. Dat stemt overeen met de opvatting van Veen en Locher (1972) en Veen (1973), dat afsterven van de wortels de primaire oorzaak is van het optreden van Cox's ziekte. In de grindcultuur met het beperkte wortelvolumen was de water/luchthuishouding blijkbaar niet optimaal. Het is bekend, dat de wortels van appelbomen zeer gevoelig zijn voor zuurstofgebrek, maar de beperking van het wortelvolumen zal nog ernstiger gevolgen gehad hebben.

De bomen van VP 916 in de rolkas groeiden in het beschutte milieu sneller dan die van VP 915 in de gazen kooi. Het optreden van bladval was bij de eerstgenoemde sterker en de paarsverkleuring trad eerder op. Dit stemt overeen met het feit dat sterk groeiende bomen gevoeliger zijn voor Cox's ziekte (Oud, 1968; Visser en Slager, 1974; White, 1971). Delver (pers. meded., 1978) veronderstelt, dat jonge Cox's bomen met sterke groei en geringe dracht, zoals in de Noordoostpolder, een overmaat aan koolhydraten naar de wortels afvoeren, waardoor de zuurstofbehoefte van de wortels stijgt. Zonder duidelijke tekenen van wateroverlast kan de zuurstofvoorziening al te kort schieten. Na vergiftiging sterft de wortel af, wat weer de verschijnselen in de bovengrondse delen oproept.

Op de jong gerijpte, sterk vochthoudende grond in de nieuwe IJsselmeerpolders is de groei van de boom zeer weelderig. In pas droog gevallen grond komt veel minerale stikstof voor in de vorm van ammonium, dat door riet in enige jaren tot grote diepte meestal geheel wordt opgenomen (Van Schreven, 1963). Gedacht werd aan de mogelijkheid, dat op bepaalde plekken ammonium in de gereduceerde ondergrond het optreden van Cox's ziekte zou kunnen bevorderen. Kwalitatief werd in het proefplekkenonderzoek inderdaad ammonium aangetoond (Van der Boon en Boekel, 1978). Ammoniumvoeding zou tot een andere habitus van de plant kunnen leiden, waarbij de minerale samenstelling is gewijzigd. In de potproeven gaven de met ammonium gevoede bomen meer bladval te zien en was de groei geremd. Dit zou wijzen op de mogelijkheid dat de ongerijpte ondergrond met nog aanwezige ammoniumophoping een rol zou kunnen spelen bij het optreden van Cox's ziekte in de nieuwe polders.

Het optreden van Cox's ziekte lijkt soms verband te houden met wateroverlast in de voorgaande zomer (Delver, 1971; Visser, 1968). De schade door wateroverlast is groter bij sterk groeiende, niet dragende bomen

(Delver, 1971). Dergelijke bomen zijn ook zeer gevoelig voor Cox's ziekte (Das et al., 1967; Dammann, 1971; Oud, 1968; White, 1973). Zoals al in de inleiding werd vermeld, is een direct verband van Cox's ziekte met hoge grondwaterstand echter niet aangetoond (Visser, 1968). In de potproef VP 915 gaf verdrinken in augustus 1968 bladval en groeiremming. Verdrinken in het voorjaar van 1969 had een minder duidelijk effect. Wel trad groei-remming op, maar geen versterking van de bladval. Schadelijke gevolgen van wateroverlast zijn volgens Delver (1971) in het voorjaar minder te duchten, omdat dan het regeneratievermogen van het wortelstelsel groter is.

In het sterk gelaagde profiel van de IJsselmeerpolders kan bij stijging van de grondwaterstand snel een omslag ontstaan van aërobe naar anaërobe omstandigheden door onvoldoende luchttransport (Boekel, 1967). Dit houdt de mogelijkheid in van het ontstaan van giftige reductieprodukten. Zo werden sporen van nitriet in het proefplekkenonderzoek aangetoond. In de potproef gaf nitriettoediening versterkte bladval te zien. Nitrietop-hoping zou bij Cox's ziekte in de IJsselmeerpolders dus een rol kunnen spelen, maar tussen goede en slechte plekken werd in het kwalitatieve onderzoek geen systematisch verschil in nitriethoeveelheden gevonden. In de anaërobe zone komt veel sulfide voor, wat bij de wisselende grondwaterstand mogelijk de Cox's ziekte zou kunnen induceren. Maar in de potproef kwam sulfidetoediening niet als ongunstig naar voren.

Het ringen van de stam geeft in de praktijk duidelijke teruggang in het optreden van Cox's ziekte (Oud, 1968). Volgens Veen en Locher (1972) en Veen (1973) hebben zwak groeiende onderstammen een laag gehalte aan groeistoffen. De wortels van onderstam M 9 groeien snel en zijn weinig vertakt. Bij ringen ontstaan wondhormonen, die waarschijnlijk de snelle wortelgroei afremmen en de gevoeligheid voor plotseling afsterven verminderen. In de potproef VP 915 kon echter het gunstig effect van ringen in het voorjaar van 1969 bij de reeds vrij zieke bomen niet meer worden bereikt.

Door Das en Oud (mondelijke meded.) werd het optreden van Cox's ziekte ook in verband gebracht met een onvoldoende vergroeiing van ent en onderstam. In het werk van De Stigter (1956) werd de onverenigbaarheid van meloen op *Cucurbita ficifolia* opgeheven door het laten zitten van bladeren aan de onderstam. De aanwezigheid van onderstamblad is vereist om de onderstam te voorzien van een "specifieke stof", die het phloëem van de onderstam in staat stelt normaal te functioneren. Afgaande op dit onderzoek werd in de potproef VP 916 onderzocht of enten van de onderstam onder, en/of boven de entknobbel soelaas zou kunnen bieden, maar het resultaat was gering. Er was wel minder bladval, maar dit kan het gevolg zijn geweest van de geringere groei van het bovengrondse gewas. In dit verband kan nog worden opgemerkt dat ringen van de onderstam - dus ook een wond onder de entknobbel - het optreden van Cox's ziekte juist verergerde (White, 1972).

Niet alleen door groeimetingen en waarnemingen van bladkleur en bladval werd het effect van de aangebrachte factoren in de potproeven bestudeerd, maar ook door de analyse van de bladsamenstelling. Bij Cox's zieke bomen is het drogestofgehalte en het gehalte aan suikers verhoogd en de gehalte aan de meeste voedingselementen verlaagd. Zo toonde Oud (1968) vooral lagere gehalten aan voor N, Ca en Mg. De K/Mg-verhouding in het blad was zeer hoog, wat de gevoeligheid voor bladval mede verklaart.

Trzcinski en Ferauge (1964) vonden het calciumgehalte veel lager in twee ziektegevallen en magnesium in één geval. Ook andere voedingselementen waren lager. Delver (zie Das et al. 1967) nam lagere gehalten waar voor N, P, Ca en Mg, naarmate de bomen zieker waren. De kaligehalten waren weinig veranderd. Een combinatie van laag N- en laag P-gehalte wijst op Cox's ziekte (Delver, 1975). In verdrinkingsproeven komt vrijwel direct een lager calciumgehalte in het jonge appelblad tot stand. Later zijn de gehalten aan andere voedingselementen ook verlaagd, maar de drogestof- en suikergehalten zijn toegenomen (Segeren en Visser, 1971). De slechte stand en de sterke bladval in de potproeven maakten het vaststellen van de invloed van de behandeling op de bladsamenstelling moeilijk. De bladsamenstelling van de potzieke planten was namelijk al sterk afwijkend van normaal. De hoge K/Mg-verhouding en het lage calciumgehalte maken de waargenomen sterke bladval, ook al bij de onbehandelde bomen, plausibel. De ammoniumvoeding gaf hogere N- en P-gehalten en een lager K-gehalte in het blad, maar de K/Mg-verhouding, welke zozeer de bladval beïnvloedt, was niet gewijzigd in vergelijking met de nitraattoediening. Verdrinken in de zomer van 1968 gaf een lager gehalte aan kali in het blad en dat in de zomer van 1969 verlaagde de gehalten aan stikstof, fosfaat en kali. Er werd geen duidelijk inzicht verkregen in de vraag of de wijziging door de behandelingen dezelfde is als bij de afwijkende bladsamenstelling in het geval van Cox's ziekte. De hogere stikstof- en fosfaatgehalten na ammoniumtoediening passen echter niet in het beeld.

Samenvattend kan worden gesteld dat potvolume en water- en luchthuishouding in het grind zo ongunstig waren, dat de bomen "potziek" werden en verschijnselen te zien gaven, die overeenkwamen met het beeld van Cox's ziekte. Versterking van deze verschijnselen, in het bijzonder van bladval, werd geconstateerd bij ammoniumvoeding, na wateroverlast en nitriettoediening. Ongerijpte, sterk vochthoudende, gelaagde grond zoals voorkomende in de nieuwe IJsselmeerpolders, zou bij te hoge grondwaterstand volgens deze proeven de Cox's ziekte kunnen stimuleren door genoemde factoren, maar een en ander sluit niet uit, dat dit als een indirect effect van het bodemmilieu moet worden beschouwd en dat de ziekte een fysiologische oorsprong heeft, zoals Visser (1968) heeft geconcludeerd. Ook Veen (1973) geeft aan, dat plotselinge sterfte van de snel groeiende wortels van de zwakke onderstam M 9 de primaire oorzaak van het optreden van Cox's ziekte is. Delver (pers. meded., 1978) meent dat bij sterk groeiende, niet dragende Cox's Orange Pippin overmaat van koolhydraten in de wortel wordt opgehoopt. Zelfs bij niet duidelijke wateroverlast kunnen als gevolg van hoge zuurstofbehoefte ademhalingsstoornissen en vergiftiging optreden, waarna verschijnselen in het bovengronds gewas volgen.

De veronderstelling dat het samengaan van enkele ongunstige bodem- of gewasfactoren het optreden van de ziekte in hoge mate bevordert, kon niet worden aangetoond in de twee potproeven met factoriële combinatie van behandelingen.

5. SAMENVATTING

Eenjarige Cox's Orange Pippin op M 9, geplant op potten met grindcultuur, werd onderworpen aan diverse factoren om Cox's ziekte op te wekken. Als factoren, welke vanuit een onvoldoend geaëreerd bodemmilieu de plant kunnen aangrijpen, waren genomen periodieke wateroverlast in voorjaar en zomer, en ammonium-, nitriet- en sulfidetoedieningen. Als fysiologische factoren waren aanwezig het ringen van de stam en het plaatsen van onderstamenten.

Door het beperkte wortelvolume in de potten en de in het grind voorkomende ongunstige water/luchthuishouding waren de groeiomstandigheden zo slecht, dat ernstige groeiafwijkingen en bladval optraden, die het beeld van Cox's ziekte dicht nabijkwamen. Dit sluit aan bij de opvatting van Veen (1973), dat de primaire oorzaak van het optreden van Cox's ziekte moet liggen in het niet goed functioneren, c.q. het plotseling afsterven van het wortelstelsel van de zwakke onderstam of bij de mening van Delver (1971, pers. meded., 1978) dat bij sterk groeiende, weinig dragende bomen overmaat van koolhydratentoevoer spoedig leidt tot ademhalingsstoornissen in de wortel met bovengenoemde gevolgen. In de potproeven werd de bladval versterkt en de scheutgroei geremd door tijdelijke wateroverlast en ammonium- en nitriettoediening. Deze factoren kunnen het beeld van Cox's ziekte dus verergeren, wat overeenstemt met de conclusie van Visser (1968), dat het bodemmilieu (slechts indirect) bij het optreden van Cox's ziekte een rol speelt, maar de proefomstandigheden lieten niet toe vast te stellen of deze factoren ook gezonde bomen ziek kunnen maken.

Door eenmaal ringen in het voorjaar van het tweede proefjaar werd bij reeds vrij zieke bomen niets bereikt. Het voorzien van de onderstam van een eigen functionerend bladerdek ter mogelijke overbrugging van onverenigbaarheid leverde geen resultaat op.

6. LITERATUUR

- Boekel, P., 1967. Onderzoek naar de oorzaak van de Cox-ziekte. Verslag Inst. Bodemvruchtbaarheid, Haren, 4 pp.
- 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.
- Butijn, J., 1961. Bodembehandeling in de fruitteelt. Versl. Landbouwk. Onderz. 66.7: 403 pp.
- Dammann, H.-J., 1971. Einfluss chemischer Bodementseuchung auf die Anfangsentwicklung von 'Cox Orange' auf M IX im Nachbau nach Äpfeln auf schwerem Marschboden. Erwerbsobstbau 13: 177-179.
- Das, A., Oud, P. en Schellekens, A., 1967. Inleiding en verslag onderzoek Cox's-ziekte in de Noordoostpolder in 1966. Rapp. Rijkstuinb. consul. Bodemaangel., Wageningen: 12 pp.
- Delver, P., 1971. Inundatie van appelbomen in potten 1967-1968. Versl. Prov. Onderz. Centr. Zeeland, Comm. Waterbeheersing en Ontziltig, Werkgr. "Drainage in de Fruitteelt": 9 pp.
- Delver, P., 1975. Toepassingsmogelijkheden van bladanalyse in de fruitteelt. Bedrijfsontwikkeling 6: 751-760.
- Oud, P., 1968. Nieuwe inzichten betreffende de Cox's ziekte. Fruitteelt 58: 1172-1174.
- Oud, P., 1968. Maatregelen ter voorkoming van de Cox's ziekte. Fruitteelt 58: 1194-1196.
- Schreven, D.A., 1963. Nitrogen transformations in the former subaqueous soils of polders recently reclaimed from Lake IJssel. III. The uptake of mineral nitrogen by the pioneer vegetation and the influence of the organic material of the pioneer vegetation on nitrogen mineralization in recently drained polder soils. Plant Soil 18: 277-297.
- Segeren, W.A. en Visser, J., 1971. Nieuwe normen voor de ontwatering van appelboomgaarden. Van zee tot land, 49: 103-126.
- Stigter, H.C.M. de, 1956. Studies on the nature of the incompatibility in a cucurbitaceous graft. Meded. Landbouwhoges. Wageningen 56, 8: 51 pp.
- Trzcinski, T. et Ferauge, M.Th., 1964. Maladie de pomiers Cox's Orange Pippin - août 1963. Fruit Belge, 32: 65-68.
- Veen, B.W., 1973. Onderzoekingen over Cox's ziekte. Fruitteelt 63: 970-973.
- Veen, B.W. and Locher, J.Th., 1972. Some investigations on Cox's disease in Cox Orange Pippin apple trees grafted on dwarfing rootstock M IX. Neth. J. Agric. Sci. 20: 285-300.
- Visser, J., 1968. De invloed van het bodemmilieu op het voorkomen van Cox's-ziekten in de IJsselmeerpolders. Flevo Berichten 56: 23 pp.
- Visser, J. en Slager, H., 1974. Invloed van stikstofbemesting op opbrengst, vruchtkwaliteit en smaak bij appels. Fruitteelt 64: 1039-1043, 1056-1059, 1074-1078.
- White, G.C., 1972. 'Cox's disease'. Rep. E. Malling. Res. Stn. for 1971: 98-100.
- White, G.C., 1973. 'Cox's disease'. Rep. E. Malling. Res. Stn. for 1972: 129-131.
- White, G.C., 1974. 'Cox's disease'. Rep. E. Malling. Res. Stn. for 1973: 119.